ISSN 1995-2511

ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

4 2020

1930-2020 НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ISSN 1995-2511

ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Периодическое научное издание

№ 4

Декабрь 2020

Нижний Новгород

ББК 95; я5
П 75
ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ, № 4 (56)

Периодическое научное издание. Н. Новгород, ННГАСУ, 2020. 288 с., 18 л. цв. вклеек.

Учредитель и издатель: ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ). Зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия 20.12.2006 г. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77 – 47479 от 25.11.2011 г. Территория распространения – Российская Федерация, зарубежные страны. Языки – русский, английский.

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

«Приволжский научный журнал» входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук по группе научных специальностей 05.23.00 – «Строительство и архитектура». Новая редакция Перечня утверждена Минобрнауки России 28.12.2018 г.

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; 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 20.12.2020 г. Формат 70×108/16. Бумага офсетная
Печать офсетная. Усл. печ. л. 25.2 + вкл. 3,15. 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
Индекс журнала в каталоге Агентства «Роспечать»: **80382.** Цена свободная.

Отпечатано в типографии ООО «Новые решения»
Адрес: Россия, 603098, г. Нижний Новгород, ул. Артельная, д. 35а, оф. 1.

ISSN 1995-2511 **© ННГАСУ, 2020**

ISSN 1995-2511

THE PRIVOLZHSKY SCIENTIFIC JOURNAL

Scientific periodical

№ 4

December 2020

Nizhny Novgorod

THE PRIVOLZHSKY SCIENTIFIC JOURNAL, № 4 (56)

Scientific periodical. Nizhny Novgorod, NNGASU, 2020. 288 p., 18 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 05.23.00 – «Conctruction and architecture». A new version of the list is approved by decision of the Ministry of Education and Science of Russia on 28.12.2018.

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; 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 20.12.2020. Format 70×108/16. Offset paper.
Offset printing. Ref. publ. p. 25.2 + illust. 3,15. 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
Index of the journal in the catalogue of the «Rospechat» agency: **80382**. Price is unfixed.

Printed in JSC «Novye reshenia» publishing house
Address: 35a, Artelnaya St., office 1, 603098, Nizhny Novgorod, Russia.

ISSN 1995-2511 **© NNGASU, 2020**

НИЖЕГОРОДСКОМУ ГОСУДАРСТВЕННОМУ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОМУ УНИВЕРСИТЕТУ – 90 ЛЕТ

23 июня 1930 года Постановлением ЦИК СССР был создан Нижегородский (в 1932–1991 гг. – Горьковский) инженерно-строительный институт, в 1993 году получивший статус академии, а в 1997 году – университета. В 2020 году Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ) отмечает 90-летний юбилей.

В настоящее время ННГАСУ – многоцелевой вуз, реализующий программы высшего образования в бакалавриате, специалитете, магистратуре, аспирантуре, подготовки кадров высшей квалификации в докторантуре, послевузовского повышения квалификации архитекторов и строителей. Количество получающих образовательные услуги в ННГАСУ превышает 5000 человек. На 36 кафедрах университета трудятся более 300 профессоров, доцентов и преподавателей. Как научно-инженерный центр вуз выполняет значительные объемы работ для строительных и хозяйственных комплексов Приволжского и других регионов страны. Развиваются 105 научных направлений. Современный коллектив ННГАСУ гордится прошлым своего вуза и полон решимости развивать достигнутые успехи.

Ректорат университета поздравляет профессорско-преподавательский состав, студентов и всех выпускников с юбилеем родного вуза, желает им доброго здоровья, успехов в труде и счастья в личной жизни.

Ректор ННГАСУ,
профессор Лапшин А.А.

15 октября 1980 года Президиум Верховного Совета СССР за заслуги в подготовке квалифицированных специалистов для народного хозяйства и развитии научных исследований наградил Горьковский инженерно-строительный институт имени В. П. Чкалова Орденом Трудового Красного Знамени.

СОДЕРЖАНИЕ

Лапшин А. А. Очерк истории Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета (1930–2020) 9

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Ерофеев В. И., Хазов П. А., Шкода И. В. Напряженно-деформированное состояние узла ребристо-кольцевого купола при различных вариантах сопряжения элементов 42

Антошкин В. Д., Ерофеева И. В., Горина М. В. Формирование треугольной сети на сфере с опорными узлами на одном уровне 49

Колесов А. И., Соколова Е. А. Исследование стрелы провеса и перемещений однопоясного изгибно-жесткого висячего покрытия без центральной стойки большепролетного здания круглого в плане 56

Трянина Н. Ю., Облетов Е. Н., Самохвалов И. А. Оценка ветрового воздействия на пояса башенной конструкции 64

Григорьев Ю. С., Фатеев В. В. Причины деформации и разрушения кирпичной облицовки наружных стен жилых зданий 70

Кондрашкин О. Б. Основные механические свойства кладки из гипсоопилочных камней при одноосном сжатии 78

Уткин М. М. Определение диаметра карстового провала по геомеханическому методу Г. М. Шахунянца с учетом внешней нагрузки в зоне провала 84

Абросимова Е. Б., Митрохин В. В., Седельникова И. М., Якушева А. М. Развитие методов оценки надежности строительных конструкций через уточнение содержания понятия дефекта 91

Шеховцов Г. А. Варианты использования электронного тахеометра для определения деформаций цилиндрических резервуаров 96

Шеховцов Г. А. Определение крена опускных цилиндрических оболочек большого диаметра 105

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

Бодров М. В., Смыков А. А., Седнев Д. Е., Руин А. Е. Применение технологий низкотемпературного лучистого отопления в помещениях содержания крупного рогатого скота 114

Кочев А. Г., Соколов М. М., Пак Е. А. Экспериментальное определение аэродинамических характеристик культовых зданий и сооружений 119

Дыскин Л. М., Кузин В. Ю., Полусмак С. В. Соотношения работ в теплоэнергетических установках 124

Рымаров А. Г. Формирование микроклимата в крытых дворах 131

Дунцев А. В., Новиков Д. И., Сатаев А. А., Лебедев В. В., Хазов П. А., Экспериментальное исследование интенсификации теплообменных процессов в модели промышленных теплообменных аппаратов 138

Морозов М. С. Методика определения экономически обоснованного сопротивления теплопередаче наружных стен типовых многоквартирных жилых домов при проведении капитального ремонта 144

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Кюберис Э. А., Васильев А. Л. Исследование и оценка эффективности фильтрующей загрузки «СуперФерокс» для очистки подземных вод от железа и марганца 150

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Сучков В. П., Мольков А. А. Минимизация удельной поверхности гипсового вяжущего 156

Сенибабнов С. А., Андрианов К. А., Зубков А. Ф. Влияние толщины слоя асфальтогранулята на выбор параметров катков при укреплении обочин автомобильных дорог..... 163

ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Соболь С. В., Февралев А. В. Взгляд в завтра: транспортный гидроузел на р. Волге..... 174

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

Гельфонд А. Л. Взаимосвязь природного и антропогенного при сохранении объектов культурного наследия Нижнего Новгорода..... 181

Горшкова Г. Ф. Вертикальная детерминация архитектурного пространства..... 189

Худин А. А. Основные критические позиции в отношении постмодернизма..... 195

Полякова О. М., Быкова Н. С. Архитектурно-дизайнерское обеспечение формирования природно-экологического культурно-образовательного комплекса на базе Института экологии Волжского бассейна РАН..... 202

Гарнова Н. В. Проекты московских архитекторов в строительстве промышленных усадеб г. Иваново-Вознесенска второй половины XIX – начала XX вв..... 210

Кокшаров А. С., Лапина О. В. Промышленность и система расселения Костромской губернии второй половины XIX – начала XX вв..... 215

Гарнова Н. В. Этимология термина «промышленная усадьба» и целесообразность его употребления по отношению к производственно-жилым комплексам г. Иваново-Вознесенска второй половины XIX – начала XX вв..... 226

Теребикина О. В. Стиль био-тек в новейшей архитектуре..... 235

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Агеева Е. Ю. Современные тенденции проектирования школьных зданий: отечественный опыт..... 240

Даняева Л. Н. Архитектурно-типологические требования в реконструкции гражданских зданий 249

Крашенинников А. В. Предметные парадигмы архитектурного пространства... 254

Касимова А. Р. Формирование объемно-пространственной организации этнокультурных туристических кластеров на территории российско-казахстанского приграничья 263

Кузнецова А. А., Жданова И. В. Современные тенденции проектирования образовательных комплексов..... 271

ИНФОРМАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ

Памяти профессора Л. А. Васильева..... 278

Памяти профессора О. П. Фролова..... 279

Новые издания..... 281

Перечень требований и условий, предоставляемых для публикации в периодическом научном издании «Приволжский научный журнал»..... 282

НА ОБЛОЖКЕ: Учебный корпус № 9 Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета, Центр международного сотрудничества, Международная кафедра ЮНЕСКО «Экологически безопасное развитие крупного региона – бассейна Волги»

CONTENTS

Lapshin A. A. Essay on the history of the Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering (1930–2020)..... 9

BUILDING CONSTRUCTIONS, BUILDINGS AND STRUCTURES

Erofeev V. I., Khazov P. A., Shkoda I. V. Stress-strain state of a ribbed-ring dome joint in various variants of element coupling..... 42

Antoshkin V. D., Erofeeva I. V. Gorina M. V. Emplacement of a triangular geometric net on a sphere with nodes on the same level..... 49

Kolesov A. I., Sokolova E. A. Study of the sag and displacements of a single-belt hanging roofing without a central post of a large span building round in plan..... 56

Tryanina N. Yu., Oblyotov E. N., Samokhvalov I. A. Assessment of wind impact on tower construction belts..... 64

Grigorev Yu. S., Fateev V. V. Causes of deformation and destruction of brick facing of external walls of residential buildings..... 70

Kondrashkin O. B. Basic mechanical properties of gypsum sawn stone masonry under uniaxial compression..... 78

Utkin M. M. Determination of karst collapse diameter by G. M. Shakhunyants geomechanic method with allowance for external loading in area adjacent to karst collapse..... 84

Abrosimova E. B., Mitrokhin V. V., Sedelnikova I. M., Yakusheva A. M. The development of methods for assessing the reliability of building structures by clarifying the content of the concept of defect..... 91

Shekhovtsov G. A. Options for using an electronic total station to determine deformations of cylindrical tanks..... 96

Shekhovtsov G. A. Determination of the roll of large diameter cylindrical shells..... 105

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

Bodrov M. V., Smykov A. A., Sednev D. E., Ruin A. E. Application of low-temperature radiant heating technologies in cattle keeping areas..... 114

Kochev A. G., Sokolov M. M., Pak E. A. Experimental determination of aerodynamic characteristics of religious buildings and structures..... 119

Dyskin L. M., Kuzin V. Yu., Polusmak S. V. Ratio of works in heat power plants..... 124

Rymarov A. G. Formation of microclimate in covered courtyards..... 131

Duntsev A. V., Novikov D. I., Sataev A. A., Lebedev V. V. Khazov P. A. Experimental research of the intensification of heat exchange processes in the model of industrial heat exc hangers..... 138

Morozov M. S. Method for determining the economically justified heat transfer resistance of exterior walls of typical multi-apartment residential buildings during the overhaul..... 144

WATER SUPPLY, SEWERAGE, CONSTRUCTION SYSTEMS OF WATER RESOURCES PROTECTION

Kyuberis E. A., Vasilev A. L. Research and evaluation of efficiency of the filter load "SuperFerox" for purification of underground water from iron and manganesee 150

CONSTRUCTION MATERIALS AND PRODUCTS

Suchkov V. P., Molkov A. A. Minimizing the specific surface area of gypsum binder..... 156

Senibabnov S. A., Andrianov K. A., Zubkov A. F. The influence of the thickness of the asphalt granulate layer on the choice of roller parameters at roadside strengthening ... 163

HYDRAULIC ENGINEERING CONSTRUCTION

Sobol S. V., Fevralyov A. V. A look into tomorrow: a transport hub on the Volga river..... 174

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

Gelfond A. L. The connection between natural and anthropogenic when preserving the cultural heritage of Nizhny Novgorod..... 181

Gorshkova G. F. Vertical determination of architectural space..... 189

Khudin A. A. Main critical positions about postmodernism..... 195

Polyakova O. M., Bykova N. S. Architectural and design support of formation of a natural-ecological cultural-educational complex on the basis of the Institute of Ecology of the Volga Basin of the Russian Academy of Sciences..... 202

Garnova N. V. Projects of Moscow architects in construction of Ivanovo-Voznesensk industrial estates in the second half of the XIX – early XX centuries..... 210

Koksharov A. S., Lapina O. V. Industry and resettlement system of the Kostroma province of the second half of the XIX – early XX centuries..... 215

Garnova N. V. Etymology of the term "industrial estate" and appropriateness of its use with regard to Ivanovo-Voznesensk industrial and residential complexes of the second half of the XIX – early XX centuries..... 226

Terebikina O. V. Bio-tech style in the newest architecture..... 235

ARCHITECTURE OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS. CREATIVE CONCEPTS OF ARCHITECTURAL ACTIVITY

Ageeva E. Yu. Modern trends in designing school buildings: domestic experience..... 240

Danyaeva L. N. Architectural and typological requirements in the reconstruction of civil buildings..... 249

Krasheninnikov A. V. Subject paradigms of architectural spaces..... 254

Kasimova A. R. Formation of spatial organization of ethno-cultural tourist clusters on the territory of the Russian-Kazakh border region..... 263

Kuznetsova A. A., Zhdanova I. V. Modern trends in designing educational complexes..... 271

INFORMATION SECTION

In memory of Professor L. A. Vasiliev..... 278

In memory of Professor O. P. Frolov..... 279

New publications..... 281

List of requirements for publication in the scientific periodical “Privolzhsky Scientific Journal” 282

COVER PAGE: Academic building № 9 of the Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, International Cooperation Centre, International UNESCO Chair “Ecologically safe development of a large region – the Volga basin”

УДК 378.669(470.341-25)

А. А. ЛАПШИН, ректор, заведующий Международной кафедрой ЮНЕСКО «Экологически безопасное развитие крупного региона – бассейна Волги», канд. техн. наук, проф. кафедры строительных конструкций

ОЧЕРК ИСТОРИИ НИЖЕГОРОДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА (1930–2020)

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 434-02-91;
факс: (831) 430-53-48; эл. почта: srec@nngasu.ru
Ключевые слова: ННГАСУ, история, этапы развития вуза: институт – академия – университет; структура вуза; исследование; кафедры; ученые.

Описаны основные этапы развития вуза за 90 лет (1930–2020 гг.) в контексте жизни страны и региона. Приведены и систематизированы многочисленные факты научной, образовательной, воспитательной, общественной деятельности коллектива вуза, его руководителей, крупных ученых и педагогов. Дана характеристика ННГАСУ как одного из ведущих современных университетов архитектурно-строительного профиля.

Становление вуза. Инженерно-строительный институт в 30-е годы XX века

История Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета, одного из крупнейших архитектурно-строительных вузов России, начинается в 30-е гг. XX века – сложное, героическое и драматическое время, когда в жизни страны происходили небывалого масштаба перемены, характеризовавшие начало очередного этапа исторической модернизации России. За короткое время изменился традиционный, привычный уклад жизни миллионов людей. В обстановке социальной напряженности, острой политической борьбы в руководстве правящей коммунистической партии, в противоречивом отношении к советской власти разных слоев населения, на фоне назревавшей мировой войны в стране развертывалась гигантская работа по созданию плановой экономики, формированию новой культуры, системы образования и воспитания, нового сознания народа. Изменился весь облик народно-хозяйственного комплекса страны, из аграрной она быстро превращалась в индустриальную. Успех этих преобразований был обеспечен наряду с другими факторами, во многом системными сдвигами в сфере образования.

За короткое время были созданы сотни новых вузов, которые наряду со старыми российскими университетами и составили ту систему советской высшей школы, которая обеспечила интеллектуальную, научную, инженерно-техническую модернизацию. За довоенное время был подготовлен тот кадровый потенциал, который обеспечил во многом не только победу Советского Союза в войне с фашистской Германией, но и тот уровень науки и производства, который вывел страну в космос, поставил ее в ряд передовых, индустриально-технологических стран мира. В контексте этих событий и следует рассматривать историю Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета.

1 мая 1930 года был издан приказ по институту о вступлении Ф. М. Денежкина в должность исполняющего обязанности директора нового инженерно-строитель-

ного института, преобразованного из строительного факультета Нижегородского университета. Затем 23 июня 1930 года последовало Постановление ЦИК СССР и СНК СССР «О реорганизации высших учебных заведений, техникумов и рабфаков», которое подтвердило решение Наркомпроса. Дату этого постановления и следует считать датой создания института.

Подготовка в Нижнем Новгороде инженеров-строителей началась в двадцатых годах со времени перевода в Нижний Новгород Варшавского политехнического института (1916 г.), в составе которого был инженерно-строительный факультет, на базе университета был создан Нижегородский политехнический институт, а с 1918 г. – Нижегородский университет.

История ННГАСУ имеет одну весьма привлекательную особенность, которая отличает его от других нижегородских вузов. Она состоит в том, что университет начал свою жизнь в 1930 году и успешно продолжает ее уже девяносто лет, в том самом здании на Ильинской улице, где более полутора столетий непрерывно, начиная с середины XIX века, располагаются учебные заведения. Самое раннее из них – Мариинский дворянский институт благородных девиц, открытый в 1852 году, – первый в губернии пансион для девочек-сирот дворянского происхождения.

В 1870 году институт сменила Мариинская женская гимназия – первая в Нижнем Новгороде и почти полвека единственная. После революции вместо гимназии здесь появилась средняя женская школа, которая называлась «Советская». Когда в 1930 году для вновь открытых вузов на базе Нижегородского университета (сельскохозяйственный, механический, медицинский и строительный) выбирались здания, строительный институт получил это школьное здание.

Сегодня этот старинный особняк на Ильинке входит в комплекс ННГАСУ как учебный корпус № 1. Построен он был в 1839 году богатым купцом и банкиром А. Д. Рычиным. Автором проекта был известный в Нижнем Новгороде архитектор Г. И. Кизеветтер.

Здание Нижегородской Мариинской женской гимназии

В первые десятилетия деятельности нового вуза преподавательский состав формировался из инженеров-практиков и опытных педагогов, известных инженеров, ученых, профессоров и доцентов, перешедших в институт из университета, бывших преподавателей и выпускников Варшавского политехнического института. Высокая профессиональная подготовка, инженерная эрудиция и культура, педагогический опыт профессуры старой дореволюционной школы оказывали существенное влияние на качество обучения в новом советском вузе, на постановку работы факультетов и кафедр. Общеинженерные и строительные дисциплины в 20-е гг. в вузах Нижнего Новгорода вели А. Н. Кугушев, А. Г. Панютин, П. П. Быков, К. Д. Блохин, П. И. Пискунов, М. И. Декабрун, М. П. Брайцев, М. И. Евдокимов-Рокотовский, К. Г. Диваков, Б. М. Лампси, Б. Г. Рождественский, И. Ф. Чорба и другие известные ученые и педагоги. Они стали преподавателями инженерно-строительного института.

Подготовка кадров инженеров-строителей в новом нижегородском вузе (НИСИ) началась с осени 1930 г. В августе директором института был назначен Сергей Александрович Акимов. Член партии большевиков с дореволюционном стажем, он в советские годы стал крупным хозяйственником, руководил строительной организацией в Нижнем Новгороде.

Из Нижегородского университета в строительный институт были переведены 98 студентов и 18 преподавателей. 20 ноября открывается заочное отделение, в институт вливается Вязниковский рабфак (рабочий факультет) – 213 обучающихся, создается Нижегородский строительный рабфак (директор В. П. Виноградов) с дневным и вечерним обучением – 690 студентов, присоединяется Выксунский строительный рабфак. К началу занятий сформировались 4 отделения: санитарно-техническое (заведующий – профессор А. Н. Кугушев); промышленно-строительное (заведующий – доцент А. Г. Панютин); гражданское строительство (заведующий – доцент К. Д. Блохин); дорожное строительство (заведующий – П. П. Быков). Создаются первые кафедры: 1930 г. – кафедра теплофикации, отопления и вентиляции, которую возглавил Александр Николаевич Кугушев, выпускник Петербургского института гражданских инженеров, профессор строительного факультета университета; кафедру строительных материалов возглавил Алексей Георгиевич Панютин, профессор университета; в 1931 г. открывается кафедра архитектуры, ее первым заведующим становится Константин Дмитриевич Блохин.

А. Н. Кугушев

А. Г. Панютин

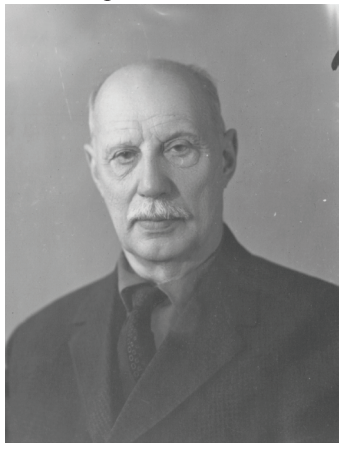
К. Д. Блохин

В конце октября 1931 г. директором института был назначен Иван Иванович Федосеев. В 1932 г. увеличивается число кафедр, определяются их дисциплины: кафедра промышленного проектирования – заведующий К. Д. Блохин; строительного дела – А. Г. Панютин; отопления и вентиляции – А. Н. Кугушев; водоснабжения и канализации – П. И. Пискунов; организации и механизации работ – М. И. Декабрун; математики – И. Р. Брайцев; строительной механики – М. В. Подлатчиков; инженерных конструкций – Н. И. Аферов; геодезии – П. П. Быков; были организованы кафедры социально-экономических дисциплин, иностранных языков, военного дела.

28 августа 1933 г. вуз из ведомственного подчинения Центрального Союзстроя Наркомата тяжелой промышленности был передан в числе других вузов в Главное управление учебных заведений Наркомата просвещения. Меняется структура вуза: вместо четырех отделений создаются два факультета: факультет промышленного строительства, декан А. Г. Панютин; факультет санитарной техники, декан П. И. Пискунов.

1 сентября 1933 г. в институте насчитывалось 18 кафедр, 9 лабораторий, работало 7 профессоров, 9 доцентов, 50 старших преподавателей и ассистентов. С 12 октября 1933 г. институт стал называться Горьковским инженерно-строительным институтом (ГИСИ). Институт быстро рос и развивался. Уже в 1934 г. в нем обучались 1072 студента, из них 880 – с отрывом от производства. С 3 марта 1934 г. работает Ученый совет института.

С июня 1935 г. по октябрь 1938 г. работал общетехнический факультет. В марте 1936 г. директором института назначается Федор Александрович Кривоногов, 22 декабря 1937 г. его сменил Евгений Михайлович Филиппов.



П. И. Пискунов

27 декабря 1938 г. ГИСИ присвоено имя выдающегося советского летчика-испытателя Героя Советского Союза Валерия Павловича Чкалова. Организация учебного процесса была типичной для новых вузов 30-х гг. На упорядочение работы высшей школы было направлено Постановление ЦК ВКП(б) и СНК СССР от 23 июня 1936 г. «О работе высших учебных заведений и руководстве высшей школы». Основными формами учебного процесса были лекции, практические занятия и производственная практика, сокращалось количество обязательных занятий и увеличивалось время самостоятельной работы студентов. Был отменен лабораторно-бригадный метод занятий.

Для всех были установлены вступительные экзамены, вводилась система индивидуальной дифференцированной оценки успеваемости студентов, критерием которой стали степень овладения фактическим материалом, объем, глубина и прочность знаний, мировоззренческая зрелость выпускника вуза. Были сформированы единые для всех вузов принципы системы организации подготовки специалистов, на основе которых и сложилась советская система высшего образования, справедливо признанная одной из наиболее эффективных в условиях индустриального развития общества.

На начало 1941 г. в институте обучались 708 студентов, 324 – на факультете промышленно-гражданского строительства и 384 – на санитарно-техническом фа-

культете. Готовили инженеров по трем специальностям – «инженер-строитель», «инженер-строитель по отоплению, вентиляции и теплофикации» и «инженер-строитель по водоснабжению и канализации». Перед войной факультеты возглавляли декан профессор К. Д. Блохин и доцент В. Н. Глявин. В институте было 20 кафедр, 18 лабораторий и кабинетов. Во второй половине 30-х гг. была открыта аспирантура. В 1939–1940 гг. в аспирантуре на кафедрах производства строительных работ, строительных конструкций, водоснабжения и канализации, отопления и вентиляции, оснований фундаментов обучались 18 аспирантов. В 1938 г. в аспирантуру принято 14 аспирантов. Среди них были впоследствии ставшие известными ученые-строители, всю жизнь посвятившие вузу: Б. В. Веденеев, Н. И. Смолин, А. Н. Деревенсков, Н. М. Анисимов и другие, в том числе будущие ректоры вуза В. Г. Леннов и А. С. Мейеров.

В первые же годы существования в институте развернулись научные исследования. В 1933 г. создаются: НИС – научно-исследовательский сектор (заведующий – А. Г. Панютин), научно-технический совет, проектно-конструкторское бюро (руководитель профессор М. И. Евдокимов–Рокотовский). Исследования велись по госбюджетной и хоздоговорной тематике. Многие начатые тогда научные темы были продолжены в послевоенное время. Они стали основой ведущих научных направлений института. Тогда были начаты работы по исследованию твердения негашеной извести (аспирант Б. В. Осин и изобретатель И. В. Смирнов), результаты которого получили широкую известность. И. В. Смирнов был удостоен Государственной премии СССР. Тогда было положено начало экологической тематике – исследованию процесса самоочищения рек Волги и Оки (Р. Н. Будрин), разработке технологических проблем очистки воды, которые велись аспирантами-инженерами под руководством профессора П. И. Пискунова, получили развитие исследования по созданию строительных материалов (гипсовых конструкций) под руководством профессора А. Г. Панютина и др.

В мае 1932 г. состоялся первый выпуск в истории института – дипломы получили 32 инженера-строителя. Среди них был Д. П. Сильванов, который стал известным архитектором (1939–1940 гг. – главный архитектор г. Горького), всю свою жизнь посвятивший институту, подготовке архитекторов, инженеров-строителей, участник Великой Отечественной войны, почетный гражданин г. Нижнего Новгорода. В 1935 г. состоялся выпуск первого набора в институт – 213 инженеров по трем специальностям. Выпускник этого года А. Г. Серегин стал известным инженером-строителем, руководителем строительства и восстановления крупных промышленных объектов, разрушенных в годы войны, возглавлял санитарно-техническую службу Московского кремля.

Всего за первое десятилетие своей деятельности институт подготовил 1064 инженера. К началу Великой Отечественной войны ГИСИ им. В. П. Чкалова стал широко известным строительным вузом страны. В 1940–1941 учебном году в нем обучались 711 студентов, работали 7 профессоров (А. Н. Кугушев, А. Г. Панютин, К. Г. Диваков, П. И. Пискунов, М. И. Декабрун, К. Д. Блохин, М. И. Евдокимов-Рокотовский), 10 доцентов, всего – 73 преподавателя. Разрабатывались планы широкого развития института. Планировалась реорганизация действующих и создание новых факультетов: общетехнического, промышленно-жилищного строительства, водоснабжения и канализации, теплоснабжения и вентиляции. Особое внимание руководство уделяло созданию архитектурного факультета для подготовки архитекторов-инженеров, для расширения архитектурной подготовки инженеров-строителей вообще. Предполагались следующие дисциплины: промышленная ар-

хитектура, гражданская архитектура, теория архитектурных форм, история архитектуры и др. Программа развития института предусматривала в учебных планах всех факультетов увеличение времени на углубленное изучение теоретических дисциплин, на повышение инженерно-теоретической подготовки специалистов.

Институт в годы Великой Отечественной войны

Великая Отечественная война 1941–1945 гг. нарушила планы развития вуза. Жизнь коллектива круто изменилась, в первые годы войны ушли на фронт сотни преподавателей, сотрудников, студентов (многие из них погибли в боях за Родину). В здании института разместился военно-медицинский госпиталь. Изменились содержание и продолжительность обучения. В ноябре 1941 г. уходит на фронт директор Е. М. Филиппов, его заменяет на 1,5 месяца К. Г. Диваков. Со 2 февраля 1941 г. директором назначается Д. И. Демиденко, в 1930–1935 гг. студент ГИСИ, затем преподаватель, заведующий кафедрой, секретарь партбюро, директор, ректор (1946–1951 гг.), декан строительного факультета (1957–1963 гг.), за подготовку специалистов-строителей награжден орденом «Знак Почета». Благодаря настойчивости, преданности вузу ему удалось сохранить в военные годы самостоятельность института, противостоять планам присоединения вуза к политехническому институту на правах факультета. В годы войны в институте вводятся предметы военно-инженерной подготовки строителей. Срок обучения сокращается до 3 лет 4 месяцев, уменьшаются время летней практики, базовый учебный материал.

В дни битвы под Москвой с октября 1941 г. по январь 1942 г. занятия не проводились: более 300 студентов и преподавателей работали на оборонительных рубежах. Более 100 студентов в годы войны трудились на оборонительных заводах. В 1943 г. сотрудники и студенты активно участвовали в восстановлении цехов Горьковского автозавода, разрушенного вражескими бомбардировками.

Несмотря на трудности военного времени, продолжалось развитие института. На 1943 г. был увеличен прием до 250 человек, началась подготовка инженеров-гидростроителей, образована новая кафедра гидротехнических сооружений, ее первым заведующим был назначен профессор А. В. Чаплыгин. В последний год войны создается факультет гидротехнического строительства, его деканом по 1952 г. был участник войны доцент, затем профессор Е. Г. Голиков, проработавший в ГИСИ с 1930 г. по 1971 г. В послевоенные годы он заведовал кафедрами гидравлики, гидротехнических сооружений, городского строительства. В последний год войны в вузе обучалось 767 студентов, работало 78 преподавателей. За годы войны институт подготовил 374 инженера-строителя.

В военные годы институт получил право присуждать ученые степени кандидатов наук. Кандидатами технических наук стали П. П. Быков, П. В. Виноградов, П. С. Скипский, М. И. Евдокимов-Рокотовский, Д. А. Успенский, С. И. Кривов, О. Г. Денисов. Докторскую диссертацию в эти годы защитил А. Г. Панютин.

Было закончено начатое перед войной строительство оборонно-физкультурного комплекса института. С 1 января 1944 г. начинается освобождение учебных корпусов от военного госпиталя. Война закончилась Победой советского народа над фашистской Германией. В шеренге воинов-победителей прошел по Красной площади в Параде Победы выпускник ГИСИ им. В. П. Чкалова 1941 г. капитан Н. А. Сидоров. В вуз вернулись многие выпускники, преподаватели. Участники войны составили то ядро педагогического коллектива института, которое обеспечило успехи вуза во второй половине XX века, его развитие и переход в многопрофильный технический университет современного типа. В послевоенные годы в институте работали 128 участников Великой Отечественной войны, среди них

Герой Советского Союза Ю. В. Садовский, кавалеры высших воинских наград – ордена Ленина – И. Л. Гладунко, В. С. Максимов; ордена Александра Невского – И. В. Финаев, А В. Папилов.

Вуз в послевоенный период

Послевоенные годы – время восстановления разрушенного войной народного хозяйства страны – предъявили новые повышенные требования к подготовке научных инженерных кадров. Правительством был принят ряд важных решений по совершенствованию высшего образования в стране, которые предусматривали увеличение сети высших учебных заведений, развитие системы подготовки научно-педагогических кадров, расширение аспирантуры, открытие новых специальностей, рост числа студентов вузов. В 1946 г. ГИСИ был передан во вновь созданное союзно-республиканское Министерство высшего образования.

Ректором института с 1951 г. стал Виктор Герасимович Леннов (1911–1970 гг.), выпускник ГИСИ 1937 г., с 1943 г. – кандидат наук, 1959 г. – доктор технических наук, до назначения ректором работал проректором по научной работе. За заслуги в подготовке специалистов награжден орденом Ленина.

Главным в развитии вуза в те годы был вопрос о кадрах профессоров и преподавателей. Возвращались в вуз фронтовики – преподаватели, аспиранты, студенты. Приходили производственники, стремившиеся заняться наукой. Главным источником пополнения преподавательского корпуса стала аспирантура. В 1944 г. Совету института было дано право принимать к защите кандидатские диссертации. С 1944 по 1955 гг. было защищено 57 диссертаций, из них 36 подготовлено в ГИСИ, остальные – в других вузах и учреждениях. Из первых аспирантов стали кандидатами наук будущие доценты и заведующие кафедрами Л. Г. Баженов, С. И. Бояринов, А. В. Ветров, Н. П. Карягин, Г. А. Копылов, В. Я. Краснов, Г. А. Кривоногов, Б. Б. Лампси, Н. И. Смолин, Ю. Г. Самойлов, М. Н. Ожерельева, стал доктором наук П. И. Пискунов, над докторскими диссертациями работали С. А. Гельфер, С. И. Копьев, В. Г. Леннов, Е. А. Пятницкий, П. А. Богословский.

Развивается научно-исследовательская работа. При подготовке кандидатских и докторских диссертаций проводились эффективные исследования. Активно работало научно-студенческое общество, в состав которого входило 16 % студентов. Укреплялись связи с производством, возрос объем научно-исследовательских хоздоговорных работ, сложилась система консультаций и научной экспертизы, действовали курсы повышения квалификации, были организованы лекции по проблемам науки и техники, шефская помощь и другие формы сотрудничества с производством.

Особое место в содружестве ученых института и строителей-производственников занимал Институт новаторов-строителей, созданный в 1950 г. Его организаторами были ученые ГИСИ В. Г. Леннов, Е. М. Филиппов, В. И. Глявин, С. И. Копьев, строители А. П. Куликов, И. П. Степанов, Т. С. Трушин. Задачей института как общественного объединения ученых и производственников стало изучение, обобщение, пропаганда и внедрение в производство передового опыта строительства, достижений науки и техники. Девизом института было: «Изучать, чтобы внедрять».

Группа преподавателей ГИСИ на строительстве Горьковской ГЭС (снимок 1957 г.)

Вся его деятельность была направлена на повышение эффективности производства, производительности труда, соединение науки с производством, развитие рационализаторства и изобретательства. С 1955 г. занятия в ГИСИ велись по новым учебным планам, в их разработке в Министерстве высшего образования принимали активное участие профессора К. Д. Блохин, К. Г. Диваков, А. Г. Панютин, П. И. Пискунов. Сложные задачи были поставлены перед гидротехническим факультетом. Совет министров СССР 1 марта 1951 г. принял постановление об увеличении выпуска инженеров-гидротехников. Институту была поставлена задача в 1951–1955 гг. подготовить 521 инженера-гидростроителя, то есть втрое увеличить выпуск инженеров по данной специальности. Деканом гидротехнического факультета с 1950 по 1960 гг. был А. С. Мейеров. Был проведен дополнительный прием на гидротехнический факультет. На факультете в эти годы работали опытные квалифицированные педагоги: профессор М. И. Евдокимов-Рокотовский, доценты С. Г. Денисов, Е. Г. Голиков, П. А. Богословский, П. П. Быков, П. А. Успенский, Б. А. Пятницкий.

На 1 июля 1955 г. в институте обучалось 1648 студентов. Дипломные проекты на «хорошо» и «отлично» защитили более 85 % выпускников 1955 г. Председатель ГЭК, главный инженер Сталинградгидростроя С. Р. Медведев, отметил актуальность, хорошую техническую проработку, применение новых технических решений в дипломных работах выпускников института.

Развитие института с середины 50-х по 80-е гг. XX в.

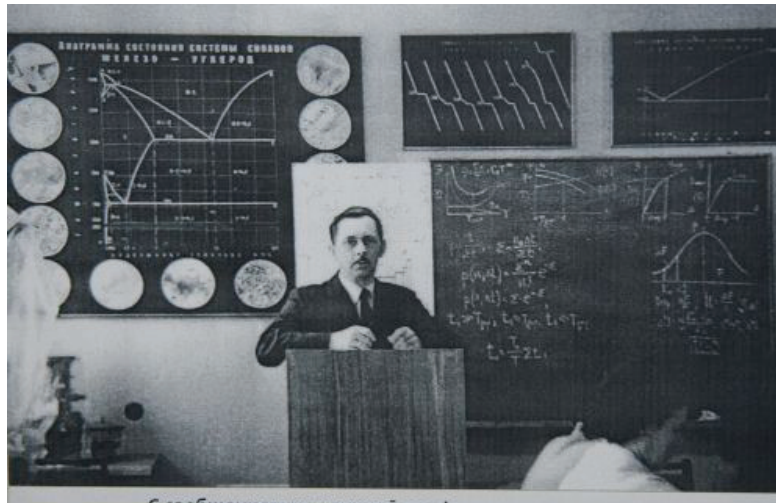
Важный этап в жизни Горьковского инженерно-строительного института начинается со второй половины 50-х гг. и продолжается до второй половины 80-х гг. Это было время наиболее интенсивного развития вуза по всем направлениям его деятельности в той системе высшего образования, которая сложилась в стране в послевоенное время. Подготовка кадров для гигантского строительного комплекса СССР оставалась одной из актуальных задач высшей школы. Вторая половина

50-х – начало 80-х гг. прошлого века – время завершения индустриализации, небывалого прежде в истории страны размаха капитального строительства, роста городов, хозяйственного, промышленного освоения новых территорий, природных ресурсов Сибири и Востока страны. В эти годы были построены десятки тысяч новых предприятий, сотни тысяч километров нефте- и газопроводов, созданы гигантские гидростанции на Волге и реках Сибири, Средней Азии, Закавказья. Урбанизация страны вызвала небывалый рост жилищного строительства. Десятки миллионов советских людей получили в эти годы благоустроенные квартиры. На этом историческом фоне происходило интенсивное развитие Горьковского инженерно-строительного института, ставшего в эти годы одним из авторитетнейших вузов Советского Союза. В период масштабного промышленного и гражданского строительства, развернувшегося в стране, ГИСИ стал не только одной из ведущих образовательных организаций Советского Союза по подготовке высококвалифицированных специалистов для строительной отрасли, но и передовым научно-исследовательским центром в области строительства. Институт стал одной из важнейших опор социально-экономического развития не только Горьковской области, но и других регионов страны.

А. С. Мейеров

Этот процесс неразрывно связан с именем Александра Сергеевича Мейерова (1915–2008 гг.). Вся жизнь этого крупного ученого, инженера-строителя от студенческих лет до последних дней прошла в ГИСИ им. В. П. Чкалова – ННГАСУ. Выпускник ГИСИ 1939 г., кандидат технических наук (1944 г.), первый заведующий созданной в 1951 г. кафедры гидравлики, в 1951–1960 гг. – декан гидротехнического факультета, с 1960 г. – проректор по учебной работе, с 1967 г. – ректор института, заслуженный строитель РСФСР, награжденный двумя орденами Трудового Красного Знамени, известный в стране ученый, член научно-методического совета по гидравлике Минвуза СССР, с 1987 г. до последних дней – профессор кафедры гидравлики ННГАСУ – таковы вехи его биографии.

Александр Сергеевич Мейеров был высокообразованный, подлинно интеллигентный ученый, доброжелательный, доступный каждому студенту, преподавателю, сотруднику, это был интересный, с тонким чувством юмора собеседник, исключительно преданный делу, ответственный руководитель, активный участник общественной жизни города и области. Он умел ценить людей, всемерно, неизменно поддерживал тех, кто был предан институту, отдавал его развитию все свои знания и силы. Как ректор он настойчиво создавал передовой современный вуз, заложил тенденцию его развития от узкоспециализированного инженерно-строительного института к современному многопрофильному техническому университету.



С сообщением на научной конференции выступает доктор технических наук Б.Б. Лампси

Вместе с ним развивали вуз его заместители: проректор по учебной работе выпускник ГИСИ, доцент, кандидат технических наук В. И. Козлов (1967–1986 гг.), проректоры по научной работе, выпускники ГИСИ, кандидаты технических наук, доценты Н. И. Смолин (1960–1974 гг.) и В. Н. Шиванов (1974–1980 гг.), выпускник ГИСИ, доктор технических наук, профессор М. С. Седов (1980–1982 гг.), доктор технических наук В. В. Найденко (1982–1987 гг.). Факультеты возглавляли: строительный – Д. И. Демиденко (1957–1963 гг.), М. Г. Мухин (1963–1966 гг.), В. К. Ягодин (1966–1993 гг.); санитарно-технический – Н. М. Анисимов (1949–1968 гг.), В. Я. Краснов (1968–1983 гг.), доктор химических наук, профессор В. А. Яблоков (1983–1987 гг.); гидротехнический – А. П. Тихомиров (1960–1966 гг.), А. Л. Сучкин (1966–1971 гг.), А. Я. Крылов (1971–1979 гг.), Ю. Н. Станкевич (1979–1986 гг.). В 1957 г. открылся вечерний факультет. Его деканами работали кандидаты технических наук, доценты Г. А. Копылов (1957–1968 гг.), В. К. Рунов (1968–1975 гг.), С. В. Малыгин (1975–1987 гг.); тогда же был открыт заочный факультет, его возглавляли кандидаты технических наук, доценты Б. В. Веденеев (1958–1968 гг.), А. П. Тихомиров (1969–1982 гг.), доктор технических наук, профессор А. Ф. Борисов (1982–1990 гг.).

В 1966 г. был открыт архитектурный факультет, его первым деканом стал профессор Ю. Н. Бубнов. Создавались новые кафедры: в 1960 г. – кафедра организации и экономики строительства (заведующий профессор М. Г. Седов). В 1966 г. кафедра строительной механики разделяется на две: строительной и теоретической механики (заведующий – профессор А. А. Афендульев) и сопротивления материалов и теории упругости (заведующий – доктор технических наук, профессор А. Г. Угодчиков). В том же году создана кафедра городского строительства (заведующий – профессор Е. Г. Голиков). В 1968 г. из кафедры деревянных и металлических конструкций выделяется кафедра металлических конструкций (заведующий – доктор технических наук, профессор Б. Б. Лампси), кафедру конструкций из дерева и синтетических материалов возглавлял профессор В. Г. Леннов. Кафедру архитектурного проектирования, созданную в 1971 г., возглавил профессор Ю. Н. Бубнов. В 1974 г. восстановлена кафедра инженерной геодезии (заведующий – доцент Ф. Г. Кочетов). В 1976 г. создана кафедра эстетики и дизайна (заведующий – доктор

философских наук, профессор Л. А. Зеленов), в 1978 г. – кафедра управления строительным производством (заведующий – доктор экономических наук, профессор Б. В. Щуров). В 1980 г. выделена кафедра истории КПСС (заведующий – доктор исторических наук, профессор А. А. Кулаков), кафедрой философии и научного коммунизма заведовал доцент Н. И. Меньшиков. С 1983 г. кафедрой философии заведовал профессор Г. М. Созонтов, тогда же, в 1983 г., создана кафедра архитектурного проектирования и дизайна (заведующий – Ю. Г. Самойлов). В 1986 г. созданы кафедры автоматизации технологических процессов (заведующий – доктор технических наук, профессор В. И. Рудницкий); охраны труда и окружающей среды (заведующий – доктор технических наук, профессор А. Ф. Борисов). В 1987 г. основана кафедра прикладной математики (заведующий – доктор физико-математических наук, профессор А. Н. Супрун). В 1988 г. создана кафедра дизайна, рисунка и живописи (заведующий – профессор О. П. Фролов); в 1989 г. организованы две новые кафедры: теплогазоснабжения (заведующий – профессор Б. В. Шанин), отопления и вентиляции (заведующий – доктор технических наук, профессор В. И. Бодров). Из 30 кафедр 21 возглавляли профессора, доктора наук.

В эти же годы организуются новые структуры института: подготовительное отделение (1970 г.), факультет повышения квалификации (1970 г.), факультет организаторов промышленного производства и строительства (1972 г.).

60–80-е гг. XX в. коренным образом изменили внешний облик вуза. Под руководством А. С. Мейерова были реконструированы старые довоенные учебные здания и построены новые корпуса университета. В центре г. Горького сложился обширный, компактно расположенный комплекс вузовских зданий из 8 учебных корпусов, 2 спортзалов, бассейна, гаража и котельной. На месте старого двухэтажного здания (по улице Краснофлотской) было построено пятиэтажное здание второго учебно-лабораторного корпуса. По улице Гоголя были построены два девятиэтажных здания: пятый корпус архитектурного факультета и шестой учебно-лабораторный и библиотечный корпуса. Увеличение площади учебно-производственных помещений позволило улучшить производственный процесс, качественно обновить учебно-научную лабораторную базу, оснастить лаборатории новым современным оборудованием. Сложилась современная база студенческих общежитий на 2200 мест: первое общежитие на ул. Гоголя, второе – на ул. Корейской, 2 девятиэтажных корпуса на ул. Тимирязева. Общежитиями были обеспечены все иногородние студенты. Успешно велось строительство жилья для преподавателей и сотрудников вуза. Самостоятельно и на долевом участии были построены дома на ул. Генкиной, Сусловой, Штеменко, Рокоссовского, Гоголя. Десятки семей преподавателей получили в те годы новые квартиры или улучшили жилищные условия. На берегу Горьковского водохранилища был создан спортивно-оздоровительный лагерь для преподавателей, студентов, база для производственной практики.

В 60–80-е годы XX в. основу преподавательского корпуса института составили профессора, доценты, доктора и кандидаты наук, выпускники, аспиранты ГИСИ довоенных и первых послевоенных лет. Большинство из них прошли Великую Отечественную войну, имели опыт практической инженерной, общественно-политической работы. Можно отметить некоторые общие характерные черты этого поколения преподавателей вуза, обеспечившие во многом успехи его развития. Это – высокий уровень профессионализма, хорошая инженерная школа, большой интерес к науке, исключительно ответственное отношение к обучению и воспитанию молодежи, преданность, любовь к родному вузу. Эти черты характера, присущие большинству преподавателей тех лет, создавали в совокупности ат-

мосферу дружной творческой жизни коллектива института, атмосферу служения делу подготовки высокопрофессиональных кадров инженеров-строителей, воспитания нравственного, общественного облика студенческой молодежи, молодых специалистов.

А. С. Мейеров, как никто другой, приветствовал это, понимая важность дружной творческой работы всех и каждого в коллективе, работы, которая обеспечивала успех вуза. На первом месте была его забота о росте кадров, особенно молодых ученых и педагогов.

В 1955 г. в вузе преподавательскую работу вели 153 педагога, в 1990 г. их численность превысила 500 сотрудников. Эффективной школой подготовки преподавателей стала аспирантура. Только в 70–80-е гг. XX в. число остепененных преподавателей увеличилось на 150 человек, большинство из них прошли аспирантуру ГИСИ, стали кандидатами наук. В эти годы преподавателями института было защищено 11 докторских диссертаций, столько же в последующее десятилетие. Особое внимание А. С. Мейеров уделял общеобразовательным, естественнонаучным и общественно-гуманитарным кафедрам. В истории вуза кафедру математики всегда возглавляли доктора наук. В 30-е годы – С. А. Брайцев, затем – С. А. Гельфер, В. А. Брусин; на кафедру физики был приглашен доктор наук В. В. Тамойкин, на кафедру химии – доктор наук В. А. Яблоков. В 60–80-е годы докторами по социально-экономическим дисциплинам стали историки В. Я. Доброхотов, А. А. Кулаков, В. П. Кожевников, философы Л. А. Зеленов, Г. М. Созонтов, М. М. Абрашнев, экономисты – С. Д. Малашин, О. П. Коробейников, Б. В. Щуров. В те годы такого количества докторов-обществоведов не было ни в одном техническом вузе г. Горького.

Важнейшей вехой в развитии института стало создание в 1966 г. архитектурного факультета для подготовки архитекторов и дизайнеров. У истоков этой специальности стояли многие выпускники вуза, архитекторы г. Горького, преподававшие архитектурные дисциплины будущим инженерам-строителям, Д. И. Сильванов (выпуск 1932 г.), Л. Д. Рождественская и другие.

Первым деканом нового факультета в 1966 г. стал выпускник ГИСИ 1940 г., участник войны, в послевоенные годы главный архитектор г. Горького Ю. Н. Бубнов. Затем деканами были: в 1970–1980 гг. доцент Г. В. Канаков, в 1986–1988 гг. – доктор технических наук, ветеран Отечественной войны профессор В. С. Полозов, в 1988–1993 г. – доцент В. И. Масанкин. Важную роль в создании горьковской – нижегородской школы архитекторов имела организационная, педагогическая деятельность Ю. Н. Бубнова, профессора, заслуженного архитектора РСФСР.

Авторитет факультету создавали и другие известные архитекторы. Среди них особое место по праву принадлежит заслуженному архитектору РСФСР С. Л. Агафонову, основателю нижегородской школы архитекторов-реставраторов, достижения которой получили высокое признание в стране. За восстановление и научную реставрацию Нижегородского кремля профессору ГИСИ С. Л. Агафонову в 1989 г. была присуждена Государственная премия СССР.

Ю. Н. Бубнов

Многие выпускники факультета стали его преподавателями. Среди них: доктора архитектуры А. Л. Гельфонд, О. В. Орельская, С. М. Шумилкин, А. А. Яковлев, доктор философских наук С. В. Норенков, доценты В. В. Зубков, Г. М. Голов, Г. И. Панксенов и другие. Большой вклад в дальнейшее развитие широко известной в стране нижегородской архитектурной школы внесли выпускники факультета: главный архитектор города академик РААСН А. Е. Харитонов, член-корреспондент РААСН Е. Н. Пестов, заслуженный архитектор России Ю. Н. Карцев.

В 1976 году была создана кафедра эстетики и дизайна. Ее первым заведующим в 1976–1983 гг. был доктор философских наук Л. А. Зеленов. Его теоретические работы в области эстетики и дизайна, подготовка многочисленных кандидатов наук сыграли важнейшую роль в становлении высокоавторитетной дизайнерской школы в Нижнем Новгороде. Особая роль в этом принадлежит профессору О. П. Фролову, одному из известнейших дизайнеров России.

Традиции архитектурного образования, методика обучения архитекторов развивались на тех основах, которые были заложены в столичных вузах, в тесных контактах с проектными институтами, с персональными архитектурными мастерскими.

В 60-е годы существенно расширился спектр специальностей, по которым институт готовил инженеров. Появились новые специальности: «Городское строительство», «Производство строительных изделий и конструкций», «Очистка природных и сточных вод», «Архитектура», «Автомобильные дороги», «Дизайн». К 1990 г. их насчитывалось 12.

К 1980 г. более чем в два раза увеличивается численность студентов. Особое внимание в эти годы ректорат уделял техническому оснащению учебного процесса, научных исследований в вузе. Был создан вычислительный центр, оснащались компьютерами аудитории. В учебный процесс были введены новые учебные курсы, обеспечивавшие высокую теоретическую и практическую подготовку студентов, использование вычислительной техники, освоение математических основ систем автоматического проектирования (САПР) и другие передовые учебные и научные технологии. В эти годы вуз успешно выполнял государственные планы выпуска специалистов. В 1955 г. дипломы инженеров-специалистов получили 326 человек, в 1970 г. – 646, в 1980 г. – 1112, в 1990 г. – 689. Всего за этот период было выпущено более 25 тысяч инженеров.

Ученые института успешно решали многие актуальные проблемы науки. В вузе сложились специальные научные направления, начали формироваться научные школы, получившие широкую известность в научном мире. НИР были тесно связаны с производством и учебным процессом, обучением на основе новых научных идей и разработок студенческой молодежи. Более 60 % научных работ велись по программам Государственного комитета по науке и технике и многих министерств: «Человек и окружающая среда. Проблемы охраны природы», «Система автоматизированного проектирования (САПР)» и др. Для их разработки при кафедрах были созданы межотраслевые научные лаборатории: лаборатория очистки природных и сточных вод, территориальная научно-исследовательская лаборатория организации и экономики строительного производства (ТНИЛОЭС), информационно-вычислительный центр.

Широкую известность получили результаты исследований школы, которую возглавлял доктор технических наук профессор П. И. Пискунов и его ученик – будущий ректор вуза, доктор технических наук, профессор В. В. Найденко, особенно его исследования в области гидроциклонов. Разработанные на основе предложенной им теории напорных гидроциклонов конструкции аппаратов получили массовое практическое внедрение. Эти конструкции были на уровне лучших мировых достижений того времени.

В практике строительства получили признание теоретические исследования и конструкторские разработки в области строительной акустики, выполненные профессором, доктором технических наук М. С. Седовым. Сложились новые направления в области гидростроительства под руководством доктора технических наук, профессора П. А. Богословского. Предложенные им теоретические и инженерно-технологические решения проблем строительства плотин на реках Крайнего Севера в условиях низких температур и вечной мерзлоты внедрены в практику. Большой интерес практиков вызвали теоретические обоснования методов расчета строительства грунтовых плотин. Теоретические исследования доктора технических наук, профессора Б. Б. Лампси в области тонкостенных металлоконструкций нашли применение не только в строительстве, но и в судостроении, радиотехнике и других областях промышленности. Большое практическое значение имели исследования в области технологии и организации строительного производства, его эффективности, которые велись под руководством профессора М. Г. Седова. Подготовленный им учебник по экономике и планированию строительства стал одним из лучших в стране и издавался несколько раз.

В 70–90 годы прошлого века ученые ГИСИ продолжали научные исследования по важнейшим направлениям науки и производства по программам Академии наук СССР, ГКНТ, Минвуза СССР и РСФСР, Госстроя и других ведомств, в 1986–1990 гг. таких программ насчитывалось 65, кроме того, 86 тем разрабатывались по планам отраслевых министерств. Известны исследования в области электродов (руководитель – доктор технических наук Г. С. Шмаков), производства изоляционных материалов на основе жидкого стекла (руководитель – доцент, кандидат технических наук А. А. Яворский), рационального использования энергетических ресурсов малых рек (руководитель – профессор А. С. Мейеров), технологии очистки сточных вод (руководитель – доктор технических наук, профессор В. В. Найденко), легких стержневых и тонкостенных металлоконструкций (руководитель – доктор технических наук, профессор И. В. Молев), технологий опалубных смазок (руководитель – доктор технических наук, профессор А. Ф. Мацкевич), работы по актуальным проблемам математики, физики, химии, которые вели: доктор физи-

ко-математических наук, профессор В. А. Брусин, доктор физико-математических наук В. В. Тамойкин, доктор химических наук В. А. Яблоков.

Ректор ГИСИ А. С. Мейеров оказывал постоянную поддержку научной работе обществоведов. Признание научной общественности получили исследования в области философии, руководил которыми доктор наук, профессор Л. А. Зеленов. Созданный им дискуссионный «философский клуб» – самодеятельное творческое объединение ученых – стал горьковским региональным научным центром, сплотившим философов многих вузов страны, особенно творческую молодежь. За три десятилетия деятельности клуба состоялось более 1000 заседаний, проведено 27 конференций, академических симпозиумов, «ярмарок идей» по проблемам теории эстетики, дизайна, социальной философии. Участниками клуба было опубликовано 65 индивидуальных и 29 коллективных монографий, выполнены и защищены 10 докторских и 22 кандидатские диссертации. На базе философского клуба в ГИСИ получили развитие общественный научно-исследовательский институт валеологии и экологии человека, общероссийская общественная академии человековедения.

Следует отметить концентрацию усилий коллектива института в приоритетных, наиболее актуальных и востребованных наукой и производством направлениях, высокое качество исполнения работ, доведение их до внедрения в производство. Проблема внедрения результатов науки в производство всегда актуальна, по ее решению во многом определялись рейтинговые показатели работы вузов, их авторитет и место в системе науки и образования. Уже в те годы институт по многим направлениям становился одним из авторитетных, ведущих строительных вузов страны. Важным показателем считался непосредственный экономический эффект от внедренческой деятельности. Тогда каждый рубль, затраченный на НИР, в ГИСИ давал четыре рубля прибыли. Финансовые отчисления от внедрения открытий и изобретений ученых способствовали оснащению вуза современным научно-исследовательским оборудованием, техникой, приборами, ЭВМ.

Результаты научных исследований закреплялись авторскими свидетельствами и патентами. За 1973–1990 гг. было подано 618 заявок на изобретения и открытия, получено более 400 авторских свидетельств. В те же годы доктор технических наук В. В. Найденко имел 103 патента и свидетельства, кандидат технических наук В. А. Войтович – 29 авторских свидетельств, доктор технических наук А. Ф. Мацкевич – 27, кандидат технических наук А. К. Яворский – 23, доктор технических наук, известный в стране гидротехник Б. М. Ерахтин – 22 свидетельства. В 1971–1990 гг. было защищено 199 кандидатских и докторских диссертаций.

В научную работу активно включались студенты. Они участвовали в многочисленных конкурсах, смотрах, в хоздоговорных работах кафедр; многие их работы были опубликованы, внедрены в производство. Большим авторитетом в вузе пользовалось Студенческое конструкторское бюро. По проектам СКБ было построено немало производственных и культурно-бытовых объектов в Горьковской области, в Казахстане, в других регионах страны. Особенно популярны были проекты детских игровых площадок и спортивных комплексов, разработанные студентами-архитекторами. На этой основе развернулось широкое студенческое движение семидесятых годов под лозунгом «Сами проектируем, сами строим», высоко оцененное общественностью тех лет.

Авторитет вуза в эти годы утверждался не только качеством подготовки специалистов инженеров-строителей, но и разнообразными формами научной, общественной, организационной, консультационной помощи вуза производствен-

ным коллективам и предприятиям. Этому активно способствовал общественный Институт новаторов-строителей, созданный еще в 50-е гг. XX в. Это была эффективная форма совместного творчества ученых вуза и инженерно-производственных структур. В Институте новаторов-строителей насчитывалось 12 специализированных тематических секций, которые возглавляли известные ученые вуза. В 1977 г. в его секциях занималось 520 слушателей-производственников. В 70–80-е гг. институтом руководил профессор М. Г. Седов. За 30 лет работы Института новаторов-строителей в нем обучились 11 тысяч инженеров, рабочих предприятий и строек, в производство было внедрено свыше 540 рационализаторских проектов, экономическая эффективность от которых исчисляется десятками миллионов рублей. В секциях Института новаторов-строителей выросли известные на всю страну строители: Герои Социалистического Труда Н. В. Сысоев и Р. А. Гаврилов, заслуженные строители РСФСР В. Н. Сычев, Н. Г. Романов, И. П. Степанов, М. А. Карпеев и другие, известные на всю страну строители, многие из них – выпускники ГИСИ. На передовых стройках, руководители которых были связаны с Институтом новаторов-строителей, проходили производственную практику студенты, многие из них по окончании института шли работать в эти коллективы, и выросли в них в крупных организаторов строительного производства. Институт новаторов был признан «лучшим народным университетом» страны, отмечен многими грамотами и дипломами НТО СССР, ВЦСПС, общества «Знание».

Устойчивой формой связи ученых с производством был факультет повышения квалификации ФПК, созданный приказом Минвуза в 1970 г. На ФПК за двадцать лет прошли обучение, повысили квалификацию 5886 специалистов.

В 1972 г. в ГИСИ открылся факультет организаторов промышленного производства. Многие годы его возглавлял доктор экономических наук, профессор О. П. Коробейников. Слушателями факультета были руководители строительного производства со всей страны. Его работа строилась не только по принципу учебного заведения, но и как научного подразделения. Слушатели участвовали в решении исследовательских задач, внедрении их результатов в производственный процесс. В 1972–1988 гг. факультет окончили почти две тысячи руководящих работников строительной отрасли. Его работа получила высокую оценку в стране, не раз отмечалась медалями ВДНХ – выставки достижений народного хозяйства СССР.

Важной формой связи обучения с производством в эти годы стали студенческие строительные отряды (ССО) ГИСИ. Это патриотическое начинание вузовской молодежи зародилось в 50-е гг. прошлого века в ряде вузов страны и стало поистине массовым движением. Стройотряды ГИСИ завоевали высокий авторитет массовостью, профессионализмом и качеством работ, хорошей организованностью не только в общесоюзном студенческом движении, но и в строительной отрасли в целом.

В ССО производственную практику, школу жизненного опыта, человеческой дружбы и товарищества прошли тысячи студентов ГИСИ. Одним из организаторов ССО в шестидесятые годы был студент – выпускник института А. А. Шевченко, впоследствии крупный организатор строительного производства в Горьковской области, заслуженный строитель РФ, награжденный орденом Трудового Красного Знамени, кандидат технических наук, доцент. Многие участники ССО были отмечены правительственными наградами. Орденом Трудового Красного Знамени награжден студент 5-го курса 947-й группы Л. Е. Колесниченко. За развитие строй отрядов и личное участие в них орденом «Знак почета» награжден кандидат технических наук, доцент В. В. Беляков.

Ветераны вуза помнят 60–80-е годы прошлого века как время активной разносторонней общественной жизни коллектива института, которую возглавляли партком, профком преподавателей, комитет комсомола, студенческий профком. Секретарями парткома работали кандидаты наук, доценты В. И. Козлов, В. Н. Шиванов, В. К. Сазонтьев, Ю. М. Кулагин, В. Н. Бобылев, С. Д. Казнов, А. И. Колесов, участник Великой Отечественной войны полковник в отставке А. М. Исаев. Профком возглавляли доцент Н. Р. Бурмистров, профессор А. Ф. Борисов, доценты С. В. Малыгин, В. И. Шеронов и другие преподаватели вуза. Общественная жизнь была разнообразной, интересной. Участвуя в ней, люди чувствовали себя единым коллективом, в котором интересно работать, ощущали социальную защищенность и поддержку. Проводились разнообразные студенческие конкурсы-смотры художественной самодеятельности, стенных газет, факультетские студенческие вечера отдыха. Большой популярностью не только в вузе, но и за его пределами пользовался Университет культуры, объединивший многочисленные кружки самодеятельности и творчества студентов. В его составе были факультеты: эстетики, этики, психологии, педагогики, международных отношений, литературы, живописи, краеведения; три клуба: эстетики, атеизма, архитектуры. В 1975 г. Университет культуры ГИСИ был признан одним из лучших народных университетов культуры и отмечен грамотой президиума общества «Знание» СССР.

К середине 80-х гг. ГИСИ стал одним из крупнейших в стране центров подготовки инженеров-строителей. За высокие достижения в науке, в подготовке кадров, внедрении результатов в производство институт был награжден орденом Трудового Красного Знамени. Орденами и медалями были награждены десятки преподавателей и сотрудников вуза. Научная и педагогическая деятельность многих профессоров и преподавателей получила широкую известность и общественное признание. Звание Заслуженный деятель науки и техники РСФСР имели профессора П. И. Пискунов, Б. Б. Лампси, В. В. Найденко; Заслуженный строитель РСФСР – профессор А. С. Мейеров, М. Г. Седов, С. И. Копьев, Г. Л. Баженов, И. В. Финаев, Б. М. Ерахтин, доцент В. И. Глявин. Тысячи выпускников трудились на стройках, в научно-исследовательских институтах, конструкторских бюро по всей стране. Многие из них стали известными руководителями трестов, главков, строек, главными архитекторами городов, управленцами, советскими и партийными руководителями, заслуженными строителями РФ. Среди них: заведующий отделом ЦК КПСС И. Н. Дмитриев, Д. А. Сосков, В. А. Мартовский, В. С. Парахин и другие руководители территориальных строительных структур, руководитель строительства многих крупнейших гидростанций Сибири, Средней Азии, почетный энергетик СССР Б. М. Ерахтин, в последующие годы доктор технических наук, профессор ННГАСУ, Герой Социалистического Труда Г. И. Степанов, П. Г. Пронягин и др.

Институт – академия – университет. Вуз в конце XX – начале XXI века

Следующий этап истории вуза начинается со второй половины 80-х годов, когда в стране начались кардинальные перемены, изменившие государственность и природу общественного строя. В это время инженерно-строительный институт становится современным многопрофильным университетом, одним из ведущих вузов современной России. Перемены в его жизни были обусловлены не только внешними, но и внутривузовскими обстоятельствами. В 1987 г. коллективом института ректором был избран проректор по научной работе доктор технических наук, профессор В. В. Найденко, известный не только в стране, но и за рубежом, ученый, специалист в области технологий очистки воды и проблем инженерной

экологии. Талантливый ученик профессора П. И. Пискунова В. В. Найденко как ученый получил известность своими теоретическими работами в области напорных гидроциклонов. Исследования В. В. Найденко были посвящены фундаментальным задачам теории оптимизации системы водоотведения, гидродинамической теории очистных сооружений, теории разделения суспензий и эмульсий в винтовых и циркулярных потоках, теории замкнутых систем водопользования и гибких систем водоподготовки и обезвреживания промышленных стоков, озонирования воды и другим проблемам инженерной экологии. Эти исследования и научно-организаторская деятельность по их внедрению получили признание не только в стране, но и за рубежом. Инженерная экология как научное направление многие годы успешно развивалась под его руководством. За внедрение в практику высокоэффективных технологий В. В. Найденко были присуждены Премия Совета министров СССР (1987 г.), Премия Правительства Российской Федерации (1998 г.) и Государственная премия РФ в области науки и техники (2004 г.).

Преобразование ГИСИ сначала в академию, а затем в университет в 80–90-е гг. во многом определялось научно-организационной деятельностью ректора В. В. Найденко. Изменения, произошедшие в стране в начале 90-х гг., поставили перед институтом задачу выживания, коренной перестройки деятельности коллектива, поиска путей выхода из того кризиса, в котором оказалась в результате перемен, происходивших в стране, высшая школа. Жизнь требовала превратить вуз из учебного заведения узкоспециализированного строительного профиля в многопрофильный учебный комплекс, способный готовить высокопрофессиональные кадры инженеров, кандидатов и докторов наук, востребованные в рыночных условиях развития экономики страны. Ректорат вуза сумел в этих непростых условиях провести коренное реформирование учебного заведения, сохранив и развив его лучшие традиции, педагогический и научный потенциал, преобразовав узкоспециальный инженерно-технический институт в многопрофильный современный технический университет международного уровня.

Важным научным фактором, объединившим коллектив вуза в решении задач формирования современного облика Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета, стало участие в реализации Федеральной целевой программы «Оздоровление экологической обстановки на реке Волге и ее притоках, восстановление и предотвращение деградации природных комплексов Волжского бассейна» («Возрождение Волги»). Правительством РФ 23 июня 1994 г. была создана рабочая группа по подготовке концепции программы, ее руководителем был назначен ректор ННГАСУ В. В. Найденко. В июле 1994 г. был создан Научный совет ФЦП «Возрождение Волги» под руководством председателя Н. Н. Моисеева и заместителя председателя В. В. Найденко. Головными организациями – разработчиками программы – стали ННГАСУ, Минобразование России, Институт водных проблем РАН, Инженерный центр «Союзводпроект» Роскомвода. Научным руководителем программы был назначен ректор ННГАСУ В. В. Найденко. В разработке программы приняли участие 11 министерств и ведомств, 39 субъектов Российской Федерации, свыше 60 различных организаций, в их числе РАН, РААСН, РАСХ. РАМН. По оценке государственной и международной экспертизы ФЦП «Возрождение Волги» отвечала самым высоким международным требованиям. Впервые в России была создана социально-экономическая программа, в полной мере реализовавшая современные достижения мировой науки и практики в области экологического оздоровления крупного региона.

Министр обороны РФ С. Б. Иванов вручает Государственную премию РФ ректору ННГАСУ, академику В. В. Найденко за работу «Комплекс новых средств обеспечения войск водой в интересах сохранения здоровья и предупреждения отдаленных эффектов у военнослужащих и населения на современных экологически чистых и ресурсосберегающих технологиях»

Коллектив ННГАСУ стал одним из главных разработчиков теоретико-методологических и организационно-управленческих основ концепции ФЦП. Этими основами стали: бассейновый принцип решения социально-экономических задач; комплексное рассмотрение проблем экологического оздоровления региона; сквозное рассмотрение основных мероприятий по оздоровлению экономической обстановки на федеральном, бассейновом, отраслевом, территориальном, муниципальном уровнях и уровнях хозяйственных субъектов на основе территориальных подпрограмм; приоритет мероприятий, обеспечивающих улучшение здоровья населения, снижение антропогенного воздействия на биологические ресурсы бассейна Волги; координирующая роль программы по отношению к другим научно-техническим программам на территории Волжского бассейна. Авторы концепции выполняли работу «с чистого листа», опирались на опыт отраслевых научно-исследовательских институтов Российской Федерации и федеральных программ социально-экономического развития страны. С 1998 г. Международной кафедрой ЮНЕСКО ННГАСУ создавалась методология разработки программ устойчивого развития крупных регионов.

Итоги этой научной работы коллектива университета опубликованы в десятках томов различных изданий. Они сегодня являются источником ценнейшей информации об экологическом состоянии не только Волжского бассейна, но и всей России, о той громадной работе, которую выполнили сотни людей, объединенных великой идеей экологического оздоровления страны.

Развивая университетскую направленность вуза, ректорат всячески поддерживал во всех областях науки те научные исследования, по которым в вузе были перспективные специалисты, подбирал для этого кадры, инициировал научную творческую деятельность многих кафедр, помогал им выходить на общероссийский и международный уровень научных разработок.

С 1992 г. Нижегородский государственный архитектурно-строительный

университет развивает научные связи с Российской академией архитектуры и строительных наук (РААСН). 22 апреля 1994 г. решением общего собрания членов РААСН на базе ННГАСУ создано Волжское региональное отделение (ВРО) РААСН. Первым председателем президиума ВРО РААСН был избран академик В. В. Найденко. С 2005 года ВРО РААСН возглавляет член-корреспондент В. Н. Бобылев. Члены ВРО РААСН активно участвуют в решении актуальных задач архитектуры, градостроительства и строительных наук, в разработке федеральных и местных программ экономического развития, в подготовке научных и научно-педагогических кадров.

Ректорат способствовал развитию научных исследований гуманитариев и поддерживал международное сотрудничество. На основе договора о сотрудничестве с Институтом российской истории РАН вуз стал одним из соучредителей многотомного международного издания РАН по отечественной истории «Общество и власть. Российская провинция 1917–1991 гг.». Успешно развивалось сотрудничество Гуманитарно-художественного института ННГАСУ с Российской академией образования, на базе ГХИ создан в Нижнем Новгороде «Центр поддержки психологического развития детей РАО». Интенсивно развиваются в вузе исследования в области истории культуры, возрождения культурного наследия России. В 90-е годы прошлого века в вузе сложилась большая группа докторов наук гуманитариев.

В эти годы одним из важнейших приоритетов университета являлась подготовка научных и педагогических кадров высшей квалификации через аспирантуру и докторантуру. В ННГАСУ была открыта аспирантура по 31 специальности естественных, технических, гуманитарных наук, докторантура по 17 специальностям. Особое внимание ректората было обращено на расширение сети диссертационных советов. С 1991 года по 2006 год в вузе действовали восемь советов по техническим, экономическим, гуманитарным (философия, педагогика, история) дисциплинам. Докторами наук стали известные в области инженерной экологии ученые вуза Л. Н. Губанов, Е. В. Копосов, Л. А. Васильев, Ю. Ф. Колесов, В. И. Щербаков и др.

Другим важнейшим фактором развития, изменившим облик вуза, стала кардинальная перестройка учебного процесса. ННГАСУ фактически был первым архитектурно-строительным вузом, начавшим переход к многоуровневой структуре высшего образования. В основу перестройки вуза были положены следующие принципиальные подходы: сохранение в новой системе преподавания всего лучшего из отечественной высшей школы, отбор и внедрение действительно передового современного опыта европейской школы и на основе синтеза этих двух моментов модернизация вуза по университетскому принципу развития.

ННГАСУ стал одним из ведущих вузов, работающих по новой многоуровневой системе. Сегодня, когда все вузы страны переходят на многоуровневую систему, ННГАСУ оказался впереди, его ценный опыт работы в новой системе широко востребован и положен в основу многих базовых рекомендаций Минвуза. Начиная с 1992 года, ежегодно в вузе проводятся международные научно-методические конференции «Проблемы многоуровневого высшего образования», в которых участвуют вузы России и ближнего зарубежья. Успешное развитие этого направления во многом связано с деятельностью первого проректора профессора В. Н. Бобылева, вся жизнь которого со студенческих лет прошла в вузе. Его глубокое знание проблем высшей школы, умение объединить людей на решение новых задач, во многом обеспечивали тот процесс внутренней перестройки, которую осуществлял коллектив вуза начала 90-х годов XX в.

Трансформация института в университет привела к существенным струк-

турным изменениям. Факультеты преобразованы в институты. Их стало восемь: Институт архитектуры и градостроительства (ИАГ), Инженерно-строительный (ИСИ), Институт инженерно-экологических систем и сооружений (ИИЭСиС), Гуманитарно-художественный институт (ГХИ), Международный институт экономики, права и менеджмента (МИЭПМ), Институт экономики и права (ИЭП), Межотраслевой институт квалификации и переподготовки руководящих кадров (МИПК), создан новый факультет (ОТФ), объединивший все кафедры естественнонаучного и гуманитарного профиля. Был расширен спектр специальностей – 31 специальность, по которым ведется подготовка специалистов, бакалавров и магистров.

Университетский принцип организации учебного и научного процесса, как известно, предполагает многопрофильность, единство естественнонаучного, научно-технического и гуманитарного направлений деятельности. Университет параллельно с подготовкой инженеров-строителей начал обучение студентов менеджменту, маркетингу, экономике, информационным технологиям и многим другим новым специальностям. Сложились структуры гуманитарного профиля, ведется подготовка юристов, психологов, культурологов, педагогов, специалистов по туризму и т. д. Вслед за расширением количества специальностей вуз расширяет географию предоставления образовательных услуг населению. В 2001 г. создан Институт открытого дистанционного образования (ИОДО), открывший свои представительства в 33 населенных пунктах Нижегородской области, в Чувашии, Владимирской и других областях.

ННГАСУ как университет европейского типа активно развивает международное сотрудничество в образовательной и научной сферах. Этот процесс начался в 1991 году сразу после того как Нижний Новгород стал открытым городом. Международные связи стали развиваться по всем направлениям деятельности вуза: образовательной, научно-исследовательской, производственно-внедренческой, культурно-просветительской, рекламно-пропагандистской. Именно в международном сотрудничестве проявились современные инновационные подходы во всех видах деятельности, характерные для передовых отечественных и европейских университетов.

В 1996 году в ННГАСУ был открыт Международный институт экономики, права и менеджмента (МИЭПМ ННГАСУ) – уникальная образовательная структура, созданная совместно с вузами Германии и Нидерландов. Деятельность этого института осуществляется при постоянной финансовой поддержке Европейского союза. К настоящему времени в МИЭПМ подготовлено более 400 специалистов.

В научной области международное сотрудничество началось в 1991 г., когда ННГАСУ посетила первая иностранная делегация Агентства охраны окружающей среды США. В 1993 г. по инициативе М. С. Горбачева, возглавлявшего международную организацию «Международный Зеленый Крест», Н. Новгород посетили представители этой организации, было подписано соглашение о сотрудничестве этой организации и научно-координационного совета ФЦП «Возрождение Волги». Однако первым совместным международным проектом стал российско-германский проект «Ока–Эльба», инициированный в 1993 г. Министерством промышленности, науки и технологий РФ и Министерством образования и науки ФРГ. Цель проекта: объединение усилий органов управления, ученых и производственников двух стран для экологического оздоровления бассейнов рек и разработки эффективных экологически безопасных технологий. В ННГАСУ этой работой руководил В. В. Найденко. Им были поставлены исследовательские задачи, разработана ме-

тодика их решения и организованы лабораторные исследования на оборудовании из ФРГ по анализу экологического состояния поверхностных водоемов бассейна р. Оки в ее нижнем течении для обеспечения безопасного водоснабжения населения городов.

Результаты реализации проекта «Ока–Эльба» получили высокую оценку правительств стран-участниц. Они были удостоены трех премий Правительства России: в 1995 г. – за разработку и внедрение мембранных технологий подготовки питьевой воды и очистки сточных вод, в 1997 г. – за разработку технологий снижения техногенной нагрузки на речные экосистемы, в 2000 г. – за внедрение в систему экологического мониторинга химико-аналитических лабораторий.

Заложенные в проекте «Ока – Эльба» идеи и накопленный опыт научно-исследовательских работ легли в основу следующей российско-германской научно-исследовательской программы «Волга – Рейн», состоявшей из четырех исследовательских и технологических проектов: «Донные отложения рек и водохранилищ»; «Влияние городов на загрязненность речных вод»; «Моделирование Волжско-Камского каскада водохранилищ»; «Высокоэффективный способ биологической очистки промышленных сточных вод в аппаратах «Биосорбер».

С 1998 г. в ННГАСУ совместно с Институтом водного хозяйства Университета Карлсруэ и ВНИИ гидротехники и мелиорации (ВНИИГиМ) ведется разработка компьютерной модели гидравлического режима реки Волги, которую составляют: цифровая топографическая модель, основанная на картографических данных, рекомендации по практическому применению модели; разработка методов моделирования гидродинамики реки.

Следующий проект – «Высокоэффективный способ биологической очистки промышленных сточных вод в аппарате «Биосорбер» – осуществлялся с 1998 по 2007 гг. совместно с Институтом водного хозяйства при Ганноверском университете. В ходе реализации проекта были проведены лабораторные исследования в Германии и России, которые позволили высоко оценить технологическую эффективность, производительность и экономичность аппаратов «Биосорбер» при подготовке промышленной сточной воды до показателей технической воды с помощью анаэробной и мембранной техники.

В ходе реализации этих проектов ННГАСУ стал авторитетным российским университетом в международных организациях. Об этом свидетельствует и следующий международный проект «Устойчивое развитие бассейна реки Волги и Каспийского моря» («Волга – Каспий») – крупнейший проект ЮНЕСКО по устойчивому развитию крупного региона, когда-либо реализованный в России. Он объединил пять международных научных программ ЮНЕСКО и был направлен на создание правового, экономического и экологического механизмов обеспечения устойчивого развития Волжско-Каспийского бассейна. Проект ЮНЕСКО базировался на комплексном рассмотрении экологических, экономических и социальных проблем. Основным результатом такого проекта должна была стать интенсификация усилий по переходу территории Волжско-Каспийского бассейна к устойчивому развитию.

В 2002 г. было принято решение о подготовке научно обоснованного «Видения» будущего Волжско-Каспийского бассейна. Официально проект был открыт на IV международном научно-промышленном форуме «Великие реки». Полная и сокращенная версии «Видения Волги», содержащего научно обоснованный прогноз развития Волжского бассейна до 2030 г., были изданы в 2004 г. на английском и русском языках и официально представлены на IV форуме «Великие

реки» в мае 2004 г. Издание русской версии «Видения» было организовано кафедрой ЮНЕСКО ННГАСУ под редакцией В. В. Найденко.

Второй фазой реализации международной инициативы ЮНЕСКО вслед за «Видением Волги» стал международный проект Европейской Комиссии «КАБРИ – Сотрудничество в бассейне крупной реки: институциональная координация партнеров для управления экологическими рисками в бассейне Волги» («CABRI – Волга»). Среди 17 участников проекта большая часть зарубежных организаций и учреждений имели тесные связи с ННГАСУ. Это и Институт окружающей среды и безопасности человека Университета ООН, Московское бюро ЮНЕСКО, Университет Карлсруэ (Германия), Университет Вагенинген (Нидерланды), Университет Аристотеля в Фессалониках (Греция), Международный институт океана (Мальта) и др.

Цель проекта – координация в сфере управления экологическими рисками, связанными с антропогенными изменениями, образованием отходов, включая риски от воздействия на почву, воду, атмосферу и пищевые цепи. Первое заседание рабочих групп по реализации проекта состоялось в Нижнем Новгороде на базе ННГАСУ в сентябре 2005 г.

Международная кафедра ЮНЕСКО «Экологически безопасное развитие крупного региона – бассейна Волги» создана в ННГАСУ в 1997 году решением ЮНЕСКО, ее возглавил ректор, академик В. В. Найденко. Кафедра стала научным и организационным центром в России по объединению усилий отечественных и зарубежных ученых в реализации наиболее крупных международных экологических проектов. Открывая ее в Нижнем Новгороде, в ННГАСУ, руководители ЮНЕСКО учитывали два фактора: успехи инженерной экологии в России и личность ее руководителя В. В. Найденко. На Западе он был известен не только как крупнейший в России ученый-эколог, убежденный сторонник концепции устойчивого развития, принятой мировым сообществом в документе ООН «Повестка дня на XXI век», но и как участник и организатор международных экологических проектов, научный руководитель крупнейшей в России Федеральной программы «Возрождение Волги».

Одним из самых крупных международных мероприятий ННГАСУ стал Международный научно-промышленный форум «Великие реки», посвященный проблемам устойчивого развития стран и народов в бассейнах великих рек мира. Форум – явление мирового масштаба. Он проводится ежегодно в Нижнем Новгороде с 1999 года. Организаторами форума стали Правительство Российской Федерации, профильные министерства и ведомства, Правительство Нижегородской области, Администрация Нижнего Новгорода, ННГАСУ, ВЗАО «Нижегородская ярмарка», ассоциация «Большая Волга» и другие ведомственные и общественные структуры.

Непременным организатором и руководителем Конгресса форума, постоянным докладчиком на пленарных заседаниях, редактором публикаций материалов был В. В. Найденко. Форум стал важной трибуной для формирования экологического сознания современной России. В качестве почетных гостей в работе конгресса форума в разные годы принимали участие: знаменитый путешественник и этнограф Тур Хейердал, Франсин Кусто, вдова знаменитого океанографа и исследователя морских глубин Жака Ива Кусто, президента Фонда «Общество Кусто», заместитель Генерального секретаря ЮНЕСКО А. Шоллоши-Надь, Президент Российской академии художеств, народный художник РФ Зураб Церетели и др.

Деятельность коллектива ННГАСУ как современного международного экологического центра детально представлена в фундаментальном научном труде

В. В. Найденко в его двухтомной монографии «Великая Волга на рубеже тысячелетий. От экологического кризиса к устойчивому развитию» (Н. Новгород, 2003). Эта книга – труд энциклопедического, обобщающего характера, в котором подведены итоги современного этапа экологической науки.

Е. В. Копосов

В 2005 г. ушел из жизни Валентин Васильевич Найденко. Ректором университета коллектив избрал его ученика и ближайшего соратника, член-корреспондента РААСН, доктора технических наук, профессора Евгения Васильевича Копосова. Задача ректора в непростых условиях трансформации высшего образования состояла в том, чтобы продолжая линию развития университета, закрепить достигнутые прежде результаты в научно-педагогической деятельности вуза, развить их с учетом новых требований к высшей школе, особенно в осуществлении инновационной политики повышения эффективности и качества подготовки специалистов на всех ступенях образовательной и научной деятельности университета: бакалавриата, магистратуры, аспирантуры, докторантуры, послевузовского образования.

В этот период количество студентов становится максимальным за всю историю вуза (в 2006 г. – более 22 тыс. человек). Успешно реализуется программа подготовки молодых научно-педагогических кадров. В 2005, 2009 и 2012 гг. ННГАСУ – лауреат конкурса «100 лучших вузов России», в 2010 г. – лауреат конкурса «100 лучших организаций России в области науки и образования». В 2006 г. университет удостоен Международной премии Знак Почета «Лидер Национальной Экономики – 2006».

Решение задачи интеграции в инновационное развитие потребовало существенного изменения в вузовской структуре учебно-образовательных, научно-производственных подразделений, организационного оформления расширившихся связей и сотрудничества с предприятиями и организациями строительного комплекса, ЖКХ, отраслевыми академиями и НИИ. По ряду новых направлений вуз стал центром научно-технической экспертизы. Среди них ведущее место занимает Центр экспертизы зданий и сооружений «Промбезопасность», ЭЦ по проведению экспертизы деклараций безопасности гидротехнических сооружений, лаборатория радиационной экспертизы и контроля в строительстве и др.

Укрепляется взаимодействие с потенциальными работодателями, крупными строительными организациями, фирмами. Вуз стал полноправным членом ряда саморегулируемых организаций в области проектирования, строительства, изысканий, что позволило замкнуть образовательную ветвь на конечном результате – трудоустройстве наших выпускников.

Научные исследования в вузе традиционно ведутся по приоритетным направлениям науки в тесной координации с ведущими отечественными и международными научными центрами. Ученые научно-педагогических школ ННГАСУ активно участвовали в программах фундаментальных научных исследований Минобрнауки России, Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), программ Президента Российской Федерации для поддержки молодых ученых.

Основные прикладные научные исследования ученых вуза ведутся в области проектирования новых и реконструкции старых объектов гражданского и промышленного строительства, гидротехнических сооружений, дорог, объектов культурного наследия; в области обследования и оценки технического состояния конструкций и сооружений, экспертизы промышленной безопасности опасных производств, испытания и сертификации материалов, изделий, конструкций. Многие инновационные разработки ученых университета получили международное признание, отмечены дипломами и медалями авторитетных международных салонов и выставок.

Большой вклад в развитие научной, научно-технической и инновационной деятельности университета внес проректор по научной работе, д-р техн. наук, профессор С. В. Соболь.

Продолжается сотрудничество ННГАСУ с ЮНЕСКО, университетом ООН, Международным институтом океана, университетом прикладных наук Кельна (Германия), университетом Зюйд (Нидерланды), Высшей архитектурной школой Гренобля (Франция). В этот период также заключены договоры о сотрудничестве с университетом г. Перпиньян (Франция), университетом г. Тулуза (Испания), Федеральным университетом Пара г. Белем (Бразилия), Сербской академией наук и искусств (Сербия), университетом Западной Богемии (Чехия), институтом Пиаже (Португалия), университетом Париж ля Вилетт (Франция), университетом прикладных наук Нижнего Рейна (Германия), университетом Мохамед Кхидер г. Бискра (Алжир).

Сотрудничество с зарубежными партнерами в области образования включает реализацию проектов «Темпус». С 2006 г. в содружестве с вузами Германии и Нидерландов осуществляется преобразование реализовавшейся в Международном институте экономики, права и менеджмента ННГАСУ специальности «Экономика и управление на предприятии» в учебную программу подготовки бакалавров и магистров «Международный бизнес» (программа Евросоюза Темпус-IV).

Начата реализация еще двух проектов «Темпус» по подготовке магистров. С 2012 г. – проекта «Магистерские программы по возобновляемой энергии и энергоэффективности в зданиях в Центральной Азии и России» (MAPREE), в котором приняли участие 15 отечественных и зарубежных вузов. С 2014 г. реализуется магистерская программа «Предпринимательство будущего» при участии трех зарубежных и двух российских университетов.

С 2009 г. ННГАСУ в партнерстве с университетами Нидерландов, Бельгии и Германии участвует в реализации проекта «Район завтрашнего дня», в котором усилиями студентов, преподавателей, исследователей и компаний осуществляется проектирование зданий будущего, в частности, ориентированных на минимиза-

цию потребления энергии. Не менее интенсивно расширяется спектр научно-исследовательских проектов. Совместно с университетом Карлсруэ и Энглер-Бунте институтом (Германия) проводятся исследования в рамках проекта «Влияние городов на загрязненность речных вод».

Кафедра ЮНЕСКО ННГАСУ с 2005 г. по 2007 г. участвовала в международном проекте «КАБРИ – Сотрудничество в бассейне крупной реки: институциональная координация партнеров для управления экологическими рисками в бассейне Волги» (CABRI – Волга).

Одним из направлений деятельности созданного в 2005 г. на кафедре ЮНЕСКО Операционного центра Института окружающей среды и безопасности человека (Бонн, Германия) является разработка интерактивной информационной системы для анализа и оценки рисков и уязвимости, связанных с воздействием природных и антропогенных факторов на территории Нижегородской области.

В 2006 г. Е. В. Копосов инициировал создание Приволжского научного журнала. Была сформирована редакционная коллегия из ведущих ученых университетов Нижегородской области, других регионов России, зарубежных стран (Австрия, Германия, Сербия). Первый номер журнала вышел в свет в марте 2007 г. С 2008 г. Приволжский научный журнал включен в Перечень ведущих научных изданий ВАК Минобрнауки России.

В 2013 г. Евгений Васильевич Копосов вместе с супругой Ольгой Николаевной трагически погибли.

Современный этап. ННГАСУ – научная и образовательная основа развития архитектурно-строительного комплекса региона

В 2014 г. коллектив Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета избрал ректором профессора кафедры строительных конструкций Лапшина Андрея Александровича. Университет развивается в соответствии с утвержденной стратегией, опираясь на богатые традиции и высокий потенциал научно-педагогического коллектива.

Главным редактором Приволжского научного журнала был назначен д-р техн. наук, проф. С. В. Соболь. Под его руководством был обновлен состав редакционной коллегии, журнал динамично развивается.

Продолжено совершенствование образовательного процесса в рамках ФГОС 3+ и ФГОС 3++. В 2018 г. образовательные программы по направлениям подготовки 08.03.00 Строительство (профили (направленность) «Промышленное и гражданское строительство» и «Строительство инженерных, гидротехнических и природоохранных сооружений») и 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений (специализации «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений» и «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности) получили профессионально-общественную аккредитацию Центра оценки квалификации, созданного на базе Отраслевого центра капитального строительства (ОЦКС) Госкорпорации «Росатом», на соответствие требованиям профессионального стандарта «Инженер по строительству атомных электрических станций».

На современном этапе одно из важнейших направлений развития ННГАСУ связано с реализацией концепции «Цифрового университета». В образовательную деятельность университета широко внедряются информационные технологии. В условиях глобальных вызовов ННГАСУ эффективно сочетает в учебном процессе различные образовательные подходы и методы обучения, в том числе с использованием дистанционных образовательных технологий.

К СТАТЬЕ А. А. ЛАПШИНА «ОЧЕРК ИСТОРИИ НИЖЕГОРОДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА (1930–2020)»

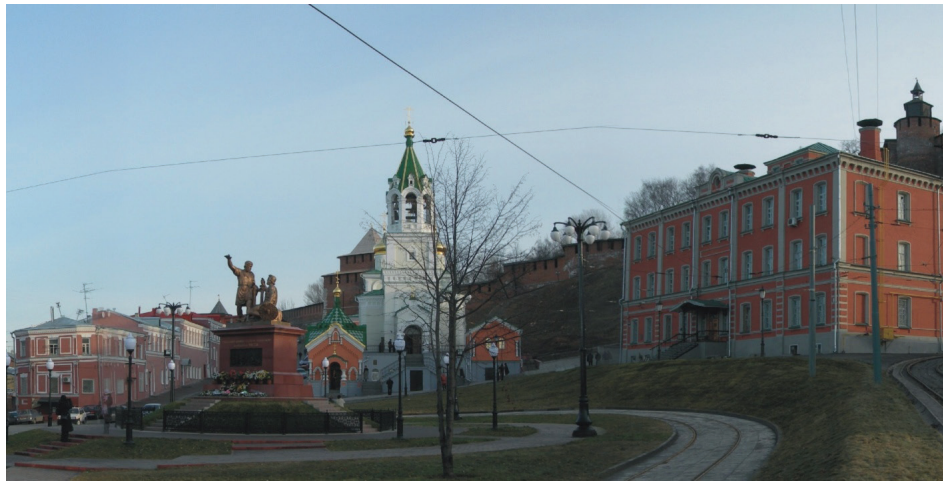
Лаборатория лучистого отопления учебно-научно-исследовательского центра «Системы отопления с использованием низкотемпературных инфракрасных излучателей»

Исследовательская экспериментальная установка «Реверберационные акустические камеры» – Большие акустические камеры ННГАСУ

Экспонаты Минералогического музея ННГАСУ

Один из экспонатов Минералогического музея.
Минерал аммонит (окаменевший ископаемый моллюск) в разрезе

Реализованные научно-технические и научно-творческие работы, выполненные ННГАСУ по заказам органов федеральной и региональной власти и предприятий архитектурно-строительного комплекса



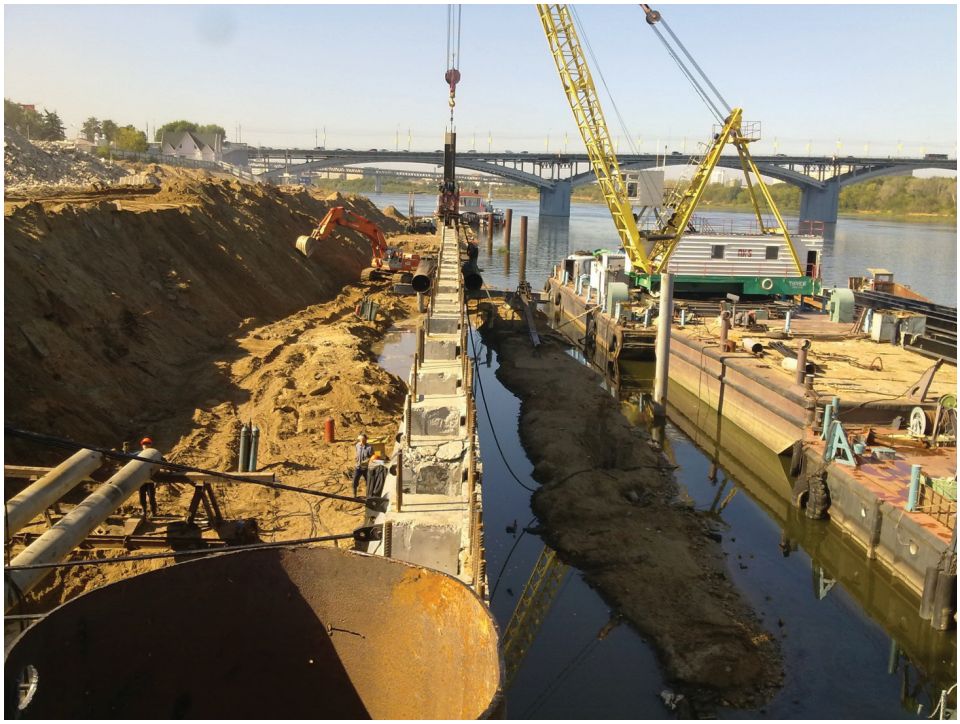
Проект «Ансамбль площади Народного единства в г. Нижнем Новгороде». Руководитель работы: академик В. В. Найденко; руководитель инженерного раздела: д-р техн. наук, проф. Е. В. Копосов; архитекторы: чл.-корр. РААСН, д-р архитектуры, проф. А. Л. Гельфонд, Ю. В. Карцев, А. А. Копылов, М. В. Дуцев

Проект реконструкции моста на р. Сатис в г. Сарове Нижегородской области. Руководитель работы: д-р техн. наук, проф. Е. Н. Горохов

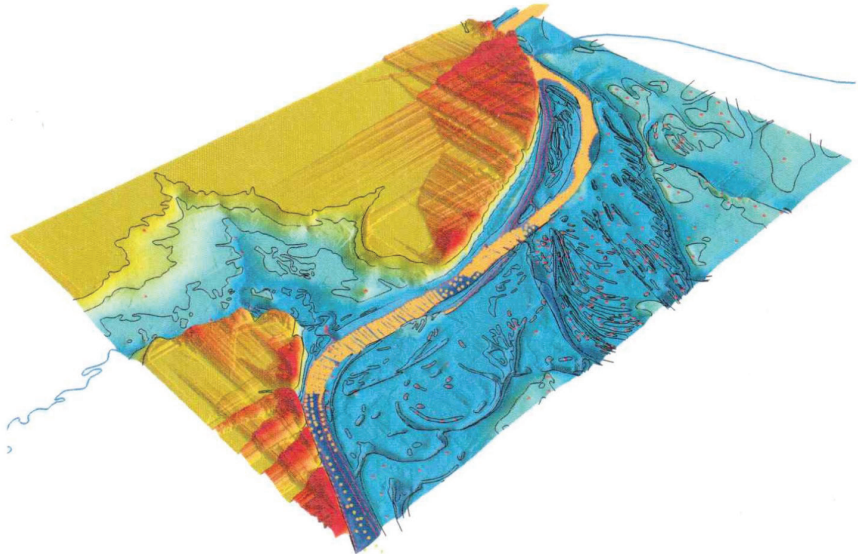
Проект реконструкции объекта культурного наследия регионального значения – опоры ЛЭП инженера В. Г. Шухова на левом берегу р. Оки в г. Дзержинске Нижегородской области (в настоящее время присвоен статус ОКН федерального значения). Научный руководитель работы: д-р техн. наук, проф. Е. В. Копосов; руководитель работы: д-р техн. наук, проф. С. В. Соболь; главный инженер проекта: д-р техн. наук, проф. И. С. Соболь; главный архитектор проекта: чл.-корр. РААСН, д-р архитектуры, проф. А. Л. Гельфонд; руководитель раздела по восстановлению стальных конструкций: канд. техн. наук, проф. А. И. Колесов. В работе приняли участие группы международных экспертов при поддержке ЮНЕСКО: Университет Карлсруэ, Германия (проф. Ф. Нестманн), Университет Леопольда-Франца, Австрия (проф. Р. Грэфе)

Проект капитального ремонта и реставрации здания Нижегородского областного суда (объект культурного наследия федерального значения). Руководитель работы: канд. техн. наук, доц. А. В. Крицин; руководители разделов: канд. техн. наук, проф. А. А. Лапшин, д-р архитектуры, проф. С. М. Шумилкин

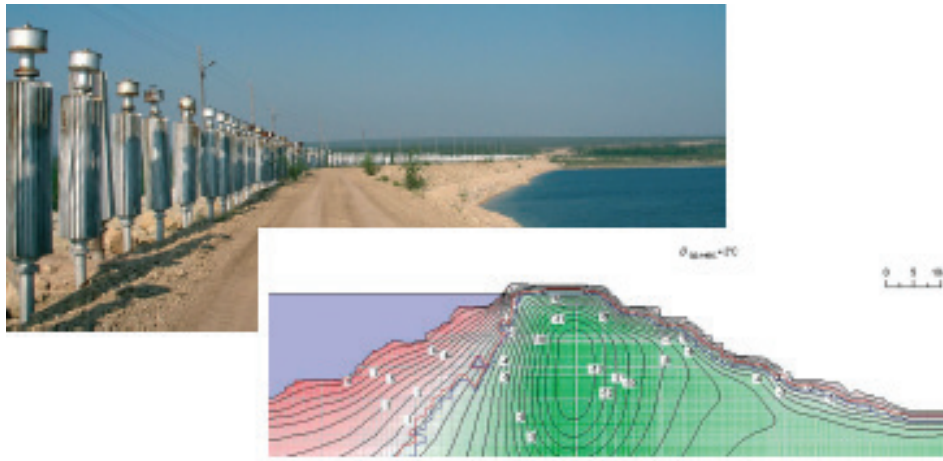
Проект акустического благоустройства большой арены Нижегородского цирка на 2100 зрителей. Руководитель работы: чл.-корр. РААСН, проф. В. Н. Бобылев



Проект реконструкции набережной на ул. Рождественской в г. Нижнем Новгороде. Руководитель работы: д-р техн. наук, проф. И. С. Соболь



Оценка влияния русловых и склоновых процессов в р. Оке на размещение и техническое решение водозабора Нижегородской АЭС (цифровая модель рельефа и исходные данные, использованные для ее генерации). Руководитель работы: д-р техн. наук, проф. С. В. Соболь



Прогнозное математическое моделирование гидротехнических сооружений хвостовых хозяйств горно-обогатительных комбинатов акционерной компании «Алмазы России – Саха» (плотина маневровой емкости хвостохранилища обогатительной фабрики № 12 Удачнинского ГОК (видны колонки СОУ на гребне) с указанием расчетного температурного поля в поперечном сечении). Руководитель работы: д-р техн. наук, проф. С. В. Соболь

Мониторинг и прогнозирование переформирования берегов Чебоксарского водохранилища. Руководитель работы: д-р техн. наук, проф. И. С. Соболь

Проект реставрационных работ «Комплекс мероприятий по сохранению объекта культурного наследия федерального значения «Ансамбль Кремля: стены и башни, 1500–1511 гг.» на участке от Георгиевской до Коромысловой башен», реализуемый в рамках подготовки к 800-летию Нижнего Новгорода. Руководитель работы: д-р техн. наук, проф. И. С. Соболь; главный архитектор проекта: чл.-корр. РААСН, д-р архитектуры А. Л. Гельфонд; главный инженер проекта: канд. экон. наук, доц. А. А. Шапошников

Проект реставрационных работ по сохранению объекта культурного наследия регионального значения «Лестница от памятника В. П. Чкалову к реке Волге (Чкаловская)», реализуемый в рамках подготовки к 800-летию Нижнего Новгорода. Руководитель работы: д-р техн. наук, проф. И. С. Соболь; главный архитектор проекта: чл.-корр. РААСН, д-р архитектуры А. Л. Гельфонд; главный инженер проекта: канд. экон. наук, доц. А. А. Шапошников

Расширяется спектр образовательных программ. С 2019 г. в университете начали реализовываться новые образовательные программы по направлениям подготовки «Программная инженерия», «Инноватика» и др. Большое внимание уделяется вопросам академической мобильности студентов: ежегодно студенты ННГАСУ проходили стажировку в Университете г. Хэфей (Китай), с которым заключено соглашение о сотрудничестве.

Важным направлением работы является интеграция учебного процесса с научно-исследовательской работой кафедр и других подразделений университета. Важным итогом явилось развитие и совершенствование практически всех форм научно-исследовательской работы студентов (как учебных, так и внеучебных).

Привлечение студентов к участию в НИР по хоздоговорной и госбюджетной тематике рассматривается руководством вуза как стратегическая задача не только с позиции улучшения их научно-исследовательской и профессиональной подготовки, но и с точки зрения материальной поддержки учащейся молодежи в сложных рыночных условиях.

Важнейшим объективным показателем качества подготовки студентов университета является результативность их участия во вневузовских мероприятиях. К ним относятся международные, всероссийские, областные и региональные предметные олимпиады. В 2019 г. студенты ННГАСУ получили следующие награды:

– в Международной студенческой олимпиаде по направлению 08.03.01 «Строительство» по плану Министерства науки и высшего образования России студенты завоевали 1-е и 3-е места в личном зачете, а также заняли 2-е командное место;

– в Международной студенческой олимпиаде «Гидротехническое строительство. Специалитет» студент завоевал 1-е место в личном зачете;

– во Всероссийском открытом конкурсе выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 21.04.02 «Землеустройство и кадастры», профиль «Информационное обеспечение развитие объектов недвижимости и территорий» студенты награждены дипломами 1-й и 2-й степеней;

– на заключительном этапе Всероссийской студенческой олимпиады по плану Министерства науки и высшего образования России по Строительной теплофизике (теплотехнике) студенты завоевали в различных номинациях два первых, два вторых и пять третьих мест в личном зачете;

– во Всероссийской студенческой олимпиаде «Передовые технологии в энергосбережении» приняли участие студенты, заняли 1-е командное место в конкурсе по решению инженерного кейса в рамках Всероссийской студенческой олимпиады «Передовые технологии в энергосбережении» и 2-е командное место во Всероссийской студенческой олимпиаде «Передовые технологии в энергосбережении»;

– в XXVI Международном смотре-конкурсе выпускных квалификационных работ по архитектуре и дизайну (г. Екатеринбурге) студенты награждены Дипломом РААСН, 12 дипломами 1-й степени, 3 дипломами 2-й степени, 2 дипломами Союза Архитекторов РФ, 1 дипломом МАСА, 1 дипломом Союза Дизайнеров РФ.

Особую роль для обеспечения высоких показателей НИРС играет поступление на первый курс качественного контингента выпускников школ, уже ориентированных на научно-исследовательскую деятельность. С целью привлечения в вуз талантливой школьной молодежи в ННГАСУ организована работа 7 секций научного общества учащихся (НОУ) «Эврика», в которых ежегодно обучается более 100 старшеклассников Нижнего Новгорода и населенных пунктов Нижегородской области.

Устойчиво развивается научно-исследовательская деятельность по базовым направлениям деятельности университета. В ННГАСУ действуют 105 научных направлений кафедр по каждой реализуемой образовательной программе высшего образования. Из них 21 научное направление имеют многолетнюю историю с признаками ведущих научных школ:

1) Инженерно-строительный факультет:

– Проектирование, строительство и безопасная эксплуатация гражданских, общественных и промышленных зданий и сооружений;

– Проектирование, строительство и безопасная эксплуатация высотных и большепролетных уникальных зданий и сооружений;

– Расчетное обоснование проектирования и обеспечения безопасной эксплуатации инженерных, гидротехнических и природоохранных сооружений;

– Повышение эффективности использования природного и техногенного сырья в качестве строительных материалов;

2) Институт технологий бизнеса:

– Проектирование информационных систем управления работой транспортных комплексов;

– Системные изменения в организации и их инвестиционное обеспечение;

3) Общетехнический факультет:

– Математические методы теории устойчивости и теории управления динамическими системами;

– Разработка теоретических основ алгоритмов и программ геометрии и графики сложноструктурированных пространственных объектов для информационных технологий науки и промышленности;

– История социально-экономического развития России, взаимоотношений власти и общества;

– Развитие методов расчетной оценки долговечности конструкций путем численного моделирования процессов накопления повреждений;

4) Факультет архитектуры и дизайна:

– Архитектура. Дизайн архитектурной среды;

– История архитектуры и реставрация памятников архитектуры;

– Совершенствование методов и технологий геоматики и кадастров;

5) Факультет инженерно-экологических систем и сооружений:

– Инженерная экология, рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды;

– Совершенствование и создание высокоэффективных экологически безопасных технологий в областях подготовки питьевой воды, очистки сточных вод и обработки осадков;

– Повышение эффективности систем теплогазоснабжения, вентиляции и тепловых аппаратов;

– Повышение энергетической эффективности и эксплуатационной надежности систем обеспечения параметров микроклимата многоквартирных жилых домов;

– Разработка энергоэффективных систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха с применением возобновляемых источников энергии;

– Разработка автоматизированных систем конструкторского расчета сложных строительных объектов в распределенных компьютерных средах;

– Исследование борных оксидных расплавов, обладающих аномально высокой теплопроводностью, для использования их в качестве теплоносителей.

При ННГАСУ действуют два диссертационных совета по защите докторских и кандидатских диссертаций:

– Д 212.162.07 по специальностям 05.23.20 «Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия», 05.23.21 «Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности»;

– Д 999.048.02 по специальности 05.01.01 «Инженерная геометрия и компьютерная графика».

В 2017–2019 гг. в рамках научного и научно-технического сотрудничества с индустриальными партнерами на территории ННГАСУ введены в эксплуатацию новые научные центры мирового уровня:

– «Системы отопления на основе инфракрасных низкотемпературных излучателей», индустриальный партнер – ООО «Флайг+Хоммель» (Германия–Россия). В центре занимаются изучением теплотехнических характеристик водяных инфракрасных излучателей, а также теплофизического режима помещений с системами лучистого отопления для промышленных и сельскохозяйственных зданий большого объема;

– «Исследовательская экспериментальная установка «Реверберационные акустические камеры», индустриальный партнер – ООО «Акустик Групп» (г. Москва). Большие акустические камеры ННГАСУ являются самыми большими по объему в России (259 м^3 и 211 м^3) и входят в Топ-5 акустических камер мира. Проводятся измерения акустических параметров строительных конструкций и материалов. Уникальной особенностью камер является возможность измерять параметры стен и перегородок со сверхвысокой звукоизоляцией – до 83 дБ;

– «Минералогический музей» и «Палеонтологический музей» открыты в составе кафедры оснований, фундаментов и инженерной геологии. В открытии принял участие директор Государственного геологического музея им. В. И. Вернадского Российской академии наук С. В. Черкасов. В Минералогическом музее сосредоточены образцы минералов и горных пород Поволжья, России, СНГ и других стран. Он имеет два раздела – минералогический, в котором собраны образцы различных минералов, и петрографический, в котором собраны образцы различных горных пород.

Палеонтологический музей включает в себя три экспозиции: стратиграфический отдел, палеонтологический отдел, отдел полезных ископаемых областей региона Среднего Поволжья. В Стратиграфическом отделе представлены образцы горных пород и минералов, характеризующих отложения, вскрытые на территории деятельности нижегородских геологов (от 1,5 млн лет до современных отложений). В палеонтологическом отделе представлены окаменевшие останки животных, живших на территории Нижегородской и ряда других областей Поволжья в различные геологические эпохи: мамонтов, носорогов, бизонов, лабиринтодонтов и др. В отделе полезных ископаемых показаны основные виды полезных ископаемых, используемых в настоящее время строительной отраслью и сельским хозяйством.

Коллекция музея формировалась более 60 лет в компании «Волгагеология» – геологической организации, изучавшей геологическое строение территории Поволжья. В 1970 году данная коллекция стала называться музеем, переехав в специальное помещение, а в 1994 году музею был присвоен статус – «Народный музей». В 2017 г. музей был передан ННГАСУ для развития образовательной, просветительской и научно-исследовательской деятельности. Работу по развитию музея в настоящее время возглавляет один из его создателей д-р техн. наук, профессор

А. М. Коломиец. В Минералогическом и Палеонтологическом музеях организовано проведение экскурсий для молодых ученых, студентов и школьников.

ННГАСУ развивает научное сотрудничество с государственными академиями наук – Российской академией наук (РАН) и Российской академией архитектуры и строительных наук (РААСН). В 2019 г. на кафедре архитектуры совместно с Институтом проблем машиностроения РАН – филиалом ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПМ РАН) в форме интеграции «вуз – научная организация» создана учебно-научно-исследовательская лаборатория «Промышленная, архитектурно-строительная акустика и виброизоляция».

На территории ННГАСУ функционирует Приволжское территориальное отделение РААСН (председатель: чл.-корр. РААСН, профессор В.Н. Бобылев), в которое входят 11 представительств из Нижнего Новгорода, Пензы, Казани, Перми, Самары, Саранска, Саратова, Тольятти, Йошкар-Олы, Оренбурга, Уфы. В состав ПТО РААСН входят 3 академика, 15 членов-корреспондентов, 3 почетных члена, 60 советников.

Ученые ННГАСУ активно участвуют в выполнении фундаментальных и прикладных научных исследованиях по приоритетным направлениям развития науки, техники и технологий. Ежегодно выигрываются гранты Российского фонда фундаментальных исследований, в 2019 г. впервые был выигран грант Русского географического общества «Проект геопарка ЮНЕСКО «Ичалковский пещерный комплекс в реликтовом Ичалковском бору» Нижегородской области».

В 2019 г. в Нижегородской области создан Научно-образовательный центр «Технoплатформа-2035» (НОЦ), основной целью которого является увеличение экспорта наукоемкой продукции нижегородских предприятий. В НОЦ вошли ведущие университеты, научные организации, промышленные предприятия. ННГАСУ реализует в рамках НОЦ два инновационных проекта в области экологии:

– «Комплексные технологии очистки сточных вод и утилизации органических отходов с применением биотехнологий» реализуется ННГАСУ совместно с ННГУ им. Н. И. Лобачевского и Исследовательским центром им. М. В. Келдыша (г. Москва). Преимущества проекта по сравнению с аналогами: применение современных биотехнологий; блочно-модульный принцип построения; создание мобильных контейнерных установок очистки, которые можно перевозить с одного места на другое; получение водород-содержащего биогаза и органо-минеральных удобрений; возврат воды в производственный цикл предприятия (снижение водопотребления предприятия на 30 %); применение плазмохимического метода при утилизации осадков городских сточных вод (плазмотроны). Создано 4 опытных образца установок, доказавших свою высокую эффективность на практике;

– «Акустические мета-материалы для снижения шумового загрязнения» реализуются ННГАСУ совместно с индустриальным партнером – компанией «Акустик Групп» (г. Москва). Преимущества новых типов акустических материалов и конструкций по сравнению с аналогами: снижение толщины ограждающих конструкций до 30 %; снижение массы ограждающих конструкций до 60 %; акустические мета-материалы – материалы с искусственно созданной периодической структурой, которые позволяют уменьшать энергию звуковых волн, отраженных от границ ограждающей конструкции (акустическая «черная дыра»). Оформлено 12 патентов на новые типы звукоизолирующих ограждающих конструкций зданий. 2 патента переданы по лицензионным договорам компании «Акустик Групп», которая организовала производство бескаркасных тонких звукоизолирующих панелей.

ННГАСУ ежегодно выполняет большой объем прикладных НИР и экспериментальных разработок для отраслей экономики Нижегородской области и других регионов Приволжского федерального округа. К ним относятся исследовательские, экспертные, проектные, изыскательские работы, выполняемые на технически сложных и уникальных объектах гражданского и промышленного строительства, на объектах, являющихся памятниками истории и культуры. При этом применяются оригинальные методики, научные разработки ученых ННГАСУ, уникальное измерительное оборудование. Важное внимание уделяется участию университета в региональных программах развития – «Комфортная и безопасная городская среда», «Подготовка к 800-летию Нижнего Новгорода» и др.

Организацией данных работ занимается управление научных исследований, инноваций и проектных работ (УНИИПР) и управление экспертных работ (УЭР), которые находятся в подчинении проректора по научной работе. Работы выполнялись на профильных кафедрах, а также в специально созданных структурных подразделениях университета:

– Приволжский региональный центр коллективного пользования научным оборудованием «Перспектива», оснащенный современными образцами измерительной аппаратуры, позволяющей проводить комплексное обследование строительных конструкций. В структуре центра имеются две лаборатории:

– Измерительно-диагностическая лаборатория неразрушающих методов контроля строительных конструкций;

– Испытательный центр «Нижегородстройиспытания» выполняет исследование свойств строительных материалов, изделий и конструкций. Разрабатываются технологии производства строительных материалов, в т. ч. на базе отходов промышленности (фосфогипс, отходы производства ПВХ и др.);

– Архитектурная мастерская выполняет широкий спектр научно-проектных работ, в том числе по реконструкции и реставрации исторических зданий и сооружений, объектов культурного наследия (памятников истории и культуры), приспособление их под современное использование, составление историко-культурных опорных планов;

– Учебно-научно-производственный центр «Кадастр» выполняет научные и научно-технические работы в области геодезии и картографии – цифровая картография, разработка геоинформационных систем (ГИС), геодезический мониторинг зданий и сооружений. Центр оснащен современным оборудованием, имеется беспилотный летательный аппарат;

– Центр судебной строительно-технической экспертизы;

– в научно-исследовательской лаборатории кафедры водоснабжения, водоотведения, инженерной экологии и химии разрабатываются новые технологии очистки сточных вод промышленных предприятий с использованием биотехнологий.

Для вовлечения студентов и школьников в научно-исследовательскую работу ННГАСУ ежегодно организует различные научно-образовательные проекты. Научные исследования проводятся во всех природных стихиях – на земле, под землей, в воздухе, на воде и под водой:

– Межрегиональная экспедиция «Подъемная сила» – инновационный научно-образовательный проект, организованный ННГАСУ совместно с Росгидрометом для студентов и молодых ученых. Экспедиционные выезды проводятся в Нижегородской области, Чувашской Республике, Республике Мордовия. Молодые ученые и студенты изучают природные комплексы Керженского заповедника, Мордовского заповедника, Чувашского национального парка и других объектов

под руководством ведущих ученых, с использованием современного оборудования – беспилотный летательный аппарат, воздушный шар, лодка-катамаран, маломерное судно, оборудованное эхолотом, акваланг, подводный телеуправляемый робот и многое другое. Проведены комплексные научные исследования на Вадском озере, с разработкой рекомендаций по обеспечению экологической безопасности природного объекта. На р. Ветлуге исследовательская группа ННГАСУ работала совместно со специалистами Нижегородского государственного историко-архитектурного музея-заповедника принято участие в археологических раскопках средневекового судна-беляны, погребенного под слоем песка;

– Экологический лагерь-экспедиция «Уста» проводится для студентов и школьников в Тонкинском районе Нижегородской области. ННГАСУ организует данное мероприятие совместно с Министерством экологии и природных ресурсов Нижегородской области. Проводятся мастер-классы и практические занятия по исследованию качества воды в водоемах, по экологическому мониторингу природных объектов, по изучению и сохранению объектов флоры и фауны;

– ННГАСУ совместно с Общественной палатой Нижегородской области организуют выездные однодневные мероприятия по экологическому образованию и воспитанию школьников в городах Нижегородской области: Павлово, Арзамас, Кстово. Студенты старших курсов ННГАСУ выступают в роли преподавателей для школьников младших, средних и старших классов, проводят для них экологические мастер-классы, викторины, тематические лекции и практикумы в игровой форме. Преподаватели-экологи ННГАСУ в это время проводят занятия по повышению квалификации для учителей школ, работающих в области экологии. Данные мероприятия обеспечивают непрерывное экологическое образование «Школа – Университет – Рабочее место».

Важнейшим направлением деятельности университета является воспитательная работа, которая имеет много направлений. Сегодня в ННГАСУ развивается деятельность строительных студенческих отрядов. В 2017 г. ССО «Фаворит» участвовал в строительстве Ленинградской АЭС-2 (г. Сосновый Бор Ленинградской области), а также в рамках соглашения о стратегическом партнерстве между Госкорпорацией «Росатом» и Молодежной общероссийской общественной организацией «Российские Студенческие Отряды» работал на объектах ФГУП «Производственное объединение «Маяк» (г. Озерск, Челябинская обл.). В 2018–2019 годах ССО «Высота» ННГАСУ участвовал в строительстве новых цехов Объединенной металлургической компании Выксунский металлургический завод (г. Выкса). В 2019 г. ССО «Арфа» работал на самом масштабном проекте города Нижнего Новгорода 2019 года – строительстве тренировочного трамплина «К-60».

Миссией ННГАСУ является повышение качества образовательного процесса студентов на основе достижений науки, инноваций и технологий в целях интенсивного развития экономики и социальной среды Нижегородской области и строительной отрасли России в целом. Ректорат, профессорско-преподавательский состав, студенты и молодые ученые ННГАСУ, с опорой на славные традиции и богатый опыт университета, реализуют новые идеи в образовании и науке, развивают архитектурно-строительный комплекс региона, с уверенностью смотрят в будущее. Девиз ННГАСУ – «Построим будущее вместе!».

Редакция Приволжского научного журнала выражает благодарность д-ру ист. наук, проф., зав. кафедрой истории, философии, педагогики и психологии ННГАСУ А. А. Гордину за сбор материалов и научное редактирование статьи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Серов, В. И. Старинный дом на Ильинской / В. И. Серов. – Н. Новгород: НАСА, 1995. – С. 86.

2. Строитель – профессия созидающая / Горьк. инженер.-строит. ин-т им. В. П. Чкалова ; отв. ред. А. С. Мейеров. – Горький : Волго-Вят. кн. изд-во, 1982. – С. 144.

3. Нижегородский ордена Трудового красного знамени архитектурно-строительный институт: проспект / сост. В. В. Найденко, А. К. Яворский, А. Л. Сучкин. – Н. Новгород: НАСИ, 1992. – 68 с.

4. Книга памяти: очерки о ректорах и проф. Горьк. инж.-строит. ин-та (ГИСИ) – Нижегор. гос. архит.-строит. ун-та (ННГАСУ) / Нижегор. гос. архит.-строит. ун-т. – Н. Новгород : ННГАСУ, 2000. – 107 с. : ил.

5. Выпускники Горьковского инженерно-строительного института (ГИСИ) – Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета (ННГАСУ). 1932–2000 гг. / Нижегор. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород : ННГАСУ, 2000. – 522 с.

6. Найденко, В. В. Великая Волга на рубеже тысячелетий: от экологического кризиса к устойчивому развитию: монография. Т. 1. Общая характеристика бассейна реки Волги. Анализ причин экологического кризиса / В. В. Найденко. – Н. Новгород: Промграфика, 2003. – 428 с.

7. Найденко, В. В. Великая Волга на рубеже тысячелетий: от экологического кризиса к устойчивому развитию: монография. Т. 2. Практические меры преодоления экологического кризиса и обеспечение перехода Волжского бассейна к устойчивому развитию / В. В. Найденко. – Н. Новгород: Промграфика, 2003. – 366 с.

8. 75 лет специальности «Промышленное и гражданское строительство»: буклет / Нижегор. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород : ННГАСУ, 2005. – 60 с.

9. Копосов, Е. В. Научный потенциал и исследовательская деятельность Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета / Е. В. Копосов, С. В. Соболь // Приволжский научный журнал / Нижегор. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород, 2007. – № 7. – С. 7–22.

10. Жизнь, научное творчество и идеи академика В. В. Найденко / А. А. Кулаков, Е. В. Копосов, В. Н. Бобылев, А. В. Палеев // Приволжский научный журнал / Нижегор. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород, 2008. – № 4. – С. 9–26.

11. Копосов, Е. В. Исследовательская деятельность и подготовка научных кадров в Нижегородском государственном архитектурно-строительном университете / Е. В. Копосов, С. В. Соболь // Развитие научного потенциала Приволжского федерального округа: опыт высших учебных заведений: сб. ст. / Нижегор. гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского. – Н. Новгород, 2008. – Вып. 5. – С. 210–221.

12. Экологически безопасное, устойчивое развитие бассейна Волги. Аспекты международного сотрудничества: монография / Е. В. Копосов [и др.]; Нижегор. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород, 2008. – 78 с.

При подготовке данной статьи автором были использованы, кроме указанной литературы, неопубликованные главы книги по истории ГИСИ – ННГАСУ (авторы: доценты В. И. Серов, Ю. А. Пономарев, П. С. Лапшов и В. М. Яцечко), а также статья д-р ист. наук, проф. А. А. Кулакова, опубликованная в Приволжском научном журнале, № 4, 2010 г.

© А. А. Лапшин, 2020

Получено 20.10.2020 г.

УДК 624.042.12

В. И. ЕРОФЕЕВ[1], д-р физ.-мат. наук, проф., директор; П. А. ХАЗОВ[2], канд. техн. наук, доц. кафедры теории сооружений и технической механики; И. В. ШКОДА, аспирант[1], асс. кафедры теории сооружений и технической механики[2]

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ УЗЛА РЕБРИСТО-КОЛЬЦЕВОГО КУПОЛА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ СОПРЯЖЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ

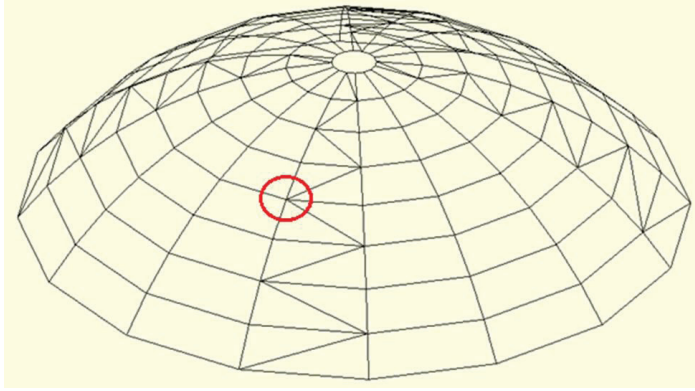
[1]Институт проблем машиностроения РАН – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» Россия, 603024, г. Н. Новгород, ул. Белинского, д. 85. Тел.: (831) 432-05-76;
эл. почта: erof.vi@yandex.ru
[2]ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-96;
эл. почта: khazov.nngasu@mail.ru, ShkodaIrinaVasil@yandex.ru
Ключевые слова: круглый профиль, напряженно-деформированное состояние, компонентный метод, напряжение, устойчивость.

Приводится сравнительный анализ трех различных вариантов узла сопряжения элементов ребристо-кольцевого купола из круглых труб. В качестве критериев сравнения выбраны деформативно-прочностные характеристики, материалоемкость, трудоемкость. Показано, что, несмотря на сложность изготовления, наиболее надежным и экономичным является вариант со сдвинутыми к прогонам связями.

Безошибочность расчета узловых соединений в значительной степени влияет на надежность и долговечность любой строительной конструкции в целом. К тому же до сих пор остается вопрос недостаточной изученности действительного напряженно-деформированного состояния соединения элементов. В связи с этим при расчетах сопряжений приходится использовать эмпирические формулы, не всегда имеющие строго физического или математического обоснования, а основанные лишь на небольшом количестве экспериментов.

Изучение статей в различных научных журналах показало, что результаты, полученные при натурных испытаниях полноразмерных моделей и при математических расчетах твердотельных моделей в современных вычислительных программных комплексах, имеют высокую степень сходимости [1–4]. К тому же, численные исследования моделей в программных комплексах имеют ряд преимуществ. Во-первых, это позволяет отбросить ложные показания измерительных приборов, основываясь на данных расчетной модели. Во-вторых, многие задачи, с которыми приходится сталкиваться, требуют огромных затрат на изготовление и экспериментальную реализацию. Поэтому чаще всего компьютерное математическое моделирование является единственной возможностью экспрессного анализа инженерной проблемы, позволяющей оценить реальное напряженно-деформированное состояние и использовать расчетную модель в практических целях для создания более совершенных изделий.

Данная статья представляет собой продолжение исследования [5], объектом которого выступает ребристо-кольцевой купол (рис.1). Целью настоящей работы является исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) различных конструктивных решений монтажного узла купола из круглых труб.



а *б*

Рис. 1. Объект исследования: *а* – пространственная стержневая конструкция покрытия; *б* – первоначальный вариант узлового соединения

Для достижения поставленной цели решались задачи по разработке и моделированию трех вариантов конструктивных решений монтажного узла ребристо-кольцевого купола (рис. 1*а*), а также выполнен сравнительный анализ результатов расчета НДС трехмерных моделей исследуемого узла.

Моделирование узла производилось в программном комплексе *IDEA StatiCa*. В данной расчетной программе реализован так называемый компонентный метод конечных элементов (КМКЭ), который включает в себя два хорошо известных и проверенных метода, используемых инженерами по всему миру – метод конечных элементов и компонентный метод. В КМКЭ исследуемое соединение – это совокупность связанных друг с другом элементов (компонентов). Расчетная модель узла, построенная по определенным правилам, состоит из упругих связей и стержневых элементов, воспринимающих деформации (продольные, поперечные, изгибные, крутильные).

Каждый компонент рассчитывается по формулам, определенным в национальных нормах проектирования. В результате расчета найденные в каждом из элементов усилия и напряжения могут быть использованы для дальнейших проверок соединения на прочность, устойчивость и т. д.

Ввиду того, что конструкция исследуемого узла (вариант 1, рис. 1 цв. вклейки) имеет сходство с конструкцией бесфасоночного узла фермы, исследование основывалось на существующей литературе по проблематике НДС бесфасоночных сварных узлов трубчатых ферм [6–9].

Как видно из исследований [6, 7], проводимых крупными научными институтами, в узловых соединениях имеет место сложное НДС. Сварные узлы трубчатых конструкций имеют особенности деформирования, зависящие от конструктивного решения узла, а также от технологии его изготовления.

Многообразие существующих конструктивных решений узловых соединений трубчатых элементов находит свое объяснение в стремлении к получению рациональной формы поперечного сечения. Круглая труба обладает наиболее благоприятным для сжатых элементов распределением материала относительно центра тяжести и большим радиусом инерции, одинаковым во всех направлениях, что обеспечивает, по сравнению с открытыми профилями той же площади, повышен-

ную общую и местную устойчивость стержней, хорошую работу на кручение. К достоинствам этого типа профиля следует отнести и возможность использования высокопрочных сталей. Важным фактором при выборе такой формы поперечного сечения является уменьшение поверхности противопожарной и противокоррозионной обработки [10].

При первом варианте конструкции в узле наблюдается неравномерность распределения напряжений в месте присоединения прогонов и связей к ребру. Это происходит за счет того, что прогоны и связи передают значительную часть продольных усилий на него[11].

По мнению Я. Брудка, сдвиг элементов решетки позволяет повысить несущую способность узла (вариант 2, рис. 2 цв. вклейки) [5, 12]. В этом случае ребро будет меньше вовлечено в работу, подвергаясь лишь небольшому изгибу вследствие того, что часть поперечной силы в связях перераспределится на прогоны. Минусами такого варианта конструкции, существенно усложняющих его изготовление, являются: нагромождение сварных швов на небольшой площади, что приводит к концентрации напряжений; наличие фигурной резки концов элементов, что практически возможно только на заводах, оснащенных специальным оборудованием.

Соединения элементов узловыми фасонками (вариант 3, рис. 3 цв. вклейки), не требующими «повышенной точности заготовки», предложено зарубежными авторами [13, 14]. Прогоны и связи при таком исполнении не пересекают друг друга, что упрощает процесс сварки. При этом линии действия усилий проходят через фасонку и сходятся в одной точке на оси ребра, что позволяет повысить несущую способность и жесткость узла. Более того, удлиняя фасонку, можно увеличить сварной шов. При такой конструкции разрушение происходит в месте контакта торца растягиваемой связи с фасонкой (либо в месте примыкания фасонки к ребру) вследствие резкого изменения сечения.

Ко всему прочему, программный комплекс *IDEA StatiCadaem* возможность проанализировать устойчивость конструкции узла и определить коэффициенты запаса для форм потери устойчивости. В основе данного расчета лежит методика, приведенная в главе 8 *EN* 1993-1-5 и в приложении *BEN* 1993-1-6 [15, 16].

Формула коэффициент запаса устойчивости выглядит следующим образом:

$$\alpha_{cr} = \frac{\alpha_{ult,k}}{\bar{\lambda}_p^2},$$

где $\alpha_{ult,k}$ – коэффициент нагрузки определяется автоматически программным комплексом путем достижения предела пластической деформации без учета геометрической нелинейности;

$\bar{\lambda}_p$ – предельная гибкость безразмерной пластины исследуемого режима потери устойчивости; приведена в Приложении *B* к *EN* 1993-1-5 [15].

Стоит заметить, что потеря устойчивости сложного узла необязательно произойдет по первой форме с минимальным коэффициентом запаса устойчивости, а также может возникнуть при других формах с большим коэффициентом запаса, ввиду того что расположение областей потери устойчивости для разных форм может быть различным [17].

В соответствии *EN* 1993-1-1:2005 *Cl.* 5.2.1 [18], минимальное предельное значение коэффициента запаса устойчивости при пластическом анализе равно 15. Однако, согласно верификационным расчетам для различных диафрагм и стенок, не являющихся несущими элементами узла, коэффициент запаса устойчивости должен быть не менее 3.

К СТАТЬЕ В. И. ЕРОФЕЕВА, П. А. ХАЗОВА, И. В. ШКОДА «НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ УЗЛА РЕБРИСТО-КОЛЬЦЕВОГО КУПОЛА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ СОПРЯЖЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ»

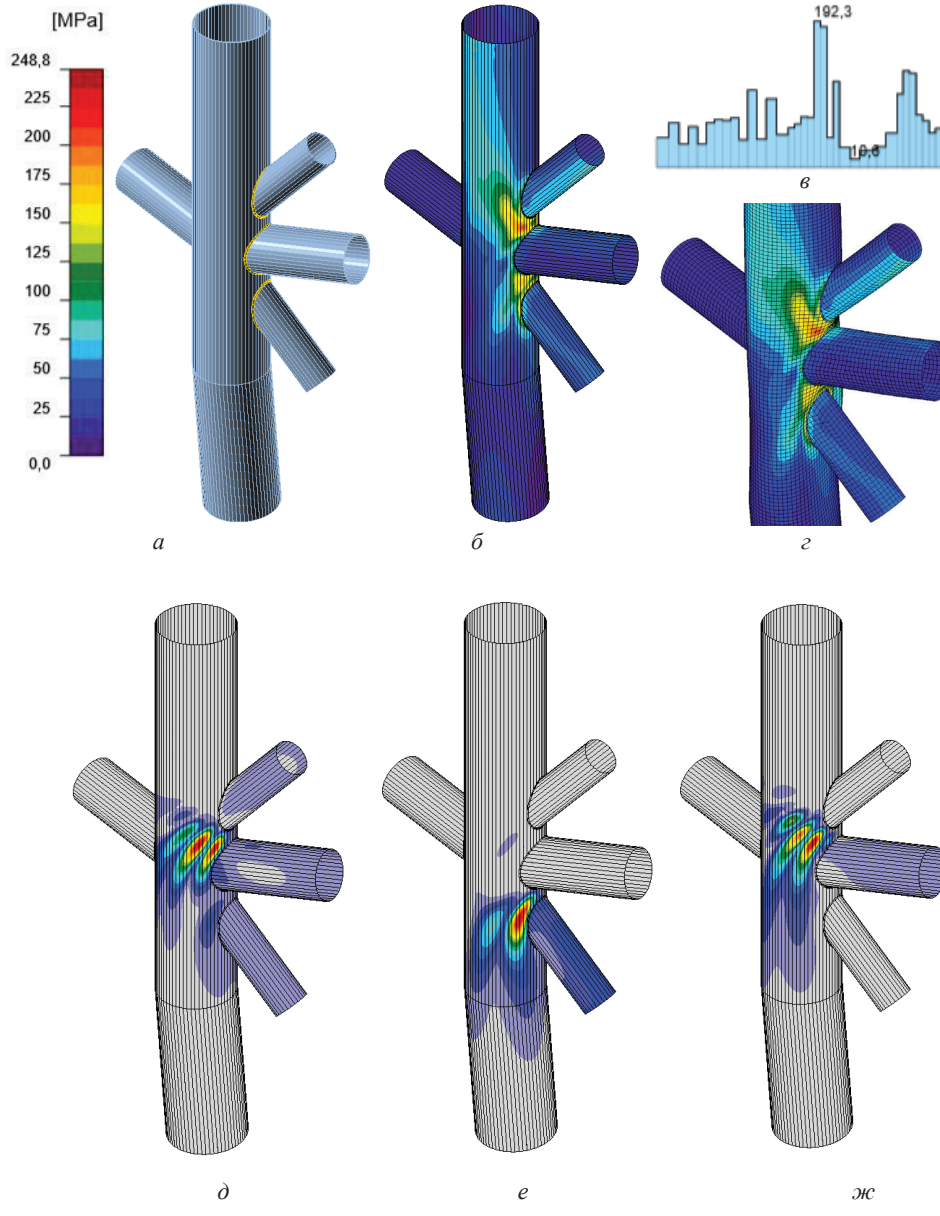


Рис. 1. Вариант 1: *а* – конструкция узла; *б* – распределение напряжений в узле; *в* – график изменения напряжений в наиболее нагруженном сварном шве, МПа; *г* – деформированная схема узла (масштаб деформаций x70); *д* – первая форма потери устойчивости узла; *е* – вторая форма потери устойчивости узла; *ж* – третья форма потери устойчивости узла

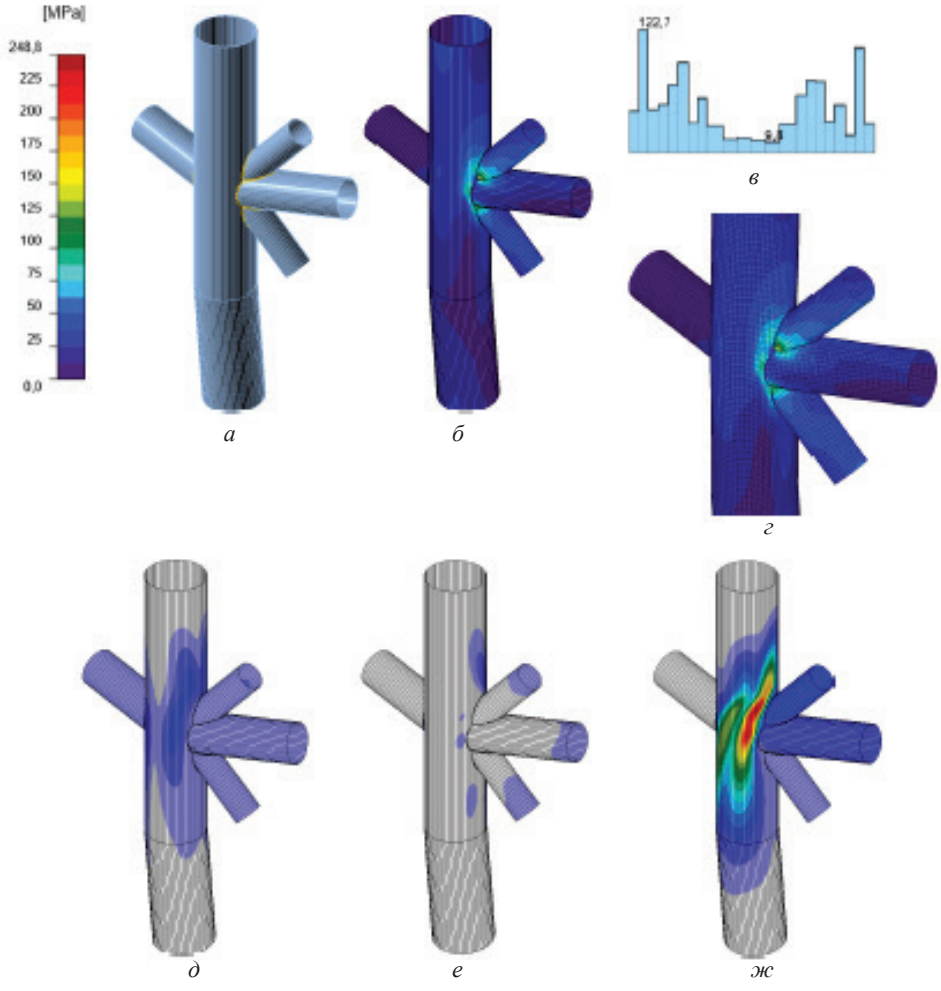


Рис. 2. Вариант 2: *а* – конструкция узла; *б* – распределение напряжений в узле; *в* – график изменения напряжений в наиболее нагруженном сварном шве, МПа; *г* – деформированная схема узла (масштаб деформаций x70); *д* – первая форма потери устойчивости узла; *е* – вторая форма потери устойчивости узла; *ж* – третья форма потери устойчивости узла

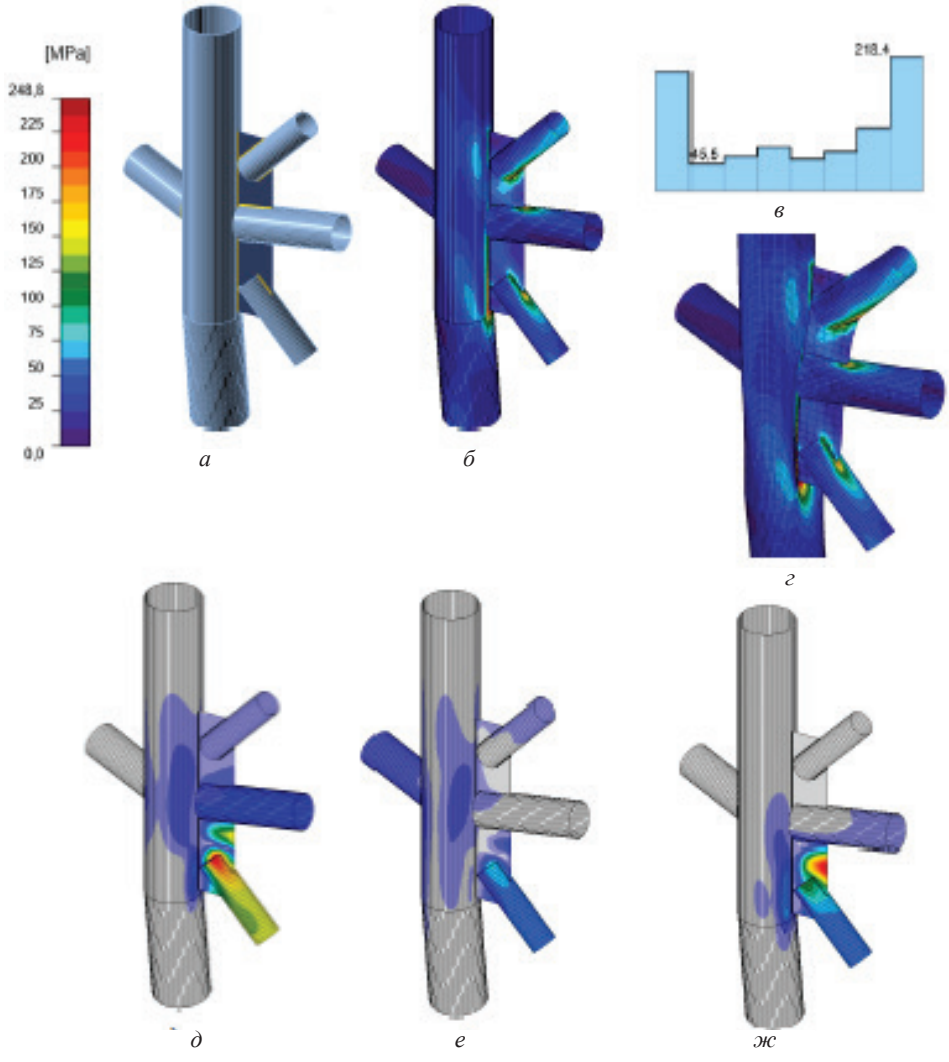


Рис. 3. Вариант 3: *а* – конструкция узла; *б* – распределение напряжений в узле; *в* – график изменения напряжений в наиболее нагруженном сварном шве, МПа; *г* – деформированная схема узла (масштаб деформаций x70); *д* – первая форма потери устойчивости узла; *е* – вторая форма потери устойчивости узла; *ж* – третья форма потери устойчивости узла

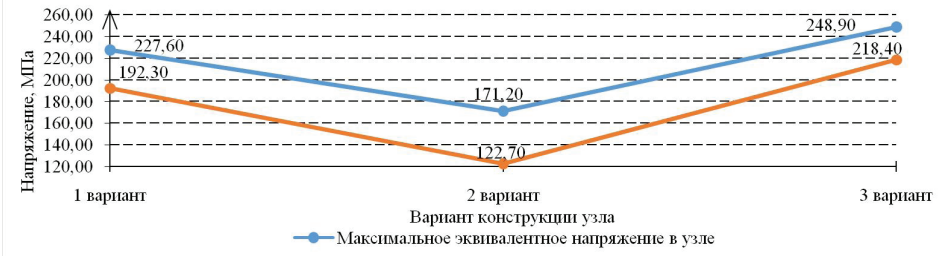


Рис. 4. График зависимости максимального напряжения в узле и в сварных швах

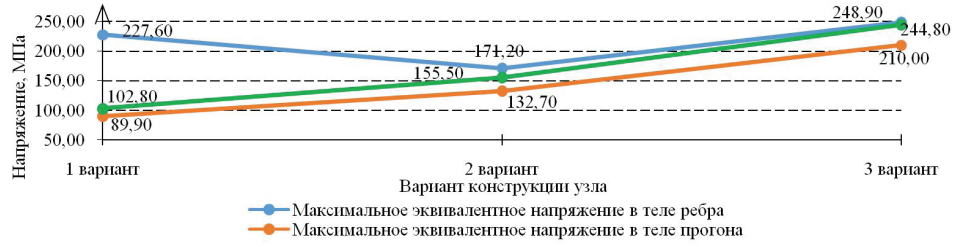


Рис. 5. График зависимости максимального напряжения в элементах конструкций

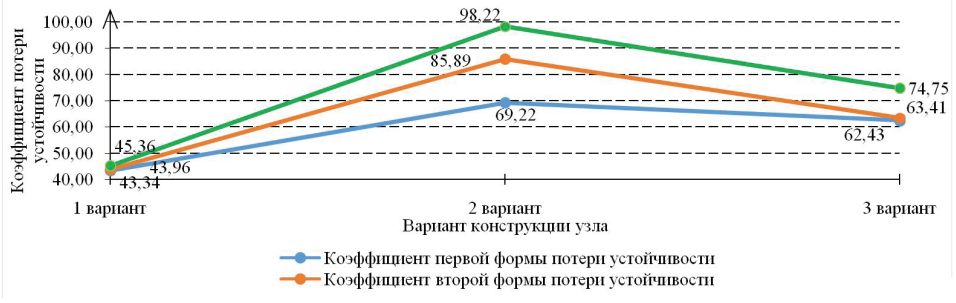


Рис. 6. График зависимости коэффициента потери устойчивости в элементах конструкций

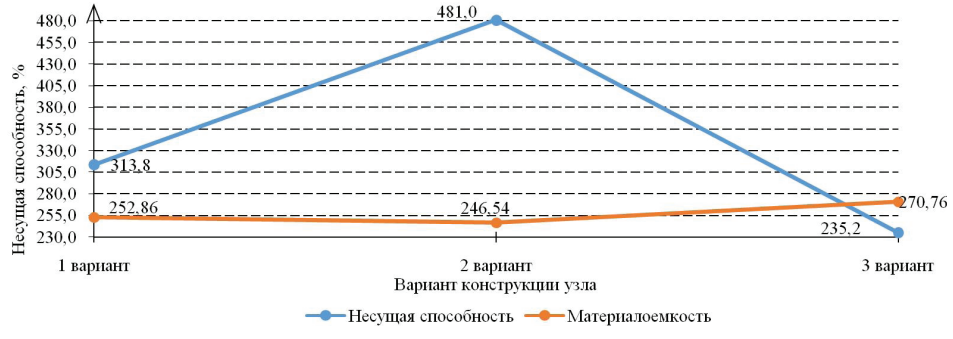


Рис. 7. График зависимости несущей способности и материалоемкости узла от варианта конструкций

В таблице и на рис. 4–7 цв. вклейки представлено сравнение основных деформативно-прочностных характеристик исследуемых вариантов узла. Для удобства сравнения надежности и экономической эффективности вариантов конструкции узла были введены коэффициенты К1 (отношение несущей способности узла к материалоемкости) и К2 (отношение несущей способности узла к трудозатратам на его изготовление).

Как видно, характер работы узлового соединения зависит от его конструктивного исполнения. На основании выполненного анализа могут быть сделаны следующие выводы:

– узел по первому варианту конструкции при большой несущей способности имеет наименьшую материалоемкость и трудоемкость. У данного узла коэффициенты К1 = 1,24 и К2 = 51,9;

– значения коэффициентов К1 = 1,95 и К2 = 65,7 у второго варианта узла выше, чем у исходного, несмотря на то, что трудоемкость изготовления такой конструкции превышает трудоемкость изготовления первого варианта узла;

– узел по третьему варианту имеет наибольшую материалоемкость, в то же время обладая наименьшей несущей способностью, что подтверждается наименьшими значениями коэффициентов К1 = 0,87 и К2 = 35,2.

Деформативно-прочностные характеристики

Характеристика	ед. изм.	1-й вариант	2-й вариант	3-й вариант
Максимальное эквивалентное напряжение в узле	МПа	227,60	171,20	248,90
Максимальное эквивалентное напряжение в теле ребра	МПа	227,60	171,20	248,90
Максимальное эквивалентное напряжение в теле прогона	МПа	89,90	132,70	210,00
Максимальное эквивалентное напряжение в теле связи	МПа	102,80	155,50	244,80
Максимальное эквивалентное напряжение в сварных швах	МПа	192,30	122,70	218,40
Коэффициент первой формы потери устойчивости	-	43,34	69,22	62,43
Коэффициент второй формы потери устойчивости	-	43,96	85,89	63,41
Коэффициент третьей формы потери устойчивости	-	45,36	98,22	74,75
Несущая способность	%	313,8	481,0	235,2
Материалоемкость	кг	252,86	240,22	270,76
К1 (коэффициент отношения несущей способности к материалоемкости)	-	1,24	1,95	0,87
Трудоемкость	чел-час	6,050	7,321	6,681
Трудоемкость	%	100	121,02	110,44
К2 (коэффициент отношения несущей способности к трудоемкости)	-	51,9	65,7	35,2

Примечания:

1. Для упрощения расчета материалоемкости длина труб элементов принята до 2 м.
2. При расчете трудоемкости в % за 100 % принят вариант с наименьшей трудоемкостью в чел-часах.

Таким образом, наиболее надежным и экономичным является второй вариант – узел со сдвинутыми к прогонам связями. Из чего следует, что для увеличения несущей способности необходимо стремиться не к наращиванию материалоемкости узла, а к усовершенствованию его конструкции.

Работа выполнялась при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 18-08-00715).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зинькова, В. А. Исследование напряженно-деформированного состояния бесфасоночных узлов трубчатых ферм / В. А. Зинькова, Н. В. Солодов. – Текст : электронный // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – С. 205. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=21162637.

2. Кузнецов, И. Л. Центральный узел верхнего пояса строительной фермы из стержней холодногнутого профиля / И. Л. Кузнецов, Р. Г. Гайнетдинов. – Текст : непосредственный // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2019. – № 1 (47). – С. 140–146.

3. Митрофанов, С. В. Работа узловых элементов структурной конструкции / С. В. Митрофанов. – Текст : электронный // Металлические конструкции. – 2012. – № 1 (42). – С. 17–25.– URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17784157.

4. Митрофанов, С.В.Работа узловых элементов структурной конструкции с элементами решетки выполненных из круглой трубы / С. В. Митрофанов. – Текст : непосредственный // Строительство, материаловедение, машиностроение. – 2012. – № 48. – С. 390–395.

5. Хазов, П. А. Анализ деформативно-прочностных характеристик монтажного узла ребристо-кольцевого купола из трубчатого профиля / П. А. Хазов, И. В. Шкода, Е. Н. Облетов, И. А. Самохвалов. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2020. – № 3. – С. 28–34.

6. Левенсон, Я. С. Рациональные узлы стальных трубчатых конструкций / Я. С. Левенсон. – Текст : непосредственный // За технический прогресс. – 1960. – № 12. – С. 25–32.

7. Цетлин, Б. С. Исследования напряженного состояния узловых соединений трубчатых конструкций: специальность 05.23.01 : автореферат диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук / Б. С. Цетлин. – Москва, 1972. – 23 с. – Текст : непосредственный.

8. Кархин, В. А. Концентрация напряжений в стыковых соединениях / В. А. Кархин, Л. А. Копельман. – Текст : непосредственный // Сварочное производство. – 1976. – № 2. – С. 6–7.

9. Левенсон, Я. С. Стальные трубчатые конструкции в строительстве / Я. С. Левенсон. – Новосибирск : Книжное издательство, 1957. – 127 с. – Текст : непосредственный.

10. Зинькова, В. А. Совершенствование трубчатых ферм с бесфасоночными узловыми соединениями: специальность 05.23.01 : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/ Зинькова Виктория Анатольевна. – Белгород, 2014. – 137 с.– Текст : непосредственный.

11. Ильясевич, С. А. Стальные конструкции из труб: экспериментально-теоретические исследования / С. А. Ильясевич. – Моква: Стройиздат, 1973. – 193 с. – Текст : непосредственный.

12. Брудка, Я. Трубчатые стальные конструкции / Я. Брудка. – Москва : Стройиздат, 1975. – 209 с. – Текст : непосредственный.

13. Шмидт, Д. Стальные трубы: справочное издание / Д. Шмидт ; перевод с немецкого. – Москва : Стройиздат, 1982. – 424 с. – Текст : непосредственный.

14. Czehowski, A. Etude de la resistance statique des assemblaqessondesencroix de profiles / A. Czehowski, J. Bzudrka // Construction Metalligue. – 1977. – № 3. – S. 17–26.

15. EN 1993-1-5 (2006) : Eurocode 3: Design of steel structures. Part 1–5. General rules – Plated structural elements / [Authority: The European Union per Regulation.– 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC].

16. EN 1993-1-6 (2007): Eurocode 3: Design of steel structures. Part 1–6. Strength and stability of shell structures / [Authority: The European Union per Regulation. – 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC].

17. Галишникова, В. В. Обобщенная геометрически нелинейная теория и численный анализ деформирования и устойчивости пространственных стержневых систем: специальность 05.23.17 : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Галишникова Вера Владимировна ; Московский государственный строительный университет. – Москва, 2011. – 355 с.

18. EN 1993-1-1 (2005): Eurocode 3: Design of steel structures. Part 1–1. General rules and rules for buildings / [Authority: The European Union Per Regulation. – 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC].

EROFEEV[1] Vladimir Ivanovich, doctor of physical and mathematical sciences, professor, director; KHAZOV[2] Pavel Alekseevich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of theory of structures and technical mechanics; SHKODA Irina Vasilevna, postgraduate student[1], assistant of the chair of theory of structures and technical mechanics[2]

STRESS-STRAIN STATE OF A RIBBED-RING DOME JOINT IN VARIOUS VARIANTS OF ELEMENT COUPLING

[1]Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences – Branch of Federal Research Center "Institute of Applied Physics of the RAS"
85, Belinsky St., Nizhny Novgorod, 603024, Russia. Tel.: +7 (831) 432-05-76;
e-mail: erof.vi@yandex.ru
[2]Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya, St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia.Tel.: +7 (831) 430-54-96;
e-mail: khazov..nngasu@mail.ru, ShkodaIrinaVasil@yandex.ru
Key words: round profile, stress-strain state, component method, stress, stability.

The article presents a comparative analysis of three different variants of elements jointing of a ribbed-ring dome made of round pipes. Deformation and strength characteristics, material consumption, and labor intensity were selected as comparison criteria. It is shown that, despite the complexity of manufacturing, the most reliable and economical option is the one with joints shifted to bearers.

REFERENCES

1. Zinkova V. A., Solodov N. V. Issledovanie napryazhyonno-deformirovannogo sostoyaniya besfasonochnykh uzlov trubchatykh ferm[Investigation of the stress-strain state of shapeless joints of tubular trusses // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Modern problems of science and education]. 2013. № 6. P. 205. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=21162637.

2. Kuznetsov I. L., Gaynetdinov R. G. Tsentralny uzel verkhnego poyasa stroitelnoy fermy iz sterzhney kholodnognutogo profilya [Central element of the upper belt of a construction truss made of cold-formed rods] // Izvestiya Kazan. gos. arkhitektur.-stroit. un-ta [News of Kazan State University of architecture and Civil Engineering]. 2019. № 1 (47). P. 140–146.

3. Mitrofanov S. V. Rabota uzlovykh elementov strukturnoy konstruktsii[Work of joint elements of a structural construction]. Metallicheskiekonstruktsii [Metal structures]. 2012. № 1 (42). P. 17–25. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17784157.

4. Mitrofanov S. V. Rabota uzlovykh elementov strukturnoy konstruktsii s elementami reshyotki, vypolnennykh iz krugloy truby [Work of joint elements of a structural construction with grid elements made of a round tube]. Stroitelstvo, materialovedenie, mashinostroenie

[Construction, materials science, mechanical engineering]. 2012. № 48. P. 390–395.

5. Khazov P.A., ShkodaI.V., OblyotovE. N., Samokhvalov I. A. Analiz deformativno-prochnostnykh kharakteristik montazhnogo uzla rebristo-koltsevogo kupola iz trubchatogo profilya [Analysis of the deformation-strength characteristics of a sub-assembly of a rib-annular dome of tubular profile] // Privolzhskiynauchnyzhurnal [Privolzhsky Scientific Journal] /Nizhegor. gos. arhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod, 2020. № 3. P. 56–64.

6. LevensonYa. S. Ratsionalnye uzly stalnykh trubchatykh konstruktsiy [Rational nodes of steel tubular structures]// Zatekhnicheskiy progress [For technological progress]. – 1960. № 12. P. 25–32.

7. Tsetlin B. S. Issledovaniy a napryazhyonnogo sostoyaniya uzlovykh soedineniy trubchatykh konstruktsiy [Studies of the stress state of element joints of tubular structures]: avtoref. dis. … kand. tekh. nauk: spetsialnost05.23.01. – Moscow, 1972, 23 p.

8. Karkhin V. A., Kopelman L. A. Kontsentratsiya napryazheniy v stykovykh soedineniyakh [Concentration of stresses in butt joints] // Svarochnoeproizvodstvo [Welding production]. 1976. № 2. P. 6–7.

9. LevensonYa. S. Stalnye trubchatye konstruktsii v stroitelstve [Steel tubular structures in construction]. Novosibirsk: Knizhnoeizdatelstvo, 1957, 127 p.

10. Zinkova V. A. Sovershenstvovanie trubchatykhferm s besfasonochnymi uzlovymi soedineniyami [Improvement of tube trusses with shapeless junctions]: dis. …kand. tekh. nauk: spetsialnost 05.23.01. Belgorod, 2014, 137 p.

11. Ilyasevich S. A. Stalnye konstruktsii iz trub: eksperimentalno-teoreticheskie issledovaniya [Steel structures made of pipes: experimental and theoretical research]. – Moscow: Stroyizdat, 1973, 193 p.

12. Brudka Ya. Trubchatye stalnye konstruktsii [Tubular steel constructions]. – Moscow: Stroyizdat, 1975, 209 p.

13. Shmidt D. Stalnye truby [Steel pipes]: sprav. izd., per s nem.– Moscow: Stroyizdat, 1982, 424 p.

14. Czehowski A. Etude de la resistance statique des assemblaqessondesencroix de profiles [Study of the static resistance of cross-section probe assemblies] / A. Czehowski, J. Bzudrka // Construction Metalligue [Metallic Construction]. 1977. № 3. S. 17–26.

15. EN 1993-1-5 (2006) (English): Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-5: General rules - Plated structural elements [Authority: The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC].

16. EN 1993-1-6 (2007) (English): Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-6: Strength and stability of shell structures [Authority: The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC].

17. Galishnikova V. V. Obobschyonnaya geometricheski nelineynaya teoriya i hislenny analiz deformirovaniya i ustoychivosti prostranstvennykh sterzhnevykh sistem [Generalized geometrically nonlinear theory and numerical analysis of deformation and stability of spatial rod systems]: dis. dok. tekh. nauk: spetsialnost 05.23.17; Moskovskiy gosudarstvenny stroitelny universitet.– Moscow, 2011, 355 p.

18. EN 1993-1-1 (2005) (English): Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings [Authority: The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC].

© В. И. Ерофеев, П. А. Хазов, И. В. Шкода, 2020

Получено: 17.09.2020 г.

УДК 624.074

В. Д. АНТОШКИН, д-р техн. наук, доц., зав. кафедрой зданий, сооружений и автомобильных дорог; И. В. ЕРОФЕЕВА, канд. техн. наук, ст. преподаватель; М. В. ГОРИНА, студент

ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕУГОЛЬНОЙ СЕТИ НА СФЕРЕ С ОПОРНЫМИ УЗЛАМИ НА ОДНОМ УРОВНЕ

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева»
Россия, 430005, г. Саранск, ул. Большевистская, д. 68. Тел.: (8342) 24-37-32; факс: (8342) 47-29-13; эл. почта: antovd@mail.ru
Ключевые слова: сферическая оболочка, треугольная геометрическая сеть, описанная окружность, правильный шестиугольник, разрезка, купол.

Приведен один из методов образования треугольных сетей на сфере. Поставлены условия задачи специфического размещения треугольной сети на сфере. Критерием оценки эффективности решения задачи является минимальное число типоразмеров панелей купола, возможность укрупнительной сборки и предварительного напряжения. Дано решение одного варианта задачи размещения треугольной сети в совместимом сферическом треугольнике и, соответственно, на сфере. Задача выравнивания опор на одном уровне может быть решена размещением в системе правильных шестиугольников и пятиугольников неправильных шестиугольников, вписанных в окружности минимальных размеров.

В кристаллическом куполе на основе 320-гранника имеется возможность такого размещения неправильных шестиугольников и правильных пятиугольников, с сохранением минимального числа типоразмеров, которое обеспечит эффективное расположение опорных узлов значительно ниже экватора и на одном, вполне определенном уровне (рис. 1). Если анализировать возможность такого варианта треугольной сети на сфере, приходим к выводу, что, если вершины граней правильного двадцатигранника и середины сторон его граней у экватора имеют равный шаг в виде секторов 36°, то это условие будет выполняться, если дуги A_1A_2 и B_1B_2 будут равны и симметрично расположены относительно границ этих секторов, с осью, проходящей по точке O_2, находящейся на экваторе (т. е. будут иметь значения $x+x$, как на рис. 2).

На схемах (рис. 1 и 2) приведено размещение описанных окружностями пятиугольника и шестиугольника в сферическом треугольнике (совместимом сегменте [1–4] сферического икосаэдра) с внутренними углами 36, 90 и 60°.

Указанное размещение центров окружностей, описывающих неправильные и правильные шестиугольники, выполним для разрезки в виде 320-гранника (рис. 1). При условии известного расположения центров окружностей и, соответственно, плоских пятиугольника и шестиугольника, задача формирования треугольной сети на сфере с центрами узлов, расположенных на окружности, параллельной окружности экватора (т. е. на одной отметке), сводится к решению системы уравнений в сферических треугольниках на совместимом сегменте сферы (рис. 2).

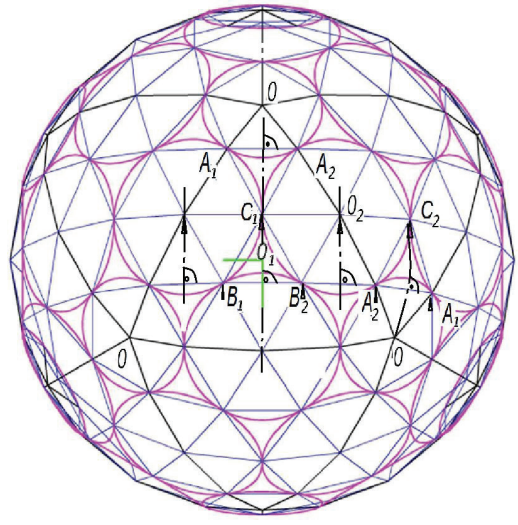


Рис. 1. Сфера, составленная из совместимых сферических треугольников (сегментов, представляющих собой 1/6 грани икосаэдра), с разрезкой треугольной сети в виде 320-гранника, имеющая 4 типоразмера элементов или 2 типоразмера монтажных элементов (всего 4 типоразмера): Оо – центр грани икосаэдра и панели в виде правильного треугольника на сфере; О, O_2, – центры монтажных панелей в виде плоских шестиугольников и пятиугольников в сегменте с внутренними углами 36, 90, 60°

Размещение равнобедренных треугольников в сферических неправильных шестиугольниках, вписанных в окружности (т. е. таких, которые соответствуют по периметру плоским шестиугольникам), проведем на примере разрезки, показанной на рис. 1, 3 и 4, и ее фрагменте, показанном на рис. 2. Предварительно определим параметры на одной шестой грани правильного двадцатигранника ООО, вписанного в сферу, на сферическом треугольнике O_1OO_2. По условию, внутренние углы треугольника $O = 36^0$, $O_1 = 60°$, $O_2 = Z + 2Y = 90°$, дуга $d = a + b$.

Используя известные выражения Непера [14–20] для сторон и углов прямоугольных сферических треугольников, получим

$$\sin 36^0 \sin a = \sin x, \tag{1}$$
$$\sin 60^0 \sin z = \sin x,$$

где a и b – радиусы окружностей, описывающих шестиугольники и пятиугольники, в виде полярного угла; x, y, c и d – катеты прямоугольных сферических треугольников в виде полярных углов; $2y$ и z – гипотенузы в виде полярных углов.

Из треугольников в центре грани O_1DC_1, CDO_2 и $O_1C_1O_2$ найдем связи величины с и искомых дуг b, z и x

$$\cos b = \cos c \cos z + \sin c \sin z \cos 60^0 . \tag{2}$$

Из прямоугольных тругольников $C_1 DO_2$ и $C_1 D O_1$ и уравнения (1)

$$\sin 60^0 \sin z = \sin 36^0 \sin a. \tag{3}$$

Проведем преобразования системы уравнений, используя формулы (1, 2 и 3) сферической тригонометрии [5–20]

$$\sin z = \frac{\sin 36^0 \sin a}{\sin 60^0}; \tag{4}$$

откуда

$$\cos z = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 36^0}{\sin^2 60^0}\sin^2 a}\ ; \qquad (5)$$

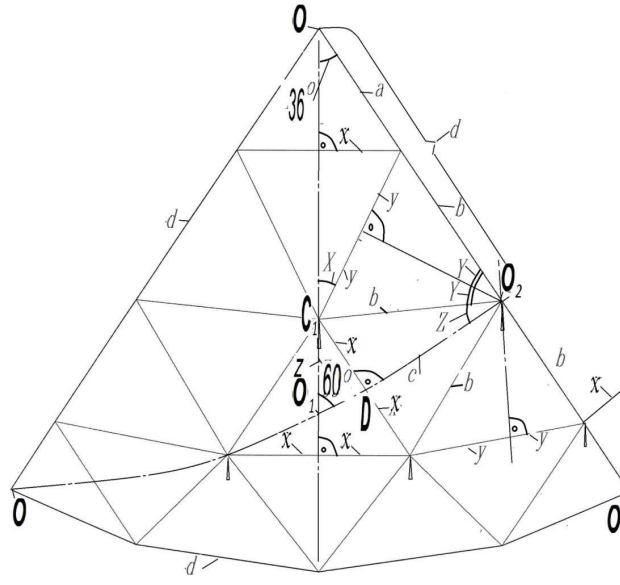


Рис. 2. Определение расположения ребер многогранника в сферическом треугольнике 36-60-90° для условия опорных узлов, расположенных на одном уровне от экватора сферы

Так как $b = d - a$, подставим в уравнение (2) соотношения (3), (4 и 5)

$$\cos(d - a) = \cos c \sqrt{1 - \frac{\sin^2 36^0}{\sin^2 60^0}\sin^2 a} + \sin c \frac{\sin 36^0 \sin a}{\sin 60^0} \cos 60^0 .$$

Обозначим $n = \dfrac{\sin 36^0}{\sin 60^0}$;

$\cos(d - a) = \cos c \sqrt{1 - n^2 \sin^2 a} + n \sin c \sin a \cos 60^0$.

Откуда

$\cos d \cos a + \sin d \sin a = \cos c \sqrt{1 - n^2 \sin^2 a} + n \sin c \sin a \cos 60^0$;

$\cos d \cos a - (n \sin c \cos 60^0 - \sin d) \sin a = \cos c \sqrt{1 - n^2 \sin^2 a}$;

$[\cos d \cos a - (n \sin c \cos 60^0 - \sin d) \sin a]^2 = \cos^2 c (1 - n^2 \sin^2 a)$;

$\cos^2 d \cos^2 a - 2 \cos d \cos a (n \sin c \cos 60^0 - \sin d) \sin a +$

$+ (n \sin c \cos 60^0 - \sin d)^2 \sin^2 a = \cos^2 c (1 - n^2 \sin^2 a)$;

$(n \sin c \cos 60^0 - \sin d)^2 \sin^2 a - 2\cos d \sqrt{1 - \sin^2 a} (n \sin c \cos 60^0 - \sin d) \sin a +$

$+ (n \sin c \cos 60^0 - \sin d)^2 \sin^2 a = \cos^2 c (1 - \sin^2 a)$;

$\cos^2 d (1 - \sin^2 a) - \cos^2 c (1 - n^2 \sin^2 a) + (n \sin c \cos 60^0 - \sin d)^2 \sin^2 a =$

$= 2\cos d \sqrt{1 - \sin^2 a} (n \sin c \cos 60^0 - \sin d) \sin a$;

$[\cos^2 d - \cos^2 d \sin^2 a - \cos^2 c (1 - n^2 \sin^2 a) + (n \sin c \cos 60^0 - \sin d)^2 \sin^2 a]^2 =$

$= 4 \cos^2 d (1 - \sin^2 a) (n \sin c \cos 60^0 - \sin d)^2 \sin^2 a$;

$\{\cos^2 d - \cos^2 c (1 - n^2 \sin^2 a)^2 + [n \sin c \cos - \sin d)^2 - \cos^2 d] \sin^2 a\}^2 =$

$= 4 \cos^2 d (1 - \sin^2 a) (n \sin c \cos 60^0 - \sin d)^2 \sin^2 a$;

$\{[\cos^2 d - \cos^2 c + \cos^2 c\, n^2 \sin^2 a] + [(n \sin c \cos 60^0 - \sin d)^2 - \cos^2 d] \sin^2 a\}^2 =$

$= 4 \cos^2 d (1 - \sin^2 a) (n \sin c \cos 60^0 - \sin d)^2 \sin^2 a$;

$[\cos^2 d - \cos^2 c + \cos^2 c\, n^2 \sin^2 a]^2 + 2[(n \sin c \cos 60^0 - \sin d)^2 - \cos^2 d] \sin^2 a\}^2] *$
$*\sin^2 a\, [\cos^2 d - \cos^2 c + \cos^2 c\, n^2 \sin^2 a] + [(n \sin c \cos 60^0 - \sin d)^2 - \cos^2 d]^2 \sin^4 a =$
$= 4 \cos^2 d\, (1 - \sin^2 a)(n \sin c \cos 60^0 - \sin d)^2 \sin^2 a.$

Обозначим $t = \sin a$, $m = (n \sin c \cos 60^0 - \sin d)^2 - \cos^2 d$,
$p = \cos^2 d - \cos^2 c$.

$(p + n^2 \cos^2 ct^2)^2 + 2mt^2 (p + n^2 \cos^2 ct^2) + m^2 t^4 = 4[m + \cos^2 d]\cos^2 d\, (t^2 - t^4);$
$p^2 + 2pn^2 \cos^2 ct^2 + n^4 \cos^4 c\, t^4 + 2pmt^2 + 2mn^2 \cos^2 ct^4 + m^2 t^4 =$
$= 4\, m\cos^2 dt^2 - 4\, m\cos^2 d\, t^4 + 4 \cos^4 d\, t^2 - 4 \cos^4 d\, t^4;$
$(n^4 \cos^4 c + 2\, m\, n^2 \cos^2 c + 4\, m \cos^2 d + m^2 + 4 \cos^4 d)\, t^4 + [2p\, (n^2 \cos^2 c +$
$+ m) - 4\, m \cos^2 d - 4 \cos^4 d]\, t^2 + p^2 = 0.$

Рис. 3. Тентовый купол паркового павильона пролетом 8,1 м с опорами одного уровня

Обозначим $\beta_1 = n^4 \cos^4 c + 2\, m\, n^2 \cos^2 c + 4\, m \cos^2 d + m^2 + 4 \cos^4 d;$

$$\beta_2 = 2p\, (n^2 \cos^2 c + m) - 4\, m \cos^2 d - 4 \cos^4 d. \quad (6)$$

Получим биквадратное уравнение относительно функции $\sin^2 a$.

$$\beta_1\, t^4 + \beta_2\, t^2 + p^2 = 0. \quad (7)$$

Уравнение (7) решается в явном виде [5, 11–19].

Подставим $d = 31{,}71747441146^0$, $c = 20{,}90515744789^0$.

$$0{,}49883899812510278e{+}28)t^4 - 0{,}4268489762778023\, t^2 + 0{,}022222222 = 0.$$

Сделаем замену $y = t^2$, тогда биквадратное уравнение примет вид

$$0{,}49883899812510278e + 28y^2 - 0{,}42684897627780233y + 0{,}022222222 = 0.$$

Решение уравнения: $t = 0{,}235978$, $a = 13{,}649279529197^0$.

Сопоставление характеристик, которые имеет указанный купол, с другими, показывает, что число типоразмеров стержней купола остается неизменным [5, 10]. Зато число монтажных элементов по сравнению с другими эффективными разрезками уменьшается в полтора раза и становится равным трем, число типоразмеров узлов уменьшается тоже в полтора раза, а опорных узлов – в два раза. Купола с опорными узлами на одном собираются из укрупненных элементов, которые, в свою очередь, собираются из трубчатых стержней (рис. 3, 4).

Из плоскости панелей предлагаемые соединения на сварке обеспечивают монтажную жесткость. Панели трех типоразмеров (один из них симметричный со входом) собираются в кондукторах. Таким образом, при монтаже собираются пять типов отправочных марок, три из которых опорные и две рядовые.

Предлагаемое решение разрезки позволяет значительно упростить решения опорных узлов, а также производить укрупнительную сборку элементов купола, так как основания пятиугольных и шестиугольных пирамид остаются плоскими.

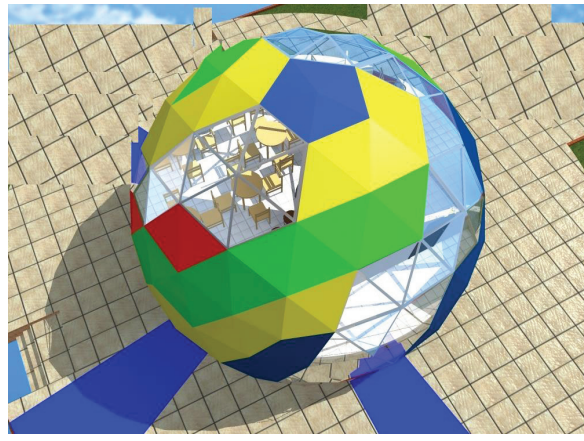


Рис. 4. Купол кафе пролетом 10 м с опорами одного уровня

Конструкции подобной разрезки могут быть применены как в легких покрытиях зданий, так и в ограждающих и несущих пространственных конструкциях отапливаемых зданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. The problem optimization triangular geometric line field / V. D. Antoshkin, V. I. Travush, V. T. Erofeev, V. I. Rimshin, V. L. Kurbatov // Modern Applied Science. – 2015. – Vol. 9, № 3. С. 46–50.

2. Антошкин, В. Д. Эффективные конструктивно-технологические решения сборных сферических куполов / В. Д. Антошкин. – Текст : непосредственный // Региональная архитектура и строительство. – 2015. – № 3 (24). – С. 112–121.

3. Перспективные конструктивно-технологические решения сборных сферических оболочек / В. Д. Антошкин, С. С. Гудожников, О. И. Перфильева, И. В. Ерофеева. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы архитектуры и строительства : материалы 13 международной научно-технической конференции : в 2 частях. – 2014. – С. 4–15.

4. Антошкин, В. Д. Способ монтажа криволинейной конструкции / В. Д. Антошкин, Г. В. Курбаков, В. С. Бочкин. – Текст : непосредственный // Stredoevropsky Vestnik pro Vedu a Vyzkum. – 2015. – Том 83. – С. 1.

5. Патент № 129534. Российская Федерация. Сборная сферическая оболочка : опубл. 27.06.2013 / В. И. Травуш, В. Д. Антошкин, В. Т. Ерофеев ; заявитель и патентообразователь Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Текст : непосредственный.

6. Патент № 2520192. Российская Федерация. Сборная сферическая оболочка : опубл. 27.07.2013 / В. И. Травуш, В. Д. Антошкин, В. Т. Ерофеев ; заявитель и патентообразователь Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Текст : непосредственный.

7. Патент № 2564545. Российская Федерация. Сборная сферическая оболочка : опубл. 28.07.2014 / В. И. Травуш, В. Д. Антошкин, И. В. Ерофеев, Д. В. Антошкин ; заявитель и патентообразователь Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Текст : непосредственный.

8. Патент № 2653126. Российская Федерация. Сборная сферическая оболочка : опубл. 07.06.2017 / В. И. Травуш, В. Д. Антошкин, И. В. Ерофеева, Д. В. Антошкин [и др.] ; заявитель и патентообразователь Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Текст : непосредственный.

9. Современные конструктивно-технологические решения сферических оболочек /

В. И. Травуш, В. Д. Антошкин, В. Т. Ерофеев, С. С. Гудожников. – Текст : непосредственный // Строительство и реконструкция. – 2012. – № 6 (44). – С. 45–55.

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

11. Антошкин, В. Д. Конструктивно-технологические решения сборных сферических оболочек : автореферат диссертации доктора технических наук / В. Д. Антошкин ; Юго-Западный государственный университет. – Курск, 2018. – 36 с. – Текст : непосредственный.

12. Антошкин, В. Д. Сборные сферические оболочки из шестиугольных панелей / В. Д. Антошкин, А. Г. Коновалов. – Т екст : непосредственный // Огарев-Online. – 2015. – № 13 (54). – С. 6.

13. Травуш, В. И. Геодезические купола из парных арок одинакового радиуса / В. И. Травуш, В. Д. Антошкин, А. Ю. Святкина. – Текст : непосредственный // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2018. – № 6(20). – С. 98–106.

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

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

16.Travush, V. I. To the problem 5 of emplacement of triangular geometric net on the sphere / V. I. Travush, V. D. Antoshkin // MATEC Web of Conferences 106, 02003 (2017). – DOI: 10.1051/matecconf./201710602010.

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

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

19. Travush, V. I. Geodesic domes of a pair of arches of the same radius / V. I. Travush, V. D. Antoshkin, A. Yu. Svyatkina // Bulletin of Tomsk state University of Architecture and construction. –2018. – № 6 (20). – С. 98–106.

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

ANTOSHKIN Vasily Dmitrievich, doctor of technical sciences, associate professor, holder of the chair of buildings, structures and highways; EROFEEVA Irina Vladimirovna, candidate of technical sciences, senior teacher; GORINA Mariya Vyacheslavovna, student

EMPLACEMENT OF A TRIANGULAR GEOMETRIC NET ON A SPHERE WITH NODES ON THE SAME LEVEL

Ogarev National Research Mordovian State University
68, Bolshevistskaya St., Saransk, 430005, Russia. Tel.: +7 (8342) 243732;
fax: +7 (8342) 472913; e-mail: antovd@mail.ru
Key words: spherical shell, triangular geometric network, circumscribed circle, regular hexagon, cut, dome.

One of the methods of formation of triangular networks in the field is investigated. Conditions of the problem of locating a triangular network in the area are delivered. The criterion for assessing the effectiveness of the solution of the problem is the minimum number of sizes of the dome panels, the possibility of pre-assembly and pre-stressing. The solution of the problem of one embodiment of a triangular network of accommodation in a compatible spherical triangle and, accordingly, on the sphere. Task align the supports at one level can be resolved by placement in the regular hexagons and irregular pentagons hexagons inscribed in a circle of minimum size.

REFERENCES

1. Antoshkin V. D., Travush V. I., Erofeev V. T., Rimshin V. I., Kurbatov V. L. The problem optimization triangular geometric line field // Modern Applied Science. – 2015. T. 9. № 3. – P. 46–50.

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

3. Antoshkin V. D., Gudozhnikov S. S., Perfileva O. I., Erofeeva I. V. Perspektivnye konstruktivno-tekhnologicheskie resheniya sbornykh sfericheskikh obolochek [Advanced technological solutions of prefabricated spherical shells] / Aktualnye voprosy arkhitektury i stroitelstva [Actual problems of architecture and construction] : materialy 13 mezhdunar. nauchno-tekhnich. konf. : v 2 chastyakh. 2014. P. 4–15.

4. Antoshkin V. D., Kurbakov G. V., Bochkin V. S. Sposob montazha krivolineynoy konstruktsii [Method of installation of curved design]. Stredoevropsky Vestnik pro Vedu a Vyzkum. – 2015. Vol. 83, p 1.

5. Patent № 129534. Rossiyskaya Federatsiya. Sbornaya sfericheskaya obolochka [Prefabricated spherical shell] : opubl. 27.06.2013/ V. I. Travush, V. D. Antoshkin, V. T. Erofeev ; zayavitel i patentoobrazovatel Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t.

6. Patent № 2520192. Rossiyskaya Federatsiya. Sbornaya sfericheskaya obolochka [Prefabricated spherical shell] : opubl. 27.07.2013/ V. I. Travush, V. D. Antoshkin, V. T. Erofeev ; zayavitel i patentoobrazovatel Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t.

7. Patent № 2564545. Rossiyskaya Federatsiya. Sbornaya sfericheskaya obolochka [Prefabricated spherical shell] : opubl. 28.07.2014/ V. I. Travush, V. D. Antoshkin, V. T. Erofeev, D. V. Antoshkin ; zayavitel i patentoobrazovatel Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t.

8. Patent № 2653126. Rossiyskaya Federatsiya. Sbornaya sfericheskaya obolochka [Prefabricated spherical shell] : opubl. 07.06.2017/ V. I. Travush, V. D. Antoshkin, I. V. Erofeeva, D. V. Antoshkin, et al. ; zayavitel i patentoobrazovatel Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t.

9. Travush V. I., Antoshkin V. D., Erofeev V. T., Gudozhnikov S. S. Sovremennye konstruktivno-tekhnologicheskie resheniya sfericheskikh obolochek [Modern constructive and technological solutions of spherical shells] // Stroitelstvo i rekonstruktsiya [Construction and reconstruction]. 2012. № 6 (44). P. 45–55.

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

11. Antoshkin V. D. Konstruktivno-tekhnologicheskie resheniya sbornykh sfericheskikh obolochek [Constructive-technological solutions of prefabricated spherical shells]: avtoreferat dissertatsii dok. tekhnich. nauk; Yugo-Zapad. gos. un-t. Kursk: 2018, 36 p.

12. Antoshkin V. D., Konovalov A. G. Sbornye sfericheskie obolochki iz shestiugolnykh paneley [Prefabricated spherical shell of hexagonal panels] // Ogarev-Online. – 2015. № 13 (54), p. 6.

13. Travush V. I., Antoshkin V. D., Svyatkina A. Yu. Geodezicheskie kupola iz parnykh arok odinakovogo radiusa [Geodesic domes of pair arches of the same radius] / Vestnik Tomskogo

gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitelnogo universiteta [Bulletin of the Tomsk State University of Architecture and Construction]. 2018. № 6 (20), p. 98–106.

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

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

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

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

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

19. Travush, V. I. Antoshkin V. D., Svyatkina A. Yu. Geodesic domes of a pair of arches of the same radius / Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Construction. 2018. – № 6 (20). – С. 98–106.

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

© В. Д. Антошкин, И. В. Ерофеева, М. В. Горина, 2020

Получено: 21.10.2020 г.

УДК 692.47

А. И. КОЛЕСОВ, канд. техн. наук, проф., зав. кафедрой строительных конструкций; Е. А. СОКОЛОВА, студент

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРЕЛЫ ПРОВЕСА И ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ОДНОПОЯСНОГО ИЗГИБНО-ЖЕСТКОГО ВИСЯЧЕГО ПОКРЫТИЯ БЕЗ ЦЕНТРАЛЬНОЙ СТОЙКИ БОЛЬШЕПРОЛЕТНОГО ЗДАНИЯ КРУГЛОГО В ПЛАНЕ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-52-76;
эл. почта: k_mk@nngasu.ru, ekaterinnnaa@mail.ru

Ключевые слова: изгибно-жесткий элемент, перемещения, стрела провеса, полный прогиб, SCAD, конечно-элементное моделирование.

Приводится сравнительный анализ перемещений, полных прогибов, поперечных сечений однопоясного висячего покрытия проектируемого здания без центральной стойки при изменении криволинейной формы изгибно-жесткого радиального элемента. В ходе исследования определена такая форма, при которой расход стали минимальный.

Проектируемое здание – многофункциональный спортивный комплекс на 3 400 зрительских мест, представляющий собой здание круглое в плане с выступающими частями террасы. Фрагмент плана представлен на рис. 1. Здание имеет два вида кровли: плоскую (на рис. 1 не представлена) и пространственную (однопоясное висячее покрытие без центральной стойки).

Несущие колонны наружного опорного контура висячего покрытия установлены с шагом 5,316 метров. В качестве висячего покрытия применена однопоясная система с изгибно-жесткими радиальными элементами без центральной стойки, которая перекрывает зрительный зал пролетом 60 метров. Восприятие распора обеспечивается наружным опорным контуром висячего покрытия. Гнутые двутавры шарнирно прикреплены концами к внешнему неподвижному железобетонному кольцу и внутреннему стальному кольцу. Прогоны крепятся жестко к радиальным элементам в одном уровне. Состав покрытий представлен на рис. 2.

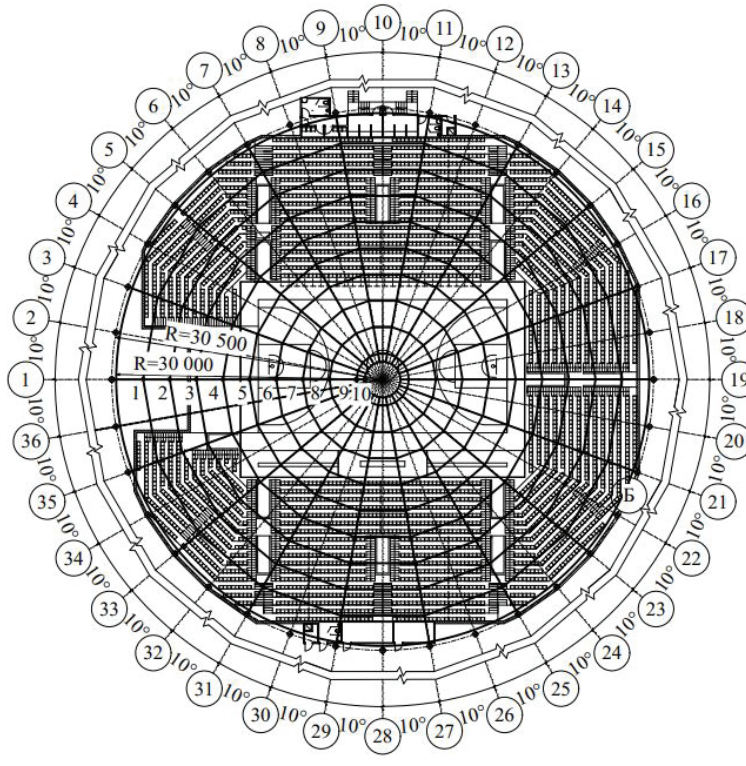


Рис. 1. Фрагмент плана проектируемого здания на отметке +9,800

Работу радиального изгибно-жесткого покрытия можно рассмотреть как внецентренно растянутую. Изгибно-жесткому элементу растягиваемой конструкции в процессе изготовления на заводе придается изогнутая форма, собранная из отдельных марок в монтажную конструкцию. В изогнутом виде она устанавливается в проектное положение [1].

Для проектируемого спортивного комплекса статический и конструктивный расчет выполнен численным методом с помощью программного комплекса SCAD, с разбивкой радиальных элементов покрытия на стержневые конечные элементы. Конечно-элементная модель показана на рис. 3. Полная стрела провеса задавалась у центрального кольца величиной 3 м, которая диктовалась высотой зала в пролете и вычислялась в каждом узле конечных элементов радиального стержня. Нумерация узлов представлена на рис. 1.

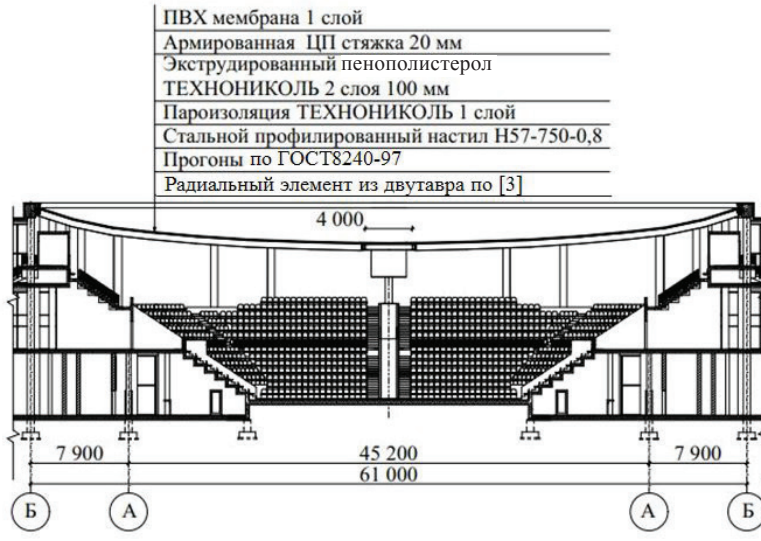


Рис. 2. Фрагмент продольного разреза проектируемого здания

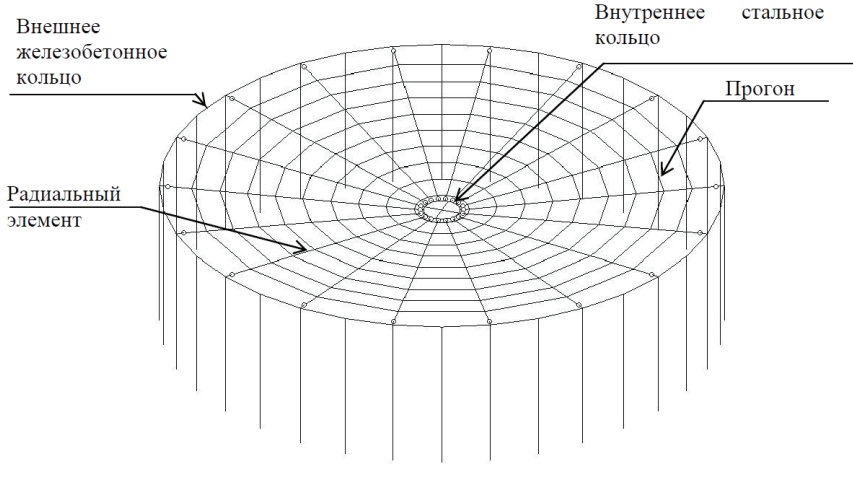


Рис. 3. Конечно-элементная модель, запроектированная в ППП SCAD

Для расчета конструкций по предельным состояниям первой и второй групп составлялись неблагоприятные сочетания нагрузок с коэффициентами сочетаний по п. 6 [2].

Нагрузка от снега и веса кровли задана на радиальный элемент с учетом грузовых площадей в форме треугольника, на прогоны – в форме трапеции. На внутреннее стальное кольцо нагрузка приведена к равномерно распределенной. На радиальные элементы нагрузка передается через прогоны со своими грузовыми площадями.

Нагрузка от кровли принята в зависимости от состава кровли и шага прогонов.

Нормативное значение снеговой нагрузки на покрытие определено по формуле 10.1 [2], в соответствии со схемой определения коэффициента μ для висячих

покрытий цилиндрической формы рис. Б.13 [2].

Нагрузка от снегового покрова представлена в 2 вариантах: от равномерного и неравномерного распределения снега.

Таким образом, предусмотрены 4 загружения:

1) собственного веса элементов покрытия ($L1$);

2) нагрузка от кровли ($L2$);

3) снег (вариант 1: равномерное распределение) ($L3$);

4) снег (вариант 2: неравномерное распределение) ($L4$).

Расчет производился на следующие сочетания нагрузок:

С1: $1\cdot(L1) + 1\cdot(L2) + 1\cdot(L3)$;

С2: $1\cdot(L1) + 1\cdot(L2) + 1\cdot(L4)$.

В данном расчете ветровая нагрузка не учитывалась.

В [2] вертикальные предельные перемещения элементов висячего покрытия не нормируются; примем условие, обозначенное формулой:

$$w \leq \frac{1}{200} \leq \frac{60000}{200} \leq 300 \text{ мм}, \quad (1)$$

где w – перемещение элемента конструкции.

Стрела провеса не должна превышать значение

$$\frac{1}{15} \leq \frac{60\,000}{15} \leq 4\,000 \text{ мм}. \quad (2)$$

На начальном этапе конструктивные элементы подбираются исходя из архитектурно-планировочного решения следующим образом: радиальный элемент – двутавр 60Ш3, внутреннее кольцо – двутавр 50Ш2, форма радиального элемента – прямолинейная. Затем выполняется проверка выбранных сечений по 1-й группе предельных состояний. Так как проверка не выполняется, производится подбор требуемых сечений в программе «Кристалл» ППП SCAD от максимальных усилий, полученных в предыдущем расчете. После этого выполняем проверку подобранных сечений по 2-й группе предельных состояний. В результате расчетов получена кривая полных прогибов от наиболее неблагоприятного сочетания усилий, которая используется в приближении № 1 в качестве исходной формы.

Затем, в каждом приближении корректируется стрела провеса радиального элемента максимально приближенно к кривой полных прогибов, полученной в предыдущем приближении от наиболее неблагоприятного сочетания нагрузок. После этого выполняется линейный расчет, и выбираются максимальные усилия, действующие на радиальный элемент и внутреннее кольцо. Исходя из полученных значений усилий, в программе «Кристалл» ППП SCAD выполняется подбор сечений рассматриваемых элементов из стали С255 в соответствии с [3]. В конечно-элементной модели изменяются жесткостные характеристики в соответствии с полученными данными. В завершение выполняется линейный расчет и проверка по 2-й группе предельных состояний, и определяются в каждом узле вертикальные перемещения, вычисляется полный прогиб путем сложения заданной стрелы провеса и полученных вертикальных перемещений.

Задача заключалась в итерационном поиске таких профилей двутавров для радиального стержня и внутреннего кольца, которые бы при наименьшей массе удовлетворяли 1-му и 2-му предельному состоянию одновременно. В табл. 1 показан процесс итераций получения двутавра наименьшей массы из рассмотренных. После приближения № 7 можно заметить, что профиль двутавра радиального эле-

мента остается неизменным, а профиль двутавра внутреннего кольца постепенно увеличивается, что противоречит поставленным задачам, поэтому итерация прекращается.

В табл. 2 приведены полученные перемещения и полные прогибы от комбинации С2, стрела провеса в каждом исследуемом узле при каждом приближении.

По результатам анализа наиболее неблагоприятным сочетанием нагрузок является С2, поэтому результаты расчета от сочетания С1 не представлены.

Таблица 1

Полученные сечения элементов покрытия от сочетания нагрузок С2

Номер приближения	Сечение радиального элемента	А, см^2	Сечение внутреннего кольца	А, см^2
1	100Б3	364	40Ш1	122,4
2	70Ш5	389,7	50Ш2	176,6
3	70Ш4	341,6	60Ш1	181,1
4	70Ш2	251,7	60Ш1	181,1
5	70Ш1	216,4	50Ш3	199,2
6	70Ш1	216,4	60Ш1	181,1
7	70Ш1	216,4	60Ш1	181,1
8	70Ш1	216,4	50Ш3	199,2
9	70Ш1	216,4	70Ш1	216,4

Таблица 2

Полученные перемещения и полные прогибы от сочетания нагрузок С2, стрела провеса

Номер приближения	Рассматриваемая точка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Перемещения по оси Z в SCAD от комбинации С2, мм	54,3	108,6	141,2	162,9	173,8	173,8	173,8	162,9	141,2	141,2
2		68,7	125,9	160,2	183,1	183,1	183,1	160,2	148,8	125,9	114,4
3		61,8	113,3	144,2	164,8	164,8	164,8	154,5	133,9	113,3	113,3
4		66,7	111,1	155,5	177,8	177,8	177,8	166,7	155,5	133,3	122,2
5		61,2	110,1	146,8	183,5	195,8	195,8	195,8	183,5	159,1	146,8
6		63,3	101,3	151,9	177,3	202,6	202,6	202,6	189,9	177,3	164,6
7		51,3	103,2	142,2	181,1	207,1	207,1	207,1	194,4	181,1	168,1

Продолжение табл. 2

Номер приближения	Рассматриваемая точка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8		50,7	104,1	144,2	184,2	210,9	210,9	210,9	210,9	184,2	184,2
9		50,9	103,5	143	182,5	208,8	208,8	208,8	208,8	182,5	182,5
1	Полный прогиб от комбинации С2, мм	447,3	878,6	1 275,2	1 674,9	2 006,8	2 328,8	2 649,8	2 945,9	3 084,2	3 141,2
2		521,7	1 000,9	1 444,2	1 865,1	2 196,1	2 518,1	2 816,2	2 931,8	3 078,9	3 114,4
3		614,8	1 108,3	1 588,2	2 036,8	2 367,8	2 689,8	2 860,5	2 916,9	3 066,3	3 113,3
4		689,7	1 211,1	1 745,5	2 207,8	2 507,8	2 727,8	2 872,7	2 938,5	3 086,3	3 122,2
5		764,2	1 340,1	1 906,8	2 333,5	2 585,8	2 745,8	2 901,8	2 966,5	3 112,1	3 146,8
6		826,3	1 443,3	1 971,9	2 327,3	2 592,6	2 752,6	2 908,6	2 972,9	3 130,3	3164,6
7		877,3	1 547,2	1 962,2	2 331,1	2 597,1	2 757,1	2 913,1	2 977,4	3 134,1	3 168,1
8		942,7	1 598,1	1 964,2	2 334,2	2 600,9	2 760,9	2 916,9	2 993,9	3 137,2	3 184,2
9		1 002,9	1 597,5	1 963	2 332,5	2 598,8	2 758,8	2 914,8	2 991,8	3 135,5	3 182,5
1	Стрела провеса, мм	393	770	1 134	1 512	1 833	2 155	2 476	2 783	2 943	3 000
2		453	875	1 284	1 682	2 013	2 335	2 656	2 783	2 953	3 000
3		553	995	1 444	1 872	2 203	2 525	2 706	2 783	2 953	3 000

Окончание табл. 2

Номер приближения	Рассматриваемая точка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4		623	1 100	1 590	2 030	2 330	2 550	2 706	2 783	2 953	3 000
5		703	1 230	1 760	2 150	2 390	2 550	2 706	2 783	2 953	3 000
6		763	1 342	1 820	2 150	2 390	2 550	2 706	2 783	2 953	3 000
7		826	1 444	1 820	2 150	2 390	2 550	2 706	2 783	2 953	3 000
8		892	1 494	1 820	2 150	2 390	2 550	2 706	2 783	2 953	3 000
9		952	1 494	1 820	2 150	2 390	2 550	2 706	2 783	2 953	3 000

Из результатов расчета видно, что полученные перемещения и полные прогибы не превышают допустимые. Наиболее выгодная форма изгиба радиального элемента получена в приближениях № 6 и № 7, так как в данных приближениях наименьшая площадь поперечного сечения изгибно-жесткого элемента, а, значит, минимальный из всех полученных вариантов – вес покрытия. Примем форму радиального элемента по приближению № 6, полученная кривая будет использоваться для задания формы криволинейного очертания радиального стержня при изготовлении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беленя, Е. И. Металлические конструкции: спец. курс: учебное пособие для вузов / Е. И. Беленя, Н. Н. Стрелецкий, Г. С. Ведеников [и др.] ; под редакцией Е. И. Беленя. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Стройиздат, 1991. – 687 с. – ISBN 5-274-01095-4.– Текст: непосредственный.

2. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия : свод правил : издание официальное: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 3 декабря 2016 г. 891/пр: дата введения 2017-06-04 : актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – Москва, 2016.–95 с.– Текст: непосредственный.

3. ГОСТ 26020-83. Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок. Сортамент: межгосударственный стандарт: утвержден Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 17 декабря 1983 г. № 6095: дата введения 86-01-01. – ULR: http://docs.cntd.ru/document/901711178 (дата обращения 20.09.2020). – Текст: электронный.

KOLESOV Aleksandr Ivanovich, candidate of technical sciences, professor, holder of the chair of building structures; SOKOLOVA Ekaterina Aleksandrovna, student

STUDY OF THE SAG AND DISPLACEMENTS OF A SINGLE-BELT HANGING ROOFING WITHOUT A CENTRAL POST OF A LARGE SPAN BUILDING ROUND IN PLAN

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-52-76;
e-mail: ekaterinnnaa@mail.ru
Key words: flexural-rigid element, displacement, sag, full deflection, SCAD, finite element modeling.

The article provides a comparative analysis of displacements, full deflections, cross-sections of a single-belt hanging roofing of a designed building without a central post during change of the curvilinear shape of a flexural-rigid radial element. During the study the shape was determined at which steelconsumption was minimal.

PEFERENCES

1. Belenya E. I., Streletskiy N. N., Vedenikov G. S., et al. Metallicheskie konstruktsii [Metalstructures]: spets. kurs: ucheb. posobiedlyavuzov; pod red. E. I. Belenya. – 3-e izd., pererab. i dop. – Moscow: Stroyizdat, 1991. – 687 p. – ISBN 5-274-01095-4.

2. SP 20.13330.2016. Nagruzki i vozdeystviya [Loadsandimpacts]: svodpravil: izd. ofitsialnoe: utverzhdyon prikazom Ministerstva stroitelstva i zhilischno-kommunalnogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsiiot 03 dekabrya 2016 g. 891/pr: data vvedeniya 2017-06-04 : aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.01.07-85*. – Moscow, 2016, 95 p.

3. GOST 26020-83. Dvutavry stalnye goryachekatanye s parallelnymi granyami polok. Sortament [Hot-rolled steel I-beam with parallel flange edges. Dimensions]: mezhgosudarstvenny standart: utverzhdyon Postanovleniem Gosudarstvennogo komiteta SSSR po standartam ot 17 dekabrya 1983 g. № 6095: data vvedeniya 86-01-01. – ULR: http://docs.cntd.ru/document/901711178 (data obrascheniya 20.09.2020).

© А. И. Колесов, Е. А. Соколова, 2020
Получено: 03.10.2020 г.

УДК 624.042.41

Н. Ю. ТРЯНИНА, канд. техн. наук, проф. кафедры теории сооружений и технической механики; Е. Н. ОБЛЕТОВ, асс. кафедры теории сооружений и технической механики; И. А. САМОХВАЛОВ, асс. кафедры строительных конструкций

ОЦЕНКА ВЕТРОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЯСА БАШЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-96; эл. почта: evg.obletov@gmail.com, nadial2005@mail.ru
Ключевые слова: аэродинамические характеристики, ветровой поток, численное моделирование, башенная конструкция.

Выполнено численное аэродинамическое исследование семи твердотельных моделей секций башенной конструкции в расчетном комплексе Solidworks Flow Simulation. Представлены картины обтекания моделей набегающим ветровым потоком. Определены значения величин давления и сил, возникающих на поверхности 3 поясов башни, а также значения величин давления, скорости и плотности в околобашенном пространстве и внутри башни.

В данной работе представлены результаты численного исследования ветрового воздействия на металлическую трехгранную башню высотой 40 м. Как известно, для башенных конструкций ветровая нагрузка является одной из основных. Значение ветрового давления зависит от многих факторов, таких как климатические условия, рельеф местности, месторасположение, находящиеся вблизи здания и сооружения, форма здания и т. д.

Для выяснения истинных значений аэродинамических параметров башенной конструкции, а также характеристик и картин обтекания необходимо проводить натурные исследования и исследования над моделями при их обдувке в аэродинамической трубе [1, 2].

Однако испытание в аэродинамической трубе имеет ряд существенных трудностей. Такими трудностями в первую очередь являются дороговизна эксперимента, сложность в моделировании реальных течений в аэродинамической трубе и прочее. Но самым серьезным препятствием для исследователя может явиться отсутствие аэродинамической трубы необходимых размеров с длинной рабочей частью. Поэтому модели конструкций значительной высоты получаются весьма объемными. Это требует применения крупных аэродинамических труб, доступ к которым не всегда возможен.

Для исследования интересующий физический процесс движения газа можно рассмотреть в виде математической модели. Во многом равнозначной заменой натурному эксперименту над физической моделью может явиться численный эксперимент на основе математической модели [3, 4].

Цели численного эксперимента:

1. Определить значения величин статического давления и сил, возникающих на поверхности 3 поясов башенной конструкции от ветрового потока, при различных углах атаки и режимах скоростного напора.

2. Проанализировать картины распределений скоростей, давления и плотно-

сти текучей среды при различных углах атаки и режимах скоростного напора.

Для реализации поставленных целей при помощи программного комплекса *Tekla Structures 2017* была создана трехмерная твердотельная модель башенной конструкции. Путем конвертирования модель подгружена в *ANSYS Workbench*, а затем в расчетный комплекс *Solidworks Flow Simulation* [5]. Для повышения скорости и точности исследования модель была разделена на секции и подготовлена для расчета (рис. 1).

Далее моделирование процесса обтекания модели сооружения происходит следующим образом: положение модели остается неизменным, но изменяются направления потоков относительно модели на требуемый угол 0˚– 90˚ с шагом 10˚ (рис. 2*а*).

Принятые в расчете сечения секций: сечение 1-1 в области распорки секции, сечение 2-2 в уровне максимального сближения элементов решетки с распоркой (рис. 2*б*).

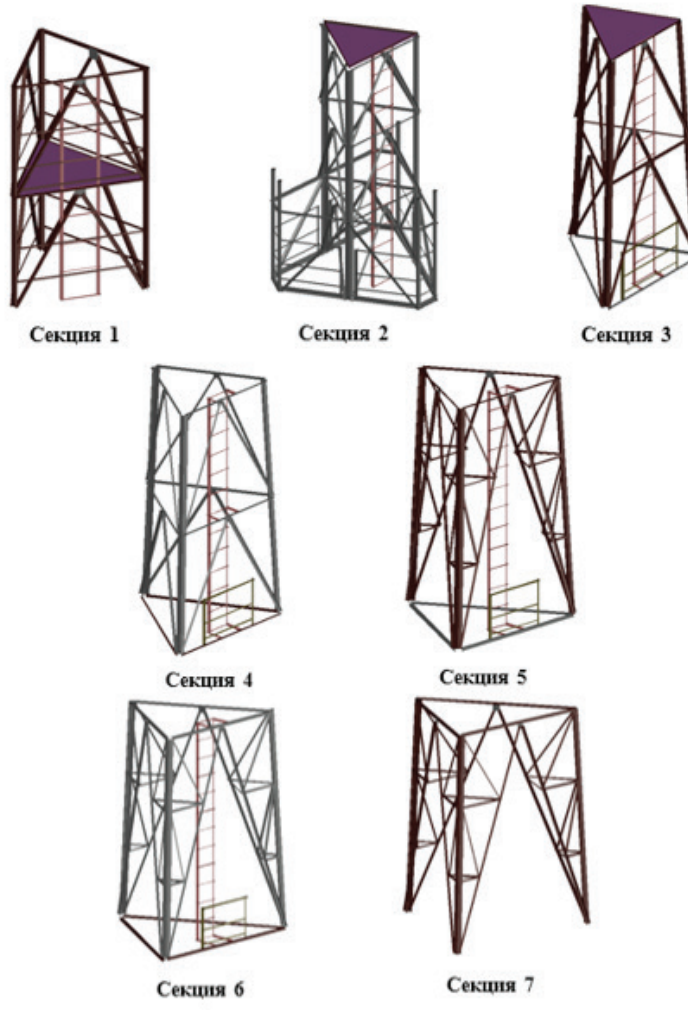
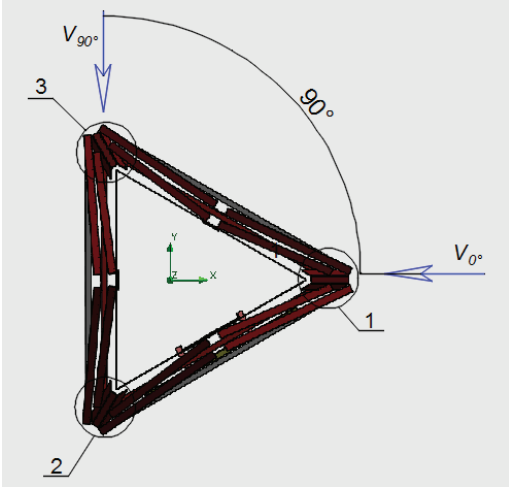
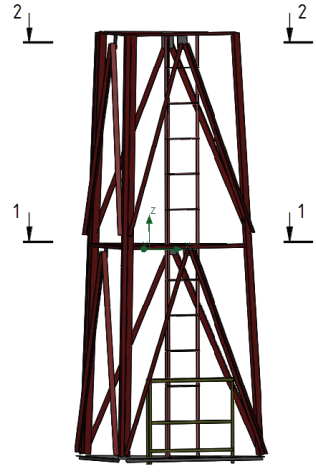


Рис. 1. Секции башенной конструкции



а



б

Рис. 2. Принятые положения исследования: *а* – направление атаки ветрового потока; *б* – сечения секций сооружения

С увеличением высоты скорость ветра растет тем быстрее, чем скорее затухают приземные возмущения. Для характеристики профиля ветра по вертикали предложены различные формулы. Наиболее распространена степенная зависимость скорости ветра с высотой:

$$V_z = V_ф (z/z_0)^α \text{ [м/с]} \quad (1)$$

и логарифмическая:

$$V_z = V_ф \frac{\ln z/z_0}{\ln z_ф/z_0} \text{ [м/с]}, \quad (2)$$

где $V_ф$ – скорость ветра на высоте флюгера или измерительного прибора, м/с; z – высота над поверхностью земли, м; $z_ф$ – высота измерительного прибора, чаще всего 10 м; z_0 – параметр шероховатости (условная) поверхности или высота, на которой скорость равна нулю; α – коэффициент, принимаемый 0,40 для городской местности, застроенной зданиями высотой не более 200 м; для сельской местности – 0,28; на открытой местности – 0,16.

Логарифмический закон увеличения скорости ветра по высоте хорошо согласуется с результатами наблюдений в нижнем приземном слое, но ошибка будет тем больше, чем выше рассматриваемая точка над поверхностью земли.

В соответствии с формулами (1) и (2) составлены таблицы (табл. 1, 2) зависимостей скорости ветра от высоты [6].

В формуле степенной зависимости параметр z_0 = 0,20 м, α = 0,16; в формуле логарифмической зависимости $z_ф$ = 10 м. Шаг разбиения профиля скоростного напора для удобства соответствует отметкам верха секций башни согласно альбому марки КМ.

К СТАТЬЕ Н. Ю. ТРЯНИНОЙ, Е. Н. ОБЛЕТОВА, И. А. САМОХВАЛОВА «ОЦЕНКА ВЕТРОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЯСА БАШЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ»

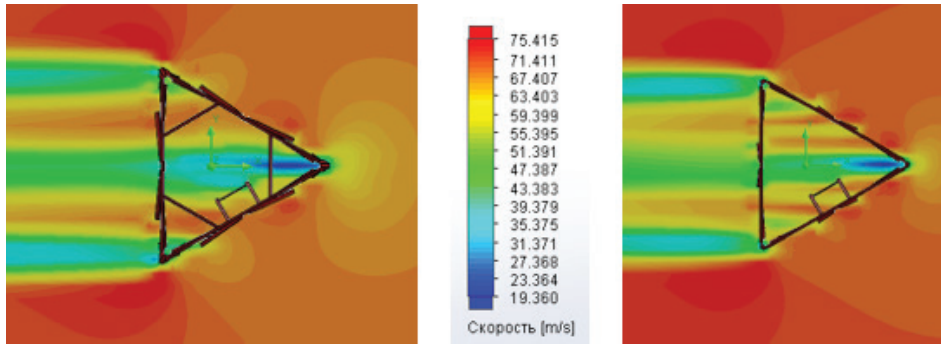


Рис. 1. Распределение скорости ветрового потока [м/с] в сечениях 1-1 и 2-2 при α = 0° для 5-й секции

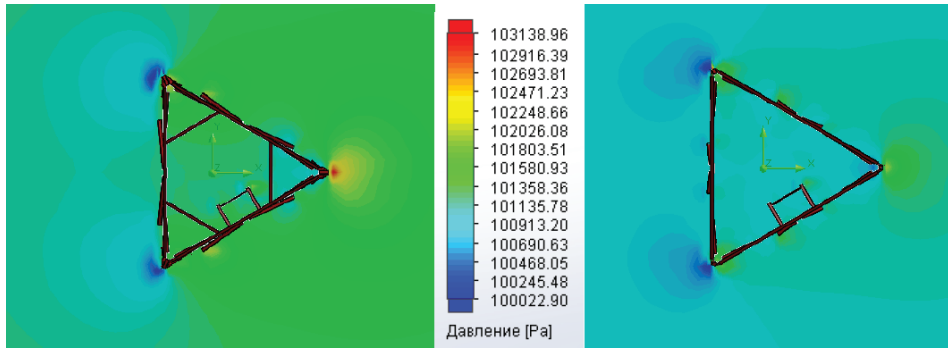


Рис. 2. Распределение статического давления ветрового потока [Па] в сечениях 1-1 и 2-2 при α = 0° для 5-й секции

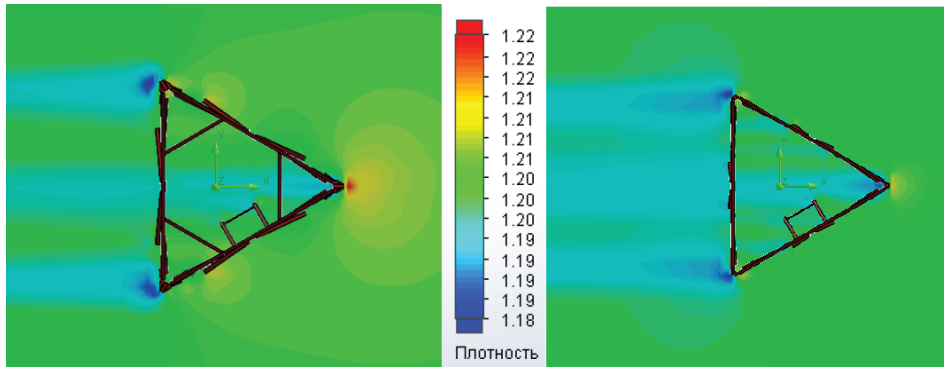


Рис. 3. Распределение плотности текучей среды [кг/м^3] в сечениях 1-1 и 2-2 при α = 0° для 5-й секции

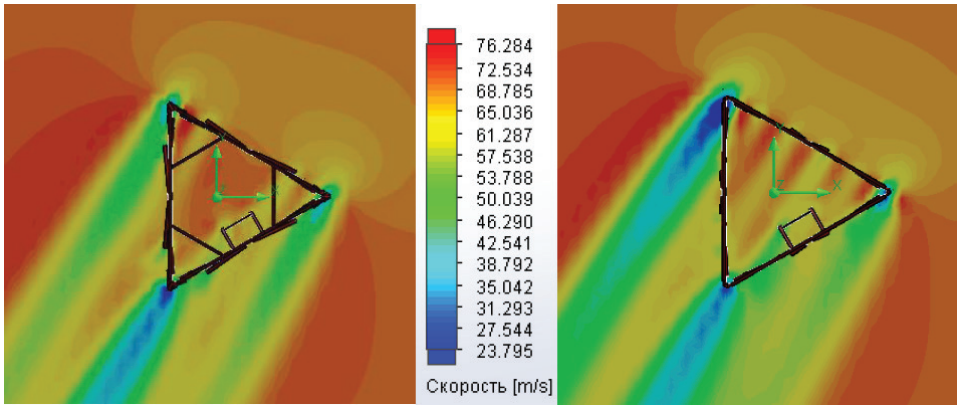


Рис. 4. Распределение скорости ветрового потока [м/с] в сечениях 1-1 и 2-2 при α = 60° для 5-й секции

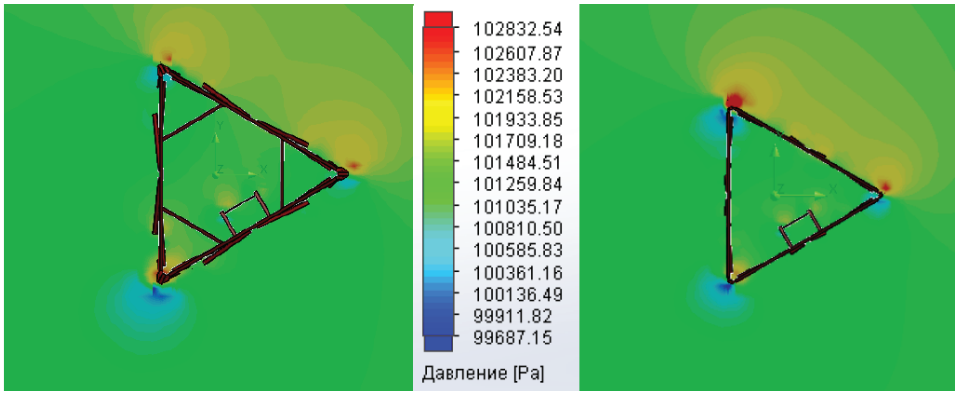


Рис. 5. Распределение статического давления ветрового потока [Па] в сечениях 1-1 и 2-2 при α = 60° для 5-й секции

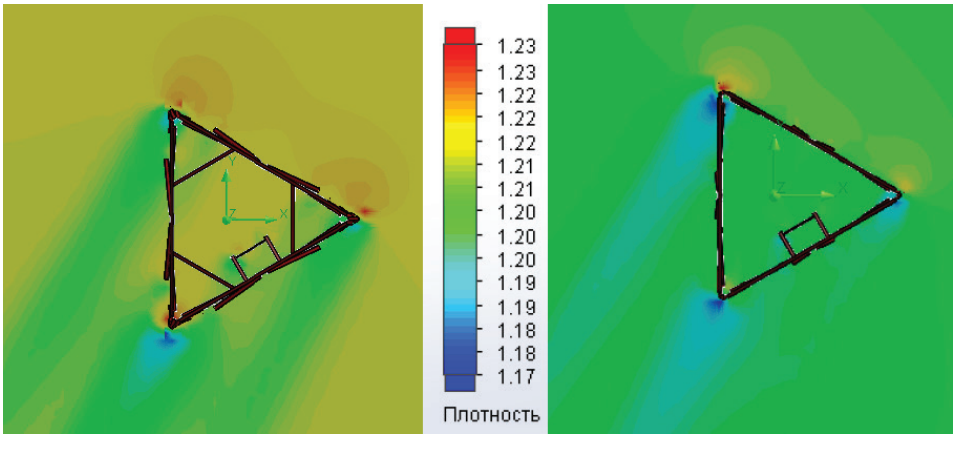


Рис. 6. Распределение плотности текучей среды [кг/м^3] в сечениях 1-1 и 2-2 при α = 60° для 5-й секции

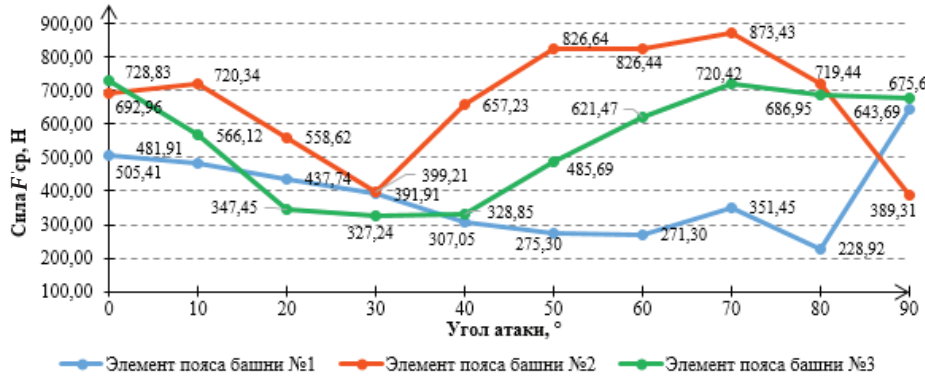
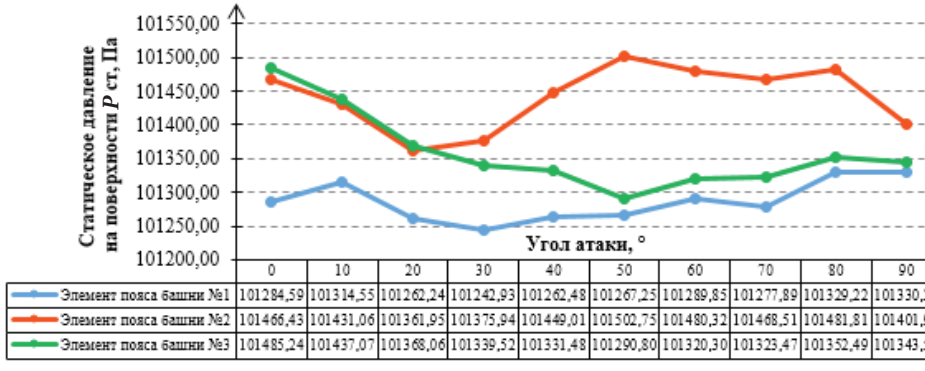


Рис. 7. График зависимости усредненной силы ветрового потока на поверхности элементов 5-й секции от угла атаки при $v = 29{,}85$ м/с



	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Элемент пояса башни №1	101284,59	101314,55	101262,24	101242,93	101262,48	101267,25	101289,85	101277,89	101329,22	101330,22
Элемент пояса башни №2	101466,43	101431,06	101361,95	101375,94	101449,01	101502,75	101480,32	101468,51	101481,81	101401,94
Элемент пояса башни №3	101485,24	101437,07	101368,06	101339,52	101331,48	101290,80	101320,30	101323,47	101352,49	101343,57

Рис. 8. График зависимости усредненного статического давления ветрового потока на поверхности элементов 5-й секции от угла атаки при $v = 29{,}85$ м/с

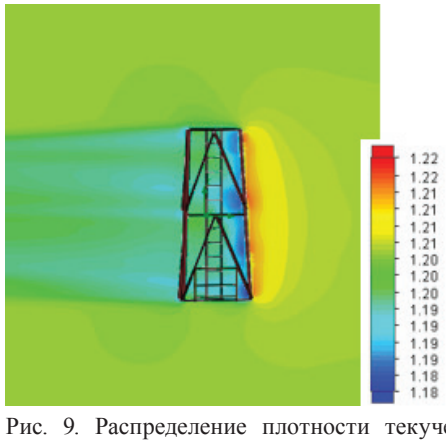


Рис. 9. Распределение плотности текучей среды в вертикальном сечении, кг/м^3

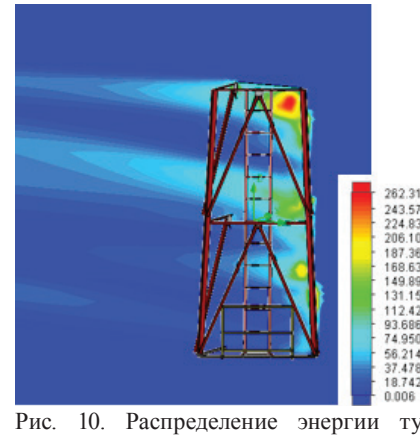


Рис. 10. Распределение энергии турбулентности в вертикальном сечении, Дж/кг

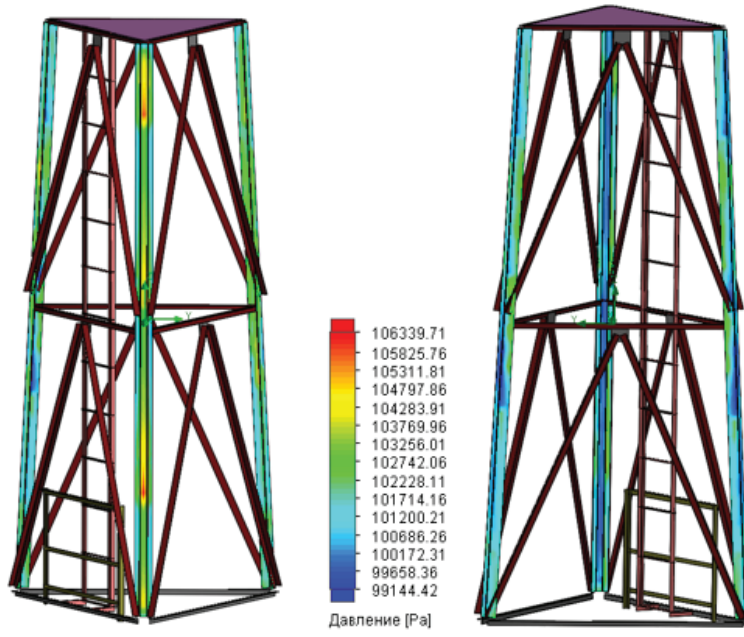


Рис. 11. Распределение давления на поверхности поясов башни (направление атаки 0° – перпендикулярно плоскости листа: *а* – вид спереди; *б* – вид сзади)

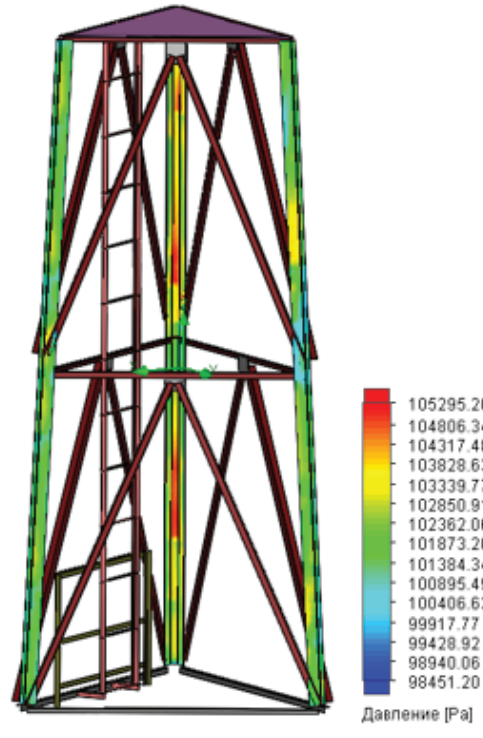


Рис. 12. Распределение давления на поверхности поясов башни (направление атаки 60° – перпендикулярно плоскости листа (вид спереди))

Таблица 1

Степенная зависимость скорости ветра от высоты

Высота над уровнем земли, м	Скорость ветра в околоземном пространстве, м/с		
	15	25	35
0	0	0	0
10	15	25	35
12	28,88	48,13	67,39
18	30,82	51,36	71,90
24	32,27	53,78	75,29
30	33,44	55,73	78,03
36	34,43	57,38	80,34
40	35,02	58,36	81,70

Таблица 2

Логарифмическая зависимость скорости ветра от высоты

Высота над уровнем земли, м	Скорость ветра в околоземном пространстве, м/с		
	15	25	35
0	0	0	0
0	0	0	0
10	15	25	35
12	15,70	26,17	36,63
18	17,25	28,76	40,26
24	18,36	30,59	42,83
30	19,21	32,02	44,83
36	19,91	33,19	46,46
40	20,32	33,86	47,40

Применение степенной зависимости дает большие значения скоростей ветрового потока в зависимости от высоты, поэтому в расчетах принимаются распределение скоростей согласно этому закону.

Для оценки влияния ветровой нагрузки на башню в зависимости от угла атаки и режима нагружения в качестве исследуемых параметров принимаются поверхностные параметры на 3 поясах башни, а именно: $F_{ср}^{пов}$ [Н] и $p_{ср}^{пов}$ [Па].

На рис. 1–10 (цв. вклейки) представлены численные результаты решения задачи: сила $F_{ср}^{пов}$ [Н] и давление $p_{ср}^{пов}$ [Па] – зависимости от угла атаки и режимов нагружения. Путем сложения значений сил на поверхности элементов выявлены наиболее опасные углы атаки башенной конструкции при скорости потока 29,85 м/с (табл. 3).

Таблица 3

Значения исследуемых параметров для 5-й секции башни

Угол атаки, °	Исследуемые величины	1 пояс	2 пояс	3 пояс	Сумма
0	*P*ст [Па]	101284,59	101466,43	101485,24	
	***F*пов [Н]**	**505,41**	**692,96**	**728,83**	**1927,2**
10	*P*ст [Па]	101314,55	101431,06	101437,07	
	***F*пов [Н]**	**481,91**	**720,34**	**566,12**	**1768,37**
20	*P*ст [Па]	101262,24	101361,95	101368,06	
	***F*пов [Н]**	**437,74**	**558,62**	**347,45**	**1343,81**
30	*P*ст [Па]	101242,93	101375,94	101339,52	
	***F*пов [Н]**	**391,91**	**399,21**	**327,24**	**1118,36**
40	Рст [Па]	101262,48	101449,01	101331,48	
	***F*пов [Н]**	**307,05**	**657,23**	**328,85**	**1293,13**
50	*P*ст [Па]	101267,25	101502,75	101290,80	
	***F*пов [Н]**	**275,30**	**826,64**	**485,69**	**1587,63**
60	*P*ст [Па]	101289,85	101480,32	101320,30	
	***F*пов [Н]**	**271,30**	**826,44**	**621,47**	**1719,21**
70	*P*ст [Па]	101277,89	101468,51	101323,47	
	***F*пов [Н]**	**351,45**	**873,43**	**720,42**	**1945,3**
80	***P*ст [Па]**	101329,22	101481,81	101352,49	
	***F*пов [Н]**	**228,92**	**719,44**	**686,95**	**1635,31**
90	*P*ст [Па]	101330,22	101401,94	101343,57	
	***F*пов [Н]**	**643,69**	**389,31**	**675,60**	**1708,6**

Анализ рис. 11, 12 (цв. вклейки) позволяет оценить влияние решетки башни на распределение давления на поясах башни. Очевидно, что части поясов, остающиеся затененными зонами сближения раскосов, лестниц или распорок имеют пониженное значение величин давлений. А области элементов, полностью или частично открытые для атаки набегающего потока, имеют большие значения давления.

Ветровой поток в подобных решетчатых конструкциях имеет сложную пространственную структуру. Это объясняется обоюдным воздействием элементов башенной конструкции и сложнообтекаемой геометрической формой поясов (корытообразный профиль).

С изменением угла атаки секций изменяются и площадь в плане холодно гнутого профиля, а следовательно, и лобовое сопротивление элементов поясов. Изменяется и картина обтекания, а также процессы за элементами по потоку (срывы вихрей, непостоянство следа и т. д.). Подобная прослеживаемая неустойчивость дает предпосылки к всецелому и детальному исследованию аэродинамической устойчивости корытообразного профиля в условиях ветрового воздействия.

Элементы оказываются нагруженными по-разному. Силы $F_{\text{српов}}$ и давления $p_{\text{српов}}$ на поверхностях поясов изменяются с направлением угла атаки. Наиболее опасными углами воздействия ветрового потока являются углы в 60°–70° для кон-

кретной трехгранной башни, что подтверждают ранее опубликованные материалы [7]. В этих случаях затенение стоящих вторыми по потоку стержней наименьшее.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Поддаева, О. И. Архитектурно-строительная аэродинамика : учебное пособие / О. И. Поддаева, А. С. Кубенин, П. С. Чурин ; Московский государственный строительный университет. – Москва: НИУ МГСУ, 2015. – 88 с. – Текст : непосредственный.

2. Горохов, Е. В. Испытания высотных сооружений на ветровые воздействия в аэродинамической трубе / Е. В. Горохов, В. Н. Васылев, С. Г. Кузнецов [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2009. – № 4(78). –С. 232–235.

3. Гувернюк, С. В. Компьютерное моделирование аэродинамических воздействий на элементы ограждений высотных зданий / С. В. Гувернюк, В. Г. Гагарин. – Текст : непосредственный // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика (АВОК). – Москва, 2006. – № 8. – С. 18–26.

4. Дубинский, С. И. Численное моделирование ветровых воздействий на высотные здания и комплексы: 05.13.18 : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дубинский Сергей Иванович. – Санкт-Петербург, 2010. – 198 с.– Текст : непосредственный.

5. Алямовский, А. А. Инженерные расчеты в Solid Works Simulation : монография. – Москва: ДМК Пресс (Можайск (Моск. обл.) : Можайский полиграфкомбинат), 2010. – 464 с. – (Проектирование). – ISBN 978-5-94074-586-0. –Текст : непосредственный.

6. Борисенко, М. М. Вертикальные профили ветра и температуры в нижних слоях атмосферы / М. М. Борисенко // Труды Главной геофизической обсерватории имени А. И. Воейкова. – Москва, 1974. – Выпуск 320. – Текст : непосредственный.

7. Савицкий, Г. А. Ветровая нагрузка на сооружения / Г. А. Савицкий. – Москва : Издательство литературы по строительству, 1972. – 111 с. – Текст : непосредственный.

TRYANINA NadezhdaYurevna, candidate of technical sciences, professor, the chair of theory of structures and technical mechanics; OBLYOTOV Evgeniy Nikolaevich, assistant of the chair of theory of structures and technical mechanics; SAMOKHVALOV Ivan Aleksandrovich, assistant of the chair of building structures

ASSESSMENT OF WIND IMPACT ON TOWER CONSTRUCTION BELTS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-96;
e-mail: evg.obletov@gmail.com, nadial2005@mail.ru
Key words: aerodynamic characteristics, wind flow, numerical simulation, tower structure.

The article performs an aerodynamic study of seven solid-state models of tower structure sections with the help of Solidworks Flow Simulation software. Patterns of the wind flow around modelsare presented. Values of pressure and forces arising on the surface of 3 tower belts, as well as values of pressure, velocity and density in the near-tower space and inside the tower are determined.

REFERENCES

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

2. Gorokhov E. V., Vasylev V. N., Kuznetsov S. G., et al. Ispytaniya vysotnykh sooruzheniy na vetrovye vozdeystviya v aerodinamicheskoy trube [Wind tunnel testing of high-rise structures] // Vestnik Donbasskoy natsionalnoy akademii stroitelstva i arkhitektury [Proceeding of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2009. – 4(78). – P. 232–235.

3. Guvernyuk S. V., Gagarin V. G. Compyuternoe modelirovanie aerodinamicheskikh vozdeystviy na element ograzhdeniy v ysotnykh zdaniy [Computer modeling of aerodynamic effects on enclosure elements of high-rise buildings] // Ventilyatsiya, otoplenie, conditsionirovanie vozdukha, teplosnabzhenie i stroitelnaya teplofizika (AVOK) [Ventilation, heating, air conditioning, heat supply and building thermosphysics] / AVOK–Press. – Moscow, 2006. № 8. P. 18–26.

4. Dubinskiy S. I. Chislennoe modelirovanie vetrovykh vozdeystviy na vysotnye zdaniya i kompleksy [Numerical modeling of wind effects on high-rise buildings and complexes]: dis. kand. tekh. nauk: 05.13.18. – Saint-Petersburg, 2010, 198 p.

5. Alyamovskiy A. A. Inzhenernye raschyoty v Solid Works Simulation [Engineering Calculations in Solid Works Simulation]: monogr. – Moscow. DMK Press (Mozhaysk (Mosk. obl.): Mozhayskiy poligrafkombinat), 2010, 464 p. – (Proektirovanie). – ISBN 978-5-94074-586-0.

6. Borisenko M. M. Vertikalnye profili vetra i temperatury v nizhnikh sloyakh atmosfery [Vertical profiles of wind and temperature in the lower atmosphere] // Trudy Glavnoy geofizicheskoy observatorii imeni A. I. Voeykova. – Moscow, 1974. Vyp. 320.

7. Savitsky G. A. Vetrovaya nagruzka na sooruzheniya [Wind load to constructions] / Moscow: Izd. lit. po str-vy, 1972, 111 p.

© Н. Ю. Трянина, Е. Н. Облетов, И. А. Самохвалов, 2020
Получено: 03.10.2020 г.

УДК 69.059.28(470.341-25)

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

ПРИЧИНЫ ДЕФОРМАЦИИ И РАЗРУШЕНИЯ КИРПИЧНОЙ ОБЛИЦОВКИ НАРУЖНЫХ СТЕН 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: yus-gri@rambler.ru
Ключевые слова: наружные стены, кирпичная облицовка, деформации, разрушение.

Приведены результаты исследований причин деформации и разрушения кирпичной облицовки наружных стен на примере жилого дома, построенного в Нижнем Новгороде.

Разрушения кирпичной облицовки наружных 3-слойных стен зданий в виде вертикальных трещин, отслоения с выпучиванием облицовки из вертикальной плоскости, разрушения и выпадения отдельных кирпичей, обрушения как отдельных фрагментов, так и всего облицовочного слоя в целом, могут проявляться как на стадии строительства, так и в течение всего срока эксплуатации зданий [1–5].

Разрушения облицовки слоистых стен, а также лицевой версты наружных стен сплошной кладки происходят по весьма разнообразным причинам: как из-за ошибок, допускаемых в проектных решениях, так и из-за ошибок, допускаемых в

процессе строительства. Рассмотрим некоторые из них на примере жилого дома, обследование которого было выполнено авторами настоящей работы.

Жилой дом, построенный в Нижнем Новгороде в 2001 году по типовой Серии 85: 10-этажный с техническим подпольем, бескаркасный, Г-образной формы в плане, состоящий из 3 секций, отделенных друг от друга осадочными деформационными швами (рис. 1, рис. 1 цв. вклейки). Фундаменты под стенами здания – ленточные из сборных бетонных блоков ФБС и из сборных железобетонных фундаментных плит ФЛ с монолитными участками, опирающиеся на естественное грунтовое основание, сложенное песками мелкими, средней плотности, с локальными участками загрязненными нефтепродуктами, мощностью до 3,3 м. Междуэтажные перекрытия, покрытие и перекрытие над подвалом из сборных железобетонных многопустотных панелей и плит индивидуального изготовления, связанных между собой и с несущими стенами анкерами из арматурной стали. Стены здания кирпичные, однако конструкция наружных стен секции № 1, построенной в первую очередь, существенно отличается от конструкций стен секций № 2 и № 3, пристроенных позднее.

Наружные стены секции № 1, построенной в 2001 году (рис. 2 цв. вклейки), изначально сплошной 3-рядной кладки (без утеплителя) из силикатного кирпича с лицевой верстой из керамического кирпича с щелевидными пустотами. Связь лицевой версты с несущей частью стены обеспечивалась тычковыми рядами керамического кирпича, выполненными через 3 ложковых ряда (рис. 2, рис. 3 цв. вклейки).

После появления первых признаков разрушения лицевой версты в виде вертикальных трещин по всему периметру секции № 1 в уровне обреза фундаментных стен было выполнено усиление лицевой версты в виде сталебетонных консольных опор, расположенных с шагом 760 мм, состоящих из обетонированных стальных уголков ∟125×10 с приваренными к ним продольными опорными поясами из уголков ∟65×5 (рис. 4 и рис. 4 цв. вклейки). Однако усиление, выполненное на участках в осях «А1/31-11» и «11/А1-В1», оказалось неэффективным. В 2004 году отслоение лицевой версты кладки (без вертикального перемещения вниз) произошло в пределах 1–4 этажей стены на участке в осях «А1»/21-31» (рис. 1, рис. 5, 6 цв. вклейки). Весьма вероятно, что устройство консольных опор с локальной разборкой кирпичной кладки могло спровоцировать прогрессирующее разрушение лицевой версты.

Обследованиями стены, выполненными после разборки лицевой версты, было выявлено крайне низкое качество кладки из силикатного кирпича, заключающееся: 1) в нарушении требований технологических норм, предъявляемых к системе перевязки растворных швов; 2) в использовании для кладки обломков кирпича; 3) в неудовлетворительном заполнении вертикальных швов раствором; 4) в отсутствии армирования кладки горизонтальными арматурными сетками (рис. 6 цв. вклейки).

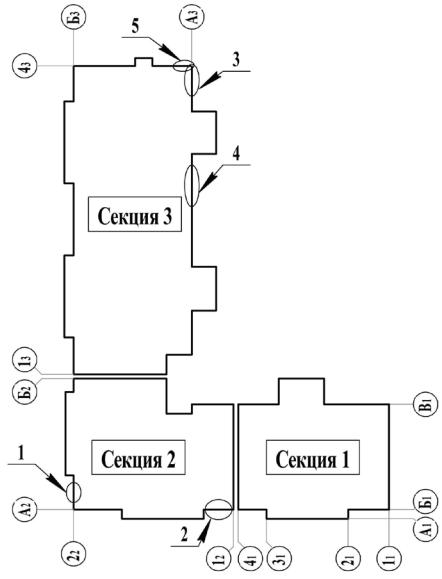


Рис. 1. Схема расположения секций жилого дома:
1 – место вскрытия плиты ПП 12.5-8-6;
2–4 – участки с разрушенными плитами ПП 12.5-8-6, серия 1.243.1-4 (рис. 17 цв. вклейки);
5 – участок с разрушающейся опорной железобетонной плитой, смонтированной в уровне перекрытия 1-го этажа (рис. 18 цв. вклейки)

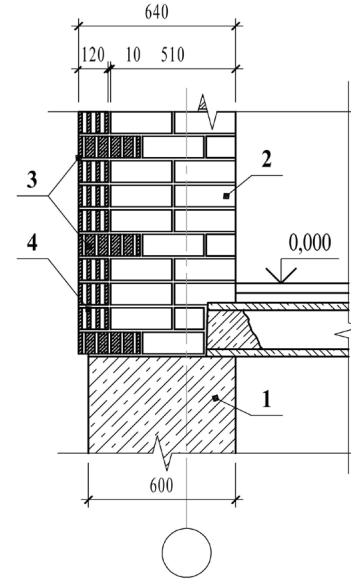


Рис. 2. Секция № 1:
Первоначальная конструкция наружных стен 3-рядной кладки:
1 – фундаментная стена из блоков ФБС;
2 – кладка из силикатного кирпича;
3 – тычковые ряды из керамического многопустотного кирпича;
4 – ложковые ряды лицевой версты из керамического многопустотного кирпича

Неполное заполнение раствором вертикальных швов привело: 1) к образованию в кладке невентилируемых вертикальных швов-зазоров; 2) проникновению пара из внутренних помещений дома к внутренней поверхности лицевой версты кладки; 3) к накоплению в незаполненных раствором швах между лицевой верстой и кладкой из силикатного кирпича конденсата, накоплению воды, проникновению ее в кирпичи и при заморозках к образованию в швах наледи; 4) к разрушению тычковых рядов лицевой версты и ее отслоению по всей высоте (рис. 5, 6 цв. вклейки). При этом повышенная паропроницаемость стены привела к быстрому образованию и накоплению большого количества льда как в порах и в пустотах лицевого кирпича, так и в вертикальных швах, не заполненных раствором в весенне-зимние и зимне-осенние периоды похолодания-потепления, когда кладка в течение суток подвергается циклическому промерзанию-оттаиванию с переходом через 0°С (рис. 3).

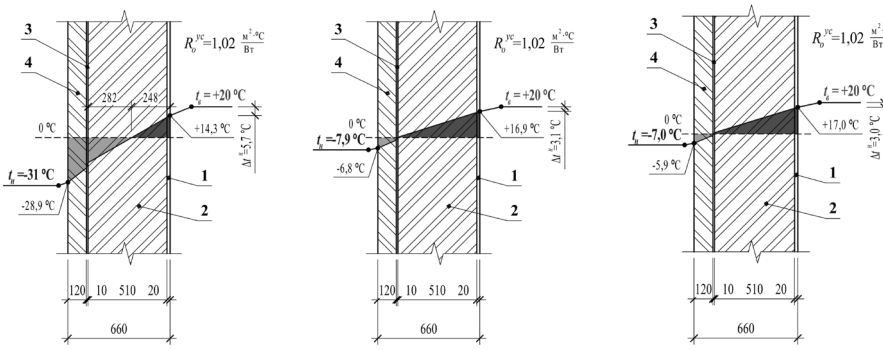


Рис. 3. Конструкция стены секции № 1: 1 – слой штукатурки; 2 – кладка из силикатного кирпича; 3 – шов, незаполненный раствором, между лицевой верстой из керамического многопустотного кирпича и кладкой из силикатного кирпича; 4 – лицевая верста кладки. Распределение температуры в стене при различных значениях температуры наружного воздуха: *а* – $t_н$ = –31 °C (средняя температура наиболее холодной пятидневки в Н. Новгороде [6]); *б* – $t_н$ = –7,9 °C (средняя температура наружного воздуха для периода с отрицательными среднемесячными температурами [6]); *в* – $t_н$ = –7,0 °C (расчетная температура наружного воздуха в зимне-весенний период года при температуре воздуха внутри помещения $t_в$ = +20 °C) и условном сопротивлении теплопередаче $R_o^{ус}$= 0,97 (м²·°C)/Вт.

Отслоившаяся лицевая верста на участке в осях «A_1»/2_1-3_1» была разобрана по всей высоте стены (рис. 6 цв. вклейки). Взамен в пределах 1–4 этажей была выполнена облицовка из керамического многопустотного кирпича, опирающаяся на поэтажные опорные пояса из стального уголка ∟100×10, заанкеренного в кладке несущей части стены (рис. 5, рис. 7, 9, 10 цв. вклейки).

Лицевая верста стены в пределах 5-6 этажей и простенка 7-10 этажей была разобрана, стена утеплена и оштукатурена (рис. 8 цв. вклейки). В качестве превентивной меры было выполнено усиление лицевого слоя кладки стен, ориентированных по осям «1_1» и «B_1», короткими поэтажными поясами из стальных уголков ∟75×6, смонтированными вместо разобранных ложковых рядов облицовки (рис. 11*а*, 12, 13 цв. вклейки). Однако это не остановило прогрессирующее разрушение и отслоение лицевой версты в стенах на участках в осях «A_1/2_1-1_1» и «1_1/A_1-B_1».

В 2018 году по тем же, что и вышерассмотренные причины, произошло разрушение облицовки стены, ориентированной по оси «1_1», в пределах первых 4 этажей (рис. 11*б* цв. вклейки). Вместо разобранной отслоившейся лицевой версты была выполнена теплоизоляция стены жесткими минераловатными плитами с наружной штукатуркой и окраской (рис. 11*в* цв. вклейки).

Наружные стены секций № 2 и № 3, пристроенных в 2003 году к секции № 1, трехслойные из силикатного кирпича с утеплителем из пенополистирола и с облицовкой из керамического многопустотного кирпича (рис. 6, 7 и рис. 1, 14–18 цв. вклейки).

К СТАТЬЕ Ю. С. ГРИГОРЬЕВА, В. В. ФАТЕЕВА «ПРИЧИНЫ ДЕФОРМАЦИИ И РАЗРУШЕНИЯ КИРПИЧНОЙ ОБЛИЦОВКИ НАРУЖНЫХ СТЕН ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ»

Рис. 1. 10-этажный жилой дом в Нижнем Новгороде. Слева-направо: секции № 3, № 2 и № 1

Рис. 2. Секция № 1. Стена по оси A_1 с восстановленной облицовкой на участке в осях 2_1-3_1 в пределах 1-4 этажей (2020 г.)

Рис. 3. Секция № 1. Первоначальная конструкция лицевой версты 3-рядной кладки наружных стен до начала процесса деформации и разрушения (2001 г.)

Рис. 4. Секция № 1. Усиление лицевой версты кладки сталебетонными консолями и продольными металлическими уголками ∟ 63×6 (2003 г.)

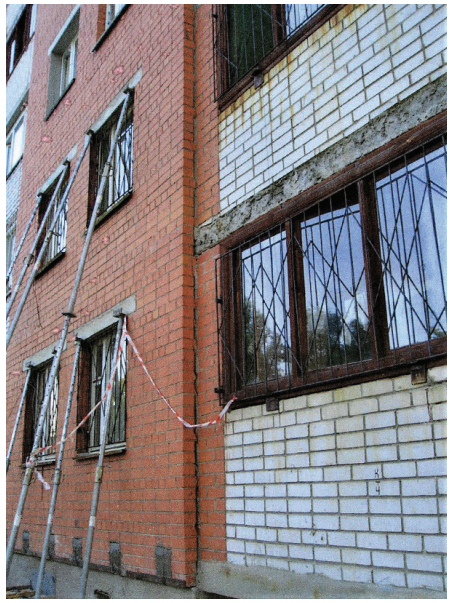


Рис. 5. Секция № 1. Отслоение лицевой версты кладки наружной стены на участке в осях $A_1/2_1$-3_1 без смещения по вертикали (2004 г.)

Рис. 6. Секция № 1. Наружная стена на участке в осях $A_1/2_1$-3_1 с демонтированной лицевой верстой 3-рядной кладки (2004 г.)

Рис. 7. Секция № 1. Облицовка из керамического многопустотного кирпича, выполненная взамен демонтированной лицевой версты (см. рис. 5, 6 цв. вклейки)

Рис. 8. Секция № 1, этажи 5-10. Штукатурка по утеплителю взамен демонтированной лицевой версты кладки стены и простенка на участке в осях $A_1/2_1$-3_1

Рис. 9. Секция № 1. Стена на участке $А_1/2_1$-3_1. Усиление опорной части вновь выполненной облицовки уголками ∟ 125×10 (см. рис. 7, 10 цв. вклейки)

Рис. 10. Усиление опорного узла облицовки уголками (см. рис. 8 цв. вклейки)

а *б* *в*

Рис. 11. Секция № 1. Торцовая стена в осях $1_1/А_1$-$Б_1$: *а* – до разрушения лицевой версты; *б* – с демонтированной лицевой верстой кладки 1–4 этажей; *в* – после замены лицевой версты утеплителем из минераловатных плит со штукатуркой (2019 г.)

Рис. 12. Секция № 1. Усиление лицевой версты уголками ∟75×6 (см. рис. 13 цв. вклейки)

Рис. 13. Стена $В_1/1_1$-2_1. Уголки ∟ 75×6 вместо тычковых рядов лицевой версты. 2004 г. (см. рис. 14 цв. вклейки)

Рис. 14. Секция № 2. Отслоение кирпичной облицовки стены 1-го этажа

Рис. 15. Секция № 3. Стена, ориентированная по оси $А_1$. Разрушение опорных плит ПП12.5-8-6 с прогибом и разрушением опирающейся на плиты кирпичной облицовкой на участке № 4 (см. рис. 1 и рис. 16 цв. вклейки)

а

б

в

Рис. 16. Секция № 2: *а* и *б* – разрушение плоской железобетонной опорной плиты ПП 12.5-8-6 (см. рис. 14, 15, 17 цв. вклейки); *в* – вскрытие арматурной сетки, расположенной в средине поперечного сечения плиты ПП12.5-8-6

Рис. 17. Секция № 3. Угол здания на пересечении осей $А_3/4_3$. Разрушение опорных плит ПП 12.5-8-6 и кирпичной облицовки. 2020 г. (см. рис. 18 цв. вклейки)

Рис. 18. Секция № 3. Разрушение опорного пояса в уровне перекрытия 1-го этажа и облицовки 2-го этажа

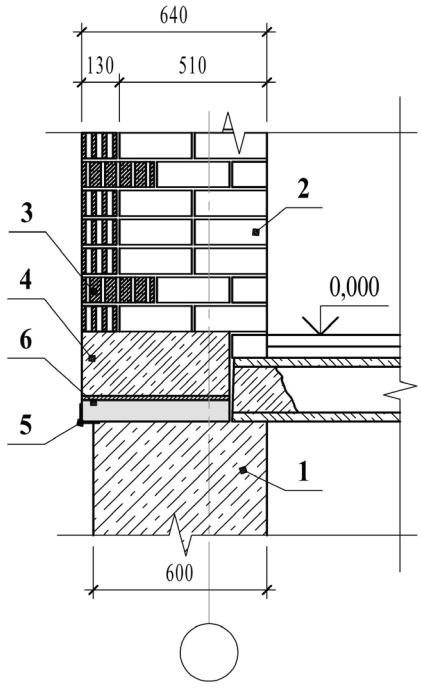


Рис. 4. Секция № 1. Усиление лицевой версты кладки наружных стен: 1 – фундаментная стена из блоков ФБС; 2 – кладка из силикатного кирпича; 3 – лицевая верста из керамического многопустотного кирпича; 4 – сталебетонная консольная балка сечением 300×250 мм; 5 – опорный пояс из продольного стального уголка ∟63×5; 5 – опорный пояс из продольного стального уголка 63×5; 6 – стальной уголок ∟125×10

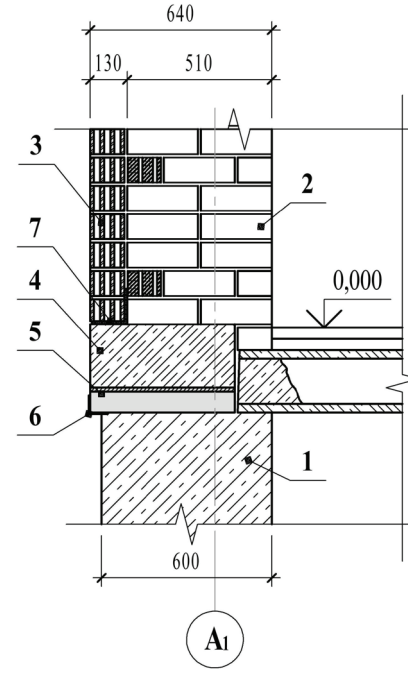


Рис. 5. Секция № 1. Наружная стена, ориентированная по оси А1, после реконструкции – замены лицевой версты облицовкой из керамического многопустотного кирпича: 1 – фундаментные стеновые блоки ФБС; 2 – кладка из силикатного кирпича; 3 – облицовка толщиной 120 мм из керамического многопустотного кирпича; 4 – сталебетонная консольная балка сечением 300×250 мм; 5 – стальной уголок ∟125×10; 6 – опорный пояс из продольного стального уголка ∟63×5; 7 – опорный пояс из продольного стального уголка ∟125×10

В 2005 году в конструкции наружных стен секций № 2 и № 3 были обнаружены вертикальные трещины, образовавшиеся в облицовке 1-го этажа. В результате выполненных обследований было установлено:

1. Облицовка наружных стен с уровня перекрытий 1-го этажа и выше опирается на поэтажно расположенные пояса, смонтированные из сборных армированных керамзитобетонных элементов в виде плитных перемычек (рис. 6, рис. 1, 18 цв. вклейки), изготовленных по специально разработанным чертежам. За счет прочности и жесткости этих поясов несущая часть и облицовка стен работают на сжатие как единая жесткая стеновая конструкция.

2. Облицовка стен 1-го этажа опирается на плоские железобетонные плиты ПП 12.5-8-6 (серия 1.243.1-4), типовое применение которых – перекрытие подпольных каналов, предназначенных для прокладки коммуникаций (рис. 7, рис. 14–17 цв. вклейки).

3. Плиты ПП12.5-8-6 с опирающейся на нее облицовкой работают как консоль, защемленная в кладке несущей части наружных стен. Вылеты консольной части плит на разных участках, расположенных по периметру секций, изменяются в пределах от 130 до 190 мм. Толщина плит от 80 до 85 мм.

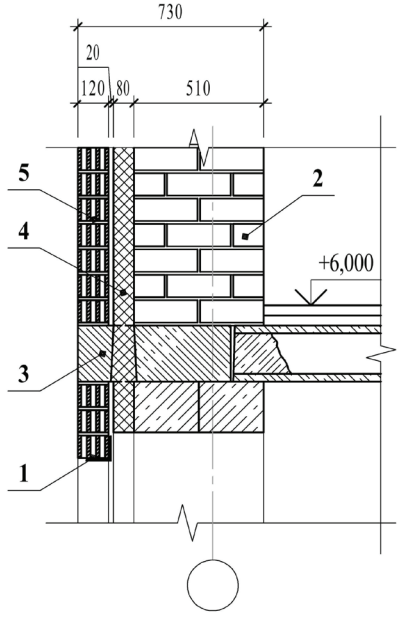


Рис. 6. Секции № 3 и № 4. Конструкция наружной стены. Опирание облицовки в уровне междуэтажных перекрытий: 1 – надоконная перемычка из стального уголка ∟100×5; 2 – несущая часть стены из силикатного кирпича; 3 – опорный пояс из сборных армированных керамзитобетонных плит; 4 – утеплитель; 5 – облицовка из керамического многопустотного кирпича

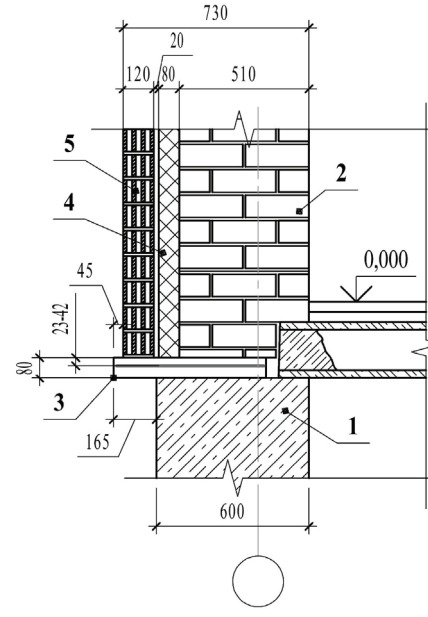


Рис. 7. Секции № 3 и № 4. Конструкции наружных 3-слойных стен: 1 –фундаментная стена из блоков ФБС; 2 – несущая часть стены из силикатного кирпича; 3 – опорная плита ПП 12.5-8-6; 4– утеплитель из пенополистирола; 5 – облицовка из керамического многопустотного кирпича

4. В плитах ПП 12.5-8-6 имеются трещины, характер развития которых соответствует работе консольной части плит на изгиб под действием вертикальной нагрузки, передающейся на плиты облицовкой 1-го этажа (рис. 16, 17 цв. вклейки).

5. Вскрытием арматуры установлено что плиты ПП12.5-8-6 армированы арматурными сетками из проволоки Ø4 Вр-I с шагом 90–110 мм (рис. 16*в* цв. вклейки). Верхний защитный слой бетона на вскрытых участках изменяется в пределах от 17 до 47 мм, поэтому рабочая арматура оказалась расположенной вблизи нейтральной оси поперечного сечения плит ПП12.5-8-6 оси, из-за чего прочность плиты на действие изгибающего момента существенно снижается (рис. 7 и рис. 16*в* цв. вклейки).

6. За счет усадки и сжатия кирпичной кладки несущей части и облицовки стен на консольную часть плит ПП12.5-8-6, смонтированных по обрезу ленточных фундаментов, передается нагрузка, превосходящая прочность плит, в результате чего произошел изгиб и разрушение плит с образованием трещин как в плитах, так и в облицовке стен первого этажа на участках № 2 – № 4 (рис. 1 и рис. 14–17 цв. вклейки).

7. Разрушение плит ПП12.5-8-6 на участке № 4 (рис. 1, рис. 17 цв. вклейки) привело к перераспределению нагрузки, передающейся на расположенные выше сборные элементы опорных железобетонных поясов, к увеличению нагрузки и соответственно к разрушению как самих поясов, так и опирающейся на них облицовки 2-го этажа (рис. 18 цв. вклейки). Этот процесс, весьма вероятно являющийся началом цепной реакции, может привести к последовательному разрушению опорных поясов и облицовки по всей высоте здания.

В 2005 году авторами, выполнявшими обследование секций № 2 и № 3, были разработаны рекомендации по усилению ПП12.5-8-6 (рис. 8). Однако застройщиком рекомендации были проигнорированы, и ситуация с тех пор значительно осложнилась, прогрессирующий процесс разрушения плоских плит привел к более серьезным разрушениям облицовки наружных стен секций № 2 и № 3 на участках № 2-5 (рис. 1 и рис. 15–17 цв. вклейки).

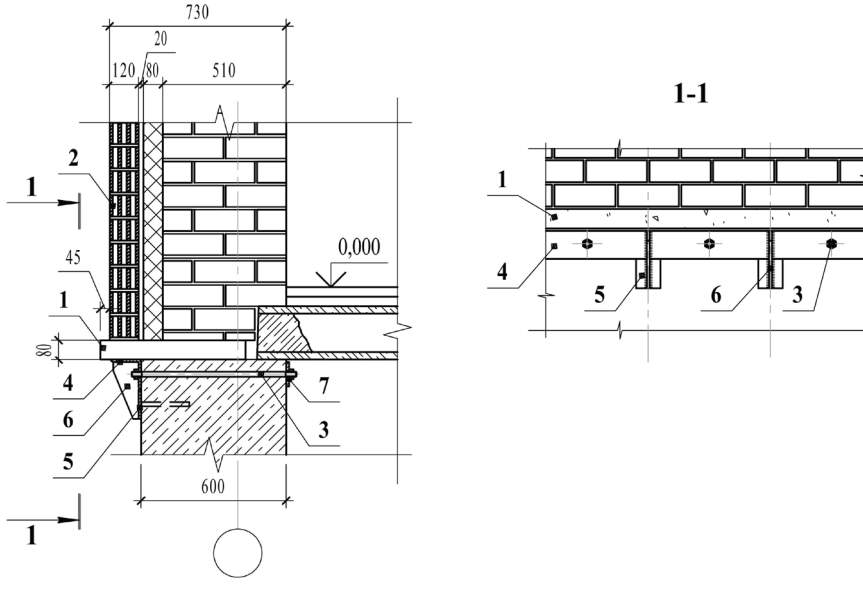


Рис. 8. Секции № 2 и № 3. Усиление опорной плиты: 1 – опорная плита ПП 12.5-8-6; 2 – облицовка из керамического камня толщиной 120 мм; 3 – анкер ø18 мм; 4 – стальной уголок ∟125×5; 5 – закладная деталь; 6 – подкос из стального листа; 7 – гайка М18 с шайбой 120×120×10 мм

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ананьев. А. И. Долговечность наружных стен зданий, облицованных керамическими материалами / А. И. Ананьев. – Текст : непосредственный // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2019. – № 5. – С. 52–57.

2. Деркач, В. Н. Повреждения керамической облицовки наружных стен многоэтажных каменных зданий / В. Н. Деркач. – Текст : непосредственный // Вестник Брестского государственного технического университета. Строительство и архитектура. – 2010. – № 1. – С. 40–42.

3. Ищук, М. К. Отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки / М. К. Ищук. – Москва : ООО РИФ Стройматериалы, 2008. – 360 с. – ISBN 978-5-94026-014-1. – Текст : непосредственный.

4. Серикхалиев, С. С. Дефекты защитно-декоративной кирпичной облицовки фасадов каркасных зданий / С. С. Серикхалиев, Р. Б. Зимин, С. Б. Орлович // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2014. – № 5 (20). – С. 28–38.

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

6. СП 131.13330.2018. Строительная климатология: свод правил : издание официальное : утвержден Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 28 ноября 2018 г. № 763/пр : актуализированная редакция СНиП 23-01-99* : дата введения 29 мая 2019 г. – Москва, 2018. – 115 с. – Текст : непосредственный.

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

CAUSES OF DEFORMATION AND DESTRUCTION OF BRICK FACING OF EXTERNAL WALLS OF 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: yus-gri@rambler.ru
Key words: external walls, brick facing, deformations, destruction.

The article presents the results of research on the causes of deformation and destruction of brick cladding of external walls by the example of residential building built in Nizhny Novgorod.

REFERENCES

1. Ananiev A. I. Dolgovechnost naruzhnykh sten zdaniy, oblitsovannykh keramicheskimi materialami [Durability of exterior walls of buildings lined with ceramic materials] // Ventilyatsia, otoplenie, conditsionirovanie vozdukha, teplosnabzhenie i stroitelnaya geofizika [Ventilation, heating, air conditioning, heat supply and building thermal physics]. 2019. № 5. P. 52–57.

2. Derkach V. N. Povrezhdenia keramicheskoy oblitsovki naruzhnykh sten mnogoetazhnykh kamennykh zdaniy [Damage of ceramic external wall facing in multistory stone-made buildings] // Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Stroitelstvo i arkhitektura [Bulletin of the Brest State Technical University. Construction and Architecture]. 2010. № 1. P. 40–42.

3. Ischuk M. K. Otechestvenny opyt vozvedeniya zdaniy s naruzhnymi stenami iz oblegchyonnoy kladki [Domestic experience of erection of buildings with external walls of lightweight masonry]. – Moscow. Stroymaterialy, 2008, 360 p. ISBN 978-5-94026-014-1.

4. Serikhaliev S. S., Zimin R. B., Orlovich S. B. Defekty zaschitno-dekorativnoy kirpichnoy oblitsovki fasadov karkasnykh zdaniy [The defects of protective facing masonry of frame buildings] // Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy [Construction of unique builduings and structures]. 2014. № 5 (20). P. 28–38.

5. Umnyakova N. P. Dolgovechnost tryokhsloynykh sten s oblitsovkoy iz kirpicha s vysokim urovnem teplovoy zaschity [Durability of three-layered walls with brick facing that provides high thermal protection] // Vestnik MGSU. 2013. № 1. P. 94–100.

6. SP 131.13330.2018. Stroitelnaya klimatologiya [Building climatology]: svod pravil: utverzhdyon Prikazom Ministerstva regionalnogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii ot 28.11.2018 № 763/pr : aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 23-01-99*: data vved. 29.05.2019. Moscow, 2018, 115 p.

© Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев, 2020
Получено: 17.09.2020 г.

УДК 691.311 : 539.376

О. Б. КОНДРАШКИН, канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой технологии строительства

ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КЛАДКИ ИЗ ГИПСООПИЛОЧНЫХ КАМНЕЙ ПРИ ОДНООСНОМ СЖАТИИ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-74; факс: (831) 433-08-69; эл. почта: tsp-nngasu@mail.ru
Ключевые слова: гипсоопилочные бетоны, кладка из гипсоопилочных камней, прочность, ползучесть.

Приведены исследования, которые позволили установить значения кратковременной и длительной прочности, ползучесть кладки из гипсоопилочных камней при одноосном сжатии. Проведенные исследования являются основой для нормирования расчетных характеристик кладки из гипсоопилочных камней.

Действующие нормы проектирования каменных и армокаменных конструкций (СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции) не содержат данных о расчетных характеристиках кладки на органических заполнителях. Одной из основных причин, препятствующих широкому внедрению гипсоопилочных камней в массовое строительство, является полное отсутствие сведений о механических свойствах кладки на их основе. Опилочные бетоны на гипсовом вяжущем являются эффективным материалом для производства камней со стандартными размерами 188×190×390 мм как с экономической, так и с экологической точек зрения [1].

Автором проведены исследования прочности и деформативности кладки из пустотелых и сплошных гипсоопилочных камней. Пустотелые камни с объемом пустот 17,5 % изготавливались на карусельной установке Пешеланского гипсового завода «Декор-1» Нижегородской области. Сплошные камни изготавливались на малогабаритном вибротрамбующем прессе ВФП–2. Для кладки опытных образцов применялся раствор из гипса, гипса и опилок с различными замедлителями схватывания.

Опытные образцы изготавливались в виде столбов размерами: 390×390×1188; 390×390×988; 390×390×788 и 190×390×788 мм. Прочность камней на сжатие R_1 определялась по ГОСТ 6633-84 на прессе марки П–125, прочность кладочного раствора R_2 определялась по ГОСТ 5802–86 на прессе марки ИП–100. Опытные образцы кладки испытывались на центральное сжатие на прессе марки П–500 и прессе марки П–25. Загружение осуществлялось ступенчато-возрастающей нагрузкой при величине одной ступени загружения равной 10 % от ожидаемой разрушающей нагрузки. Под каждой ступенью загружения образцы кладки выдерживались по 5 минут. Измерение деформаций кладки осуществлялось индикаторами ИЧ–10, стационарно установленными по граням образцов. Всего при кратковременном загружении было испытано 44 опытных образца кладки.

В результате кратковременных испытаний было установлено, что для расчетной оценки предела прочности кладки из гипсоопилочных камней при одноосном сжатии может быть использована формула Л. И. Онищика в виде:

$$R_u = A \cdot R_1 \left(1 - \frac{a}{b + \frac{R_2}{2R_1}} \right), \quad (1)$$

где A – конструктивный коэффициент (МПа), определяемый по формуле:

$$A = \frac{10 + R_1}{10m + nR_1}. \quad (2)$$

Значения эмпирических коэффициентов, входящих в формулы (1) и (2), определялись методом подбора по результатам экспериментов и составили для кладки из сплошных камней: a = 0,1; b = 0,3; m = 1,0; n = 1,5; для кладки из пустотелых камней: a = 0,15; b = 0,3; m = 1,5; n = 2,5.

Исследованиями [2] установлено, что характерной особенностью древесных бетонов является зависимость их прочности от длительности действия нагрузки. В настоящее время существует ряд гипотез, выдвинутых для объяснения снижения прочности бетонов при длительном загружении. Одна из них, развитая О. Я. Бергом [3], основывается на структурных изменениях, и предполагает связь предела длительной прочности материала при сжатии с уровнем напряжения, соответствующим верхней условной границе микроразрушений R_T^v (верхняя параметрическая точка). Согласно этой гипотезе, уровень напряжения $\sigma = R_T^v$ считается началом разрушения бетона и его длительной прочностью $\sigma_{дл}$. О степени развития деструктивных процессов в бетоне в этом случае судят по изменению дифференциального коэффициента поперечной деформации

$$\Delta\nu = \Delta\varepsilon_2 / \Delta\varepsilon_1 \quad (3)$$

и дифференциального изменения объема

$$\Delta\theta = \Delta\varepsilon_1 - 2\Delta\varepsilon_2, \quad (4)$$

где $\Delta\varepsilon_1$ и $\Delta\varepsilon_2$ – соответственно приращение относительной продольной ε_1 и поперечной ε_2 деформаций на данной ступени приращения напряжения.

В свете физической теории прочности бетона О. Я. Берга автором проведены испытания при одноосном сжатии трех образцов – простенков размерами 390×590×1388 мм из пустотелых гипсоопилочных камней. Цена деления индикаторов для измерения продольных деформаций сжатия кладки на базе, равной 870 мм, составила 0,01 мм; поперечных деформаций растяжения на базе 530 мм в середине высоты простенков – 0,005 мм.

Кривые деформирования кладки (средние по трем образцам) приведены на рис. 1. Из графиков на рис. 1*а*, *б* видно, что при величине напряжения $\sigma > \sigma_{1\text{-}2} = 0{,}65R_u$ происходит интенсивное развитие продольных и особенно поперечных деформаций кладки.

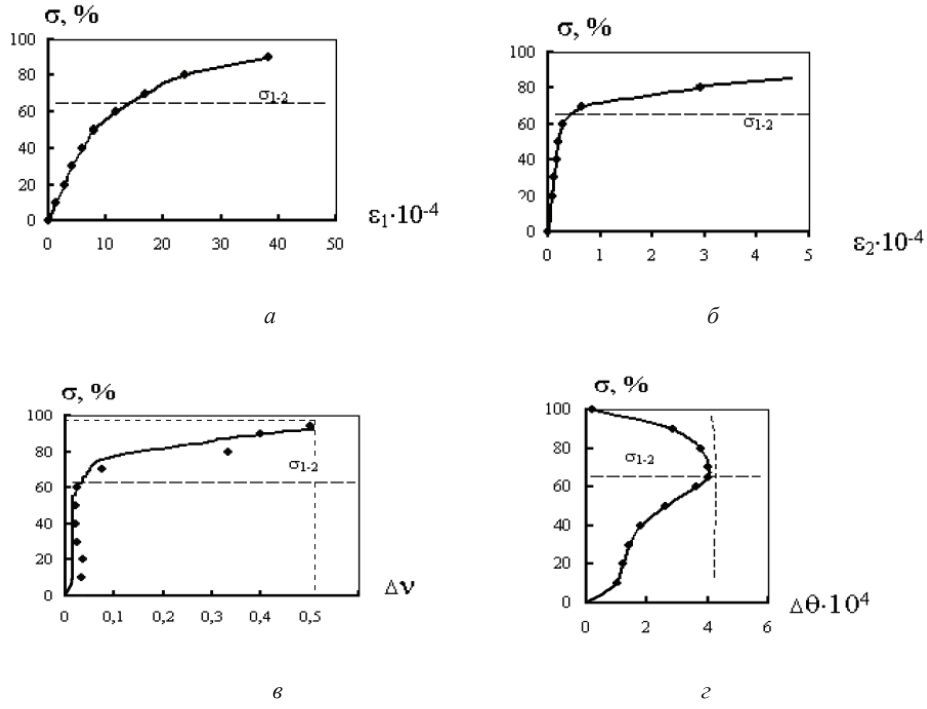


Рис. 1. Графические зависимости между напряжениями, относительными продольными ε_1 (*а*) и поперечными ε_2 (*б*) деформациями, дифференциальным коэффициентом поперечных деформаций $_{\Delta}\nu$ (*в*) и дифференциальным изменением объема $_{\Delta}\Theta$ (*г*)

По О. Я. Бергу, напряжению нижней границы микроразрушений R_T^o соответствует наименьшее постоянное значение дифференциального коэффициента поперечной деформации $_{\Delta}\nu$. График на рис. 1*в* демонстрирует характер изменения коэффициента $_{\Delta}\nu$, разделяющего процесс развития микроразрушений на два этапа: первый этап – уплотнение при $\sigma \le \sigma_{1\text{-}2}$ с практически постоянным значением $_{\Delta}\nu$ и второй этап – разуплотнение при $\sigma > \sigma_{1\text{-}2}$ с резким отклонением коэффициента $_{\Delta}\nu$ от прямой в сторону увеличения. При напряжении $\sigma_{1\text{-}2} = R_T^o = 0{,}65R_u$ на границе двух областей деформирования происходит образование трещин в кладке над вертикальными швами. При $\sigma > \sigma_{1\text{-}2}$ заметно уменьшается значение $_{\Delta}\nu$ (рис. 1*г*) за счет резкого возрастания поперечных деформаций. Этот момент соответствует началу раскрытия образовавшихся трещин в поперечном направлении, характеризуется необратимо прогрессирующим развитием микроразрушений и является началом разрушения кладки. Величину напряжения $\sigma_{1\text{-}2}$ по аналогии с работой [4] назовем пределом конструктивной прочности кладки $R_{пр.к}^{кл}$, который отождествляется с пределом ее длительного сопротивления. Согласно рекомендациям [3], верхняя граница микоразрушений R_T^v определяется величиной напряжения сжатия, при которой $_{\Delta}\nu = 0{,}5$ и $_{\Delta}\Theta = 0$. Для кладки из гипсоопилочных камней положение верхней параметрической точки R_T^v, определяемой по графикам на рис. 1*в*, *г*, оказывается столь близко к пределу прочности кладки ($R_T^v \approx 0{,}95R_u$), что рекомендательные функции R_T^v утрачивают всякий смысл. В то же время в работе [5] предлагается определять уровень напряжений, соответствующий R_T^v, по точке перелома кри-

вой $\sigma({}_{\Delta}\Theta)$, т. е. точке, в которой касательная к кривой $\sigma({}_{\Delta}\Theta)$ параллельна оси напряжений. В этом случае, согласно графику на рис. 1*г*, $R_T^{\nu} = \sigma_{1\text{-}2}$. Таким образом, величина напряжения $\sigma_{1\text{-}2}$, названная пределом конструктивной прочности кладки, определяет начало нового этапа в развитии процесса микроразрушений и отождествляется с пределом длительной прочности кладки.

Для получения экспериментальных данных о характере изменения деформаций ползучести кладки авторами проведены длительные испытания образцов – столбов размером 190×390×788 мм из сплошных гипсоопилочных камней (рис. 2). Загружение столбов осуществлялось напряжениями сжатия $\sigma < \sigma_{1\text{-}2}$, относительные уровни которых составили $\eta(\tau) = \sigma(\tau)/R_u = 0{,}1$; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5. Образцы испытывались на рычажных установках, обеспечивающих поддержание устойчиво постоянной во времени нагрузки. Под каждым уровнем напряжения сжатия испытывалось по два образца – столба. На всем протяжении длительных испытаний относительная влажность воздуха в помещении лаборатории колебалась в пределах 55–65 %, а температура – 19–22 °С, что соответствует требованиям ГОСТ 24544–81.

Экспериментальные кривые относительных деформаций ползучести $\varepsilon_п(\tau)$ кладки приведены на рис. 3. В результате анализа семейства кривых ползучести установлено, что при $\eta(\tau) \leq 0{,}5$ процесс ползучести кладки из гипсоопилочных камней может быть изображен одной кривой в осях: $\varphi(\tau) - \tau$ (рис. 3), где $\varphi(\tau) = \varepsilon_П(\tau)/\varepsilon_у$ – характеристика ползучести; $\varepsilon_у$ – упруго-мгновенная деформация в момент приложения нагрузки; τ – время наблюдения в сутках. Для аналитического описания изменения во времени характеристики ползучести использовалась экспоненциальная зависимость теории упругой наследственности, которая после линеаризации представлена гиперболической зависимостью вида

$$\varphi(\tau) = \varphi(\infty) \cdot \frac{\tau}{\alpha_п + \tau}, \qquad (5)$$

где $\varphi(\infty) = 2{,}7$ – предельная характеристика ползучести; $\alpha_п = 6{,}32$ – параметр скорости нарастания деформаций ползучести, определенные по методике ГОСТ 24544-81 с использованием опытных точек кривой на рис. 3*б* (средняя по десяти образцам).

Характеристику ползучести удобно использовать в практике расчета стеновых конструкций зданий с учетом ползучести кладки. С этой целью вычисляется длительный модуль деформаций кладки по формуле:

$$E(\tau) = \frac{E_0}{1 + \varphi(\tau)}, \qquad (6)$$

где E_0 – начальный модуль деформаций кладки, определяемый из кратковременных испытаний при напряжении $\sigma = 0{,}2R_u$.

Рис. 2. Длительные испытания образцов – столбов на рычажных установках

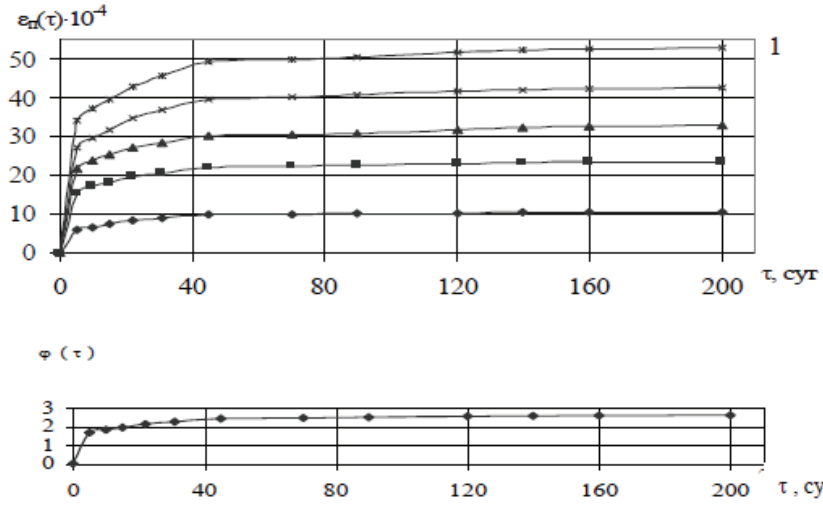


Рис. 3. Кривые относительных деформаций ползучести и нарастания характеристики ползучести образцов кладки из гипсоопилочных камней: 1-η(τ) = 0,5; 2-η(τ) = 0,4; 3-η(τ) = 0,3; 4-η(τ) = 0,2; 5-η(τ) = 0,1

Проведенные исследования являются основой для нормирования расчетных характеристик кладки из гипсоопилочных камней.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цепаев, В. А. Экологическая и экономическая целесообразность производства опилочных бетонов с использованием гипса / В. А. Цепаев, Е. М. Панюжев, В. Б. Темнухин. – Текст : непосредственный // Деревообрабатывающая промышленность. – 2002. – № 5. – С. 15–17.

2. Цепаев, В. А. Длительная прочность легких бетонов на древесных заполнителях / В. А. Цепаев. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Строительство и архитектура. – 1989. – № 1. – С. 59–61.

3. Берг, О. Я. Некоторые вопросы теории деформаций и прочности бетона / О. Я. Берг. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Строительство и архитектура. – 1967. – № 10. – С. 41–55.

4. Цепаев, В. А. Две области деформирования деревобетонов / В. А. Цепаев. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Строительство и архитектура. – 1990. – № 10. – С. 15–18.

5. Мельниченко, О. В. Экспериментальное исследование длительной прочности бетонов высоких марок / О. В. Мельниченко. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Строительство и архитектура. – 1976. – № 5. – С. 85–88.

KONDRASHKIN Oleg Borisovich, candidate of technical sciences, associate professor, holder of the chair of construction technology

BASIC MECHANICAL PROPERTIES OF GYPSUM SAWN STONE MASONRY UNDER UNIAXIAL COMPRESSION

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-74; fax: +7(831) 433-08-69; e-mail: tsp-nngasu@mail.ru

Key words: gypsum-sawn concrete, gypsum-sawn stone masonry, strength, creep.

The article presents studies that allowed determining values of short-term and long-term strength, and creep of masonry of gypsum sawn stones under uniaxial compression. The conducted research is the basis for normalizing the calculated characteristics of masonry made of gypsum sawn stones.

REFERENCES

1. Tsepaev V. A., Panyuzhev E. M., Temnukhin V. B. Ekologicheskaya i ekonomicheskaya tselesoobraznost proizvodstva opilochnykh betonov s ispolzovaniem gipsa [Ecological and economic feasibility of production of sawdust concrete with the use of gypsum]. Derevoobrabatyvayuschaya promyshlennost [Woodworking industry]. 2002. № 5. P. 15–17.

2. Tsepaev V. A. Dlitelnaya prochnost lyogkikh betonov na drevesnykh zapolnitelyakh [Long-term strength of lightweight concrete with wood aggregate]. Izv. vuzov. Stroitelstvo i arkhitektura [News of higher education institutions. Construction and architecture]. 1989. № 1. P. 59–61.

3. Berg O. Ya. Nekotorye voprosy teorii deformatsiy i prochnosti betona [Some questions of the theory of deformations and strength of concrete]. Izv. vuzov. Stroitelstvo i arkhitektura [News of higher education institutions. Construction and architecture]. 1967. № 10. P. 41–55.

4. Tsepaev V. A. Dve oblasti deformirovaniya derevobetonov [Two areas of deformation of wood concrete]. Izv. vuzov. Stroitelstvo i arkhitektura [News of higher education institutions. Construction and architecture]. 1990. № 10. P. 15–18.

5. Melnichenko O. V. Eksperimentalnoe issledovanie dlitelnoy prochnosti betonov vysokikh marok [Experimental study of long-term strength of high-grade concrete]. Izv. vuzov. Stroitelstvo i arkhitektura [News of higher education institutions. Construction and architecture]. 1976. № 5. P. 85–88.

© О. Б. Кондрашкин, 2020

Получено: 17.09.2020 г.

УДК 624.15:551.435.8

М. М. УТКИН, канд. техн. наук, вед. инженер карстологических исследований

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРА КАРСТОВОГО ПРОВАЛА ПО ГЕОМЕХАНИЧЕСКОМУ МЕТОДУ Г. М. ШАХУНЯНЦА С УЧЕТОМ ВНЕШНЕЙ НАГРУЗКИ В ЗОНЕ ПРОВАЛА

ОАО «ГеоПалитра»
Россия, 603000, г. Н. Новгород, ул. Костина, д. 3, пом. 53.
Тел.: + 7 (920) 252-22-69; эл. почта: mike5319@rambler.ru
Ключевые слова: карст, карстовый провал, геомеханический метод, взаимовлияние сооружений.

Получены для детерминистического геомеханического метода Г. М. Шахунянца: уравнение предельного равновесия и, исходя из него, формула вычисления первоначального диаметра карстового провала, позволяющая дополнительно учесть действующую внешнюю нагрузку в зоне, прилегающей к провалу. Доказано, что в ряде случаев учет такой нагрузки приводит к увеличению диаметра провала за счет дополнительного обжатия цилиндрического столба грунта.

Наиболее достоверные оценки вероятных размеров карстопроявлений под зданиями и сооружениями среднего и в особенности малого заглубления [1] получаются исходя из статистических данных по территории строительства [2–5]. Однако, когда на основание строительных объектов передаются значительные техногенные воздействия и когда выборка карстовых форм рельефа состоит из недостаточного их количества, учесть статистические сведения при выполнении вероятностных оценок затруднительно. Кроме того, статистические данные по различным причинам (например, при нереализованной опасности, невыполнении регулярных наблюдений) могут вовсе отсутствовать. Поэтому в указанных случаях [4] для оценки прогнозных размеров карстопроявлений приходится использовать детерминистические геомеханические методы.

В настоящее время в отечественном инженерном карстоведении насчитывается более 25 детерминистических геомеханических методов по прогнозированию диаметров карстовых провалов, каждый из которых по-своему уникален, имеет свои достоинства и недостатки. В настоящей статье остановимся на рассмотрении метода, который в 1953 г. разработал известный ученый в области железнодорожного пути, д-р техн. наук, проф. Георгий Михайлович Шахунянц.

После детального изучения первоисточника [2], представляется возможным утверждать, что Г. М. Шахунянц не ставил перед собой задачу по определению диаметра карстового провала под сооружениями, поскольку им рассматривалась задача о необходимом понижении уровня подземных вод (необходимой мощности осушаемого слоя) для обеспечения безопасной эксплуатации сооружений за срок их службы. При этом в задаче пустотное пространство (полость-приемник) приводилось к форме полуэллипсоида или эллиптического параболоида. В результате решения изложенной задачи Г. М. Шахунянцем было получено уравнение предельного равновесия сдвигающих и удерживающих сил в общем виде [2], решение которого относительно диаметра провала, в случае круглой в плане полости, одним из первых (в 1986 г.) выполнил его ученик– один из основоположников инженерного карстоведения, канд. техн. наук, проф. В. В. Толмачев [4]. Важно отметить, что при

издании (выпуске) его монографии [4] в формулах были допущены неточности.

Для вычисления диаметра провала с учетом внешней нагрузки в зоне, прилегающей к провалу, рассмотрим вывод общего уравнения предельного равновесия [2] и затем необходимой формулы для решения поставленной задачи. Обозначения всех величин приняты согласно первоисточнику [2].

Расчетная схема геомеханического метода Г. М. Шахунянца приведена на рис. 1. На ней пунктирной линией показаны первоначальные размеры полости-приемника, а сплошной линией – ее размеры к окончанию срока эксплуатации сооружения за счет протекания процессов растворения стенок полости и последующего обрушения вышележащих отложений. Глубина, до которой производится понижение уровня подземных вод Y_0 , вычисляемая как сумма высоты зоны обрушения пород над кровлей первоначальной полости Z_0 и мощности грунтового цилиндра X_0, приведена только для лучшего понимания изложенных выше материалов.

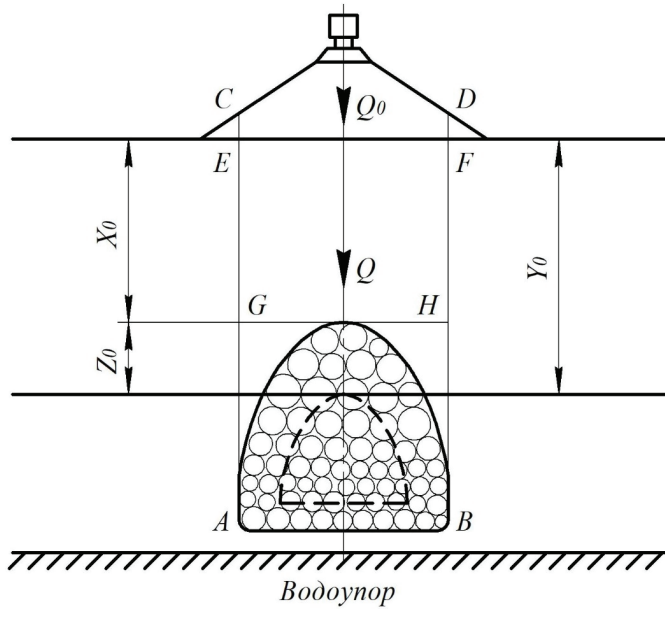


Рис. 1. Расчетная схема геомеханического метода Г. М. Шахунянца [2]

Итак, рассмотрим тело *ACDB* (см. рис. 1). На цилиндрический столб грунта *GEFH* весом Q , передается нагрузка от сооружения Q_0. Смещению вниз (срезу) грунтового столба *GEFH* препятствует сила сопротивления *T*. Исходя из этого, условие предельного равновесия столба можно записать следующим образом:

$$Q_0 + Q - T = 0. \quad (1)$$

При этом

$$\begin{cases} Q = \gamma_1 X_0 \omega; \\ T = C + F, \end{cases} \quad (2)$$

где γ_1 – удельный вес грунта в пределах мощности X_0;

ω – площадь полости-приемника в плане к исходу времени *t*;

C и *F* – полные силы сцепления и трения, действующие по боковой поверхности грунтового цилиндра *GEFH*, определяются согласно выражениям:

$$\begin{cases} C = \int\limits_0^{U_б} c_1 dU_б; \\ F = \int\limits_0^{U_б} f_1 e dU_б, \end{cases} \quad (3)$$

где c_1, $f_1 = \text{tg}\varphi_1$, и φ_1 – удельное сцепление, коэффициент и угол внутреннего трения породы в любой точке боковой поверхности;

e – нормальное давление в любой точке боковой поверхности;

$U_б$ – площадь боковой поверхности, вычисляемая по общеизвестной формуле:

$$U_б = X_0 L\ , \quad (4)$$

где L – периметр полости в плане к окончанию времени t.

В случае, если столб грунта *GEFH* представлен *скальной породой*, то формула определения силы сопротивления его срезу T, по предложению Г. М. Шахунянца, может быть записана в следующем виде:

$$T = C = cU_б, \quad (5)$$

где c – удельное сопротивление породы срезу, определяемое с учетом ее пустотности n_1 по формуле:

$$c = c_0(1 - n_1), \quad (6)$$

где c_0 – удельное сопротивление срезу целого куска породы.

Теперь рассмотрим ситуацию, когда грунтовый столб *GEFH* сложен *дисперсной породой*. В этом случае согласно выражению (2) величина T вычисляется как сумма полной силы сцепления C и трения F. Проанализируем их определение.

Исходя из уравнений (3) и (4), *полная сила сцепления C* определяется по формуле:

$$C = c_1 U_б = c_1 X_0 L\ . \quad (7)$$

Нормальное давление в любой точке боковой поверхности цилиндра e, определенное с учетом давления от призмы обрушения, приближенно можно оценить по формуле (рис. 2):

$$e = (\gamma_1 x + q)N - c_1 M, \quad (8)$$

где γ_1 – удельный вес породы;

x – расстояние от земной поверхности (или подошвы фундамента) до выбранной точки;

q – сплошная равномерно распределенная нагрузка, действующая на призму обрушения;

N и M – параметры, вычисляемые по формулам:

$$N = \frac{1 - f_1 \text{ctg}\beta}{1 - f_1^2 + 2 f_1 \text{tg}\beta}; \quad (9)$$

$$M = \frac{2\text{tg}\beta + \text{ctg}\beta - f_1}{1 - f_1^2 + 2 f_1 \text{tg}\beta}; \quad (10)$$

где $\text{tg}\beta = f_1 + \sqrt{1/2(1 + f_1^2)}$. (11)

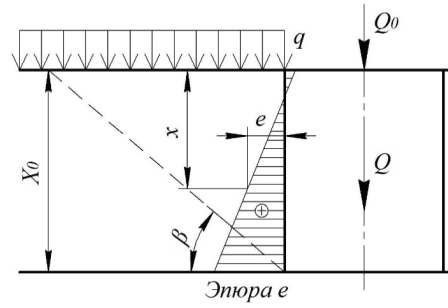


Рис. 2. Расчетная схема к определению нормального давления *e* [2]

Формулы (9)–(10) заимствованы из теории расчета массивных подпорных стен и контрбанкетов. Они справедливы для вертикального грунтового цилиндра и при наличии трения и сцепления по контакту цилиндра с прилегающим к нему грунтом. Отметим два важных момента:

1. Для линейных сооружений (трубопроводы, дороги и т.д.) и ленточных фундаментов в большинстве случаев (но не во всех) допустимо полагать, что $q = 0$ (см. рис. 1 и 2). Поэтому Г. М. Шахунянцем уравнение предельного равновесия [2] и, следовательно, В. В. Толмачевым формула определения первоначального диаметра провала [4] были получены исходя из такого допущения. Однако в ряде случаев (например, иногда при проектировании плитных фундаментов, зданий и сооружений рядом с другими строительными объектами) считать его обоснованным не всегда представляется возможным. Поэтому далее в настоящей статье все формулы приведены для $q \neq 0$.

2. Используя известные решения механики грунтов [6], возможно рассмотреть и другие случаи действия нагрузки q, например, ее действие на необходимом удалении от грунтового цилиндра. Такая расчетная схема может быть полезной при определении диаметра провала с учетом взаимовлияния сооружений, расположенных на некотором удалении друг от друга.

Площадь эпюры *e* , определенная с учетом выражения (8), будет равна (см. рис. 2):

$$E = \frac{1}{2}(\gamma_1 X_0 + q)X_0 N - c_1 X_0 M. \qquad (12)$$

Тогда, исходя из уравнений (3) и (4), *полная сила трения F* определяется по формуле:

$$F = f_1 e X_0 L = f_1 E L. \qquad (13)$$

Отсюда сила сопротивления срезу T, применительно к дисперсной породе, залегающей в пределах мощности X_0, находится следующим образом:

$$T = C + F = c_1 X_0 + f_1 E)L. \qquad (14)$$

Таким образом, когда грунтовый столб *GEFH* сложен слоями скальных пород, то для них сопротивление срезу T вычисляется согласно выражению (5), а если слоями дисперсных грунтов, то (14).

Рассматривая совместно формулы (1), (2) и (14), получим *уравнение предельного равновесия* столба грунта *GEFH*:

$$Q_0 + \gamma_1 \omega X_0 - c_1 L X_0 - \frac{1}{2}\gamma_1 f_1 L X_0^2 N - \frac{1}{2} q f_1 L X_0 N + c_1 f_1 L X_0 M = 0. \qquad (15)$$

Данное уравнение отличается от выведенного Г. М. Шахунянцем [2] только наличием в левой его части пятого слагаемого, которое учитывает передающуюся внешнюю нагрузку на призму обрушения q.

Используя выражение (15), например, для случая круглой полости-приемника в плане к окончанию срока эксплуатации сооружения t, опуская промежуточные вычисления, запишем *формулу определения первоначального диаметра карстового провала* d_0:

$$d_0 = \frac{2(2c_1X_0+\gamma_1 f_1 X_0^2 N+q f_1 X_0 N-2c_1 f_1 X_0 M)}{(ge+\gamma_1 X_0)}, \qquad (16)$$

где $g_e = \frac{4Q_0}{\pi d_0^2}$ – внешняя равномерно распределенная нагрузка, действующая на площади круглоцилиндрического столба грунта [4].

Формулу (16) при $q = 0$, как указывалось ранее, одним из первых вывел В. В. Толмачев [4]. При этом он предложил, в случае залегания в пределах высоты грунтового столба X_0 двух и более инженерно-геологических элементов, значения величин γ_1, c_1 и φ_1 принимать средневзвешенными в пределах мощности X_0.

Проанализируем влияние нагрузок g_e и q на диаметр провала d_0. Для этого рассмотрим пример. Допустим, планируется инженерно-строительное освоение карстоопасной площадки, характеризующейся следующими особенностями. Участок покровной толщи грунтов мощностью $X_0 = 13$ *м* , подверженный карстово-обвальной опасности [5], является однородным и представлен суглинком, который обладает следующими физико-механическими свойствами: $\gamma_1 = 19$ кН/м^3, $c_1 = 26$ *кПа*, $\varphi_1 = 17^0$. Грунтовые воды в пределах X_0 не вскрыты.

Проектируемый строительный объект – здание, состоящее из основной и стилобатной частей (рис. 3). При этом стилобатная часть примыкает с трех сторон к основной части. Фундаменты здания запроектированы плитными. Размеры фундаментов и среднее давление под их подошвой p_{II} указаны на рис. 3. Все прогностические расчеты по формуле (16) выполнены в программном комплексе «*Karstdiameter*» [7] для семи расчетных случаев (р/с), описание которых приведено в табл. 1.

На основании анализа полученных результатов сделаны следующие *выводы*:

1. При учете внешних нагрузок от зданий и сооружений g_e и q, первоначальный диаметр карстового провала d_0, по сравнению с его значением для естественных (природных) условий (р/с № 1),изменяется. В рассматриваемом примере когда $q \le 1{,}5\, g_e$ величина d_0 уменьшается (р/с № 2-6), а при $q > 1{,}5\, g_e$ – увеличивается (р/с № 7).

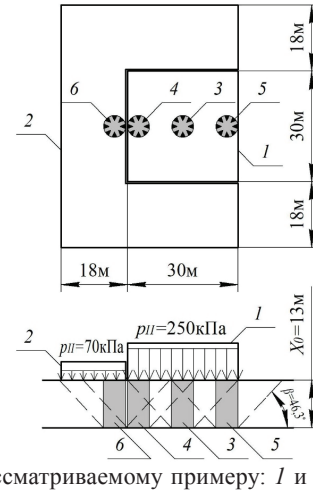


Рис. 3. Расчетная схема к рассматриваемому примеру: *1* и *2* – фундаментные плиты соответственно основной и стилобатной частей здания; *3*, *4*, *5* и *6* – варианты расположения карстового провала по соответственно 3, 4, 5 и 7 расчетным случаям (см. табл. 1)

Таблица 1

Описание расчетных случаев и результаты вычисления диаметров карстового провала

Номер р/с	Расчетный случай	d_0, м	Δ, %
1	Провал в природных (естественных) условиях ($g_e = q = 0$)	6,1	–
2	Провал при $g_e = 250$ *кПа*, $q = 0$,	3,1	-49,2
3	Провал под центром основной части здания ($g_e = q = 250$ *кПа*)	4,9	-19,7
4	Провал под левым краем основной части здания ($g_e = 250$ *кПа*, $q = (250 + 70)/2 = 160$ *кПа*)	4,2	-31,1
5	Провал под правым краем основной части здания ($g_e = 250$ *кПа*, $q = 250/2 = 125$ *кПа*)	4,0	-34,4
6	Провал при $g_e = 70$ *кПа*, $q = 0$,	4,8	-21,3
7	Провал под правым краем стилобатной части здания ($g_e = 70$ *кПа*, $q = (70 + 250)/2 = 160$ *кПа*)	6,6	+8,2

Примечание: Относительное изменение диаметра провала определялось как $[(d_{0,1} - d_{0,i})/ d_{0,1}] \cdot 100\%$.

2. В ряде случаев при учете внешней нагрузки g_e обязательно следует учитывать и внешнюю нагрузку q, действующую на призму обрушения (в прилегающей к провалу зоне), т. к. в противном случае диаметр провала d_0 может получаться заниженным. В этом легко убедиться, сравнивая между собой его значения, вычисленные для р/с № 2 и 3, а также р/с № 6 и 7. В первом случае учет q увеличил d_0 на 58,1 %, во втором – на 37,5 %. Это происходит из-за того, что нагрузка q, передающаяся на призму обрушения, обеспечивает дополнительное обжатие цилиндрического столба грунта, которое приводит к возрастанию силы сопротивления его срезу T.

3. При одновременном учете внешних нагрузок g_e и q диаметр провала d_0 в разных участках подошвы фундамента основной части здания (р/с № 3–5) изменяется несущественно (≈ 20 %). Однако в случае использования в расчетах давлений под подошвой фундамента p, вычисленных по результатам его статического расчета в конечно-элементных программах, вместо средних давлений p_{II}, значения величины d_0 могут несколько отличаться от приведенных в таблице.

4. Отдельно остановимся на р/с № 7. Согласно нему, при прогнозировании диаметра провала d_0 учет взаимного влияния примыкающих друг к другу сооружений особенно важно выполнять для того из них, который передает меньшую нагрузку на основание, поскольку в этом случае диаметр d_0 может превысить значение, вычисленное для природных условий (!). Как было отмечено в первом выводе, в рассматриваемом примере это происходит когда $q > 1{,}5\ g_e$. При этом: чем больше q превышает g_e, тем значительнее d_0 будет отличаться от его природного значения.

Исходя из всего изложенного, в настоящей статье сделан следующий **заключительный вывод:** при выполнении прогностических расчетов по методу Г. М. Шахунянца, первоначальный диаметр карстового провала, во избежание необоснованного его занижения, рекомендуется определять по формуле (16).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 473.1325800.2019. Здания, сооружения и комплексы подземные. Правила градостроительного проектирования. – Москва : Минстрой России, 2020. – URL: https://www.faufcc.ru/technical-regulation-in-constuction/formulary-list/?s=473. – Текст : электронный.
2. Шахунянц, Г. М. Земляное полотно железных дорог: вопросы проектирования и расчета: учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта / Г. М. Шахунянц. – Москва : Трансжелдориздат, 1953. – 828 с. – Текст : непосредственный.
3. Шахунянц, Г. М. Карстовые процессы и стабильность сооружений / Г. М. Шахунянц. – Текст : непосредственный // Путь и путевое хозяйство. – 1966. – № 3. – С. 38–42.
4. Толмачев, В. В. Инженерно-строительное освоение закарстованных территорий / В. В. Толмачев, Г. М. Троицкий, В. П. Хоменко ; под редакцией Е. А. Сорочана. – Москва : Стройиздат, 1986. – 176 с. – Текст : непосредственный.
5. Руководство по инженерно-геологическим изысканиям в районах развития карста / Производственный и научно-исследовательский институт по инженерными изысканиям в строительстве ; составители И. А. Саваренский, Н. А. Миронов). – Москва, 1995. – 167 с. – Текст : непосредственный.
6. Основания, фундаменты и подземные сооружения : справочник проектировщика / М. И. Горбунов-Посадов, В. А. Ильичев, В. И. Крутов [и др.] ; под общей редакцией Е. А. Сорочана, Ю. Г. Трофименкова. – Москва : Стройиздат, 1985. – 480 с.
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Программный комплекс по определению расчетного диаметра карстового провала и воронки с использованием детерминистических геомеханических методов (Karstdiameter) : № 2017614985/ Уткин М. М.; РОСПАТЕНТ. № 2017614985. – 2017.

UTKIN Mikhail Mikhaylovich, candidate of technical sciences, leading engineer of karstological investigation

DETERMINATION OF KARST COLLAPSE DIAMETER BY G. M. SHAKHUNYANTSGEOMECHANIC METHOD WITH ALLOWANCE FOR EXTERNAL LOADING IN AREA ADJACENT TO KARST COLLAPSE

JSC GeoPalitra
3, Kostin St., off. 53, Nizhny Novgorod, 603000, Russia. Tel.: +7 (920) 252-22-69;
e-mail: mike5319@rambler.ru
Key words: karst, karst collapse, geomechanic method, buildings' intercoupling.

The article presents a limit equilibrium equation obtained for the G. M. Shakhunyants deterministic geomechanic method. On its basis, a formula for calculating the initial diameter of a karst collapse is obtained allowing additionally to take into account the acting external load in the zone adjacent to the karst collapse. It has been proved that in some cases, taking into account such a load leads to an increase in the karst collapse diameter due to additional pressing of the cylindrical column of soil.

REFERENCES

1. SP 473.1325800.2019. Zdaniya, sooruzheniya i kompleksy podzemnye. Pravila gradostroitelnogo proektirovaniya [Buildings, structures and undergroundcomplexes. Regulation of urban planning]. Moscow, Minstroy Rossii, 2020. – URL: https://www.faufcc.ru/technical-regulation-in-constuction/formulary-list/?s=473.
2. Shakhunyants G. M. Zemlyanoe polotno zheleznykh dorog: voprosy proektirovaniyai

raschyota [Roadbed of railways: Design and Calculation Issue] : uch. Posobie dlya vuzov zh.-d. transporta. Moscow, Transzheldorizdat, 1953, 828 p.

3. Shakhunyants G. M. Karstovye protsessy i stabilnost sooruzheniy [Karst processes and buildings stability]. Put i putevoe khozyaystvo [Railway and railway equipment]. 1966, № 3. P. 38–42.

4. Tolmachyov V. V., Troitskiy G. M., Khomenko V. P. Inzhenerno-stroitelnoe osvoenie zakarstovannykh territoriy [Geotechnical reclamation of karst area]; pod red. E. A. Sorochana. Moscow, Stroyizdat, 1986, 176 p.

5. Rukovodstvo po inzhenerno-geologicheskim izyskaniyam v rayonakh razvitiya karsta [Manual on geotechnical surveys in karst areas] / Proizvodstvennyi nauchno-issledovatelskiy institute po inzhenernym izyskaniyam v stroitelstve; sostaviteli I. A. Savarenskiy, N. A. Mironov. Moscow, 1995, 167 p.

6. Gorbunov-Posadov M. I., Ilichyov V. A., Krutov V. I. Osnovaniya, fundamenty i podzemnye sooruzheniya (Spravochnik proektirovschika) [Bases, foundations and underground structures (Designer's Handbook)]; pod obschey red. E. A. Sorochana, Yu. G. Trofimenkova. Moscow, Stroyizdat, 1985, 480 p.

7. Svidetelstvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM. Programmny kompleks po opredeleniyu raschyotnogo diametra karstovogo provala i voronki s ispolzovaniem deterministiches kikhgeomekhanicheskikh metodov (Karst diameter) [Certificate on the state registration of the computer software. Software complex for determination of calculated diameter of a karst collapse and sink using deterministic geomechanic methods (Karst diameter)]: № 2017614985/ Utkin M. M. ROSPATENT. 2017.

© М. М. Уткин, 2020

Получено: 08.09.2020 г.

УДК 624:69.059

Е. Б. АБРОСИМОВА[1], канд. техн. наук, доц., директор Межотраслевого института повышения квалификации и переподготовки кадров; В. В. МИТРОХИН[2], канд. экон. наук, доц. кафедры финансов и правового регулирования финансового рынка; И. М. СЕДЕЛЬНИКОВА[2], канд. техн. наук, доц. кафедры финансов и правового регулирования финансового рынка; А. М. ЯКУШЕВА[2], канд. экон. наук, доц. кафедры финансов и правового регулирования финансового рынка

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЧЕРЕЗ УТОЧНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОНЯТИЯ ДЕФЕКТА

[1]ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел./факс: (831) 260-14-17; эл. почта: abrosimova_eb@nngasu.ru
[2]Нижегородский институт управления – филиал ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, пр. Гагарина, д. 46. Тел.: (831) 465-72-11; факс: (831) 412-41-62.

Ключевые слова: определение дефекта, техническое определение дефекта, юридическое определение дефекта, повреждение, дефектная конструкция, дефектное качество изготовления, договорные и внедоговорные отношения в строительстве.

Рассматривается проблема важности однозначной трактовки понятия дефекта, используемого при осуществлении договорных и внедоговорных отношений в строительстве. Соответствующие понятия дефекта рассматриваются в рамках российских, европейских и международных источников (ISO9000: 2015, Директива Совета 85/374 /ЕЭС и т. д.). В результате исследований предлагается наиболее универсальное содержание самого понятия дефекта.

Определения играют важную роль не только в теории, но и на практике, так как создают ценность, выходящую за рамки простого описания чего-либо [1]. Именно по этой причине представляется важным систематизировать все возможные трактовки понятия дефекта в строительстве и по возможности конкретизировать само понятие.

Как правило, в строительной отрасли дефектная работа (или дефект) представляет собой нарушение качества выполнения работ подрядчиком [2], а также служит основанием для ответственности перед третьими лицами.

«Техническое» определение дефекта

Говоря о «техническом» определении дефекта, в наиболее общем представлении следует обратиться к стандарту ISO 9000:2015 (далее ISO) Системы менеджмента качества (пункт 3.6.10). В стандарте акцент в определении дефекта делается на несоответствии (3.6.9), связанном с предполагаемым или определенным использованием, в то время как несоответствие означает невыполнение требования. Разработчики ISO обращают внимание на разницу между понятиями дефекта и несоответствия. ISO дает представление о том, что несоответствие не обязательно является дефектом. Можно сделать вывод, что, согласно ISO, дефект – это частный случай несоответствия. Важность разделения этих двух понятий существенна, так как может повлечь за собой правовые последствия; особенно те, которые связаны с вопросами ответственности за продукт (3.7.6) и услугу (3.7.7) [3].

Принятый в России Федеральный закон от 30.12.2009 N 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013) «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» не дает трактовки и не использует определение понятия дефекта, но предполагает оценку соответствия объектов строительства технической документации и требованиям заказчика на всем протяжении жизненного цикла. В данном случае как лицо, осуществляющее строительство, так и заказчик, заинтересованы в заключении договора с четким определением основных условий [4]. Это не простая задача, так как в настоящее время юридическое определение дефекта, то есть определение, сформулированное нормативным источником в области договоров строительного подряда, отсутствует.

«Юридическое» определение дефекта: международные источники

Поскольку не существует международного признанного источника, определяющего термин «дефект» для строительных договоров, можно обратиться к области, где подобное определение существует, а именно к Венской конвенции о договорах международной купли-продажи товаров (1980 г.). United Nations Conventionon Contractsforthe International Saleof Goods, далее – CISG, представляет собой универсальный международный договор, призванный унифицировать вопросы регулирования договора купли-продажи между участниками торгового оборота в мире. Ее положения в данном исследовании рассмотрены исключительно с целью выявления формулировок, которые могут быть полезны для определения дефектов в строительстве.

В результате исследования можно утверждать, что CISG определяет дефект

как несоответствие либо соглашению сторон, либо обычным целям [5].

Определение дефекта, основанное на CISG, может быть применимо и к договорным отношениям в строительной сфере, поскольку оставляет пространство для усмотрения сторон при определении требований заказчика к объекту и в то же время устанавливает минимальный стандарт в случае отсутствия такого соглашения.

Кроме того, акцент на соответствие цели как важнейшем элементе безупречного исполнения очень важен с практической точки зрения, особенно когда речь идет о контрактах «под ключ». Ситуации, когда все сделано в полном соответствии с техническими условиями и чертежами, но объект не функционирует как комплекс, не так уж редки на практике. В этом случае бывает трудно доказать наличие дефекта, особенно когда подписаны документы о приемке.

Например, подрядчик выполнил работы по электроснабжению будущего объекта «под ключ», сам разработал проект, получил все согласования и т. д. Однако через два года выяснилось, что согласования были предоставлены неправомерным субъектом, и в результате не было никакой возможности обеспечить подачу электроэнергии от энергоснабжающей организации. Технически, все работы были приняты, и не было ничего, о чем можно было бы заявить, кроме отсутствия пригодности для этой цели. Итогом дела (которое неизбежно предстало перед российским государственным арбитражным судом) стало урегулирование иска, предусматривающее достаточное снижение первоначальной цены.

Необходимо также обратить внимание и на определение дефектного продукта, изложенное в статье 6 Директивы Совета 85/374/ЕЭС о сближении законов, правил и административных актов государств-членов ЕЭС, касающихся ответственности за выпуск дефектной продукции: продукт является дефектным, когда он не обеспечивает безопасность, которую лицо вправе ожидать [6].

Подход Директивы об ответственности за продукцию не может быть применен для разработки общего определения дефекта в строительных отношениях, так как безопасность не является единственной характеристикой, ожидаемой владельцами от возводимого объекта.

Например, подрядчик установил трубопроводы другой марки, чем требуется по контракту, и это совершенно не влияет на безопасность – и по этой причине не требует замены, но результат работы тем не менее является дефектным, и заказчик вправе требовать возмещения убытков, таких как снижение цены или возмещение ущерба [7].

При этом небезопасный объект во всех случаях является дефектным, хотя дефектный объект не обязательно небезопасен.

Для конкретизации понятия дефекта можно обратиться к международному опыту в контрактной сфере – Красной книге FIDIC (Международная федерация инженеров-консультантов), которая, к сожалению, также прямо не определяют термин «дефект». В данном конкретном источнике определяются только причины, позволяющие отнести дефекты к сфере ответственности подрядчика (Статья 11.2 как Красной книги 1999 года, так и Красной книги 2017 года). Таким образом, в соответствии с изданием Красной книги FIDIC 2017, подрядчик несет ответственность за устранение дефектов, связанных: а) с конструкцией; б) материалами или качеством их изготовления, не соответствующими контракту; в) ненадлежащей эксплуатацией или техническим обслуживанием, которые были отнесены к вопросам, за которые несет ответственность подрядчик; г) невыполнением подрядчиком любых других обязательств по контракту [8]. Таким образом, FIDIC указывает не

на определение дефекта, а области, в которых дефекты могут возникать по вине подрядчика. Основные из них: дефектный дизайн, дефектное качество изготовления и несоответствие требованиям.

Отрицательное определение дефекта

При рассмотрении понятия «дефект» нельзя игнорировать отрицательное определение дефекта (то есть то, чем дефект не является), которое также может быть существенно для понимания природы дефектов.

Например, Красная книга FIDIC исключает «справедливый износ» из сферы действия дефектов (статья 11.1 Красной книги 1999 и 2017 годов издания). Аналогичным образом, Гражданский кодекс РФ называет «справедливый износ» основанием для возникновения дефектов, выходящих за рамки ответственности подрядчика, хотя это все равно равносильно дефекту.

Другой интересный вывод из отрицательного определения дефекта состоит в том, что проявление дефекта – это просто «временное несоответствие», то есть «временная неудача, которая может быть ожидаема в работах» [9]. Хорошим и часто наблюдаемым примером в этом отношении являются усадочные трещины в бетоне, которые могут появиться в течение одного или даже двух лет после завершения строительства и вызвать большое недовольство со стороны заказчика. Однако нет научно доказанного способа предотвратить их возникновение, даже для достаточно осторожного и опытного подрядчика; поэтому это проявление может быть не дефектом, а главным образом «справедливым износом».

Следовательно, дефект не обязательно то же самое, что проявление дефекта. Проявление – это видимое состояние структуры, компонента или материалов. Такое состояние может быть вызвано либо дефектом конструкции, либо другими причинами. Не все проявления проблемы являются результатом дефекта [10].

Выводы:

В результате исследований можно утверждать, что для того чтобы стать дефектом, фактический результат работы должен противоречить либо:

– положениям договора;

– обязательным требованиям, установленным законом или государственными стандартами;

– цели, для которой предназначался;

– должен быть небезопасным до такой степени, чтобы причинить фактический или потенциальный ущерб.

Если дефект относится только к несоответствию договорным требованиям, но полезность и другие объективные характеристики не затрагиваются, то его можно считать «дефектом в относительном смысле». Напротив, если выполненная работа противоречит обязательным требованиям или не может быть использована в соответствии с ее назначением, либо представляет собой фактический или потенциальный вред, то результат содержит абсолютный дефект.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Hubbard, P. F. Sociology of Law: One View from the Lawyer’s Side of the Fence // RutgersLawJournal, Vol. 7, No. 3, 1976. P. 460.

2. Классификатор основных видов дефектов в строительстве и промышленности строительных материалов (Утвержден Главной инспекцией Госархстройнадзора России 17 ноября 1993 года).

3. Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 № 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013).

4. ISO 9000:2015 (en). Quality management systems – Fundamentals and vocabulary// https://www.iso.org/obp/ui/.

5. Gauch, Peter. Le contratd'entreprise. §1352-1353. ATF 104 II 355.

6. Hunter, Rod; Bergkamp, Lucas. Should Europe's Product Liability Regime Be Expanded? Comments on the European Commission's Green Paper on Product Liability // Product Safety and Liability Reporter. Vol. 29, № 17 (2001). P. 404.

7. The situation was discussed in Jacobs &Youngs v Kent (1921), a landmark common law case on contractual liability in construction decided by Court of Appeals of New York// https://www.nycourts.gov/reporter/archives/jacob_kent.htm.

8. FIDIC Conditions of Contract for Construction. For Building and Engineering Works Designed by the Employer. Second Edition 2017. Published by International Federation of Consulting Engineers (FIDIC). ISBN 978-2-88432-084-9. P. 56–57.

9. Philip Harris. Standard Definition of Defects// https://www.wrighthassall.co.uk/knowledge/legal-articles/2016/02/22/standard-definition-defects/

10. Alison Eslick, Roberta Wertman. Defects during the project life cycle: FIDIC and UAE law. P.02 // Reed Smith LLP, 2016, www.reedsmith.com.

ABROSIMOVA[1] Elena Borisovna, candidate of technical sciences, associate professor, director of the Intersectoral Institute for advanced training and retraining; MITROKHIN[2] Vladimir Vladimirovich, candidate of economic sciences, associate professor of the chair of finance and legal regulation of the financial market; SEDELNIKOVA[2] Irina Mikhailovna, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of finance and legal regulation of the financial market; YAKUSHEVA[2] Alla Matveevna, candidate of economic sciences, associate professor of the chair of finance and legal regulation of the financial market

THE DEVELOPMENT OF METHODS FOR ASSESSING THE RELIABILITY OF BUILDING STRUCTURES BY CLARIFYING THE CONTENT OF THE CONCEPT OF DEFECT

[1]Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 260-14-17;
fax: +7 (831) 260-14-17; e-mail: abrosimova_eb@nngasu.ru
[2]Nizhny Novgorod Institute of Management – a branch of the Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation
46, Gagarin Ave., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 465-72-11;
fax: +7 (831) 412-41-62.
Key words: иdefinition of a defect, technical definition of a defect, legal definition of a defect, damage, defective design, defective workmanship, contractual and non-contractual relations in construction.

The article raises the problem of the importance of unambiguous interpretation of the concept of defect used in the implementation of contractual and non-contractual relations in construction. The relevant concepts of defect are considered in the framework of Russian, European and international sources (ISO 9000: 2015, Council Directive 85/374 /EEC, etc.). As the result of research, the most universal content of the concept of defect is proposed.

REFERENCES

1. Hubbard P.F. Sociology of Law: One View from the Lawyer's Side of the Fence// RutgersLawJournal, Vol. 7, N°. 3, 1976. P. 460.

2. Klassifikator osnovnykh vidov defektov v stroitelstve i promyshlennosti stroitelnykh materialov [Classifier of the main types of defects in construction and construction materials industry]: utv. Glavnoy inspectsiey Gosarkhstroynadzora Rossii 17.11.1993). – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200001964.

3. Tekhnicheskiy reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzheniy [Technical regulations about safety of buildings and constructions] : Federalny zakon № 384-FZ: prinyat Gos. Dumoy 23.12.2009 : (red. ot 02.07.2013). – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/.

4. ISO 9000:2015 (en). Quality management systems — Fundamentals and vocabulary// https://www.iso.org/obp/ui/.

5. Gauch Peter. Le contratd'entreprise. – Verlag: Schulthess Juristische Medien, 1999. – ISBN 10: 3725537879.

6. Hunter Rod; Bergkamp Lucas. Should Europe's Product Liability Regime Be Expanded? Comments on the European Commission's Green Paper on Product Liability.// Product Safety and Liability Reporter. Vol. 29, N° 17 (2001). P. 404.

7. The situation was discussed in Jacobs &Youngs v Kent (1921), a landmark common law case on contractual liability in construction decided by Court of Appeals of New York // https://www.nycourts.gov/reporter/archives/jacob_kent.htm.

8. FIDIC Conditions of Contract for Construction. For Building and Engineering Works Designed by the Employer. Second Edition 2017. Published by International Federation of Consulting Engineers (FIDIC). ISBN 978-2-88432-084-9. P. 56–57.

9. Philip Harris. Standard Definition of Defects// https://www.wrighthassall.co.uk/knowledge/legal-articles/2016/02/22/standard-definition-defects/.

10. Alison Eslick, Roberta Wertman. Defects during the project life cycle: FIDIC and UAE law. P.02. // ReedSmithLLP, 2016, www.reedsmith.com.

© Е. Б. Абросимова, В. В. Митрохин, И. М. Седельникова, А. М. Якушева, 2020
Получено: 03.10.2020 г.

УДК 528.48+528.235

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

ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ТАХЕОМЕТРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРОВ

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

Рассматривается методика использования электронного тахеометра для контроля пространственного положения и формы вертикальных цилиндрических резервуаров (РВС) координатным и линейно-угловым способами. Показаны приемы вычисления координат центра сечения, его радиуса и крена объекта. Полученные выводы базируются на результатах знакового моделирования и оценки точности.

Среди наземных резервуаров для хранения жидкостей наибольшее распространение получили РВС – вертикальные стальные цилиндрические резервуары.

Опыт показывает, что аварии таких резервуаров могут приводить к серьезным экологическим катастрофам. Поэтому для обеспечения безопасной эксплуатации таких сооружений предусмотрены систематические геодезические наблюдения. Основным методом таких наблюдений является контроль за их осадкой путем высокоточного геометрического нивелирования специальных осадочных марок. Однако этого недостаточно для характеристики различных видов деформации резервуара.

Приведенные в работе [1] предложения по определению координат точек цилиндра с помощью электронного тахеометра или лазерного сканирования дополняются, на наш взгляд, совершенно лишней операцией проектирования этих точек на касательные плоскости. Во-первых, в результате этого нельзя получить однозначного ответа, о каком виде деформации РВС идет речь. Во-вторых, возникает необходимость в большом объеме полевых измерений не менее чем с шести станций, которые должны располагаться вокруг сооружения. Наконец, имеет место значительное снижение точности получаемых результатов за счет упомянутой выше операции проектирования.

Оговоримся сразу, что под деформацией объекта будем понимать различные изменения его пространственного положения и формы. Применительно к РВС наибольший интерес представляют такие виды деформации как крен и изменение размера радиуса сечений резервуара. В статье рассматриваются различные варианты использования электронного тахеометра для определения перечисленных видов деформации РВС.

Так, для определения прямоугольных координат точек нижнего, верхнего и (при необходимости) промежуточных сечений РВС можно ограничиться тремя станциями тахеометра, расположенными вокруг этого сооружения на расстоянии не менее высоты резервуара (рис. 1*а*).

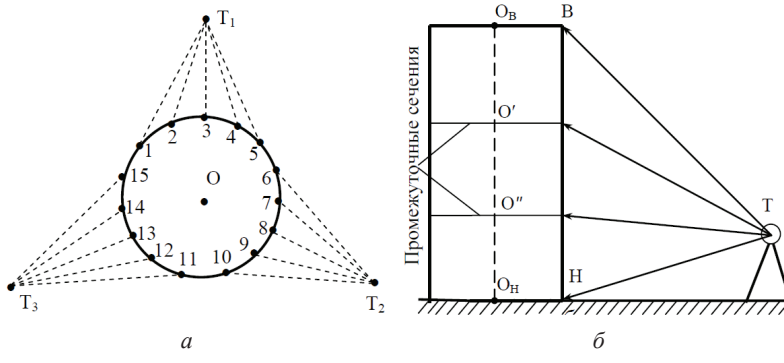


Рис. 1. Схема съемки с трех точек (*а*) и углового интервала между сечениями (*б*)

При этом необходимо решить две задачи. Во-первых, все определяемые с разных станций точки одного сечения должны лежать в одной плоскости. Для этого, если нет никаких ориентиров, следует на каждой станции использовать угловой интервал между наблюдаемыми сечениями. Он равен частному от деления вертикального угла между верхним и нижним сечениями на (n + 1), где n – количество промежуточных сечений (рис. 1*б*).

Вторая задача заключается в том, чтобы прямоугольные координаты точек 1–5, 6–10 и 11–15, определенные соответственно со станций T_1, T_2 и T_3, были

вычислены в единой системе. Для этого необходимо проложить замкнутый ход T_1–T_2–T_3 в условной или иной системе координат до или во время съемки РВС.

Используя координаты всех измеренных точек отдельного сечения, можно вычислить координаты его центра и радиус путем подбора окружности, наименее отклоняющейся от заданных точек. Для этого можно задать функцию ошибок, например, сумму квадратов расстояний имеющихся точек от этой окружности. Минимум этой неотрицательной функции дает решение задачи [2]. Подобный подход обычно используют, если в дальнейшем предусматривается рихтовка, например, подкранового пути при условии минимума рихтовочных работ. Поскольку для РВС рихтовка не предусматривается, то хорошим приближением к идеалу могут служить средние арифметические значения координат центров ОВ, О′, О", $О_Н$ (рис. 1*б*) рассматриваемых сечений. По координатам центров сечений можно судить о вертикальности оси РВС и вычислить в каждом сечении радиус резервуара по любому направлению О-1,О-2,…, О-14, О-15 путем решения обратной геодезической задачи.

Для иллюстрации сказанного выполнено знаковое моделирование, которое заключалось в определении в системе *x*–О–*y* координат всех точек 1, 2, …, 14, 15 сечения (рис. 1*а*) в системе *Paint*. Эти координаты в пикселях представлены в табл. 1 (стб. 2, 3), а их средние арифметические значения x_0 = 114,0 пкс и y_0 = 242,2 пкс приняты в качестве координат центра исследуемого сечения.

По координатам x_i , y_i точек сечения и его центра x_0 , y_0 найдены путем решения обратной геодезической задачи фактические радиусы сечения R_i (стб. 4), среднее арифметическое значение которых оказалось равным R_0 = 67,0 пкс.

Таблица 1

Результаты вычисления координат центра и радиуса сечения РВС

Точки	Координаты точек сечения, пкс		Радиусы сечения *R*, пкс	Отклонения Δ*R*, пкс	Δ*R*², пкс²
	x	*y*			
1	2	3	4	5	6
1	158	192	66,8	-0,2	0,0607
2	176	217	66,9	-0,1	0,0055
3	180	243	66,0	-1,0	0,9903
4	173	272	66,1	-0,9	0,8123
5	157	292	65,8	-1,2	1,4510
6	136	306	67,5	0,5	0,2368
7	109	308	66,0	-1,0	1,0207
8	81	301	67,4	0,4	0,1826
9	61	283	66,9	-0,1	0,0132
10	48	259	68,1	1,1	1,2202
11	48	224	68,5	1,5	2,1416
12	62	201	66,3	-0,7	0,4312
13	82	183	67,3	0,3	0,0871
14	105	175	67,8	0,8	0,6400
15	134	177	68,2	1,2	1,4365
Ср. арифм.	114,0	242,2	67,0	Сумма кв.	10,7

В столбце 5 табл. 1 представлены отклонения $\Delta R = R_i - R_0$ фактических радиусов от их номинального значения. Сумма квадратов отклонений ΔR^2 (стб. 6) получилась равной 10,7 пкс^2 и может в дальнейшем служить критерием при сравнении этого способа с другими.

В принципе координаты точек сечения могут быть определены всего с двух диаметрально расположенных съемочных точек T_1 и T_2 (рис. 2). Причем, если точки T_1, 4, O, 11 и T_2 расположены на одной линии, то можно вычислить диаметр 4–11 наблюдаемого сечения, вычитая из расстояния T_1–T_2 отрезки T_1–4 и T_2–11.

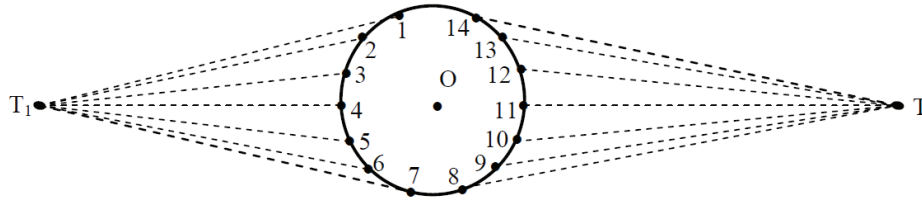


Рис. 2. Схема съемки резервуара с двух точек

Так, в нашей работе [3] показано, как по координатам любых трех точек окружности можно вычислить по правилу Крамера координаты центра и радиус любой дуги этой окружности. Приведены формулы и примеры таких вычислений применительно к определению положения центра и радиуса звеньев рельсового пути полярного крана. Эта методика может быть применена и к сечениям РВС. В табл. 2 приведены результаты вычисления координат центров и радиусов отдельных дуг сечения при различном сочетании измеренных координат его точек.

Таблица 2

Результаты вычисления координат центров отдельных дуг сечения и их радиусов

Сочетания точек сечения	Координаты центров дуг сечения, пкс		Радиусы, пкс		ΔR, пкс	ΔR^2, пкс^2
	x	*y*	дуга	сечение		
1	2	3	4	5	6	7
15 сочетаний точек сечения						
1-2-3	119,0	239,1	61,2	66,2	-0,9	0,7872
2-3-4	107,5	240,8	72,5	66,8	-0,3	0,1035
3-4-5	116,2	243,0	63,8	66,2	-0,9	0,7712
4-5-6	101,1	230,9	82,9	66,7	-0,4	0,1707
5-6-7	118,8	257,5	51,4	66,6	-0,5	0,2413
6-7-8	116,1	220,2	88,1	68,4	1,3	1,6970
7-8-9	108,6	250,3	57,7	66,9	-0,2	0,0518
8-9-10	123,6	233,6	79,7	68,1	1,0	1,0344
9-10-11	109,0	241,5	63,4	67,3	0,2	0,0328
10-11-12	102,6	241,5	57,4	68,1	1,0	1,0796
11-12-13	133,4	260,2	92,8	68,0	0,9	0,8765
12-13-14	114,4	239,1	64,8	65,6	-1,5	2,1602
13-14-15	115,0	240,9	66,6	66,4	-0,7	0,4777

Окончание табл. 2

14-15-1	115,6	233,2	59,7	66,9	-0,2	0,0478
15-1-2	106,1	248,4	76,6	67,4	0,3	0,0890
Ср. арифм.	113,8	241,3	69,2	67,0	Сумма кв.	9,6
3 сочетания						
1-3-5	113,2	241,6	66,8	67,0	Сумма кв.	19,4
6-8-10	114,2	241,0	68,6			
11-13-15	115,5	245,4	70,9			
Ср.арифм.	114,3	242,7	68,8			
4 сочетания						
4-7-10	113,2	240,4	67,7	67,1	Сумма кв.	13,0
11-14-2	113,2	242,2	67,7			
15-3-6	111,3	241,9	68,7			
7-10-14	112,4	241,3	66,7			
Ср.арифм.	112,5	241,5	67,7			
5 сочетаний						
1-2-3	119,0	239,1	61,2	67,2	Сумма кв.	143,0
4-5-6	101,1	230,9	82,9			
7-8-9	108,6	250,3	57,7			
10-11-12	102,6	241,5	57,4			
13-14-15	115,0	240,9	66,6			
Ср.арифм.	109,3	240,5	65,2			
8 сочетаний						
1-2-3	119,0	239,1	61,2	67,1	Сумма кв.	313,0
3-4-5	116,2	243,0	63,8			
5-6-7	118,8	257,5	51,4			
7-8-9	108,6	250,3	57,7			
9-10-11	109,0	241,5	63,4			
11-12-13	133,4	260,2	92,8			
13-14-15	115,0	240,9	66,6			
15-1-2	106,1	248,4	76,6			
Ср.арифм.	115,8	247,6	66,7			

Так, для 15 дуг 1-2-3, 2-3-4, …, 14-15-1, 15-1-2 вычислены координаты центра и радиус каждой дуги (стб. 2, 3, 4). По средним значениям координат 113,8 пкс и 241,3 пкс, принятым за координаты центра О сечения, и координатам точек 1, 2, …, 14, 15 вычислены радиусы сечения О-1, О-2, … , О-14, О-15 (стб. 5) и найдено их среднее значение 67,0 пкс. Сумма квадратов отклонений радиусов сечения от их среднего значения оказалась равной 9,6 пкс. Это говорит о том, что два рассмотренных варианта оказались по точности равнозначными, но второй вариант обладает большей информацией по сравнению с первым.

В табл. 2 для сравнения с полученными значениями для 15 сочетаний приведены результаты вычислений для других сочетаний. Здесь опущены результаты вычислений столбцов 5, 6, 7, а приведены только конечные данные – средний радиус и сумма квадратов ΔR^2 отклонений. На рис. 3 показаны графики зависимости этих квадратов от вида сочетания 15, 3, 4, 5 и 8.

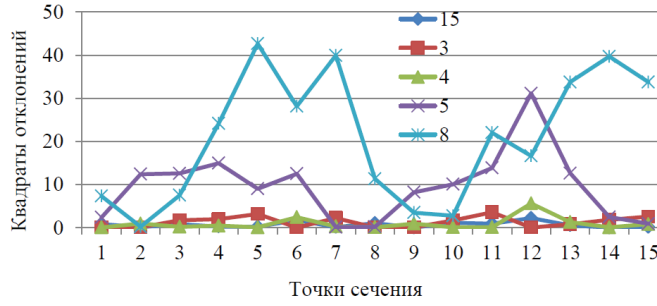


Рис. 3. Графики зависимости квадратов отклонений от вида сочетания

На основании данных табл. 2 и рис. 3 можно сделать вывод, что вид сочетания влияет только на точность определения координат центра сечения и не влияет на величину его радиуса *R*, кстати, такого же, что и в табл. 1. Однако какой-либо закономерности в выборе того или иного вида сочетания на рис. 3 не просматривается.

Следует сказать, что в рассмотренных координатных способах приходится в каждом цикле наблюдений иметь дело с немаркированными точками сечений, что естественно будет сказываться на идентичности получаемых результатов при их сравнении. Кроме того, способ не позволяет характеризовать вертикальность стенок РВС, которая может служить объективной характеристикой крена сооружения.

Для этого можно рекомендовать линейно-угловой способ [4], сущность которого применительно к РВС поясняется рис. 4 и заключается в следующем. Устанавливают тахеометр в любом месте Т на расстоянии не менее высоты резервуара (рис. 4*а*). Измеряют горизонтальный угол β между левой Л и правой П точками образующей трубы наблюдаемого сечения. Используя *SDh* тахеометра, измеряют по направлению биссектрисы угла Т-О горизонтальные проложения $D_{Н}$, D', D'', $D_{В}$ и превышения $h_{Н}$, h', h'', $h_{В}$, визируя на низ Н промежуточные точки i', i'' и верх В сооружения (рис. 4*б*). Аналогичные измерения производят из других точек. Для связи получаемых результатов между собой можно ограничиться только измерением магнитных азимутов А направлений Т-С на каждой станции.

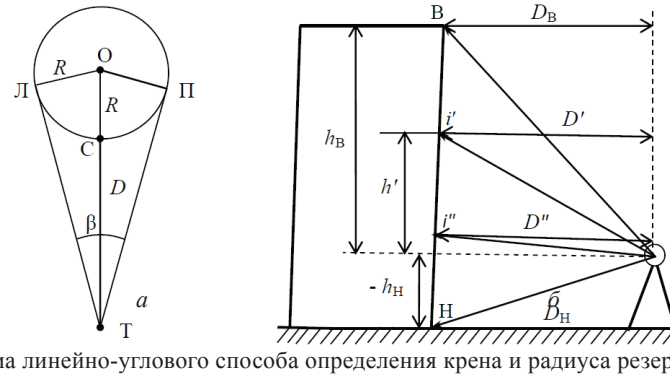


Рис. 4. Схема линейно-углового способа определения крена и радиуса резервуара

По значениям D_i можно вычислить в линейной мере частные $К_i$ или общий $К_1$ крены стенки резервуара по направлению Т-О:

$$К_i = D_i - D_Н, \qquad К_1 = D_В - D_Н, \tag{1}$$

причем знак плюс означает крен по направлению «тахеометр-РВС», а знак минус – по направлению «РВС-тахеометр». При измерении D со средней квадратической ошибкой (СКО) $m_D = 2; 3; 5$ мм, ошибка определения крена составит соответственно 2,8; 4,2; 7,1 мм. Для наглядности по значениям D и h могут быть построены профили стенок резервуара.

Разности магнитных азимутов $А_i$ направлений Т-О (рис. 4*а*) на промежуточные и $А_В$ на верхнее сечение с направлением $А_Н$ на нижнее сечение характеризуют частные Δ_i и общий Δ крен РВС в угловой мере в перпендикулярном Т–О направлении. Здесь знак плюс этих разностей означает крен вправо, а знак минус – влево:

$$\Delta_i = А_i - А_Н\,, \Delta = А_В - А_Н\,. \tag{2}$$

Переход от угловой меры крена Δ к линейной К осуществляется по известной формуле, в которой D и R берут в метрах, а Δ – в секундах, получая величину крена в мм:

$$К_2 = 0{,}49 \times \Delta \times 0{,}01 \times (D + R),\ мм. \tag{3}$$

Таким образом, линейно-угловой способ позволяет определять крен сооружения сразу в двух взаимно перпендикулярных направлениях. По полученным значениям частных кренов $К_1$ и $К_2$ вычисляют полное значение крена резервуара $К_П$:

$$К_П = \sqrt{К_1^{\,2} + К_2^{\,2}}\ , \tag{4}$$

причем, независимо от месторасположения станции Т, мы будем получать практически одно и то же значение $К_П$ и его направление.

Другим достоинством способа является то, что одновременно с креном можно вычислить радиус R сечения по известной формуле:

$$R = D\,\frac{\sin\frac{\beta}{2}}{1-\sin\frac{\beta}{2}}\ . \tag{5}$$

В нашей работе [4] предложена формула для оценки точности определения радиуса дымовых труб линейно-угловым способом, которую можно применить и для РВС:

$$m_R^{\,2} = \frac{R^2}{D^2} m_D^2 + \left(1 + \frac{2R}{D}\right)\frac{(D+R)^2}{\rho^2} m_\beta^{\,2}, \tag{8}$$

где m_R – СКО определения радиуса; m_β – СКО измерения горизонтального угла β; $\rho = 206265''$.

По формуле (6) подсчитаны значения m_R при $m_\beta = 5''$, $m_D = 5$ мм при различных расстояниях $D = 30; 40; 50$ м и $R = 10; 20; 30; 40; 50$ м. Полученные результаты иллюстрируются графиками на рис. 5.

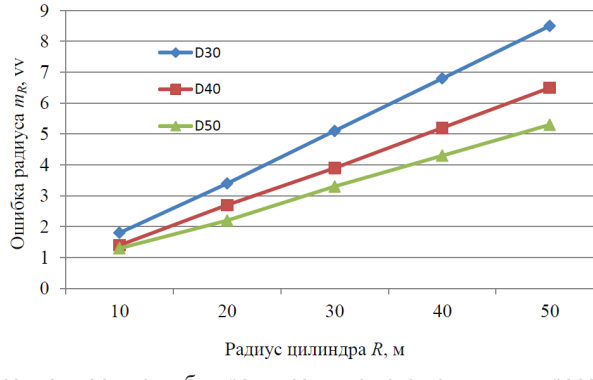


Рис. 5. Графики зависимости ошибки радиуса m_R от его величины и расстояния D

Анализ графиков на рис. 5 позволяет констатировать, что средняя квадратическая ошибка m_R растет с увеличением радиуса цилиндра и уменьшается с увеличением расстояния от тахеометра до объекта.

Для иллюстрации свойств линейно-углового способа выполнено знаковое моделирование. Для этого на схеме с тремя точками съемки T_1, T_2, T_3 (рис. 6) были измерены в условных единицах расстояния D от каждой точки до нижнего и верхнего сечения (см. табл. 3, стб. 2, 3) и горизонтальные углы β и Δ (стб. 4, 5, 6). По формуле (5) вычислены радиусы R обоих сечений (стб. 7, 8). По значениям D, R и Δ (с учетом знака Δ) находили значения частных кренов (стб. 9, 10):

$$К_1 = (D_В + R_В)\cos\Delta - (D_Н + R_Н)\,, \quad К_2 = (D_В + R_В)\sin\Delta\,, \tag{9}$$

а по формуле (4) вычисляли полный крен $К_П$ (стб. 11), который, как и следовало ожидать, оказался одинаковым для всех трех станций.

Направление полного крена проще всего определить путем графических построений относительно любого направления $О_Н$–Т. Для этого следует отложить от точки $О_Н$ по направлению $О_Н$–Т величину – $К_1$ или по направлению Т–$О_Н$ величину +$К_1$. От полученной точки откладывают по перпендикулярному к $О_Н$–Т направлению вправо +$К_2$ или влево –$К_2$. Отрезок $О_Н$–$О_В$ будет полный крен $К_П$ с соответствующим магнитным азимутом А.

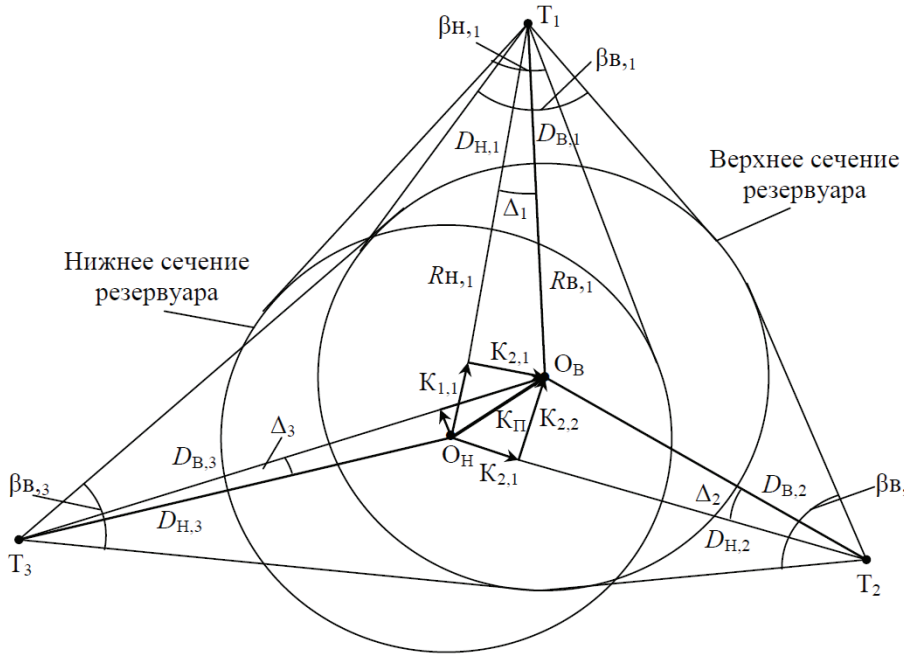


Рис. 6. Схема моделирования линейно-углового способа съемки резервуара

Таблица 3

Результаты вычисления радиусов, значений частных и полного крена линейно-угловым способом

Точка	Расстояние		Угол, градус			Радиус		Крен		
	$D_н$	$D_в$	$\beta_н$	$\beta_в$	Δ	$R_н$	$R_в$	K_1	K_2	$K_П$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	60	40,1	54,7	68,1	-12,8	51,0	51,0	-22,1	-20,2	29,96
2	60	56,2	54,7	56,8	15,7	51,0	51,0	-7,8	29,00	30,04
3	60	88,4	54,7	43,0	-4,1	51,0	51,1	28,2	-10,0	29,91

Поскольку на практике значения углов Δ даже при наблюдении высоких дымовых труб имеют незначительные размеры, то их синусы и косинусы принимаются равными соответственно нулю и единице, и вместо формул (9) используют формулы (1) и (3).

В заключение отметим, что предлагаемая методика использования электронного тахеометра для определения деформаций цилиндрических резервуаров позволяет оперативно выполнять полевые измерения. При этом значительно упрощаются по сравнению с известными вычислительные операции, и повышается надежность получаемых результатов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ашраф, А. А. Бешр. Методика определения деформации цилиндрических резервуаров при помощи проектирования на касательную плоскость / Ашраф А. А. Бешр, А. В. Иванов. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2009. – № 5. – С. 37–44.

2. Кетков, Ю. Л. MatLab 7. Программирование, численные методы / Ю. Л. Кетков, А. Ю. Кетков, М. М. Шульц. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2005. –752 с. – ISBN: 5-94157-347-2. – Текст : непосредственный.

3. Шеховцов, Г. А. О координатном способе определения положения центра и радиуса звеньев рельсового пути полярного крана / Г. А. Шеховцов, Ю. Н. Раскаткин. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2020. – № 1. – С. 82–92.

4. Шеховцов, Г. А. Контроль пространственного положения и формы высоких сооружений башенного типа: монография / Г. А. Шеховцов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет». – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2018. – 214 с. – ISBN 978-5-528-00265-1. – Текст : непосредственный.

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

OPTIONS FOR USING AN ELECTRONIC TOTAL STATION TO DETERMINE DEFORMATIONS OF CYLINDRICAL TANKS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 434-05-26;
e-mail: kaf_ig@nngasu.ru
Key words: coordinates, tilt, error, radius, center, cylindrical tank.

The article considers technique of using an electronic total station to control the spatial position and shape of vertical cylindrical tanks (RVS) by coordinate and linear-angular methods. Methods for calculating the coordinates of the cross-section center, its radius and the roll of the object are shown. The findings are based on the results of sign modeling and accuracy assessment.

REFERENCES

1. Ashraf A. A. Beshr, Ivanov A. V. Metodika opredeleniya deformatsiy tsilindricheskikh rezervuarov pripomoschi proektirovaniya na kasatelnuyu ploskost [Method for determining deformation of cylindrical tanks by projection on a tangent plane]. Izvestiya vuzov. Geodeziya i aerofotosyomka [Proceedings of Higher Educational Institutions. Geodesy and Aerophoto surveying], 2009, № 5. P. 37–44.

2. Ketkov Yu. L., Ketkov A. Yu., Shults M. M. MatLab 7. Programmirovanie, chislennyemetody [MatLab 7. Programming, numerical methods]. Saint-Petersburg, BKhV – Peterburg. 2005, 752 p. ISBN 5-94157-437-2.

3. Shekhovtsov G. A., Raskatkin Yu. N. O koordinatnom sposobe opredeleniya polozheniya tsentra i radiusa zvenev relsovogo put i polyarnogo krana [Abouta coordinate method of determination of position of the center and radius of links of a rail track of the polar crane]. Privolzhsky nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal], Nizhegor. gos. arkhitectur.-stroit. un-t. NizhnyNovgorod, NNGASU, 2020, № 1. P. 82–92.

4. Shekhovtsov G. A. Kontrol prostranstvennogo polozheniya i formy vysokikh sooruzheniy bashennogo tipa [Control of spatialposition and form of high tower-type structures]: monografiya. Nizhegor. gos. arkhitectur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, NNGASU, 2018, 214 p. ISBN 978-5-528-00265-1.

© Г. А. Шеховцов, 2020
Получено: 03.10.2020 г.

УДК 528.486

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРЕНА ОПУСКНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 434-05-26;
эл. почта: kaf_ig@nngasu.ru
Ключевые слова: диаметр, координаты, клавиши *SDH* и *OHP*, крен, оболочка, ошибка.

Приведен обзор методик использования электронного тахеометра для контроля пространственного положения опускных цилиндрических оболочек большого диаметра в процессе их вибропогружения. Показаны приемы определения крена оболочки линейно-угловым и координатным способами. Описаны особенности использования клавиш SDH и OHP тахеометра для определения частных и полного крена сооружения. Показаны примеры вычисления крена в линейном и высотном выражении с оценкой точности получаемых результатов.

При транспортном строительстве, в том числе больших и внеклассных мостов, широко применяются железобетонные опускные цилиндрические оболочки диаметром до 10 м. Перед началом погружения оболочка должна занимать правильное положение в плане и ее ось должна быть вертикальна. В процессе вибропогружения необходимо производить геодезический контроль пространственного положения оболочки. Такой контроль должен производиться после каждой посадки сооружения, и он предусматривает определение крена и смещения оболочки в плане. Для этого в работе [1] предлагается использовать отвес, показания уровня или оптического квадранта.

В настоящее время для решения поставленной задачи можно использовать односторонние способы определения крена высоких сооружений башенного типа, полный перечень и оценка точности которых представлены в нашей работе [2]. Эти способы предусматривают производство полевых измерений с одной точки стояния электронного тахеометра,

При строительстве мостов прибор устанавливают, как правило, на оси мостового перехода на берегу или на уже возведенной опоре моста. При этом в зависимости от месторасположения тахеометра Т можно в процессе вибропогружения оболочки наблюдать ее боковую поверхность (рис. 1*а*) или еще и верхнее сечение (рис. 1*б*).

В первом случае (рис. 1*а*) для определения крена удобно использовать линейно-угловой способ. Для этого перед началом погружения оболочки достаточно измерить дирекционные углы $\alpha_{В,Н}$ биссектрис углов между направлениями на левый и правый грани нижнего Н и верхнего В сечений цилиндра и определить их горизонтальные проложения $D_{В,Н}$. Если ось $O_В O_Н$ вертикальна, то $\alpha_В = \alpha_Н$ и $(D_В + R) = (D_Н + R)$. В противном случае можно определить по известной методике [2] отклонения центра верхнего сечения $O_В$ относительно нижнего $O_Н$ (частные крены) сразу в двух взаимно перпендикулярных направлениях *x* и *y*, и найти полное значение крена и его направление.

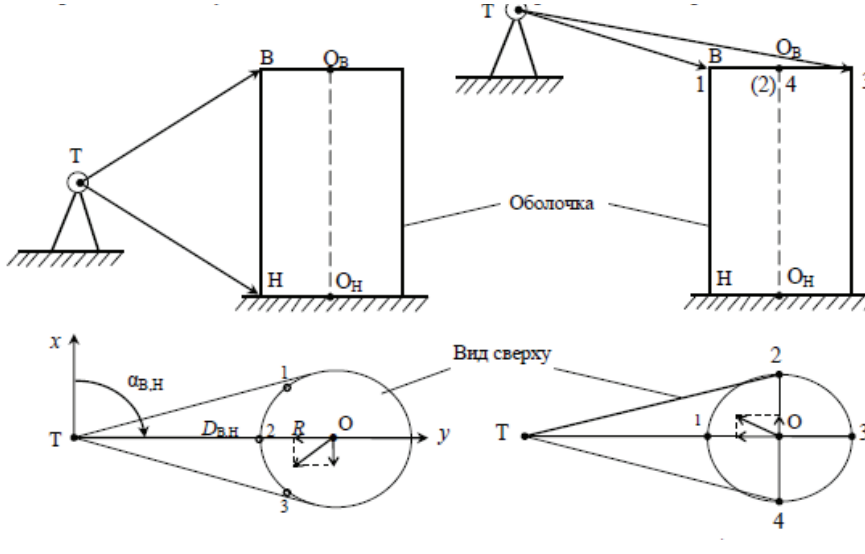


Рис. 1. Схемы съемки погружаемой оболочки

Однако здесь необходимо иметь в виду, что наблюдение нижнего сечения оболочки возможно лишь один раз перед началом ее вибропогружения. Поэтому в последующих циклах наблюдений можно определять отклонения центра верхнего сечения O_i оболочки, сравнивая между собой α_i и $\alpha_Н$, $(D_i + R)$ и $(D_Н + R)$.

Следует сказать, что полное значение крена и его направление можно найти координатным способом. Для этого с точки стояния электронного тахеометра безотражательного типа следует перед началом вибропогружения определить прямоугольные координаты любых трех точек 1, 2, 3 верхнего и нижнего сечений оболочки (рис. 1*а*). По координатам этих точек можно вычислить по известным формулам координаты центров наблюдаемых сечений $x_{В,Н}$ и $y_{В,Н}$ и для контроля – радиус $R_{В,Н}$. Если $x_В = x_Н$, $y_В = y_Н$, то ось $O_В O_Н$ вертикальна. В последующих циклах наблюдений полученные координаты центра верхнего сечения сравнивают с полученными ранее координатами центра нижнего сечения. Разность координат будет соответствовать значениям крена по осям x и y, по которым вычисляют полный крен и его направление.

Подчеркнем, что рассмотренные линейно-угловой и координатный способы определения крена в принципе не требуют предварительной маркировки на оболочке каких-либо точек и установки на них каких-либо визирных целей. Это делает геодезические наблюдения независимыми от технологического процесса строительства. Отметим также, что вертикальность оболочки перед погружением можно оперативно проверить фотографическим способом с использованием шнурового отвеса или программы *Plumb-bob* [2].

В настоящее время, в связи с широким внедрением в практику инженерно-геодезических работ высокоточных электронных тахеометров, возрос интерес к тригонометрическому способу нивелирования [3, 4]. В качестве примера его использования для определения крена опускных цилиндрических оболочек большого диаметра можно привести работу [5].

В ней предложен способ определения крена с помощью теодолита или тахеометра, с точки стояния которого должна быть обеспечена видимость на замаркированные на верхнем сечении сооружения точки 1, 2, 3, 4 (рис. 1*б*). Причем эти точки должны располагаться в одной плоскости. Сам способ основан на измерении разности вертикальных углов на эти точки и сравнения этих разностей с предвычисленными заранее их значениями с целью определения превышения между диаметрально расположенными точками. Однако этот способ, представляющий собой видоизмененный способ тригонометрического нивелирования, может решаться гораздо проще, если использовать технические возможности современных электронных тахеометров.

Например, использование у тахеометра клавиши *SDh* позволяет сразу определять превышения наблюдаемых точек над точкой стояния прибора. В свою очередь, использование клавиши ОНР дает возможность последовательно определять превышения между одной из них и всеми остальными точками либо между соседними наблюдаемыми точками. Проведенными нами исследованиями [6] установлено, что такой способ тригонометрического нивелирования дает практически одинаковые результаты с обычным геометрическим в пределах 0-3 мм. Покажем его применение для определения крена опускных оболочек.

Так, если навести перекрестие сетки тахеометра или лазерное пятно на точку 1 (рис. 2) и использовать клавишу *SDh*, то получим на экране наклонное расстояние S_1, горизонтальное проложение D_1 и превышение над точкой стояния прибора

h_1. Аналогичным образом можно определить превышения $h_{2,3,4}$, визируя на другие точки. Вычисляют превышения Δ между диаметрально противоположными точками 1 и 3, 2 и 4, а именно: $\Delta_{1\text{-}3} = h_1 - h_3$ и $\Delta_{2\text{-}4} = h_2 - h_4$. Эти результаты наблюдений, выполненные перед началом вибропогружения, принимаются за исходные.

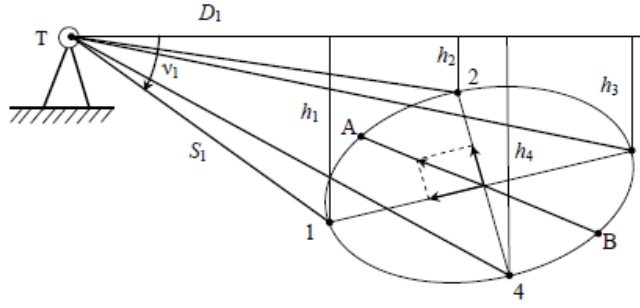


Рис. 2. Данные, получаемые с использованием клавиши *SDh* тахеометра

В дальнейшем, измерив после очередной посадки оболочки превышения h_i, вновь находят $\Delta'_{1\text{-}3}$ и $\Delta'_{2\text{-}4}$ и вычисляют их разности с первоначальными значениями $\Delta_1 = \Delta'_{1\text{-}3} - \Delta_{1\text{-}3}$ и $\Delta_2 = \Delta'_{2\text{-}4} - \Delta_{2\text{-}4}$. Эти разности являются высотными характеристиками крена в двух взаимно перпендикулярных направлениях 1–3 и 2–4.

Линейные величины частных K_1, K_2 и полного крена $K_П$, а также его высотное выражение Δ_K можно вычислить по формулам:

$$K_1 = \frac{\Delta_1 H}{d} = \Delta_1 p, \quad K_2 = \frac{\Delta_2 H}{d} = \Delta_2 p, \qquad (1)$$
$$K_П = \sqrt{K_1^2 + K_2^2}, \quad \Delta_K = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2},$$

где d – диаметр оболочки; H – глубина погружения.

Направление полного крена К проще всего определить графически, как это показано на рис. 2. Знание величины полного крена в высотном выражении Δ_K и его направления необходимо для определения места приложения А или В соответствующих усилий вибропогружателей с целью устранения крена.

Для оценки точности предлагаемой методики примем, что средние квадратические ошибки (СКО) определения частных кренов равны между собой, то есть $m_{K_1} = m_{K_2} = m_K$, $m_{\Delta_1} = m_{\Delta_2} = m_\Delta$. Тогда СКО определения полного крена $m_{K_П}$ и его высотного выражения m_{Δ_K} можно вычислить по формулам:

$$m_{\Delta_K} = \sqrt{4\left(\sin^2\nu\, m_S^2 + \frac{S^2\cos^2\nu}{\rho^2} m_\nu^2\right)}, \quad m_{K_П} = m_{\Delta_K} p, \qquad (2)$$

где m_S и m_ν – соответственно СКО измерения расстояния S и угла его наклона ν.

По формуле (2) подсчитаны значения СКО m_{Δ_K} для углов наклона ν = 0, 10, 20, 30, 40° и расстояний S = 100, 150, 200 м при СКО m_S = 3 мм и m_ν = 2". Результаты расчетов иллюстрируются графиками на рис. 3.

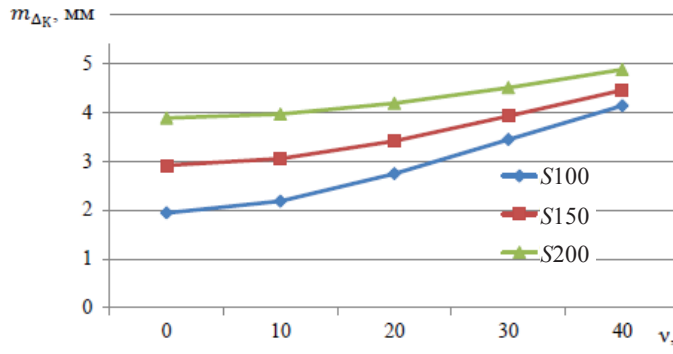


Рис. 3. Графики зависимости СКО m_{Δ_K} от расстояния S и угла наклона ν

На основании этих графиков можно констатировать, что при принятых выше m_S = 3 мм и m_ν = 2" влияние угла наклона от 0 до 40° и расстояния от 100 до 200 м на величину m_{Δ_K} находится в пределах 1-2 мм.

Использование клавиши ОНР тахеометра дает возможность, помимо прочего, последовательно определять превышения $h_{i\text{-}(i+1)}$, наклонные расстояния $S_{i\text{-}(i+1)}$ и горизонтальные проложения $D_{i\text{-}(i+1)}$ между соседними наблюдаемыми точками (рис. 4).

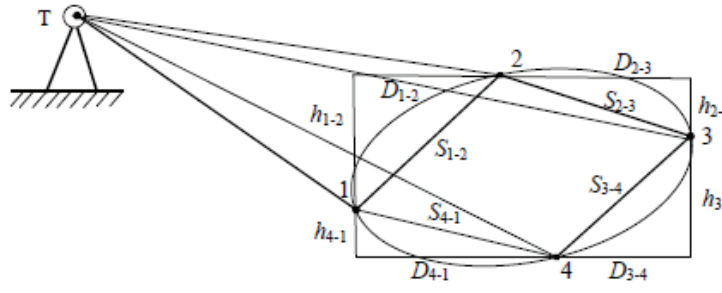


Рис. 4. Определение превышения между соседними точками с использованием клавиши ОНР тахеометра

В этом случае может осуществляться контроль такого тригонометрического нивелирования, в котором алгебраическая сумма превышений должна равняться нулю. Другим достоинством способа является возможность непосредственного определения превышений $h_{1\text{-}3}$ и $h_{2\text{-}4}$ между диаметрально расположенными точками 1-3 и 2-4. Сравнивая эти превышения с их первоначальными значениями, получают значения крена в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Другой особенностью использования клавиши ОНР является возможность определения превышения $h_{1\text{-}i}$, наклонные расстояния $S_{1\text{-}i}$ и горизонтальные проложения $D_{1\text{-}i}$ между начальной 1 и другими точками 2, 3 и 4 (рис. 5). В каждом цикле наблюдений при определении превышений с использованием клавиши ОНР (рис. 4, 5) должны получаться одни и те же расстояния D между нивелируемыми точками.

Следует особо отметить, что способ тригонометрического нивелирования с использованием клавиш *SDh* и ОНР (рис. 2, 4, 5) в каждом последующем цикле

может выполняться с любой точки Т, с которой видны точки 1, 2, 3 и 4.

Рассмотрим на примере (рис. 5) графоаналитическое решение задачи, когда количество точек может быть равно трем и более при их произвольном расположении (в работе [5] 8 точек, хотя использованы только 4).

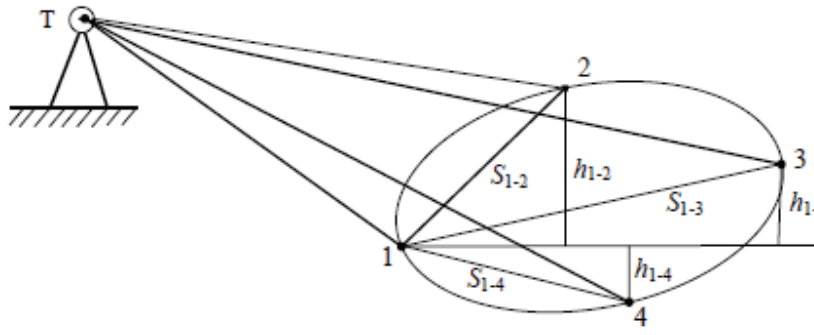


Рис. 5. Определение превышения между начальной и другими точками с использованием клавиши ОНР тахеометра

Допустим, что в очередном цикле наблюдений были определены $h_{1\text{-}2}$, $h_{1\text{-}3}$ и $h_{1\text{-}4}$ оболочки диаметром $d = 5$ м и глубиной погружения $H = 10$ м. Изменения этих превышений Δh по сравнению с их исходными значениями оказались следующими: $\Delta h_2 = 1{,}3$ см, $\Delta h_3 = 4{,}6$ см, $\Delta h_4 = 3{,}3$ см. Поскольку точка 1 в каждом цикле наблюдений принимается за начальную, то $\Delta h_1 = 0$.

На схеме расположения точек 1, 2, 3, 4 проводят путем интерполяции линии равных изменений $\Delta h = 0, 1, 2, 3, 4$ см (рис. 6), которые должны быть параллельны между собой и характеризовать наклонную плоскость. По линии АВ, перпендикулярной проведенным линиям и проходящей через центр оболочки О, определяют $\Delta h_А = -0{,}2$ см, $\Delta h_В = 4{,}8$ см. Находят полный крен в высотном выражении $\Delta_К = 4{,}8 - (-0{,}2) = 5{,}0$ см.

Полный крен в линейном выражении определяют по формуле:

$$К_П = \frac{\Delta_К H}{d} = \frac{5{,}0\times10}{5} = 10{,}0 \text{ см.}$$

Для контроля можно определить

$\Delta_1 = 4{,}6 - 0{,}0 = 4{,}6$ см, $\Delta_2 = 3{,}3 - 1{,}3 = 2{,}0$ см, и по теореме Пифагора найти $\Delta_К = 5{,}0$ см. Аналогичным образом можно вычислить в линейном выражении частные крены $К_1 = 4{,}6\times10/5 = 9{,}2$ см, $К_2 = 2{,}0\times10/5 = 4{,}0$ см и найти $К_П = 10{,}0$ см.

Наконец, можно периодически определять с одной и той же точки стояния тахеометра Т в одной и той же системе пространственные координаты x, y, z точек 1, 2, 3, 4. По координатам x и y этих точек можно вычислять среднее арифметическое их значение, координаты центра верхнего наблюдаемого сечения $x_В$ и $y_В$ и для контроля – радиус $R_В$. Полученные координаты центра сравнивают с их исходными значениями, полученными перед началом вибропогружения. Разность координат будет соответствовать линейным значениям крена $К_X$ и $К_y$ по осям x и y, по которым вычисляют полный крен $К_П$ и его направление. Переход к их высотным выражениям Δ_X, Δ_y и $\Delta_К$ может осуществляться с использованием формул (1).

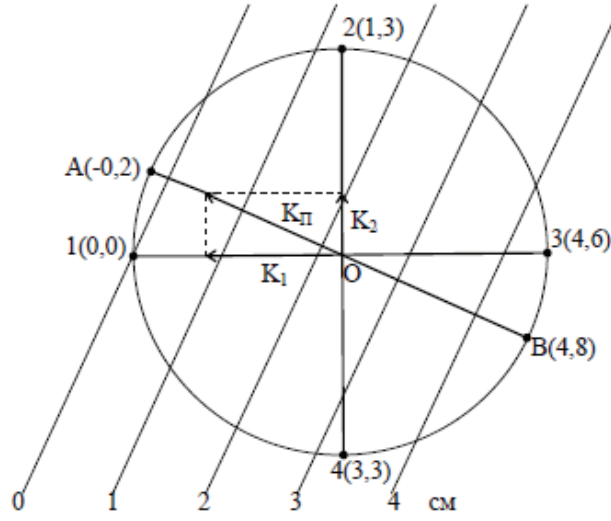


Рис. 6. Схема к определению величины и направления полного крена КП оболочки

Координаты z точек 1, 2, 3, 4 могут быть использованы по изложенной выше методике применения клавиш *SDH* и ОНР для определения высотных и линейных характеристик крена оболочки.

В нашей работе [2] приведена формула, по которой можно определять необходимую точность геометрического нивелирования, которая применительно к тригонометрическому нивелированию опускных оболочек примет вид:

$$m_z \leq d/2t\ K_{min}\ , \qquad (3)$$

где m_z – СКО измерения координаты z; t – нормированный множитель, зависящий от заданной вероятности получения данных о крене сооружения (изменяется от 1,65 до 3,0); K_{min} – минимальная величина крена, которую необходимо фиксировать в результате наблюдений.

Известно, что если относительная величина крена инженерного сооружения не превышает 0,001, то прочность и устойчивость несущих конструкций абсолютно жестких и относительно жестких типов сооружений не нарушается. Распространяя это условие на опускные оболочки, примем $K_{min} = 0{,}001$.

По формуле (3) для значений $d = 3, 4, \ldots, 10$ м и $t = 2$ (чему соответствует вероятность 0,95) подсчитаны значения m_z. Результаты вычислений иллюстрируются графиком на рис. 7.

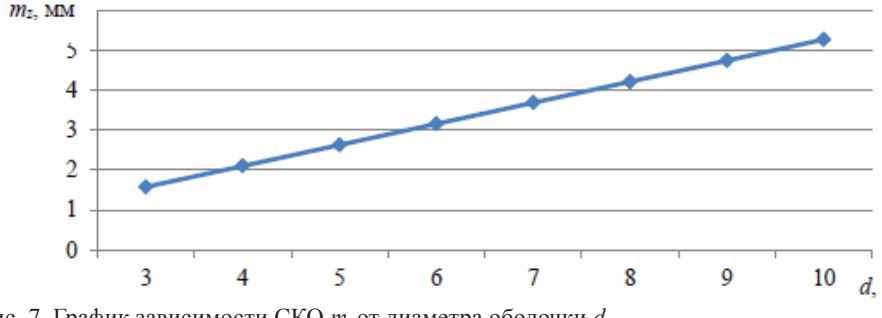


Рис. 7. График зависимости СКО m_z от диаметра оболочки d

Из графика видно, что требуемая точность определения координаты z существенно зависит от диаметра оболочки и может меняться от 1,5 мм (d = 3 м) до 5 мм (d = 10 м).

В заключение отметим, что в зависимости от условий съемки опускных оболочек могут применяться различные предлагаемые способы контроля их пространственного положения, которые просты в исполнении. Они позволяют оперативно контролировать правильность вибропогружения цилиндрической оболочки с целью выявления и последующего устранения ее крена.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Геодезические работы при строительстве мостов / В. А. Коугия, В. В. Грузинов, О. Н. Малковский, В. Л. Петров; под редакцией В. А. Коугия. – Москва: Недра, 1986. – 248 с. – Текст : непосредственный.

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. Беспалов, Ю. И. Наблюдение за осадками зданий и сооружений способом тригонометрического нивелирования / Ю. И. Беспалов, Ю. П. Дьяконов, Т. Ю. Терещенко. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 2010. – № 8. – С. 8–10.

4. Разработка и совершенствование технологии инженерно-геодезического нивелирования тригонометрическим способом / Г. А. Уставич, М. Е. Рахымбердина, А. В. Никонов, С. А. Бабасов. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 2013. – № 6.– С. 17–22.

5. Никитин, А. В. Способ определения крена сооружений цилиндрической формы / А. В. Никитин. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 2002. – № 7. – С. 15–17.

6. Шеховцов, Г. А. О нивелировании с использованием клавиш SDH и OHP электронного тахеометра при экспертизе промышленной безопасности инженерных сооружений / Г. А. Шеховцов, Р. П. Шеховцова, Д. П. Ивенин. – Текст : непосредственный // Промышленная безопасность-2014 : сборник статей / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2014. – С. 46–51.

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

DETERMINATION OF THE ROLL OF LARGE DIAMETER CYLINDRICAL SHELLS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 434-05-26;
e-mail: kaf_ig@nngasu.ru
Key words: diameter, coordinates, SDH and OHP keys, roll, shell, error.

The article presents an overview of the methods of using an electronic total station to control the spatial position of lowering cylindrical shells of large diameter during their vibration immersion. Technique for determining the roll of a shell by linear-angular and coordinate methods are shown. Specifics of using the tacheometerSDH and OHP keys for determining the partial and total roll of the structure are described. Examples of calculating the roll in linear and vertical terms with an estimate of the accuracy of the results are shown.

REFERENCES

1. Kougiya V. A., GruzinovV. V., Malkovsky O. N., Petrov V. L. Geodezicheskie raboty pri stroitelstve mostov [Geodetic works in the construction of bridges]; pod red. V. A. Kougiya. Moscow: Nedra, 1986, 248 p.

2. Shekhovtsov G. A. Kontrol prostranstvennogo polozheniya i formy vysokikh sooruzheniy bashennogo tipa [Control of spatial position and form of high tower-type structures]: monografiya. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. NizhnyNovgorod, NNGASU, 2018, 214 p. ISBN 978-5-528-00265-1.

3. Bespalov Yu. I., Dyakonov Yu. P., Tereschenko T. Yu. Nablyudenie za osadkami zdaniy i sooruzheniy sposobom trigonometricheskogo nivelirovaniya [Observation of the settlements of buildings and structures by the method of trigonometric leveling]. Geodeziya i kartografiya [Geodezy and cartography], 2010, № 8. P. 8–10.

4. Ustavich G. A., Rakhymberdina M. E., Nikonov A. V., Babasov S. A. Razrabotka i sovershenstvovanie tekhnologi i inzhenerno-geodezicheskogo nivelirovaniya trigonometricheskim sposobom [Development and improvement of technology for engineering and geodetic leveling by a trigonometric method] Geodeziya i kartografiya [Geodezy and cartography], 2013, № 6. P. 17–22.

5. Nikitin A. V. Sposob opredeleniya krena sooruzheniy tsilindricheskoy formy [Method for determining the roll of cylindrical structures] Geodeziya i kartografiya [Geodezy and cartography], 2002, № 7. P. 11–17.

6. Shekhovtsov G. A., Shekhovtsova R. P., Ivenin D. P. O nivelirovanii s ispolzovaniem klavish SDH i OHP elektronnogo takheometra pri ekspertize promyshlennoy bezopasnosti inzhenernykh sooruzheniy [About leveling by using the SDH and OHP keys of an electronic total station during the industrial safety examination of engineering structures] Promyshlennaya bezopasnost-2014. Sb. statey. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2014. P. 46–51.

© Г. А. Шеховцов, 2020

Получено: 03.10.2020 г.

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

УДК 697.7

М. В. БОДРОВ, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой отопления и вентиляции; А. А. СМЫКОВ, аспирант, асс. кафедры отопления и вентиляции; Д. Е. СЕДНЕВ, магистрант кафедры отопления и вентиляции; А. Е. РУИН, магистрант кафедры отопления и вентиляции

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ЛУЧИСТОГО ОТОПЛЕНИЯ В ПОМЕЩЕНИЯХ СОДЕРЖАНИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-85; эл. почта: tes84@inbox.ru
Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, животноводческие помещения, лучистое отопление, инфракрасные излучатели.

Рассмотрена возможность применения в помещениях содержания крупного рогатого скота систем низкотемпературного лучистого отопления. Представлены результаты исследований систем лучистого отопления в лабораторных условиях ННГАСУ и рассмотрены перспективы их дальнейшего использования в сельском хозяйстве.

В настоящее время огромное внимание в нашей стране уделяется повышению энергоэффективности в различных отраслях промышленности. Однако в сельском хозяйстве, особенно в помещениях комплексов по выращиванию крупного рогатого скота, наблюдается повышенное потребление энергоресурсов, вследствие чего существенно понижается рентабельность мясного и молочного животноводства в целом.

В последние 40 лет в ННГАСУ под руководством профессора, д-ра техн. наук В. И. Бодрова создана и успешно функционирует научная школа по созданию энергоэффективных систем обеспечения параметров микроклимата (СОМ) производственных сельскохозяйственных зданий. Разработанная методология по созданию пассивных СОМ позволяет круглогодично поддерживать в большинстве животноводческих зданий, характеризующихся большим количеством биологических тепловыделений, расчетную температуру внутреннего воздуха $t_в$ без использования искусственно сгенерированной энергии [1–3].

Основное положение теории указывает, что при наличии в неотапливаемых животноводческих зданиях (коровниках) в холодный период года постоянно действующих биологических тепловыделений от животных ($Q_б$), теплофизические характеристики наружных ограждений должны обеспечивать такой удельный тепловой поток через них, чтобы предотвратить переохлаждение животных ($\Sigma Q = 0$) при расчетной температуре наружного воздуха $t_н$. Приведенная трактовка энергетического баланса здания, имеющего конкретное функциональное назначение, методологически обосновывает принятие за основу нормирования сопротивления теплопередаче наружных ограждений $R_0^{тр}$, м²·°С/Вт, удельного нормируемого теплового потока $q_б^н$, Вт/м²:

$$R_0^{тр} = n \cdot (t_в - t_н)/q_б^н, \quad (1)$$

$$q_б^н = (1 - m) \cdot Q_б/F, \quad (2)$$

где $F = F_{ст} + F_{покр}$ – площадь наружных стен и покрытия, м^2; m – коэффициент, учитывающий долю теплопотерь через полы, подземные или обвалованные части зданий: m = 0,03–0,05 – для надземных; m = 0,08–0,10 – с обваловкой ≈ 0,5 высоты наружных стен; m = 0,25–0,30 – для полностью заглубленных или обвалованных зданий.

Явные тепловыделения животных $Q_б^ж$ при их расчетном количестве n в помещении равны

$$Q_б^ж = q_ж \cdot n \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3, \quad (3)$$

где $q_ж$ – явная удельная теплота, выделяемая животным, Вт [2, 3]; k_1 – коэффициент на температуру воздуха в помещении [2]; k_2 – коэффициент, учитывающий фактическое число животных в помещении [2]; k_3 – коэффициент, учитывающий тепловыделения животных в ночное время: для КРС и свиней k_3 = 0,8 [1–3].

Животноводческие здания не являются полностью неотапливаемыми сооружениями ввиду необходимости удалять влагу, выделяемую в процессе жизнедеятельности. Количество выделяемой животным $j_ж$, г/ч, приведено в справочной [1–3] и ветеринарной литературе.

Минимальное количество наружного воздуха $G_{н.min} = L_{н.min} \cdot \rho_в$ для ассимиляции избытков влаги равно:

$$L_{н.min} = \frac{G_{вл}}{\rho_в (d_{уд} - d_{пр})}, \quad (4)$$

где $G_{н.mi} = j_ж n$, г/ч; $\rho_в$ – плотность наружного воздуха, кг/м^3; $d_{уд}$, $d_{пр}$ – влагосодержание удаляемого и приточного воздуха, г/кг сух. в-ха.

Минимальные затраты теплоты на нагрев наружного воздуха:

$$Q_{наг} = c_в \cdot L_{н.min} \cdot \rho_в \cdot (t_в^р - t_н). \quad (5)$$

Наружная расчетная температура $t_в^р$, начиная с которой требуются затраты теплоты на нагрев приточного воздуха, определяется из теплового баланса каждого конкретного животноводческого здания по формуле:

$$t_в^р = t_в - \frac{Q_б}{F / R_о^{тр} + c_в \cdot G_{н.min}}. \quad (6)$$

Физический смысл величины $t_в^р$ следующий: при понижении температуры наружного воздуха от $t_в^р$ до расчетной зимней $t_н$ теплозатраты на подогрев приточного воздуха увеличивается от 0 до $Q_{наг}$. В остальное время, когда $t_н > t_в^р$, в помещении имеются теплоизбытки.

Зависимости (1), (2) и (6) справедливы только при расчетной $n_р$ заполняемости помещений коровников. На практике степень заполнения помещений «a» бывает ниже расчетной. По этой причине в животноводческих зданиях должны предусматриваться системы по восполнению недостатков биологической теплоты при нерасчетном заполнении помещений животными и птицами ($n_д$). При $a = n_д/n_р$ увеличение мощности систем теплоподачи (систем дополнительного отопления) $Q_{от}^{да}$составляет с учетом (3):

$$Q_{от}^{да} = (n_р - n_д) \cdot q_ж \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = n_р \cdot (1 - a) \cdot q_ж \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3, \quad (7)$$

а температура наружного воздуха, начиная с которой в помещениях начинается отрицательный тепловой баланс, $t_в^{ра}$, °С, равна:

$$t_в^{ра} = t_в - \frac{a \cdot Q_б}{F / R_о^{тр} + c_в \cdot G_{н.min}}. \quad (8)$$

Общее энергопотребление $Q_{от}$ складывается из затрат на нагрев минималь-

ного количества наружного приточного воздуха в холодный период года $Q_{наг}$ (5) и мощности систем дополнительного отопления $Q_{от}^{да}$ (7):

$$Q_{от} = Q_{наг} + Q_{от}^{да}. \quad (9)$$

Для восполнения дефицита теплоты $Q_{от}^{да}$ помещения содержания крупного рогатого скота, а также для помещения со специфичными требованиями к параметрам микроклимата (телятники, доильные отделения, ветеринарные блоки и пр.), предлагается оборудовать системами лучистого отопления на базе водяных инфракрасных излучателей (ВИИ). Отопительными приборами в данных системах являются излучающие профили, а в качестве теплоносителя используется горячая вода, приготовляемая в котельной или при помощи возобновляемых источников энергии ($t_г$ = +30...+130 °С). Тепловая энергия передается от теплоносителя к ВИИ, который, в свою очередь, начинает излучать электромагнитные волны в инфракрасном диапазоне, что обеспечивает отопление обсуживаемого помещения. Несомненными и неоспоримыми преимуществами использования систем лучистого отопления в животноводческих комплексах вместо традиционных конвекционных и воздушных систем являются: низкая тепловая инерция, что обеспечивает короткое время реагирования; простое и эффективное регулирование за счет небольшого количества теплоносителя в системе; направленная подача тепловой энергии в рабочую зону помещения, что позволяет создать зональную систему отопления; простота монтажа и обслуживания за счет кратного уменьшения длины транзитных трубопроводов; снижение трансмиссионных тепловых потерь через покрытие здания, к которому ведет небольшой градиент температуры воздуха по высоте помещения и отсутствие «тепловой подушки»; возможность применения возобновляемых источников энергии и систем рекуперации теплоты; отсутствие сквозняков и пылевых масс, благодаря минимизации конвективных процессов; бесшумная работа системы; экономия пространства; долгий срок службы.

В период с 2018 по 2020 гг. в Учебно-научно-исследовательском центре «Системы отопления с использованием низкотемпературных инфракрасных излучателей» ННГАСУ (далее – УНИЦ «СОНИИ») авторским коллективом были проведены исследования теплотехнических свойств потолочных подвесных излучающих профилей *Helios* 750 (завод-изготовитель фирма ООО «Флайг+Хоммель»), выполненных из анодированного алюминиевого сплава AlMgSi0.5 (рис. 1).

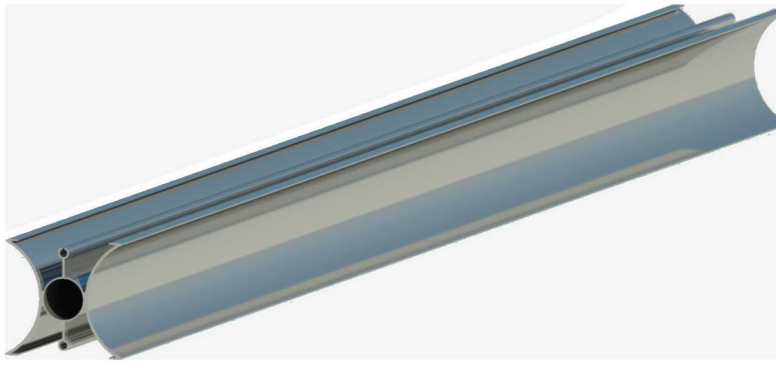


Рис. 1. Общий вид профиля *Helios* 750

Результатом проведенных исследований в УНИЦ «СОНИИ» ННГАСУ является полученная зависимость определения теплоотдачи 1 пог. м профиля *Helios* 750 $q_{уд.пр}$, Вт, от температурного напора ΔT, °С, представленная на рис. 2

(где $\Delta T = \frac{t_г - t_о}{2} - t_в$, а $t_г$, $t_о$ – температуры в подающем и обратном трубопроводах системы отопления, соответственно).

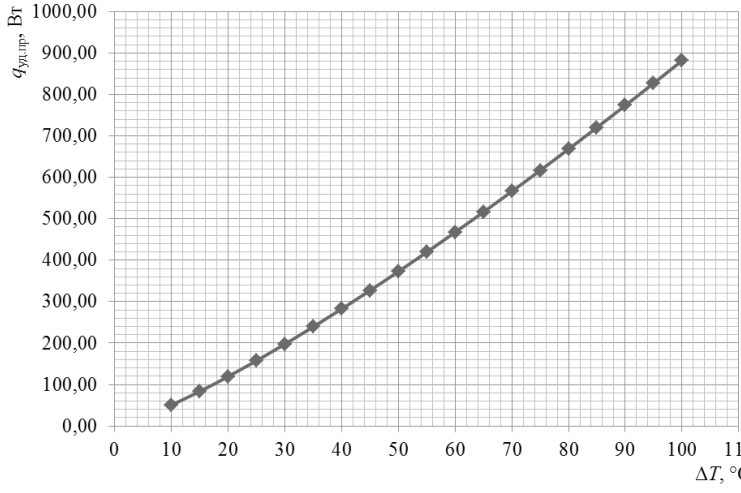


Рис. 2. Тепловая мощность 1 пог. м излучателя в зависимости от температурного напора

Лабораторные испытания [4] систем лучистого отопления показали их высокую эффективность, а полученные при исследованиях данные легли в основу «Рекомендаций по проектированию систем лучистого отопления на базе водяных инфракрасных излучателей марки *Helios* 750», являющихся, по своей сути, инженерной методикой для расчета теплового режима помещений различного назначения.

В заключение отметим, что основным преимуществом использования систем лучистого отопления в животноводческих помещениях является передача теплоты непосредственно поверхностям в помещении (в том числе поверхности тела животных) без нагрева воздуха помещения. Достижение более высоких степеней теплового комфорта в помещениях достигается за счет следующих мероприятий: повышения уровня радиационной температуры помещения, а также равномерного распределения температуры воздуха по высоте помещения и отсутствия перегрева верхней зоны и недогрева нижней зоны помещения, что заметно повышает ветеринарные показатели продуктивности производства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Микроклимат производственных сельскохозяйственных зданий и сооружений / В. И. Бодров, М. В. Бодров, Е. Г. Ионычев, М. Н. Кучеренко ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2008. – 623 с. – ISBN 978-5-87941-526-1. – Текст : непосредственный.

2. Бодров, М. В. Отопление и вентиляция животноводческих и птицеводческих зданий / М. В. Бодров ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2012. – 145 с. – ISBN 978-5-87941-824-8.– Текст : непосредственный.

3. Бодров, В. И. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха производствен-

ных сельскохозяйственных зданий / В. И. Бодров, Л. М. Махов, Е. В. Троицкая. – Москва : АСВ, 2014. – 240 с. – ISBN 978-5-4323-0025-6. – Текст : непосредственный.

4. Бодров, М. В. Исследование теплотехнических характеристик низкотемпературных инфракрасных излучателей / М. В. Бодров, В. И. Бодров, А. А. Смыков. – Текст : непосредственный // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. – 2019. – № 10. – С. 32–36.

BODROV Mikhail Valerevich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of heating and ventilation; SMYKOV Aleksandr Anatolevich, postgraduate student of the chair of heating and ventilation; SEDNEV Daniil Efimovich, undergraduate student of the chair of heating and ventilation; RUIN Aleksey Evgenevich, undergraduate student of the chair of heating and ventilation

APPLICATION OF LOW-TEMPERATURE RADIANT HEATING TECHNOLOGIES IN CATTLE KEEPING AREAS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-85;
e-mail: tes84@inbox.ru
Key words: energy efficiency, energy saving, livestock facilities, radiant heating, infrared emitters.

The article considers possibility of using low-temperature radiant heating systems in the premises where cattle are kept. The results of studies of radiant heating systems in the laboratory conditions of NNGASU are presented, and the prospects for their further use in agriculture are considered.

REFERENCES

1. Bodrov M. V., Bodrov V. I., Ionychev E. G., Kucherenko M. N. Mikroklimat proizvodstvennykh selskokhozyaystvennykh zdaniy i sooruzheniy [Microclimate of industrial agricultural buildings and structures]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, NNGASU, 2008, 623 p. – ISBN 978-5-87941-526-1.

2. Bodrov M. V. Otoplenie i ventilyatsiya zhivotnovodcheskikh i ptitsevodcheskikh zdaniy [Heating and ventilation of livestock and poultry buildings]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, NNGASU, 2012, 145 p. – ISBN 978-5-87941-824-8.

3. Bodrov V. I., Makhov L. M., Troitskaya E. V. Otoplenie, ventilyatsiya i konditsionirovanie vozdukha proizvodstvennykh selskokhozyaystvennykh zdaniy [Heating, ventilation and air conditioning of industrial agricultural buildings]. Moscow: ASV, 2014, 240 p. – ISBN 978-5-4323-0025-6.

4. Bodrov M. V., Bodrov V. I., Smykov A. A. Issledovanie teplotekhnicheskikh kharakteristik nizkotemperaturnykh infrakrasnykh izluchateley [Investigation of thermal characteristics of low-temperature infrared emitters]. Santekhnika, Otoplenie, Konditsionirovanie [Plumbing, Heating, Air Conditioning], 2019, № 10. P. 32–36.

© М. В. Бодров, А. А. Смыков, Д. Е. Седнев, А. Е. Руин, 2020
Получено: 03.10.2020 г.

УДК 697.97:533.6+726.5

А. Г. КОЧЕВ, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой теплогазоснабжения; М. М. СОКОЛОВ, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения; Е. А. ПАК, аспирант кафедры теплогазоснабжения

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КУЛЬТОВЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 433-45-35; факс: (831) 430-03-82; эл. почта: unirs@nngasu.ru
Ключевые слова: православные храмы, распределение давлений, аэродинамические коэффициенты, аэродинамические испытания, динамическое давление.

Приводится теория аэродинамических испытаний православных храмов. Рассмотрены особенности проведения экспериментальных исследований, связанных с выбором геометрических масштабов макетов храмов и методов определения аэродинамических характеристик. Особое внимание уделяется условиям, влияющим на точность результатов, полученных при обработке распределения давлений и аэродинамических коэффициентов по поверхности наружных ограждений и конструктивных элементов.

Целью проведения аэродинамических исследований является выявление распределения аэродинамических сил по наружным поверхностям церквей при действии ветра. Однако при проведении таких экспериментов приходилось сталкиваться с неточностью или противоречиями в использованной справочной литературе, что приводило к необходимости проведения уточняющих практических исследований или дополнительных теоретических изысканий.

Для установившегося режима жидкости, согласно уравнению Бернулли, вытекает частный случай закона сохранения энергии, то есть при возрастании кинетической энергии вдоль струйки, отмечается пропорциональное убывание потенциальной энергии, и наоборот.

Если принять за точку торможения потока (или критическую точку) при обтекании твердого тела горизонтальным ($z = 0$) потоком жидкости точку разветвления набегающей на тело струйки, то по уравнению Бернулли давление в точке торможения потока несжимаемой жидкости равно сумме статического и динамического давлений в потоке, которую называют полным аэродинамическим давлением.

В точке торможения давление будет достигать максимального значения, так как, согласно уравнению Бернулли, в случае горизонтального движения $p + \rho\upsilon^2/2 = \text{const}$ давление будет наибольшим в той точке, где скорость наименьшая (скорость в точке торможения – нулевая) [1, 2].

Для расчетов пользуются не абсолютным значением давления в данной точке, а разностью между давлением в данной точке p_0 и статическим давлением в потоке $p_н$ [1, 3], которую называют избыточным давлением в данной точке. В точке торможения избыточное давление равно динамическому давлению в потоке: $p_0 - p_н = \rho_н \upsilon_н^2/2$.

Но при малых скоростях воздушного потока ввиду малого числового значения статического давления в потоке воздуха в рабочей части для упрощения эксперимента имеет смысл избыточное давление в исследуемых точках модели при-

нимать равным аэродинамическому. Связано это с тем, что величина статического давления потока составляет около 1 % величины динамического давления потока [4], что не выходит за допустимые пределы погрешностей в экспериментах.

Ввиду использования в результатах эксперимента в качестве основного параметра аэродинамического коэффициента необходимо рассмотреть указанную физическую величину подробнее.

Аэродинамический коэффициент c_v, иногда называемый коэффициентом сопротивления давления (или удвоенным критерием Эйлера), является характерной величиной, определяющей степень восприятия динамического давления набегающего потока на поверхности обтекаемого потоком тела. Аэродинамические коэффициенты c_v рассчитываются по формуле [3]:

$$c_v = 2p_i/(\rho\upsilon_0^2), \quad (1)$$

где p_i – избыточное давление в исследуемых точках, Па; ρ – плотность воздуха, кг/м^3; υ_0 – скорость воздуха в рабочей части аэродинамической трубы, м/с.

Таким образом, аэродинамический коэффициент определяет долю скоростного давления, которая переходит в избыточное (статическое) давление [3]. Приведенное выражение является основным для оценки аэродинамических характеристик зданий.

Аэродинамический коэффициент может быть величиной как положительной, так и отрицательной, причем его величина не может быть больше ±1 (следует из закона сохранения энергии). С другой стороны, если не подвергать сомнению выводы в [2], то «значения отрицательных величин аэродинамических коэффициентов может быть и больше единицы, так как местное увеличение скорости отдельных струек воздуха, вызванное общим сужением потока, может превышать общую скорость потока υ_0». Величина аэродинамического коэффициента имеет положительное значение для поверхностей, расположенных на наветренной стороне зданий, а для поверхностей с заветренной стороны при обтекании ветра, этот коэффициент имеет отрицательное значение $c_v > -3$ [4, 5, 6, 7].

Не вдаваясь в подробности объяснений этого факта авторами указанных выше источников, можно с высокой степенью достоверности утверждать, что закон сохранения энергии позволяет оперировать значением величины аэродинамического коэффициента за пределами ±1.

Для сравнения результатов эксперимента в исследуемых точках моделей избыточных (p_i) и аэродинамических (p) давлений для модели Собора св. Александра Невского приведены спектры давлений и диаграммы изменения аэродинамических коэффициентов c_v для двух случаев: при поджатом потоке ($\upsilon_в$ = 3–4 м/с) и при несжатом потоке ($\upsilon_в$ = 1–2 м/с), а также при северо-западном и северо-восточном направлениях ветра. Для первого случая – рис. 1, рис. 2; для второго – рис. 2, рис. 4.

При рассмотрении представленных результатов можно сделать вывод: скорость потока значительно изменяется, а числовые значения величин аэродинамических коэффициентов меняются незначительно (на величину статического давления потока), что сказывается на точности экспериментов несущественно.

На основе изложенных выше данных можно утверждать, что допускается при расчете аэродинамического коэффициента применять значения как избыточных, так и абсолютных аэродинамических давлений.

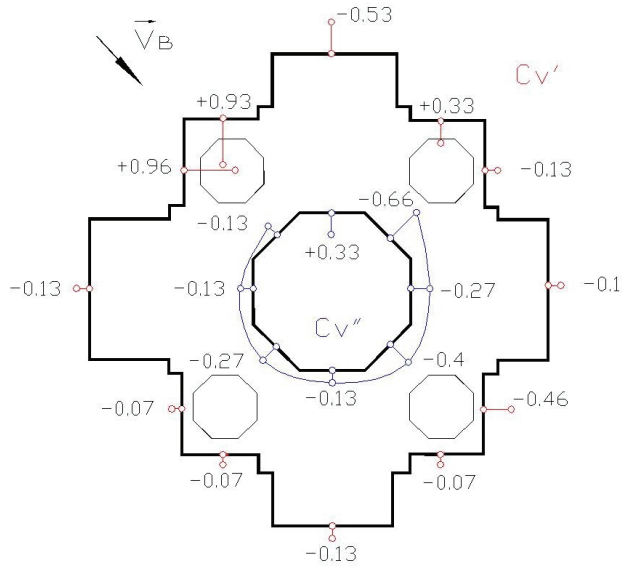


Рис. 1. Спектр давлений для собора св. А. Невского при северо-западном направлении ветра при условии $p_{ст} = p$ (c_v' – для нижнего ряда фрамуг, c_v'' – для верхнего ряда фрамуг)

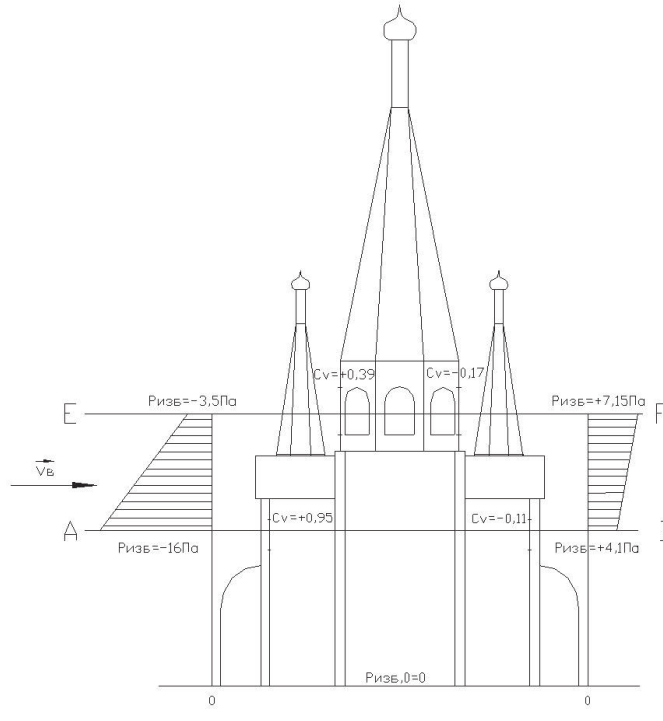


Рис. 2. Распределение избыточных (статических) давлений в здании храма при северо-западном направлении ветра

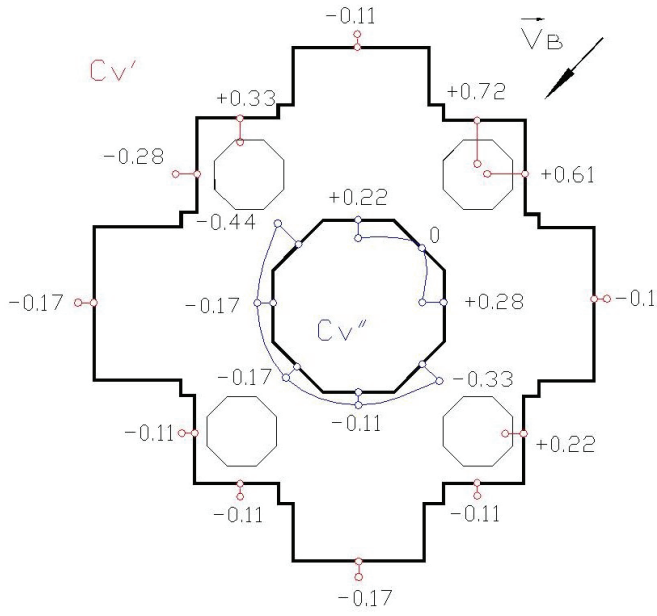


Рис. 3. Спектр давлений для собора св. А. Невского при северо-восточном направлении ветра при условии $p_{ст} = p_{изб}$ (c_v' – для нижнего ряда фрамуг, c_v'' – для верхнего ряда фрамуг)

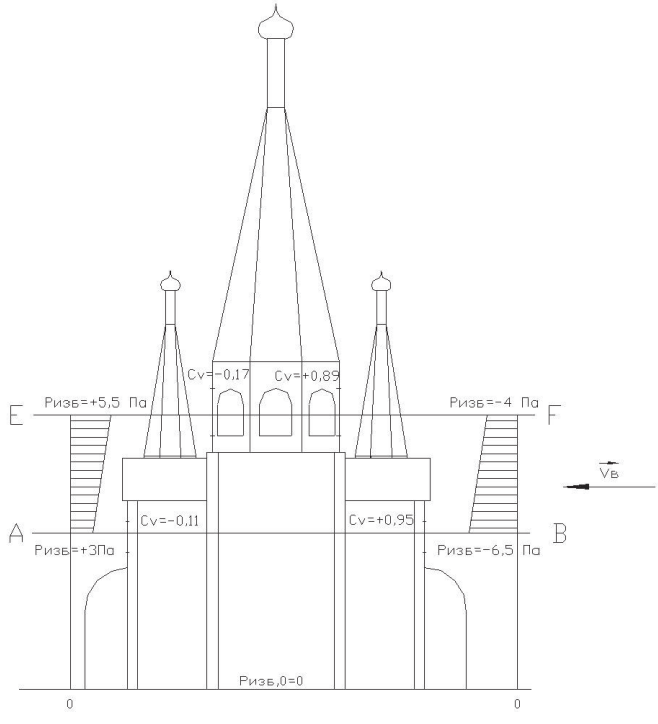


Рис. 4. Распределение избыточных (статических) давлений в здании храма при северо-восточном направлении ветра

Полученные данные используются для расчета аэрационного воздухообмена в церквях при совместном действии гравитационных сил и ветровой нагрузки и справедливы для церквей с соотношением основных размеров H:L:B = 1:1,67:1,73, у которых главный купол имеет форму правильного восьмигранника с соотношением размеров $H:R_{впис.}$=1:1,36, а фальшкупола имеют такую же форму с соотношением размеров $H:R_{впис.}$= 1:0,83.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Максимов, Г. А. Отопление и вентиляция. Часть II. Вентиляция / Г. А. Максимов. – Москва : Высшая школа, 1968. – 464 с. : ил. – Текст : непосредственный.

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

3. Реттер, Э. И. Аэродинамика зданий / Э. И. Реттер, С. И. Стриженов. – Москва : Стройиздат, 1968. – 240 с. : ил. – Текст : непосредственный.

4. Фабрикант, Н. Я. Аэродинамика : общий курс / Н. Я. Фабрикант. – Москва : Наука, 1964. – 816 с. : ил. – Текст : непосредственный.

5. 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.

6. 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.

7. 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.

KOCHEV Aleksey Gennadievich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of heat and gas supply; SOKOLOV Mikhail Mikhaylovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of heat and gas supply; PAK Elena Alekseevna, postgraduate student of the chair of heat and gas supply

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF AERODYNAMIC CHARACTERISTICS OF RELIGIOUS BUILDINGS AND STRUCTURES

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
Key words: Orthodox churches, pressure distribution, aerodynamic coefficients, aerodynamic tests, dynamic pressure.

The article considers a theory of aerodynamic tests of Orthodox churches. Features of experimental studies related to the choice of the geometric scale of the layouts of churches and methods for determining aerodynamic characteristics. Particular attention is paid to the conditions affecting the accuracy of the results obtained by processing the distribution of pressures and aerodynamic coefficients over the surface of exterior walls and structural elements.

REFERENCES

1. Maksimov G. A. Otoplenie i ventilyatsiya. Chast II. Ventilyatsiya. [Heating and ventilation. Part II. Ventilation]. Moscow, Vysshaya shkola, 1968, 464 p. : il.

2. Retter E. I. Arkhitekturno-stroitelnaya aerodinamika [Architectural and construction aerodynamics] / Moscow: Stroyizdat, 1984, 294 p. : il.

3. Retter E. I., Strizhenov S. I. Aerodinamika zdaniy [Aerodynamics of buildings] / Moscow: Stroyizdat, 1968, 240 p. : il.

4. Fabrikant N. Ya. Aerodinamika [Aerodynamics]. Obschiy kurs. / Moscow, Nauka, 1964, 816 p. : il.

5. 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 use of renewable energy sources for maintaining required microclimate conditions in Orthodox churches] // Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal] / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2019, № 4. (52). P. 127–133.

6. 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.

7. 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.

© А. Г. Кочев, М. М. Соколов, Е. А. Пак, 2020

Получено: 03.10.2020 г.

УДК 536.7

Л. М. ДЫСКИН[1], д-р техн. наук, проф. кафедры отопления и вентиляции;
В. Ю. КУЗИН[1], канд. техн. наук, доц. кафедры отопления и вентиляции;
С. В. ПОЛУСМАК[2], студент

СООТНОШЕНИЯ РАБОТ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

[1]ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: 8 (951) 910-48-70; эл. почта: kuzin04@ya.ru
[2]ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, пр. Гагарина, д. 23. Тел.: 8 (929) 041-94-62; эл. почта: sergeipolusmak@ya.ru

Ключевые слова: политропный процесс, работа процесса, техническая работа, тепловой двигатель, компрессор.

Рассмотрены соотношения работ изменения объема рабочего тела в политропных процессах, включая изотермический и адиабатные процессы, а также соотношения технических работ энергетических силовых устройств, использующих эти процессы.

Процессы изменения объема рабочего тела используют в тепловых двигателях для производства полезной работы и компрессорных машинах для повышения давления газов [1–2]. В общем случае величина работы изменения объема газа в конечном процессе 1–2 определяется уравнением [3]:

$$l_{1\text{-}2} = \int_{v_2}^{v_1} p dv \ , \tag{1}$$

где p – давление, v_1, v_2 – начальный и конечный удельные объемы газа.

В процессах расширения $dv > 0$, поэтому работа положительна $l_{1\text{-}2} > 0$. В процессах сжатия $dv < 0$ – работа отрицательна $l_{1\text{-}2} < 0$.

Уравнение (1) определяет работу изменения объема рабочего тела (газа) только в конечном процессе 1-2. Графически величина этой работы определяется площадью под кривой 1-2, построенной в координатах p-v. Например, на рис. 1 площадь 1-2*a*-5-7-1 равна работе процесса 1-2*a* изотермического расширения газа.

В тепловых двигателях для производства полезной положительной работы используют процессы расширения, а в компрессорных машинах для повышения давления газа – процессы сжатия с затратой внешней энергии (работа сжатия отрицательна). В процессах изменения объема рабочего тела, используемых в теплоэнергетических установках, расширение газа (увеличение удельного объема) сопровождается понижением его давления, а сжатие газа (уменьшение удельного объема) – повышением его давления.

В общем случае эти процессы являются политропными и протекают в диапазоне между изотермой и адиабатой. Уравнение политропного процесса $pv^n = \text{const}$. Для изотермы показатель политропы $n = 1$, для адиабаты $n = k = c_p/c_v > 1$, где c_p и c_v теплоемкости изобарного и изохорного процессов соответственно. Поэтому в координатах p-v изотерма изображается равнобокой гиперболой, симметричной координатным осям. Адиабата изображается не равнобокой гиперболой, расположенной круче изотермы.

Как видно на рис. 1, площадь под изотермой 1-2*a* больше площади под адиабатой 1-2*b*, поэтому работа изотермического процесса расширения 11-2*a* больше работы адиабатного процесса расширения $l_{1\text{-}2a} > l_{1\text{-}2b}$.

Действительно из уравнения первого закона термодинамики

$$q_{1\text{-}2} = \Delta u_{1-2} + l_{1\text{-}2} = c_v \Delta T_{1\text{-}2} + l_{1-2} \tag{2}$$

следует, что в изотермическом процессе ($\Delta T_{1\text{-}2} = 0$) работа $l_{1\text{-}2} = q_{1\text{-}2} = q_T$, т. е. работа этого процесса равна внешней теплоте, подводимой к газу.

В адиабатном процессе ($q_{1\text{-}2} = 0$), согласно уравнению (2), $l_{1\text{-}2} = -\Delta u_{1\text{-}2}$, т. е. работа совершается за счет внутренней энергии газа. Изменение внутренней энергии для любого политропного процесса определяется уравнением $u_{1\text{-}2} = c_v \Delta T_{1\text{-}2} = q_v$ и равно теплоте изохорного процесса, поэтому работа адиабатного процесса расширения равна теплоте изохорного процесса при одинаковых величинах p_1 и p_2, т. е. $l_{1\text{-}2} = q_v$.

С помощью диаграммы T-s можно показать, что теплота изотермического процесса понижения давления от p_1 до p_2 больше теплоты изохорного процесса понижения давления от p_1 до p_2 ($q_T > q_v$).

Следовательно, работа изотермического процесса расширения $l_{1\text{-}2}b = q_v$, работа $l_{1\text{-}2a} > l_{1\text{-}2b}$, что подтверждает результат анализа диаграммы p-v.

Очевидно, что это соотношение работ изотермического и адиабатного процессов расширения справедливо для любых диапазонов давлений p_1-p_2.

Иначе обстоит дело в процессах сжатия газов с повышением их давления (рис. 2). В этом случае соотношение площадей под изотермой 1-2*a* и адиабатой 1-2*b*, имеющих одну общую точку 1, не очевидно: площадь под изотермой может быть как больше, так и меньше площади под адиабатой. Следовательно, работа изотермического процесса повышения давления может быть как больше, так и меньше работы политропного (в том числе адиабатного) процесса повышения давления для $n \leq k$ (при общей начальной точке этих процессов и одинаковых давлениях p_1 и p_2).

Получим уравнение для определения отношения работ этих процессов. Абсолютная величина работы изотермического процесса повышения давления газа от p_1 до p_2 определяется уравнением:

$$l_{из} = RT_1 \ln \frac{p_2}{p_1} = RT_1 \ln \pi , \qquad (3)$$

где $\pi = p_2/p_1$ – степень повышения давления газа; R – газовая постоянная; T_1 – температура газа в начальной точке процесса.

Абсолютная величина работы повышения давления для политропного (в том числе адиабатного) процесса равна

$$l = \frac{RT_1}{n-1}\left(\pi^{\frac{n-1}{n}} - 1\right), \qquad (4)$$

где $n = k$ – для адиабаты.

Поделив уравнение (3) на (4), получим величину a – отношения работ изотермического и политропного процессов сжатия газов:

$$a = \frac{(n-1)\ln\pi}{\pi^{\frac{n-1}{n}} - 1}. \qquad (5)$$

Результаты расчета величины a по формуле (5) для различных значений отношения давлений π и показателя политропы n приведены на рис. 3 (кривые 1–5). Данные кривые показывают, что с увеличением π величина a уменьшается. При этом в диапазоне начальных значений $\pi < \pi_1$ показатель $a > 1$. При определенном значении $\pi = \pi_1$ величина $a = 1$, а при $\pi > \pi_1$ величина $a < 1$. При увеличении показателя политропы n величина π, соответствующая значению $a = 1$, возрастает.

Для $\pi = 1$ уравнение (5) превращается в неопределенность 0/0. Раскрывая эту неопределенность путем дифференцирования уравнения (5) для значения $\pi = 1$, получим $a = n$. Поэтому для адиабаты при $\pi = 1$ величина $a = k$.

Возможность для величины а принимать значения как больше, так и меньше единицы согласуется с выводом, полученным выше при анализе графического изображения процессов сжатия на рис. 2.

Получим уравнение, определяющее величину $\pi = \pi_1$, соответствующую условию: $a = 1$. В этом случае уравнение (5) можно записать в виде равенства:

$$(n-1)\ln\pi = \pi^{\frac{n-1}{n}} - 1. \qquad (6)$$

Методом простой итерации получаем зависимость степени повышения давления $\pi_1 = p_2/p_1$ при условии равенства работ изотермического и политропного процессов сжатия $a = l_{из}/l = 1$ от показателя n.

Результаты расчета π_1 по уравнению (6) показаны на рис. 4.

Здесь, так же, как и на рис. 3, величина π_1, соответствующая условию: $a = 1$, возрастает с увеличением показателя политропы n. Для $n = 1{,}1$ величина $\pi_1 = 7{,}90$, для $n = 1{,}41$ (показатель адиабаты для воздуха) $\pi_1 = 9{,}41$.

Для оценки эффективности энергетических силовых установок используют величину технической работы $l_{тех}$, производимой или потребляемой установкой [3–5]. Например, техническая работа турбины равна работе ротора, передаваемой

в виде механической энергии электрогенератору.

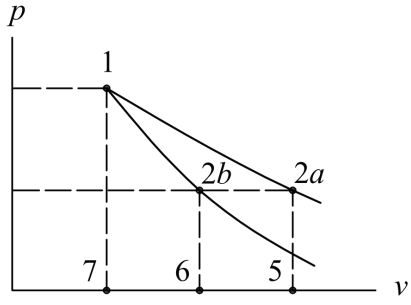


Рис. 1. Процессы расширения:
1-2*a* – изотермический процесс,
1-2*b* – адиабатный процесс

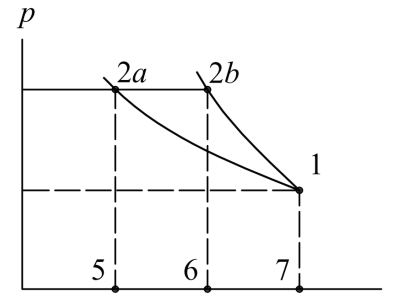


Рис. 2. Процессы сжатия:
1-2*a* – изотермический процесс,
1-2*b* – адиабатный процесс

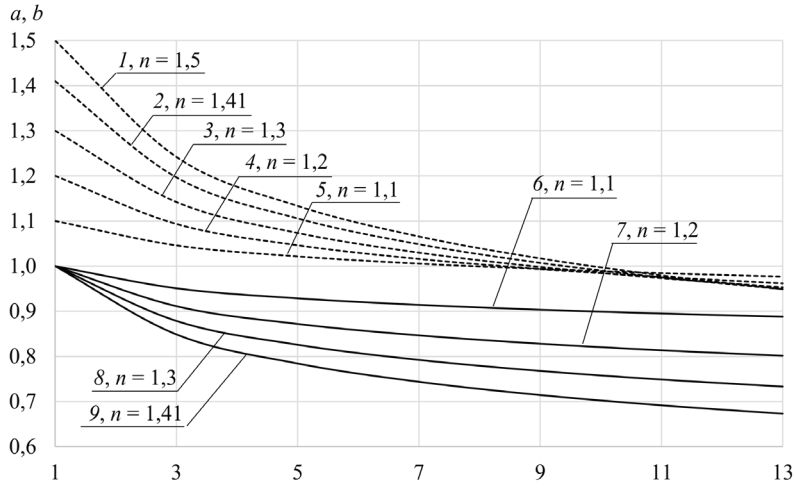


Рис. 3. Зависимость величин «*a*» и «*b*» отношения технических работ при изотермическом и политропных процессах сжатия от степени повышения давления $\pi = p_2/p_1$: кривые 1–5 – $a = f(\pi)$, кривые 6–9 – $b = f(\pi)$

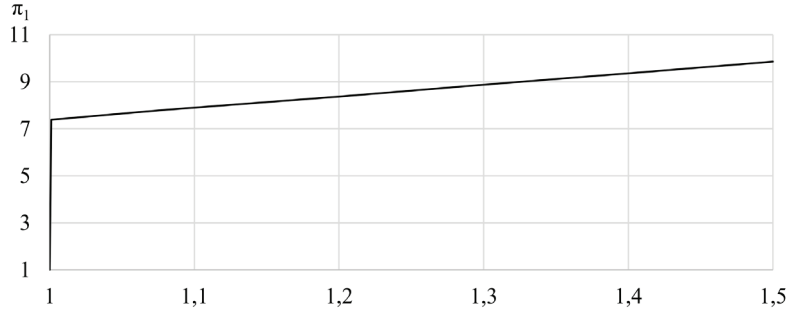


Рис. 4. Зависимость степени повышения давления $\pi_1 = p_2/p_1$ при условии равенства работ изотермического и политропного процессов сжатия $a = l_{из}/l = 1$ от показателя *n*

Техническая работа компрессора равна электрической или механической энергии, передаваемой от приводного двигателя к оси компрессора.

Следует отметить, что в случае использования несжимаемого рабочего тела (гидравлическая турбина, водяной насос) техническая работа имеет определенную величину, а работа процесса изменения объема рабочего тела равна нулю вследствие его несжимаемости.

В общем случае величина технической работы равна [3]

$$l_{\text{тех}} = -\int_{p_1}^{p_2} v dp. \tag{7}$$

В процессах расширения с уменьшением давления $dp < 0$, а $l_{\text{тех}} > 0$; в процессах сжатия с повышением давления $dp > 0$, $l_{\text{тех}} < 0$.

Графически величина технической работы равна площади, расположенной левее кривой соответствующего процесса, построенной в координатах p-v. Например, на рис. 1 и 2 техническая работа процессов 1-2a равна площадям 1-2a-3-4-1, а техническая работа процессов 1-2b соответствует площадям 1-2b-3-4-1.

Для изотермического процесса ($pv = RT = \text{const}$), техническая работа определяется по формуле:

$$l_{\text{тех}} = -\int_{v_1}^{v_2} p dv. \tag{8}$$

Следовательно, с учетом уравнения (1) техническая работа установки, в которой используют изотермический процесс изменения объема рабочего тела, равна работе этого изотермического процесса:

$$l_{\text{тех}} = \int_{v_1}^{v_2} \frac{RT_1}{v} dv = RT_1 \ln \frac{v_2}{v_1} = RT_1 \ln \frac{p_1}{p_2}. \tag{9}$$

Техническая работа энергетической силовой установки с использованием политропного процесса изменения объема рабочего тела равна [1]:

$$l_{\text{тех}} = \frac{nRT_1}{n-1}\left(1 - \left[\frac{p_2}{p_1}\right]^{\frac{n-1}{n}}\right). \tag{10}$$

В этом случае техническая работа установки в n раз больше работы только политропного процесса. При использовании в установке адиабатного процесса ($n = k$) $l_{\text{тех}} = kl_{\text{ад}}$.

Учитывая изложенное, отношение технических работ компрессоров, использующих изотермический и политропные процессы сжатия газа, можно определить уравнением:

$$b = \frac{a}{n}, \tag{11}$$

где n – показатель политропы, величина «a» – отношение работ по уравнению (5).

Графики уравнения (11) показаны на рис. 3 (кривые 6–9). В отличие от величины «a», при всех значениях π величина «b» < 1. Это означает, что в компрессоре с изотермическим сжатием затрата технической работы меньше, чем в компрессоре с адиабатным сжатием.

Полученный результат подтверждается рис. 2, где площадь 1-2a-3-4-1 меньше площади 1-2b-3-4-1 в любом диапазоне давления p_1-p_2. Изотермический процесс сжатия газа в компрессоре реализуется путем охлаждения стенок компрессора или промежуточным изобарным охлаждением сжатого газа между отдельными ступенями компрессора.

Анализ процессов расширения на рис. 1 показывает, что в любом диапазоне давлений p_1-p_2, техническая работа теплового двигателя с изотермическим расширением рабочего тела больше ее же с адиабатным расширением (площадь 1-2*a*-3-4-1 больше площади 1-2*b*-3-4-1).

Для приближения процесса расширения к изотермическому в тепловых двигателях используют промежуточный перегрев рабочего тела. Например, в турбинах рабочее тело (пар или газ), охлажденное при его адиабатном расширении в первой части турбины, выводят из турбины и подогревают до начальной температуры и затем направляют во вторую часть турбины, повторяя этот процесс несколько раз.

В результате вышеизложенного были сделаны следующие выводы.

1. В тепловых двигателях, использующих политропные процессы расширения рабочего тела с показателем политропы $1 \le n \le k$, имеющих общую начальную точку и одинаковые конечные давления, работа процесса и техническая работа двигателя минимальны при адиабатном расширении и максимальны при изотермическом расширении, непрерывно возрастая с уменьшением n от k до 1, при любых одинаковых для всех процессов величинах отношения начального и конечного давления $p_1/p_2 > 1$.

При изотермическом процессе расширения рабочего тела техническая работа двигателя и работа процесса расширения равны по величине, а для других политропных процессов с показателем $1 < n \le k$, техническая работа двигателя в n раз больше работы процесса расширения рабочего тела.

В политропных процессах расширения, в том числе изотермическом процессе с показателем политропы $1 \le n < k$, работа любого процесса больше работы адиабатного процесса с показателем $n = k$.

2. В компрессорах, использующих политропные процессы сжатия газа с показателем политропы $1 \le n \le k$, имеющих общую начальную точку и одинаковые конечные давления, техническая работа компрессора минимальна при изотермическом сжатии газа и максимальна при его адиабатном сжатии и непрерывно возрастает с увеличением n от 1 до k, при любых одинаковых для всех процессов величинах степени повышения давления газа, равных $\pi = p_2/p_1 > 1$.

При изотермическом процессе сжатия газа техническая работа компрессора и работа процесса сжатия равны по величине. При других политропных процессах сжатия с показателем $1 < n \le k$ техническая работа компрессора больше работы процесса сжатия для любых значений π степени повышения давления газа.

3. Работа изотермического процесса сжатия газа больше работы другого политропного, в том числе адиабатного процесса сжатия при $\pi < \pi_1$, равна работе политропного процесса при $\pi = \pi_1$, меньше работы политропного процесса при $\pi > \pi_1$.

4. Величина $\pi = p_2/p_1$ степени повышения давления газа, при которой работа изотермического процесса сжатия равна работе сжатия другого политропного, в том числе адиабатного, процесса сжатия с показателем политропы $1 < n \le k$, является функцией показателя n, возрастая с его увеличением.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гусаков, С. В. Анализ цикла поршневого ДВС при политропных процессах сжатия-расширения / С. В. Гусаков, В. Е. Уклейкин. – Текст : непосредственный // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. – 2008. – № 2. – С. 90–94.

2. Юн, В. К. Методы расчета термогазодинамического процесса сжатия реальных га-

зов в приточных частях центробежных компрессоров / В. К. Юн. – Текст : непосредственный // Компрессорная техника и пневматика. – 2011. – № 5. – С. 24–30.

3. Кириллин, В. А. Техническая термодинамика / В. А. Кириллин, В. А. Сычев, А. Е. Шейндлин. – Москва : Издательский дом МЭИ, 2008. – 496 с. – ISBN 978-5-383-00263-6. – Текст : непосредственный.

4. Архаров, А. М. Теплотехника / А. М. Архаров, С. И. Исаев, И. А. Кожинов. – Москва : Машиностроение, 1986. – 432 с. – Текст : непосредственный.

5. Дыскин, Л. М. Эксергетические характеристики сжатого воздуха / Л. М. Дыскин, И. П. Гриманловская // Приволжский научный журнал. – 2019. – 1. – С. 58–62.

DYSKIN Lev Matveevich[1], doctor of technical sciences, professor of the chair of heating and ventilation; KUZIN Viktor Yurevich[1], candidate of technical sciences, associate professor of the chair of heating and ventilation; POLUSMAK Sergey Vladimirovich[2], student

RATIO OF WORKS IN HEAT POWER PLANTS

[1]Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (951) 910-48-70;
e-mail: kuzin04@ya.ru
[2]National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod
23, Gagarin Ave., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (929) 041-94-62;
e-mail: sergeipolusmak@ya.ru
Key words: polytropic process, process work, technical work, heat engine, compressor.

The article considers ratios of work of changing the volume of the working fluid in polytropic processes, including isothermal and adiabatic processes, as well as the ratio of technical work of energy power devices using these processes.

REFERENCES

1. Gusakov S. V., Ukleykin V. E. Analiz tsikla porshnevogo DVS pri politropnykh protsessakh szhatiya-rasshireniya [Analysis of the cycle of piston ICEs with polytropic processes of compression-expansion] // Vestnik RUDN. Seriya: Inzhenernye issledovaniya [RUDN Bulletin. Series: Engineering Studies]. – 2008. – № 2. – P. 90–94.

2. Yun V. K. Metody raschyota termogazodinamicheskogo protsessa szhatiya realnykh gazov v pritochnykh chastyakh tsentrobezhnykh kompressorov [Methods for calculating the thermogasdynamic process of compression of real gases in the inlet parts of centrifugal compressors] // Kompressornaya tekhnika i pnevmatika [Compressor technology and pneumatics]. 2011. № 5. P. 24–30.

3. Kirillin V. A., Sychyov V. A, Sheyndlin A. E. Tekhnicheskaya termodinamika [Technical thermodynamics] – Moscow: Izdatelskiy dom MEI, 2008, 496 p. ISBN 978-5-383-00263-6.

4. Arkharov A. M., Isaev S. I., Kozhinov I. A. Teplotekhnika [Heat engineering] – Moscow: Mashinostroenie, 1986, 432 p.

5. Dyskin L. M., Grimalovskaya I. P. Eksergeticheskie kharakteristiki szhatogo vozdukha [Exergy characteristics of compressed air] // Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky scientific journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. – 2019. № 1. P. 58–62.

© Л. М. Дыскин, В. Ю. Кузин, С. В. Полусмак, 2020
Получено: 11.09.2020 г.

УДК 697.132/ 697.137+ 699.86

А. Г. РЫМАРОВ, канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции

ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА В КРЫТЫХ ДВОРАХ

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26. Тел.: (499) 183-26-92; эл. почта: rymarov@list.ru
Ключевые слова: крытые дворы, потери тепла, тепловые поступления, температурный режим.

Рассмотрено формирование микроклимата в воздушном пространстве крытых дворов, что позволяет оценить полезность их применения в городах.

В России недостаточно мест для комфортного времяпрепровождения вне жилых домов и других зданий, так как всегда надо защищаться от переменчивой и часто неблагоприятной погоды в течение всего года. Холодный период года известен своими морозами с ветром, снегопадом и покрытыми льдом дорогами [1], а в теплый период года из-за мирового потепления за последние десятилетия в РФ могут формироваться очень жаркие температурные условия в дневное время.

Перекрытый светопрозрачным перекрытием двор или улица, или часть улицы позволяет в течение всего года и в частности в теплый период года получить более комфортные условия пребывания людей вне помещений и зданий. Такие перекрытые дворы или улицы могут соединять микрорайоны с парками и другими зданиями и системой транспорта в городе. А также такие дворы могут формировать потенциал энергосбережения для систем отопления и теплопотребления.

Рассмотрим жилое здание с перекрытым двором для климатических условий г. Москвы в теплый период года. Перекрытый двор задан с размерами в плане 63×63 м. По периметру перекрытого двора расположено здание с длинами внешних фасадов 87 м и количеством этажей 5. Суммарная площадь окон и стен, выходящих во внутренний двор, равны 840 и 3 393,6 м^2 соответственно, а площади кровли и грунта в перекрытом дворе равны 3 960 м^2. Объем перекрытого двора равен 213 312 м^3 [1]. По существующим в РФ нормам СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» и СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» определены коэффициенты теплопередачи окон, стен и светопрозрачной кровли. Примем как допущение, что во всем здании в дневное и ночное время поддерживается температура в помещениях, обращенных во внутренний двор, равной +25 ^{o}C за счет работающей системы кондиционирования воздуха. Схематично разрез и план такого здания представлены на рис. 1 и рис. 2. Тепловые потоки во внутреннем дворе (входящие и выходящие) показаны на рис. 1 и рис. 2.

При формировании крытого двора проведены расчеты его теплового режима для определения динамики изменения величины температуры внутреннего воздуха, чтобы понять уровень комфортности при нахождении человека внутри такого пространства.

В теплый период года поступление теплоты в пространство перекрытого двора происходит через светопрозрачное перекрытие за счет солнечной радиации и за счет теплопередачи, а при разогревании воздушного пространства перекрытого

двора тепловые потоки через стены и окна, выходящие во внутренний двор, будут поступать в помещения здания, разогревая их, а также тепловой поток будет поступать в грунт перекрытого двора, повышая его температуру. Изучение тепловых потоков в перекрытом дворе позволяет провести расчеты изменения температуры внутреннего воздуха.

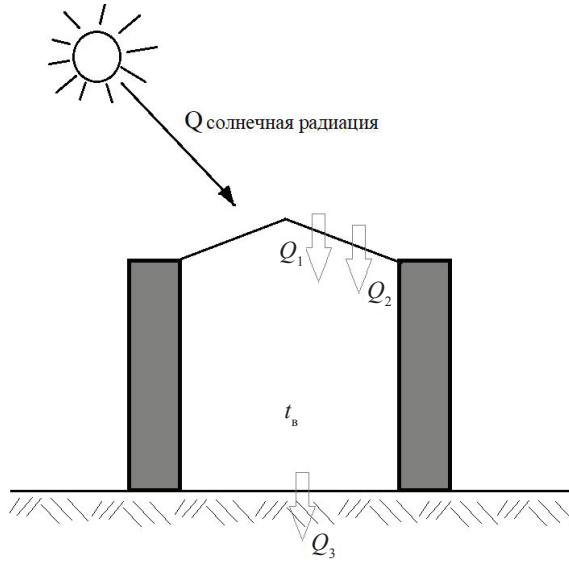


Рис. 1. Разрез здания с перекрытым двором с применением светопрозрачной конструкции

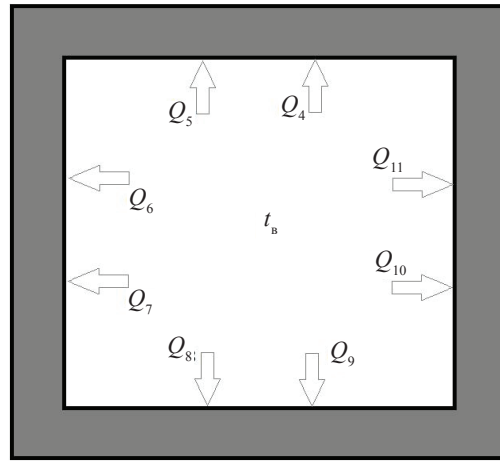


Рис. 2. План здания с перекрытым светопрозрачной конструкцией двором

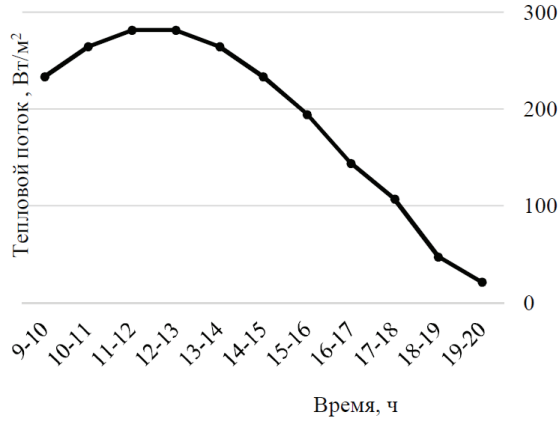


Рис. 3. Тепловой поток от солнечной радиации

Для анализа теплового режима внутреннего двора, перекрытого светопрозрачной кровлей, в теплый период года необходимо проанализировать изменение температуры наружного воздуха, когда теплота от солнечной радиации (рис. 3) и температура наружного воздуха (рис. 4 и рис. 5) максимальны в дневное время.

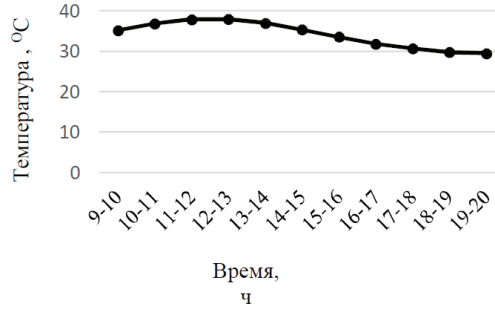


Рис. 4. Условная температура на поверхности светопрозрачного покрытия для июля

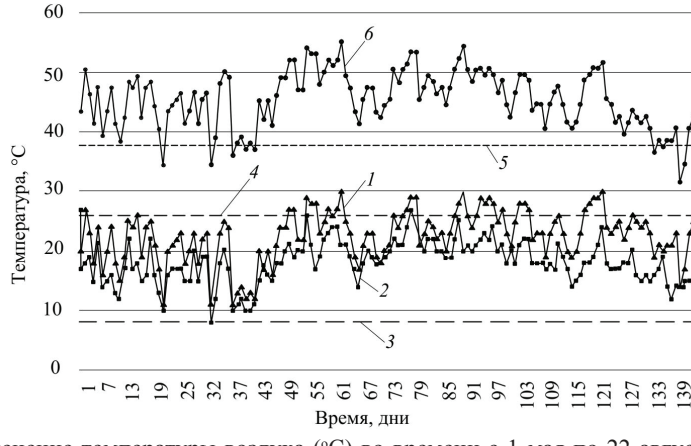


Рис. 5. Изменение температуры воздуха (°С) во времени с 1 мая по 22 августа 2018 года: *1* – средняя дневная температура, *2* – средняя ночная температура, *3* – температура окончания холодного периода года, *4* – температура для расчетов систем кондиционирования воздуха, *5* – максимальная температура за июль, *6* – условная температура у поверхности светопрозрачной конструкции для горизонтальной поверхности

На рис. 3 показано, как изменяется тепловой поток от солнечной радиации, поступающий на горизонтальную поверхность при безоблачном небе в течение дня с 9 до 20 часов, что необходимо для определения теплового потока, поступающего через светопрозрачное покрытие во внутренний перекрытый двор за счет теплопередачи и в виде солнечной радиации на стены, окна и грунт, разогревая их. Основным источником тепловых поступлений во внутренний двор является теплота от солнечной радиации, ее значение определено на основе существующих климатических справочных данных, зависящих от широты местности и азимута солнца в течение дня [2]. На основании данных по потокам теплоты от солнечной радиации проведены расчеты условной температуры наружного воздуха у поверхности светопрозрачного перекрытия в течение дневного времени для июля с 9 до 20 часов, а результаты расчетов приведены на рис. 4.

Средняя температура за дневное и ночное время получена согласно существующей метеоинформации (графики 1 и 2 на рис. 5). Температура +8 °С в сравнении со средними значениями дневной и ночной температуры наружного воздуха показывает, что данный период является теплым и системы отопления не работают (рис. 5, график 3). Температура для расчетов системы кондиционирования воздуха показывает, что ее значение не учитывает поступление теплоты от солнечной радиации (рис. 5, график 4). Максимальная температура наружного воздуха ближе к условной температуре наружного воздуха, которая учитывает поступление теплоты от солнечной радиации, но все же ниже ее (рис. 5, график 5). Из анализа графиков на рис. 5 видно, что условная температура наружного воздуха у поверхности светопрозрачной конструкции для горизонтальной поверхности оказывает максимальное значение на температурный режим перекрытого светопрозрачной кровлей внутреннего двора в теплый период года, а во взаимодействии с проникающей через светопрозрачное покрытие солнечной радиацией определяют температуру внутреннего воздуха во дворе. Значения температур (графики 3, 4 и 5 на рис. 5) приняты на основании нормативного документа СП 131.13330.2012 «Строительная климатология». Расчет условной температуры у горизонтально расположенной поверхности светопрозрачной кровли (рис. 2 и график 6 рис. 5) проведен на основе методики, изложенной в справочнике для проектирования зданий [2].

Если внутренний двор перекрыть светопрозрачной кровлей с неоткрываемыми створками, то внутренний двор превратится в подобие атриума, который можно и нужно использовать, например, заполнив пространство атриума зимним садом с необходимым микроклиматом для зимнего и летнего периодов года [3].

Перекрытие внутреннего двора может иметь открывающиеся створки, что позволит в теплый период года регулировать тепловой режим в воздушном пространстве внутреннего двора.

Если в теплый период года в крытом дворе со светопрозрачным перекрытием открывающиеся створки держать постоянно закрытыми, то в дневное время в нем будет очень жарко, а в ночное время он будет остывать. Если в вечерние, ночные и утренние часы суток открыть створки, то внутренний двор будет проветриваться и остывать после захода солнца естественным образом.

Для снижения температуры воздуха днем во внутреннем дворе можно использовать тепловой насос типа «воздух-грунт», который будет охлаждать воздух в пространстве внутреннего двора направляя избыток теплоты в грунт для накопления, или тепловой насос типа «воздух-вода», направляя избыток теплоты в теплоизолированный бак с водой для накопления. Аккумулированную теплоту можно использовать в холодный период года для подогрева пространства внутрен-

него двора, для системы отопления, для горячего водоснабжения и пр. На рис. 6 показана схема применения теплового насоса.

Тепловой поток в дневное время от перекрытия поступает во внутренний двор (Q_1 и Q_2), а затем при повышении температуры внутреннего воздуха во дворе тепловой поток поступает в помещения здания через окна и стены (Q_4 – Q_{11}) и в грунт (Q_3), что показано на рис. 1 и рис. 2. В ночное время, когда солнца нет, и температура наружного воздуха понижается, внутренний двор начинает остывать, и тепловой поток начинает поступать из внутреннего двора через покрытие в наружный воздух. При необходимости можно открыть створки покрытия, и тогда процесс остывания внутреннего двора в ночное время усилится. При использовании теплового насоса типа «воздух – грунт» или «воздух – вода», избыточная теплота из воздушного пространства двора (Q_{12}) в течение всего дня перемещается в грунт или в воду (Q_{13}) для накопления и последующего использования (рис. 6).

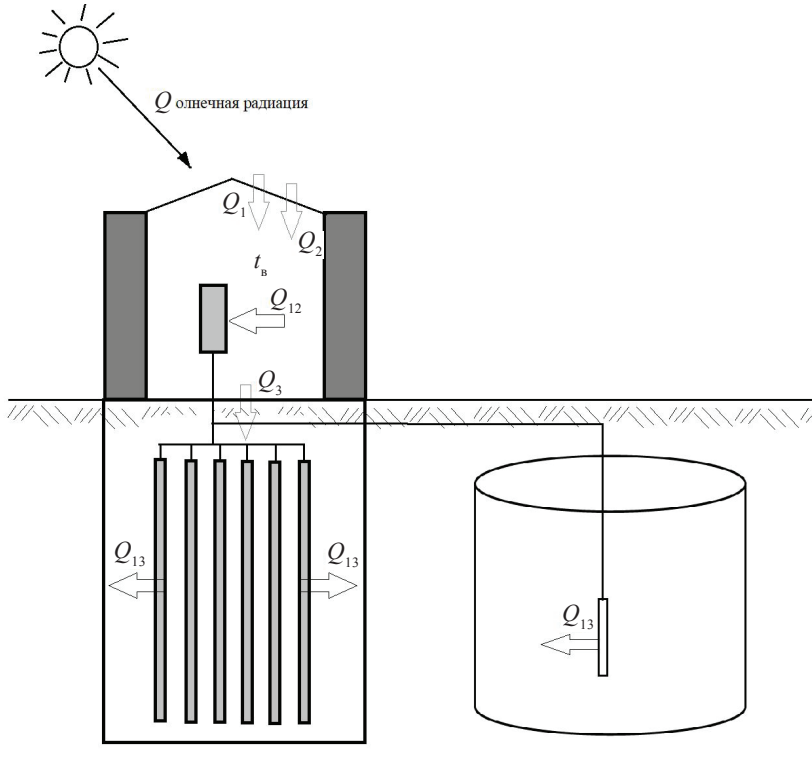


Рис. 6. Разрез здания с перекрытым светопрозрачной конструкцией двором и с тепловыми насосами типа воздух-грунт и воздух-вода

Балансовые уравнения потерь и поступлений теплоты в перекрытом дворе позволяют определить температуру внутреннего воздуха (t):

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4 + \ldots + Q_{12}; \quad (1)$$

$$f(t) = f(Q_1 \ldots . Q_{12}) . \quad (2)$$

Балансовые уравнения потерь и поступлений теплоты в перекрытом дворе с учетом действия теплового насоса дополнены поглощением избытка теплоты (Q_{12}) испарителем теплового насоса.

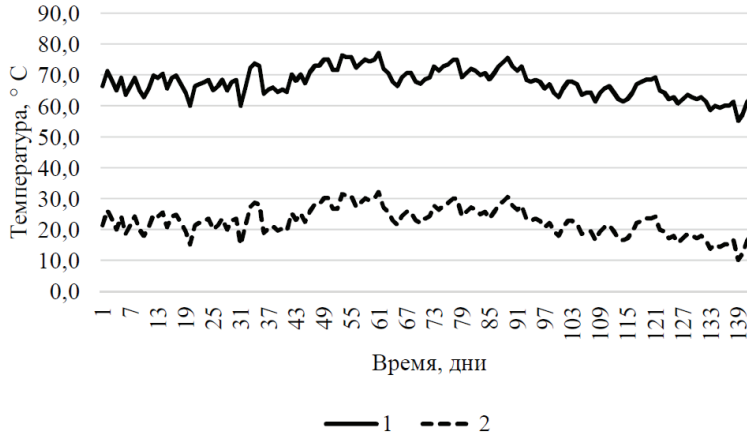


Рис. 7. Изменение температуры воздуха в перекрытом внутреннем дворе с 1 мая по 22 августа 2018 года при максимальном значении теплоты, поступающей от солнечной радиации (1), и необходимая температура для комфортного пребывания человека во внутреннем дворе (2)

Проведенные расчеты для фактических значений температуры наружного воздуха показали, что за период с 1 мая по 22 августа 2018 года за дневное время суммарное значение из максимальных значений количества теплоты, поступающей во внутренний двор, равно 600 кВт, и среднее значение из максимальных значений температуры воздуха равно 70 °С. Необходимая температура для комфортного пребывания людей во внутреннем дворе принята равной 22–26 °С, что примерно на 45 °С (рис. 7) ниже температуры воздуха во внутреннем дворе. Для использования грунта в качестве накопителя тепловой энергии необходимо провести моделирование теплового режима грунта [4], что позволит определить аккумулирующую емкость и объем массива грунта, а также глубину и частоту заложения скважин для размещения конденсаторов и определения необходимого количества и мощности тепловых насосов.

Повышенная температура воздуха в крытом дворе позволяет получить более удобное для отдыха людей пространство в зимнее время, и сберегать тепловую энергию в теплое время года, накапливая ее в грунте или воде для последующего использования. Светопрозрачное покрытие затеняет пространство двора, что может потребовать дополнительного освещения [5], при этом необходимо очищать стекла от снега зимой и пыли в теплый период года.

Вентиляция большого объема внутреннего двора необходима из условия количества людей, которые возможно будут отдыхать или проводить время в рассматриваемом пространстве внутреннего двора.

Сохраненная тепловая энергия может быть использована для любых способов подогрева внутреннего двора в зимний период и других задач теплопотребления зданием.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рымаров, А. Г. Исследование применения крытых дворов в холодный период года / А. Г. Рымаров. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний

Новгород, 2019. – № 3 (51). – С. 58–64.

2. Справочник проектировщика. Вентиляция и кондиционирование воздуха. В 2 книгах. Книга 1, часть 3. / В. Н. Богословский [и др.] ; под редакцией Н. Н. Павлова, Ю. И. Шиллера. – Москва : Стройиздат, 1992. – 319 с. – Текст : непосредственный.

3. Gaseous and thermal analysis of winter garden used for air regeneration throughout office buildings / Andrey Rymarov, Natalia Parfenteva, Kęstutis Valančius, Sabina Paulauskaitė, Violeta Misevičiūtė. – Text : direct // Journal of Environmental Engineering and Landscape Management. – 2018. – Volume 26, issue 3. – P. 195–201.

4. Analysis of heat losses of underground tunnel for engineering utilities with available methods / O. Brukhanov, A. Rymarov, A. Malysheva, D. Titkov // Integration, Partnership and Innovation in Construction Science and Education (IPICSE 2016): 5th International Scientific Conference (MATEC Web of Conferences). – 2016. – С. 04028.

5. Горгоц, С. Е. Расчет естественного освещения в помещениях, выходящих окнами в атриум / С. Е. Горгоц, А. Г. Соловьев. – Текст : непосредственный // Светотехника. – 2006. – № 2. – С. 51–52.

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

FORMATION OF MICROCLIMATE IN COVERED COURTYARDS

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)
26, Yaroslavskoe Rd., Moscow, 129337. Tel.: +7 (499) 183-26-92;
e-mail: rymarov@list.ru
Key words: covered yards, heat loses, thermal receipts, temperature condition.

The study is devoted to the formation of a microclimate in the air space of covered courtyards, which allows assessing their usefulness in cities.

REFERENCES

1. Rymarov A. G. Issledovanie primeneniya krytykh dvorov v kholodny period goda [A study of use of covered yards in the cold season]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2019, № 3 (51). P. 58–64.

2. Spravochnik proektirovschika. Ventilyatsiya i konditsionirovanie vozdukha [Designer's reference guide. Ventilation and air conditioning]: Kniga 1, chast 3. V. N. Bogoslovskiy, et al., pod red. N. N. Pavlova, Yu. I. Shillera. Moscow, Stroyizdat, 1992, 319 p.

3. Rymarov Andrey, Parfenteva Natalia, Valančius Kęstutis, Sabina Paulauskaitė, Violeta Misevičiūtė. Gaseous and thermal analysis of winter garden used for air regeneration throughout office buildings. Journal of Environmental Engineering and Landscape Management ISSN 1648–6897. EISSN 1822-4199 2018. Volume 26, Issue 3. P 195–201.

4. Brukhanov O., Rymarov A., Malysheva A., Titkov D. Analysis of heat losses of underground tunnel for engineering utilities with available methods. MATEC Web of Conferences 5. Cep. "5th International Scientific Conference "Integration, Partnership and Innovation in Construction Science and Education", IPICSE 2016". 2016, P. 04028.

5. Gorgots S. E., Solovyov A. K. Raschyot estestvennogo osvescheniya v pomescheniyakh, vykhodyaschikh oknami v atrium [Calculation of natural lighting in rooms facing the atrium]. Svetotekhnika [Light engineering]. 2006, № 2. P. 51–52.

© А. Г. Рымаров, 2020
Получено: 17.09.2020 г.

УДК 697:621.565.93/.95

А. В. ДУНЦЕВ[1], канд. техн. наук, доц. кафедры ядерных реакторов и энергетических установок; Д. И. НОВИКОВ[1], магистрант кафедры ядерных реакторов и энергетических установок; А. А. САТАЕВ[1], аспирант кафедры ядерных реакторов и энергетических установок; В. В. ЛЕБЕДЕВ[1], студент; П. А. ХАЗОВ[2], канд. техн. наук, доц. кафедры теории сооружений и технической механики

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В МОДЕЛИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

[1]ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Минина, д. 24.
Тел.: (831) 436-80-29; эл. почта: grey1ngreen27@gmail.com; sancho_3685@mail.ru
[2]ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (951) 919-09-19; эл. почта: khazov.nngasu@mail.ru
Ключевые слова: интенсификация теплообмена, двухфазный поток, кавитационные процессы, эффект Магнуса.

Рассмотрен экспериментальный стенд по изучению влияния газовой и парогазовой примеси в потоке на теплообменные процессы. На основании проделанной экспериментальной работы сделан вывод об эффективности и применимости такого типа интенсификации в промышленных теплообменных аппаратах.

Строительство зданий и сооружений с учетом современных норм и требований по энергоэффективности и энергопотреблению невозможно без всестороннего анализа. В помощь инженеру-проектировщику приходят технологии информационного моделирования *BIM* (*Building Information Modeling*). С помощью данной технологии создается не только архитектурная 3D-модель здания, но и информационная модель с учетом инженерных сетей, вентиляции, теплоснабжения, освещения, а также учитываются технологические процессы производства, которые происходят в этом здании.

В современном мире процессы переноса и передачи тепловой энергии являются крайне важными, поскольку решают задачу не только о возможности производства и переработки ресурсов, но и выживания человека в суровых климатических условиях.

Одним из важнейших звеньев в сложном процессе доставки тепла потребителю выступает теплообменный аппарат. Именно это устройство осуществляет процесс передачи теплоты от одного теплоносителя к другому. Такие аппараты многочисленны как по своему технологическому назначению, так и по конструктивному оформлению.

Традиционно в системах теплоснабжения применяются кожухотрубные теплообменные аппараты, которые постепенно заменяют пластинчатые теплообменники разборного типа с более высокими характеристиками теплопередачи и меньшими габаритами [1, 2].

Тенденция времени такова, что любая единица оборудования стремится быть оптимизированной, и теплообменные аппараты не исключение. Сокращение ме-

таллоемкости оборудования при повышении эффективности теплопереноса достигается за счет интенсификации теплообменных процессов. Существует множество работ, посвященных тематике промышленного применения интенсификации теплообмена. Обзор и классификация методов интенсификации теплообменных процессов, которые исследовались на протяжении двух веков, исчерпывающе рассмотрены в работе [3], исходя из результатов которой широкое применение нашли методы пассивной интенсификации теплообмена.

Перспективное направление в этом вопросе имеет интенсификация при помощи кавитационных процессов, что позволяет очищать внутренние теплообменные поверхности и турбулизировать пристенный слой [4, 5] при помощи ввода газовой или микропузырьковой среды в поток теплоносителя [6]. Данные методы относятся к активным методам и не требуют увеличения теплообменной поверхности, что положительно сказывается на металлоемкости конструкции.

Работа посвящена экспериментальному исследованию влияния газовой и парогазовой среды на процессы теплообмена, применительно к промышленным теплообменным аппаратам. Для решения поставленных задач на базе «Лабораторного комплекса экспериментальных теплофизических стендов» кафедры «Ядерные реакторы и энергетические установки» был изготовлен экспериментальный стенд «СК-1» [7]. Состав стенда предоставлен на рис. 1.

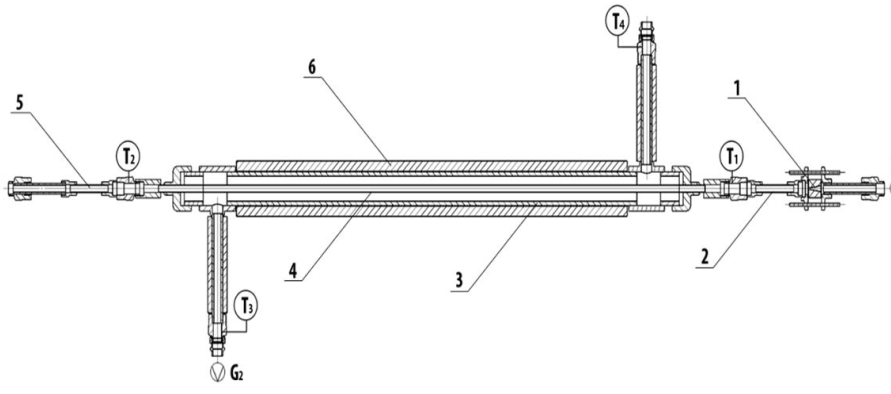


Рис. 1. Состав исследовательского стенда: *1* – сужающее сопло; *2, 5* – участок визуализации потока; *3* – внешний кожух; *4* – внутренний канал; *6* – теплоизоляция

Данный стенд представляет собой два коаксиальных цилиндра и, по сути, является простейшей моделью кожухотрубного теплообменника. Для создания парогазовой среды установлено сужающее сопло, которое при необходимости можно заменить эжектором и проводить дальнейшее исследование с использованием только газовой фазы.

Равновесная концентрация растворенного газа в воде описывается законом Генри – Дальтона [8] и зависит от давления. При падении давления жидкости по отношению к давлению насыщения растворенных газов, часть растворенного газа покидает межмолекулярное пространство теплоносителя, не успевает всплыть за счет естественной флотации и образует микропузыри нерастворенного воздуха, которые становятся генераторами кавитационных ядер. Впоследствии эти ядра превращаются в кавитационные каверны и создают устойчивую гидродинамическую кавитацию [9]. Диаметр самого узкого сечения сопла рассчитывался через число кавитации. При проведении экспериментов организовано противоточное

движение сред, объемные расходы которых измеряются в точках G_1 и G_2. Для измерения температуры сред использовались высокоточные терморезистивные датчики, установленные в точках T_1, T_2, T_3, T_4 (см. рис. 1). Стенд имеет возможность менять свою ориентацию в пространстве (вертикальная и горизонтальная), а также размещение греющего и принимающего теплоносителя (во внутреннем канале или в кольцевом зазоре). Таким образом, имеются четыре возможные компоновки экспериментального стенда.

При исследовании процессов интенсификации теплообмена газовой инжекцией необходимо учитывать температуру забрасываемой газовой среды. Очевидно, что при заброс атмосферного воздуха в горячий теплоноситель, часть энергии уйдет на подогрев воздуха и эффективность установки резко снизится.

Эксперимент проводился по всем компоновкам стенда. Результаты, полученные в ходе экспериментальной работы, являлись исходными данными для расчета относительного коэффициента теплоотдачи из уравнения Ньютона – Рихмана. Результат отображен на графиках (рис. 2 и рис. 3) в виде зависимости относительного коэффициента от числа Рейнольдса.

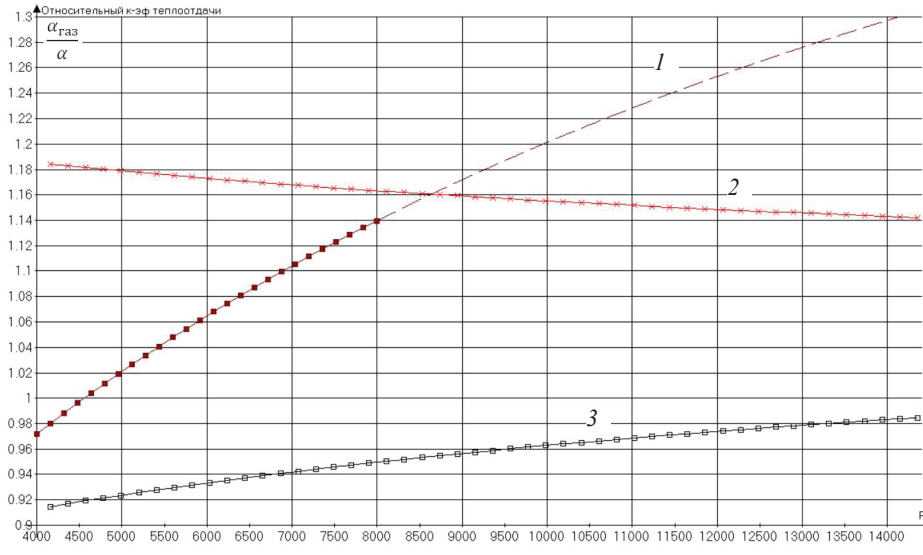


Рис. 2. Изменение коэффициента теплоотдачи при горизонтальной компоновке: *1* – «горячий» теплоноситель в центральном канале; *2* – «горячий» теплоноситель в центральном канале (использование эжектора); *3* – «горячий» теплоноситель в межтрубном пространстве

Эксперимент и последующий расчет с введением газа в теплоноситель при помощи эжектора показал, что газ эффективно интенсифицирует (≈14 %) теплообменные процессы в рекуперативных теплообменных аппаратах. Поскольку пузыри газа не могут при данных условиях эксперимента сконденсироваться в ядре потока, они, попадая на теплообменную поверхность, начинают испытывать силы вязкого трения со стороны подслоя. Неравномерность профиля скоростей на поверхности пузыря приводит к эффекту Магнуса [10] и, как следствие, колебательное движение пузыря у поверхности теплообмена, что и, в конечном счете, приводит к разрушению вязкого подслоя. Это особенно эффективно при горизонтальной ориентации стенда, поскольку при такой компоновке сила Архимеда нормальна к поверхности теплообмена, и создается эффект «катающегося» пузыря.

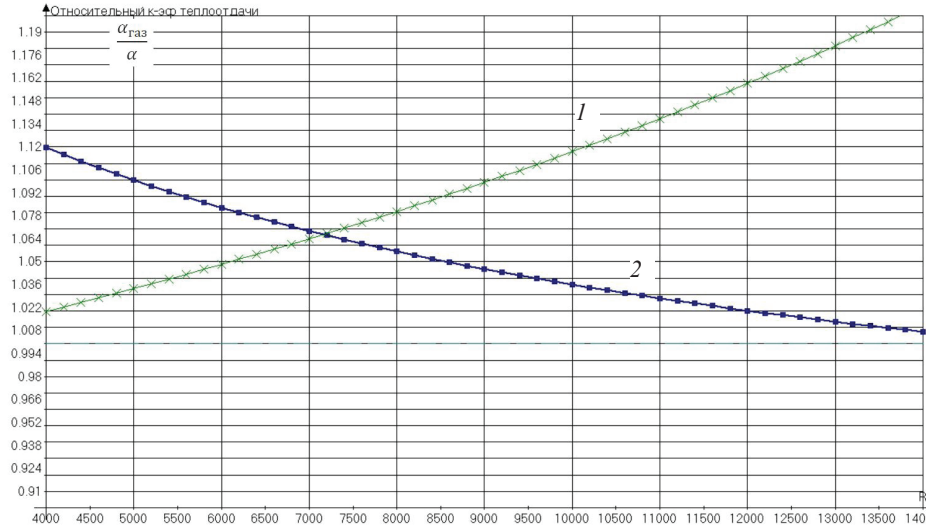


Рис. 3. Изменение коэффициента теплоотдачи при вертикальной компоновке: *1* – «горячий» теплоноситель в центральном канале; *2* – «горячий» теплоноситель в межтрубном пространстве

Эксперименты с сужающимся соплом показали, что газовыделение в ядре потока интенсифицирует теплообменные процессы (≈10 %). Пузыри парогазовой смеси получаются в результате кавитационных процессов много меньше по диаметру, чем пузыри при инжекции газа в поток. Меньший размер пузырей далее невозможно получить механическим дроблением, а возможно получить только при создании сатурированной воды, что так же целесообразно использовать как объект исследования. Процесс разрушения вязкого пристенного слоя аналогичен процессу с более крупными пузырями и основывается на эффекте Магнуса. Также парогазовый пузырь имеет возможность сконденсироваться в ядре потока, причем данный процесс «схлопывания» протекает с выделением тепловой энергии в поток. Особый интерес вызывает ситуация с ухудшением теплообменных процессов, когда греющая среда в кольцевом зазоре и канал ориентирован горизонтально. Поскольку центральный канал, в данном случае является «получателем» тепла, парогазовый пузырь, находясь в равновесии со средой, может экранировать тепло, что приводит к затруднению теплопередачи, либо пузырь, полученный в результате «холодного» кипения может поглощать тепловую энергию и конденсироваться за пределами измерительного участка, тем самым уменьшая подогрев теплоносителя.

Важно подчеркнуть, что в отличие от метода с использованием сужающих сопел, метод инжекции газа нуждается в дополнении теплообменного аппарата системой по извлечению газа из потока. Скопившийся в «угловых» зонах газ, способен привести либо к пережогу оборудования, что является нарушением теплотехнической надежности, либо к силовому воздействию на оборудование, что так же приведет к поломке. Недостатком при использовании сужающего сопла является повышение гидравлического сопротивления контура. Поэтому целесообразно комбинировать данный метод его с более эффективными пассивными методам интенсификации теплообмена [1], такими как технологическая накатка, закрутка потока и тому подобные методы.

В заключение хочется еще раз подчеркнуть важность и актуальность всесто-

роннего анализа процессов теплообмена, происходящих в промышленном здании. Недостаточный учет параметров теплообмена зданий, а также неправильный расчет и выбор теплообменных аппаратов критически сказывается на эксплуатационных качествах сооружения и его энергоэффективности. Поэтому стоит подходить к решению этих задач комплексно, применяя, по возможности, различные способы интенсификации процессов теплообмена, а также современные методы расчета (построение информационных моделей).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кущев, Л. А. Современные способы интенсификации работы кожухотрубных теплообменных аппаратов систем теплоснабжения / Л. А. Кущев, Н. Ю. Никулин, Ю. Г. Овсянников, А. И. Алифанова. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2018. – № 2. – С. 130–140.

2. Юркина, М. Ю. Совершенствование теплообменных аппаратов водяных систем теплоснабжения повышением энергетический эффективности : специальность 05.14.04 «Промышленная теплоэнергетика» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Юркина Мария Юрьевна ; МЭИ (технический университет). – Москва, 2009. – 20 с. – Текст : непосредственный.

3. Попов, И. А. Промышленное применение интенсификации теплообмена – современное состояние проблемы (обзор) / И. А. Попов, Ю. Ф. Гортышов, В. В. Олимпиев. – Текст : непосредственный // Теплоэнергетика. – 2012. – № 1. – С. 3–14.

4. Криволуцкий, А. С. Повышение эффективности работы тепловых сетей за счет кавитационной обработки воды : специальность 05.14.01 «Энергетические системы и комплексы» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Криволуцкий Алексей Сергеевич ; ФГОУ ВПО «Сибирский федеральный университет». – Красноярск, 2007. – 22 с. – Текст : непосредственный.

5. Гумерова, Г. Х. Метод флотационной очистки промышленных стоков / Г. Х. Гумерова. – Текст : непосредственный // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – № 20. – С. 267–268.

6. Бошенятов, Б. В. Гидродинамика микропузырьковых газожидкостных сред / Б. В. Бошенятов. – Текст : непосредственный // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг Георесурсов. – 2005. – № 6. – С. 156–160.

7. Стендисследования парогазовой смеси на теплообменный процесс / Д. И. Новиков [и др.]. – Текст : электронный // Наука и образование – 2019 : материалы всероссийской научно-практической конференции. – Мурманск : Мурманский государственный технический университет, 2019. – С. 321–322. – URL: http://www.mstu.edu.ru/science/actions/conferences/files/nio-conf2019-9.pdf.

8. Арнольдов, М. Н. О растворимости газов в водяном теплоносителе / М. Н. Арнольдов. – Текст : непосредственный // Атомная энергия. – 1981. – Т. 51, вып. 6. – С. 396–397.

9. Ефремова, К. Д. Кавитационные свойства жидкостей / К. Д. Ефремова, В. Н. Пильгунов. – Текст : непосредственный // Машиностроение и компьютерные технологии. – 2016. – № 3. – С. 12–36.

10. Корсуков, В. С. Экспериментальное исследование подъемной силы Магнуса у сферических тел / В. С. Корсуков, В. И. Штейер. – Текст : непосредственный // Ученые записки ЦАГИ. – 1992. – № 4. – С. 100–102.

DUNTSEV Andrey Vsevolodovich[1], candidate of technical sciences, associate professor of the chair of nuclear reactors and power plants; NOVIKOV Denis Ilich[1], undergraduate student of the chair of nuclear reactors and power plants; SATAEV Aleksandr Aleksandrovich[1], postgraduate student of the chair of nuclear reactors and power plants; LEBEDEV Vladimir Vladimirovich[1], student; KHAZOV Pavel Alekseevich[2], candidate of technical sciences, associate professor of the chair of theory of structures and technical mechanics

EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE INTENSIFICATION OF HEAT EXCHANGE PROCESSES IN THE MODEL OF INDUSTRIAL HEAT EXCHANGERS

[1]R. E. Alekseev Nizhny Novgorod State Technical University
24, Minin St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 436-80-29;
e-mail: grey1ngreen27@gmail.com; sancho_3685@mail.ru
[2]Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (951) 919-09-19;
e-mail: khazov.nngasu@mail.ru
Key words: heat exchange intensification, two-phase flow, cavitation processes, Magnus effect.

The article considers an experimental stand for studying the influence of gas and vapor-gas impurity in the flow on heat exchange processes. Based on the experimental work done, a conclusion is made about the effectiveness and applicability of this type of intensification in industrial heat exchangers.

REFERENCES

1. Kuschev L. A., Nikulin N. Yu., Ovsyannikov Yu. G., Alifanova A. I. Sovremennye sposoby intensifikatsii raboty kozhukhotrubnykh teploobmennykh apparatov sistem teplosnabzheniya [Modern methods of intensifying the operation of shell-and-tube heat exchangers of heat supply systems]. Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitelstvo. Nedvizhimost [News of Higher Education Institutions. Investments. Construction. Real Estate]. 2018, № 2. P. 130–140.

2. Yurkina M. Yu. Sovershenstvovanie teploobmennykh apparatov vodyanykh sistem teplosnabzheniya povysheniem energeticheskoy effektivnosti [Improvement of heat exchangers for water heat supply systems by increasing energy efficiency]: spetsialnost 05.14.04 “Promyshlennaya teploenergetika” : avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchyonoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. MEI (tekhnicheskiy universitet). Moscow, 2009, 20 p.

3. Popov I. A., Gortyshov Yu. F., Olimpiev V. V. Promyshlennoe primenenie intensifikatsii teploobmena - sovremennoe sostoyanie problemy (obzor) [Industrial application of heat transfer intensification – current state of the art (review)]. Teploenergetika [Thermal Engineering], 2012, № 1. P. 3–14.

4. Krivolutskiy A. S. Povyshenie effektivnosti raboty teplovykh setey za schyot kavitatsionnoy obrabotki vody [Improving the efficiency of heating networks due to cavitation treatment of water]: spetsialnost 05.14.01 “Energeticheskie sistemy i kompleksy”: avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchyonoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. Sibirskiy federalny universitet, Krasnoyarsk, 2007, 22 p.

5. Gumerova G. Kh. Metod flotatsionnoy ochistki promyshlennykh stokov [Industrial wastewater flotation treatment method]. Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of Kazan Technological University]. 2015, № 20. P. 267–268.

6. Boshenyatov B. V. Gidrodinamika mikropuzyrkovykh gazozhidkostnykh sred [Hydrodynamics of micro-bubble gas-liquid medium]. Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring Georesursov [News of Tomsk Polytechnic University. Georesources

Engineering], 2005, № 6. P. 156–160.

7. Novikov D. I., et al. Stendissledovaniya parogazovoy smesi na teploobmenny process [Stand for the study of a vapor-gas mixture for the heat exchange process]. Nauka i obrazovanie – 2019 [Science and education – 2019]: materialy vseros. nauch.-prakt. konf., Murmansk, Murmanskiy gos. tekhnich. un-t, 2019. P. 321–322. URL: http://www.mstu.edu.ru/science/actions/conferences/files/nio-conf2019-9.pdf.

8. Arnoldov M. N. O rastvorimosti gazov v vodyanom teplonositele [On the solubility of gases in a water coolant]. Atomnaya energiya [Atomic Energy], 1981. Vol. 51, № 6. P. 396–397.

9. Efremova K. D., Pilgunov V. N. Kavitatsionnye svoystva zhidkostey [Cavitation properties of liquids]. Mashinostroenie i kompyuternye tekhnologii [Mechanical Engineering and Computer Technologies], 2016, № 3. P. 12–36.

10. Korsukov V. S., Shteyer V. I. Eksperimentalnoe issledovanie podyomnoy sily Magnusa u sfericheskikh tel. [Experimental study of the lift force of the Magnus spherical bodies]. Uchyonye zapiski TsAGI [TsAGI Science Journal], 1992, № 4. P. 100–102.

© А. В. Дунцев, Д. И. Новиков, А. А. Сатаев, В. В. Лебедев, П. А. Хазов, 2020
Получено: 17.09.2020 г.

УДК 697

М. С. МОРОЗОВ, асс. кафедры отопления и вентиляции

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИ ОБОСНОВАННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ НАРУЖНЫХ СТЕН ТИПОВЫХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-85;
эл. почта: kov@nngasu.ru
Ключевые слова: тепловая защита здания, сопротивление теплопередаче, капитальный ремонт многоквартирных жилых домов, энергосбережение, теплотехнические неоднородности.

Приводится методика определения экономически обоснованной величины сопротивления теплопередаче наружных стен многоквартирных жилых домов при проведении капитального ремонта в зависимости от материала, стоимости утепления, стоимости тепловой энергии, климатического района, срока окупаемости.

Согласно Федерального Закона [1], основной вектор научных исследований в сфере техники и технологий направлен на повышение энергоэффективности новых и модернизации действующих инженерных систем. Вопрос капитального ремонта, реконструкции активных (системы отопления и вентиляции зданий) и пассивных (тепловой контур здания) систем обеспечения параметров микроклимата решается в основном за счет нормативно-технической базы, применяемой при строительстве новых зданий. И, если при проведении капитального ремонта систем отопления и вентиляции еще наблюдается некоторый рационализм и последовательность действий, то реконструкция тепловой защиты жилых зданий в основном экономически не обоснована.

В настоящее время в Российской Федерации нет действующей методической

базы для решения поставленной задачи по утеплению наружных стен многоквартирных жилых домов (МЖД) при капитальном ремонте, а имеющиеся отдельные методики [2, 3] носят скорее ознакомительный и рекомендательный характер.

Для вывода величины экономически обоснованного сопротивления теплопередаче стен при капитальном ремонте МЖД рассмотрим выражение [4]:

$$\text{СДЗ} = \text{К}\left(1+\frac{p}{100}\right)^T + \text{Э}\left[\left(1+\frac{p}{100}\right)^T - 1\right]\left(\frac{100}{p}\right), \quad (1)$$

где К – общие капитальные затраты, руб.;
p – норма дисконта, равная ставке рефинансирования ЦБ РФ, %;
T – расчетный срок, лет;
Э – суммарные годовые эксплуатационные издержки, руб./год

$$\text{Э} = 0{,}86\ \text{С}_\text{т}(q_1 - q_2)F_\text{от} \cdot 10^{-3}, \quad (2)$$

где $\text{С}_\text{т}$ – стоимость тепловой энергии, отпускаемой теплоснабжающей организацией, руб. / Гкал;
$F_\text{от}$ – отапливаемая площадь здания, м^2;
q_1, q_2 – удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период без учета энергосберегающих мероприятий и с учетом их проведения, кВт·ч / (м^2·год).

Величины q_1, q_2 определяем по формуле [5]

$$q_{1,2} = 0{,}024\text{ГСОП}k_\text{об}(1-\xi)\beta_h h, \text{ кВт·ч/(м}^2\text{·год)}, \quad (3)$$

где ГСОП – градусо-сутки отопительного периода, (°С·сут.)/год;
$k_\text{об}$ – удельная теплозащитная характеристика наружных стен, Вт/(м^3· °С);
$(1-\xi)\beta_h$ – коэффициенты, принимаемые по [5];
h – средняя высота этажа здания, м.

В свою очередь, величины $k_\text{об1}$ и $k_\text{об2}$ определяем по [5]

$$k_\text{об1} = \frac{n_\text{ст}F_\text{ст}}{V_\text{от}R_{0\text{ст}}^\text{пр}} \text{ Вт/(м}^3\text{·°С)}; \quad (4)$$

$$k_\text{об2} = \frac{n_\text{ст}F_\text{ст}}{V_\text{от}\left(R_{0\text{ст}}^\text{пр} + R_{0\text{ут}}^\text{пр}\right)} \text{ Вт/(м}^3\text{·°С)}. \quad (5)$$

где $n_\text{ст}$ – коэффициент, учитывающий положение наружной ограждающей конструкции относительно наружного воздуха, для стены $n_\text{ст} = 1$;
$F_\text{ст}$ – площадь наружных стен жилого здания, м^2;
$V_\text{от}$ – отапливаемый объем здания, м^3;
$R_{0\text{ст}}^\text{пр}$, $R_{0\text{ут}}^\text{пр}$ – приведенные сопротивления теплопередаче соответственно наружных стен и слоя утеплителя наружных стен, (м^2·°С)/Вт.

Величина $R_{0\text{ут}}^\text{пр} = R_{0\text{ут}}^\text{эк}$ и есть, в свою очередь, искомое значение экономически обоснованного сопротивления теплопередаче наружных стен типовых МЖД при капитальном ремонте.

Срок окупаемости определенного энергосберегающего мероприятия можно определить путем построения графика СДЗ_1, характеризующего состояние МЖД до капитального ремонта, и СДЗ_2, описывающего МЖД после капитального ремонта его теплозащитной оболочки. Точка пересечения двух графиков соответствует сроку окупаемости энергосберегающего мероприятия. Приравняв функции СДЗ_1 и СДЗ_2 получаем выражение

$$(\text{Э}_1 - \text{Э}_2)\left[\left(1+\frac{p}{100}\right)^T - 1\right]\left(\frac{100}{p}\right) = (\text{К}_2 - \text{К1})\left(1+\frac{p}{100}\right)^T. \quad (6)$$

Подставим выражения (2, 3, 4, 5) в формулу (6) и получим (7)

$$\frac{0{,}021\cdot 10^{-3}\mathrm{C}_{\text{т}}n_{\text{ст}}F_{\text{ст}}}{V_{\text{от}}}\text{ГСОП}hF_{\text{от}}\left(\frac{1}{R_{0\text{ст}}^{\text{пр}}}-\frac{1}{R_{0\text{ст}}^{\text{пр}}+R_{\text{ут}}^{\text{эк}}}\right)\left[\left(1+\frac{p}{100}\right)^{T}-1\right]\times$$
$$\times\left(\frac{100}{p}\right)=F_{\text{ут}}\delta_{\text{ут}}\mathrm{C}_{\text{полн}}\left(1+\frac{p}{100}\right)^{T}. \qquad (7)$$

Функцию (7) можно решить методом замены переменной. Не приводя дальнейших вычислений, получаем в итоге формулу для определения экономически обоснованного сопротивления теплопередаче наружных стен МЖД при проведении капитального ремонта

$$R_{\text{ст}}^{\text{эк}}=\frac{0{,}024\text{ГСОП}\cdot 0{,}86\mathrm{C}_{\text{т}}\dfrac{100}{p}\left(\left(1+\dfrac{p}{100}\right)^{T_{\text{ок}}}-1\right)10^{-3}}{R_{\text{ст}}\lambda_{\text{ут}}\mathrm{C}_{\text{ут}}\left(1+\dfrac{p}{100}\right)^{T_{\text{ок}}}}. \qquad (8)$$

В формуле (8) остается неизвестной величина срока окупаемости $T_{\text{ок}}$. Поэтому для решения уравнения составим еще одну функцию годовой экономии тепловой энергии стен $\Delta Q_{\text{год}}$ в зависимости от заданного срока T, которая показывает, сколько тепловой энергии поможет сэкономить дополнительный утепляющий слой конструкции стены от момента окупаемости до времени последующего ремонта.

В конечном итоге для нахождения экономически обоснованного значения сопротивления теплопередаче $R_{\text{ст}}^{\text{эк}}$ составим систему уравнений:

$$\begin{cases}\Delta Q_{\text{год}}=0{,}024\text{ГСОП}\left(\dfrac{1}{R_{0\text{ст}}^{\text{пр}}}-\dfrac{1}{R_{0\text{ст}}^{\text{пр}}+R_{0\text{ут}}^{\text{пр}}}\right)\left(T_{\text{з}}-T_{\text{ок}}\right) \quad ;\\ R_{\text{ст}}^{\text{эк}}=\dfrac{0{,}024\text{ГСОП}\cdot 0{,}86\mathrm{C}_{\text{т}}\dfrac{100}{p}\left(\left(1+\dfrac{p}{100}\right)^{T_{\text{ок}}}-1\right)10^{-3}}{R_{\text{ст}}\lambda_{\text{ут}}\mathrm{C}_{\text{ут}}\left(1+\dfrac{p}{100}\right)^{T_{\text{ок}}}}.\end{cases} \qquad (9)$$

где $T_{\text{з}}$ – минимальная продолжительность эффективной эксплуатации наружных стен жилых зданий, год.

Графическая зависимость между $\Delta Q_{\text{год}}=f(T)$ и $R_{\text{ст}}^{\text{эк}}=f(T)$ представлена на рис. 1.

Подставим $R_{\text{ст}}^{\text{эк}}$ в выражение $\Delta Q_{\text{год}}$ и получим следующую функцию

$$\Delta Q_{\text{год}}=\left(\frac{0{,}024\text{ГСОП}}{R_{\text{ст}}}-\frac{R_{\text{ст}}\lambda_{\text{ут}}\mathrm{C}_{\text{ут}}\left(1+\dfrac{p}{100}\right)^{T_{\text{ок}}}}{0{,}86\mathrm{C}_{\text{т}}\dfrac{100}{p}\left(\left(1+\dfrac{p}{100}\right)^{T_{\text{ок}}}-1\right)10^{-3}}\right)\left(T_{\text{з}}-T_{\text{ок}}\right). \qquad (10)$$

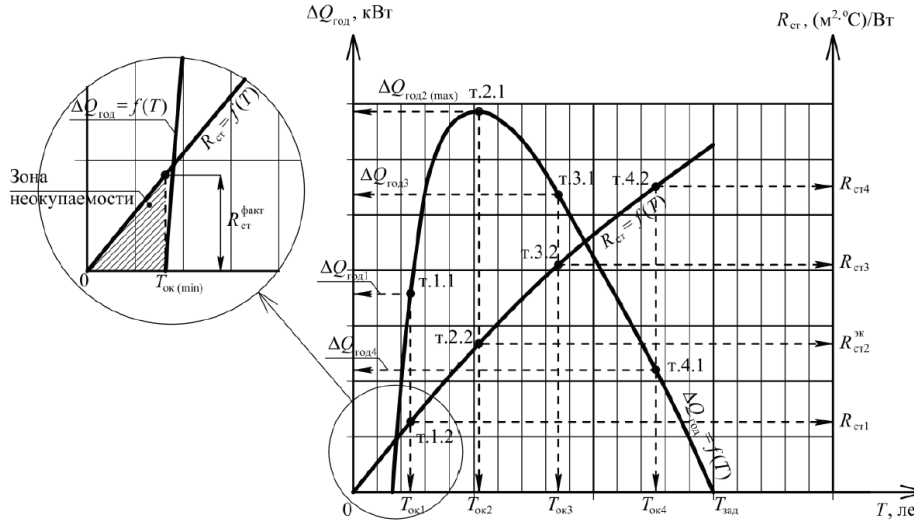


Рис. 1. График, показывающий последовательность определения экономически обоснованного сопротивления теплопередаче наружных стен $R_{ст}^{эк}$ в зависимости от $\Delta Q_{год}$ и срока окупаемости $T_{ок}$

Из множества значений $R_{ст}$ существующих для конкретного здания с определенным составом наружных стен в выбранном климатическом районе необходимо выбрать $R_{ст}^{эк}$, соответствующее максимуму годовой сэкономленной тепловой энергии. Для этого следует взять производную от функции (10), а также выполнить необходимое условие экстремума, когда производная $f'(T) = 0$ и достаточное условие максимума функции, когда $f'(T) > 0$ при $\underline{T} < T_{ок}$ и $f'(T) < 0$ при $T > T_{ок}$.

Ввиду громоздкости дальнейших вычислений в статье приводится конечный вид максимума функции (10) в общем виде, найденный методом замены переменных

$$\frac{A}{F^x} - \frac{D}{F^x} - \frac{Ex}{F^x} + \frac{2BC}{F^x} - \frac{BC}{F^{2x}} - BC + D = 0, \qquad (11)$$

где *A, B, C, D, E, F* – некоторые постоянные, принимаемые из исходных данных задачи; *x* – искомая переменная.

Аналитически функцию (11) решить не представляется возможным, поэтому $R_{ст}^{эк}$ с некоторой степенью точности можно получить любым из методов приближенного вычисления, например методом математических итераций с помощью программного комплекса или вручную.

Пример определения величины $R_{ст}^{эк}$ для города Нижнего Новгорода приведен на рис. 2.

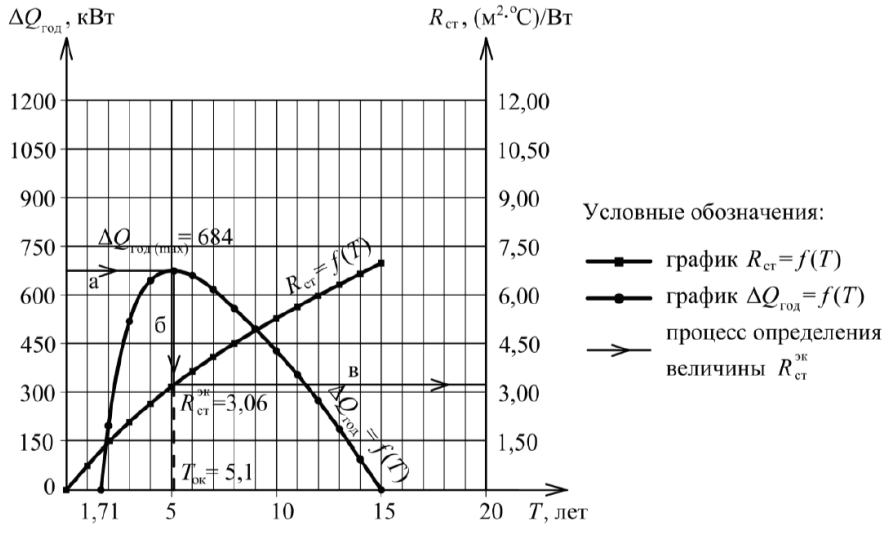


Рис. 2. Пример определения экономически обоснованного сопротивления теплопередаче для г. Нижнего Новгорода. $R_{ст}^{эк}$ = 3,06 (м²·°С) / Вт, $T_{ок}$ = 5,1 лет, $\Delta Q_{год}$ = 684 кВт

Заключение. Полученная методика позволяет однозначно и поступательно определить и принять в проекте капитального ремонта МЖД величину экономически обоснованного сопротивления теплопередаче наружных стен в зависимости от множества факторов, начиная с климатического района и заканчивая теплопроводностью, стоимостью материала утеплителя и стоимостью тепловой энергии в рассматриваемом регионе, что в итоге должно привести к значительной экономии тепловой энергии типовых МЖД после их капитального ремонта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская Федерация. Законы. Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федеральный закон Российской Федерации от 23 октября 2009 года № 261-ФЗ : [принят Государственной Думой 11 ноября 2009 года : одобрен Советом Федерации 18 ноября 2009 года] : [редакция от 26 июля 2019 года]. – URL: http://www.consultant.ru (дата обращения: 16.09.2020). – Режим доступа : КонсультантПлюс. Законодательство. ВенрсияПроф. – Текст : электронный.

2. Руководство по определению экономически оптимального сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий различного назначения / Научно-исследовательский институт строительной физики Госстроя СССР. – Москва : Стройиздат, 1981. – 31 с. – Текст : непосредственный.

3. Расчет и проектирование ограждающих конструкций зданий. Справочное пособие к СНиП / НИИ строительной физики. – Москва : Стройиздат, 1990. – 233 с. – Текст : непосредственный.

4. ГОСТ Р 56295-2014. Энергоэффективность зданий. Методика экономической оценки энергетических систем в зданиях : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 декабря 2014 г. № 1967-ст : дата введения 2014-07-01. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 12 с. – Текст : непосредственный.

5. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий : свод правил : издание официальное : ут-

вержден и введен в действие Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 30 июня 2012 года № 265 : актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 : дата введения 1 июля 2013 года. – Москва : ФЦС, 2012. – 96 с. – Текст : непосредственный.

MOROZOV Maksim Sergeevich, assistant of the chair of heating and ventilation

METHOD FOR DETERMINING THE ECONOMICALLY JUSTIFIED HEAT TRANSFER RESISTANCE OF EXTERIOR WALLS OF TYPICAL MULTI-APARTMENT RESIDENTIAL BUILDINGS DURING THE OVERHAUL

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-85;
e-mail: kov@nngasu.ru
Key words: thermal protection of buildings, resistance to heat transfer, major repairs of apartment buildings, energy saving, heat engineering heterogeneities.

The article provides a method for determining the economically justified value of the heat transfer resistance of the external walls of the tenement house during major repairs, depending on the material, cost of insulation, cost of heat energy, climate area, and payback period.

REFERENCES

1. Rossiyskaya Federatsiya. Zakony. Ob energosberezhenii i povyshenii energeticheskoy effektivnosti i o vnesenii izmeneniy v otdelnye zakonodatelnye akty Rossiyskoy Federatsii [Russian Federation. Laws. On energy saving and energy efficiency and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation]: Federalny zakon Ross. Fed. ot 23.10.2009 № 261-FZ: prinyat Gos. Dumoy 11.11.2009 g.: odobren Sov. Fed. 18.11.2009 g. : red. ot 26.07.2019 g. – URL: http://www.consultant.ru (data obrascheniya: 16.09.2020). – Rezhim dostupa : KonsultantPlyus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf.

2. Rukovodstvo po opredeleniyu ekonomicheski optimalnogo soprotivleniya teploperedachi ograzhdayuschikh konstruktsiy zdaniy razlichnogo naznacheniya [Guidelines for determining the economically optimal heat transfer resistance of building envelope structures for various purposes] / Nauch.-issled. in-t stroit. fiziki Gosstroya SSSR. – Moscow: Stroyizdat, 1981, 31 p.

3. Raschyot i proektirovanie ogragdayuschikh konstruktsiy zdaniy [Calculation and design of building envelope structures]. Spravochnoe posobie k SNiP / NII stroit. fiziki. – Moscow: Stroyizdat, 1990, 233 p.

4. GOST R 56295-2014. Energoeffektivnost zdaniy. Metodika ekonomicheskoy otsenki energeticheskikh system v zdaniyakh [Efficiency of buildings. Methods of economic assessment of energy systems in buildings]: nats. stand. Ross. Fed. : utv. i vved. v deystvie Prikazom Fed. agent. po tekhnich. regulir. i metrolog. ot 11.12.2014 g. № 1967-st : data vvedeniya 2014-07-01. – Moscow: Standartinform, 2015, 12 p.

5. SP 50.13330.2012. Teplovaya zaschita zdaniy [Thermal protection of buildings]: svod pravil : izdanie ofitsialnoe : utv. i vved. v deystvie Prikazom Min. regional. razvitiya Ros. Fed. ot 30.06.2012 g. № 265 : aktualizirovannaya redaktsiya SNIP 23-02-2003 : data vved. 01.07.2013 g. – Moscow: FTsS, 2012, 96 p.

© М. С. Морозов, 2020
Получено: 03.10.2020 г.

УДК 628.16

Э. А. КЮБЕРИС, канд. техн. наук, доц. кафедры водоснабжения, водоотведения, инженерной экологии и химии; А. Л. ВАСИЛЬЕВ, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой водоснабжения, водоотведения, инженерной экологии и химии

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИЛЬТРУЮЩЕЙ ЗАГРУЗКИ «СУПЕРФЕРОКС» ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ЖЕЛЕЗА И МАРГАНЦА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел./факс: (831) 430-08-60; эл. почта: k_viv@nngasu.ru
Ключевые слова: подземные источники, водоподготовка, фильтрование, обезжелезивание, деманганация.

Представлены результаты исследований фильтрующей загрузки «СуперФерокс» для очистки питьевой воды из подземных источников от железа и марганца, позволяющие применить полученные экспериментальные данные при проектировании установок по обезжелезиванию и деманганации, что обеспечит дальнейший стабильный рост использования подземных источников для питьевого водоснабжения.

Высокое содержание железа и марганца отрицательно влияет на здоровье населения, ухудшает органолептические показатели воды, ограничивает ее использование в технологических процессах, приводит к образованию отложений и шлама в инженерных системах, отрицательно влияет на водоподготовительное оборудование (ионообменное, баромембранное, и др.). Кроме того, железо способствует развитию «железобактерий», в результате чего в трубопроводах и на оборудовании образуются скопления слизи. Согласно [1], содержание общего железа в питьевой воде должно быть не более 0,3 мг/л. Допустимое содержание марганца в питьевой воде – не более 0,1 мг/л.

Собранные многолетние данные по состоянию химического состава подземных вод на территории Н. Новгорода и области показывают, что в большинстве проб воды наблюдается присутствие повышенных концентраций железа и марганца. Нередко встречается повышенная жесткость и общее солесодержание.

Очистка воды от соединений железа и марганца является сложной задачей, которая может быть решена только комплексно. Это обстоятельство связано с многообразием форм существования железа и марганца в подземных водах.

Для эффективной очистки от железа и марганца, находящихся в подземной воде, наиболее перспективными являются методы с применением современных каталитических фильтрующих материалов, что требует исследования и анализа технологических и фильтрующих характеристик, а также уделить особое внимание обоснованию их рационального использования в технологиях водоподготовки [2].

Для определения наиболее действенного и экономичного метода для конкретной воды необходимо произвести пробное обезжелезивание и деманганацию на пилотной установке непосредственно у источника.

Практически все способы обезжелезивания воды сводятся к окислению рас-

творенных форм двухвалентного железа кислородом воздуха, хлором, озоном, перманганатом калия и т. д. и перевода их в нерастворимые формы трехвалентного железа, которые легко удаляются путем фильтрования через слой зернистой загрузки.

Фильтрование – обязательная стадия при обезжелезивании и деманганации воды. Основным элементом таких систем являются напорные автоматические промывные фильтры с зернистым фильтрующим, каталитическим материалом. В технологических схемах водоподготовки они хорошо сочетаются с установками аэрации, системами ввода реагентов-окислителей и коагулянтов.

Исследования [3] показали, что фильтрующая загрузка в процессе обезжелезивания является основным фактором, обуславливающим удаление железа из воды. Высокий эффект обезжелезивания достигается при образовании на поверхности зерен пленки из соединений железа, которая является катализатором. В настоящее время при усовершенствовании технологий обезжелезивания этот метод является перспективным.

Каталитические наполнители – природные материалы, содержащие диоксид марганца или загрузки, в которые диоксид марганца введен при соответствующей обработке. Эти фильтрующие загрузки отличаются друг от друга, как своими физическими характеристиками, так и содержанием диоксида марганца и поэтому эффективно работают в разных диапазонах значений, характеризующих воду параметров.

В настоящее время на рынке представлено большое количество каталитических фильтрующих материалов как зарубежного, так и отечественного производства. Особый интерес вызывает недавно появившийся на рынке каталитический фильтрующий материал «СуперФерокс» производства ООО «Аргеллит», г. Новосибирск. Технические и эксплуатационные характеристики фильтрующей загрузки «СуперФерокс» требуют натурных исследований для определения максимальной эффективности его использования в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения. При этом велись сравнительные исследования с традиционным кварцевым песком (фракционный состав 0,5–1,5 мм, коэффициент неоднородности загрузки – 1,6).

По данным производителя, фильтрующий материал «СуперФерокс», предназначен для удаления растворенных в воде ионов железа и марганца, а также снижения мутности и цветности воды. Основой фильтрующей среды является прочный природный материал «розовый песок» с нанесенной на его поверхность каталитической «пленкой», состоящей из высших оксидов марганца. Действие загрузки основано на 2 принципах: сорбционного (за счет пористости материала) и каталитического окисления. При фильтрации воды находящиеся в каталитической пленке оксиды марганца ускоряют процесс окисления двухвалентного железа до трехвалентного с образованием соответствующего гидроксида (нерастворимого в воде соединения). За счет пористости структуры материала образование гидроксида трехвалентного железа происходит как на поверхности зерен загрузки, так и внутри его пор, что приводит к увеличению грязеемкости и ускорению процесса обезжелезивания воды. Образовавшийся гидроксид железа способен каталитически окислять двухвалентный марганец с образованием практически нерастворимых гидроксидов $Mn(OH)_3$ и $Mn(OH)_4$. По исчерпанию ресурса фильтра, для восстановления свойств фильтрующей среды необходимо произвести регенерацию установки обратным потоком исходной или очищенной воды (эффективнее – водовоздушной смесью). Загрузка в процессе эксплуатации не расходуется, сведена к

минимуму вероятность слеживания [4].

Характеристики фильтрующего материала «СуперФерокс» представлены в таблице.

Характеристики фильтрующего материала «СуперФерокс»

Наименование параметра	Значение параметров
Цвет	от коричневого до черного
Насыпная плотность	1,2 г/см³
Пористость гранул	52–60 %
Коэффициент неоднородности	1,4–1,6
Механический износ	0,9 %
Фракционный состав	0,7–1,6 мм
Высота слоя загрузки (не более 70 % фильтра)	0,4–1 м
Скорость фильтрации	8–15 м/ч
Скорость промывки при расширении на 10–30 %	30–56 м/ч
Продолжительность обратной промывки	7–20 мин

Для исследования эффективности работы фильтрующей загрузки «СуперФерокс» были проведены натурные исследования на пилотной, непосредственно у источника водоснабжения – скважине в Автозаводском районе г. Нижнего Новгорода.

Качество исходной воды не соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»: по содержанию железа – 18 ПДК (5,4 мг/л), марганца – 5 ПДК (0,5 мг/л). Цветность воды превышала ПДК в 1,5 раза (30 град. ПКШ). В воде присутствовал сероводород – 1,5 мг/л. Водородный показатель – 6,9.

Схема пилотной установки обезжелезивания воды представлена на рис. 1.

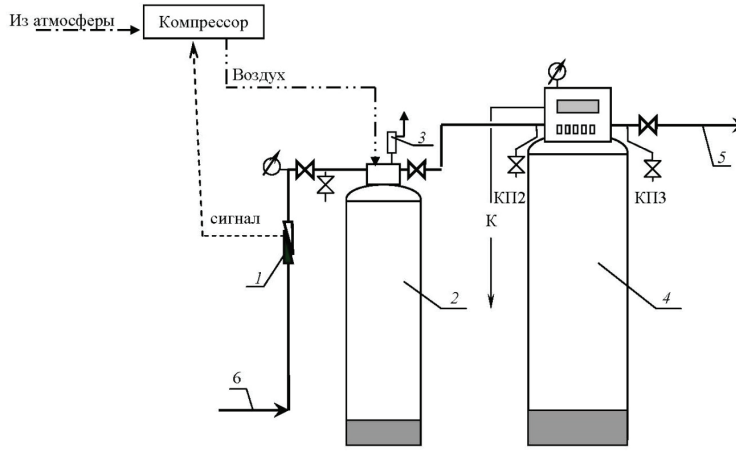


Рис. 1. Схема пилотной установки обезжелезивания воды: *1* – импульсный водомер; *2* – аэрационная колонна; *3* – воздухоотделительный клапан; *4* – напорный фильтр с загрузкой «СуперФерокс»; *5* – выход очищенной воды; *6* – исходная вода; КП – кран пробоотборный

Для удаления железа и марганца на пилотной установке принят метод глубокой (напорной) аэрации и фильтрования через каталитическую загрузку«СуперФерокс». Производительность установки – 0,68; 0,85; 1,0 $м^3$/ч (три серии опытов).

Вода, забираемая из скважины погружным насосом, подается на пилотную установку с давлением 3–4 атм. Для проведения напорной (глубокой) аэрации использовалась аэрационная колонна с воздухоотделительным клапаном, представляющая собой резервуар с размерами 208×1120 мм. Аэрация осуществлялась нагнетанием воздуха через пористую насадку, расположенную в аэрационной колонне. Время аэрации – 2 мин. Для подачи воздуха использовался компрессор. Интенсивность подачи воздуха принята 15 л/(с×$м^2$). Тогда производительность компрессора определится по выражению:

15 л/(с×$м^2$) × 0,031 $м^2$ = 0,47 л/с ≈ 28 л/мин. Время аэрации – 2 мин.

Окисление железа (II) кислородом воздуха происходит по реакции:

$$4\ Fe^{2}{+}{+}\ O_2 + 8HCO_3^{-} + 2\ H_2O = 4\ Fe(OH)_3 \downarrow + 8\ CO_2 \uparrow \qquad (1)$$

На окисление 1 мг железа (II) расходуется 0,143 мг растворенного в воде кислорода, щелочность воды при этом снижается на 0,036 мг-экв/л.

Кроме насыщения обрабатываемой воды кислородом, аэрация способствует удалению из нее свободной угольной кислоты и сероводорода.

Для извлечения из воды соединений закисного и окисного железа использовался напорный обезжелезивающий автоматический фильтр с размерами 330×1350 мм (ФОВ 1354) с площадью фильтрования 0,085$м^2$. В качестве фильтрующего материала принят зернистый каталитический материал «СуперФерокс» в количестве 60 л; размер зерен загрузки – 0,7–1,6 мм, коэффициент неоднородности – 1,4–1,6; высота слоя загрузки – 900 мм. Скорость фильтрования принята 8, 10, 12 м/ч (три серии опытов).

Исследования проводились при равных рабочих параметрах. Отбор проб производился через определенные промежутки времени (30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 450, 480, 510, 540 мин). В отобранных пробах определялись железо и марганец.

Исследования на напорном фильтре с «СуперФерокс» показали, что при скорости 8 м/ч эффективность удаления железа составила 99,5 %; эффективность удаления марганца составила 96,3 %, что обеспечивает требуемое качество фильтрата по железу и марганцу.

При фильтровании со скоростью 10 м/ч через «СуперФерокс» эффективность удаления железа составила 98,61 %; эффективность удаления марганца составила 94,28 %. Фильтр с кварцевым песком при скорости 10 м/ч обеспечивает требуемое качество фильтрата только по содержанию железа.

При фильтровании со скоростью 12 м/ч через «СуперФерокс» эффективность удаления железа составила 94,22 %; эффективность удаления марганца – 90,18 %. Фильтр с кварцевым песком при скорости 12 м/ч обеспечивает требуемое качество фильтрата только по содержанию железа.

Построенные графики показывают, что при увеличении скорости фильтрования происходит снижение эффективности удаления железа и марганца. При этом напорный фильтр с загрузкой «СуперФерокс» показал хорошие результаты. Максимальная эффективность очистки – при скорости 8 м/ч.

На рис. 2–3 приведены графики зависимости остаточного содержания железа и марганца при скорости фильтрования 8 м/ч через исследуемые загрузки «СуперФерокс» и кварцевый песок.

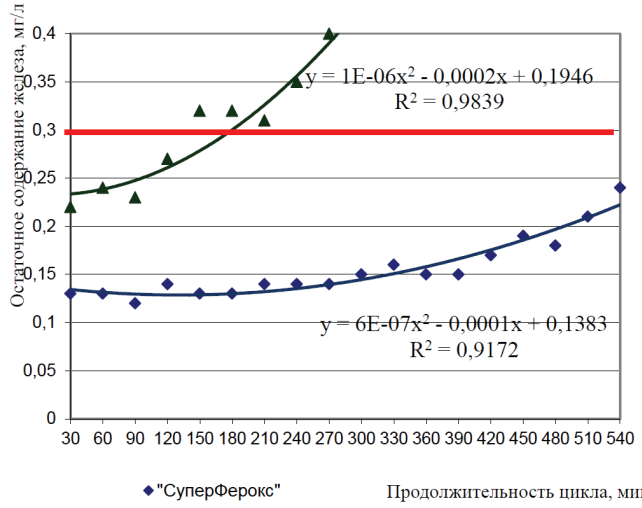


Рис. 2. График зависимости остаточной концентрации общего железа прискорости фильтрования 8 м/ч через исследуемые загрузки

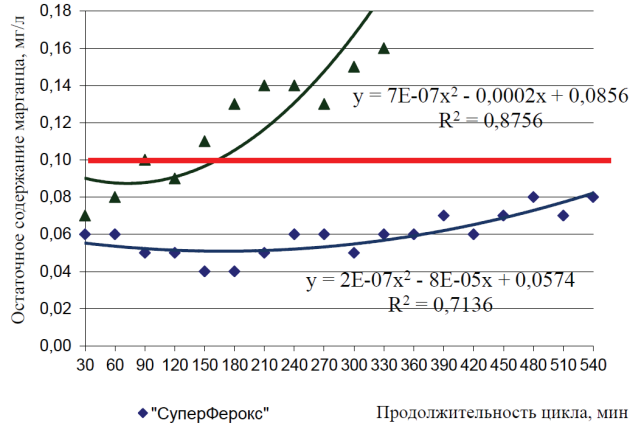


Рис. 3. График зависимости остаточной концентрации марганца при скорости фильтрования 8 м/ч через исследуемые загрузки

В результате исследований установлено:

1. Исходя из анализа экспериментальных данных следует, что зависимость имеет общий характер: эффективность удаления железа и марганца снижается при увеличении скорости фильтрования. Наиболее оптимальной скоростью является 8 м/ч. При данной скорости у обоих фильтрующих материалов наблюдается максимальная эффективность удаления железа и марганца.

2. Наилучшие результаты показала каталитическая фильтрующая загрузка «СуперФерокс», эффективность которой составила: по железу – 99,5 %, по марганцу – 96,3 %.

3. По результатам исследований можно рекомендовать каталитический фильтрующий материал «СуперФерокс» для применения в качестве фильтрующей загрузки фильтров для очистки воды от железа и марганца из подземных источников.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества : утв. Госкомсанэпиднадзором РФ 26.10.01 : дата введ. 01.01.02. – Москва, 2001. – 48 с.

2. Кюберис Э. А., Васильев А. Л. «Исследование современных фильтрующих материалов для систем водоснабжения» / Приволжский научный журнал. № 2. Н. Новгород: ННГАСУ, 2017. С. 92–97.

3. Николадзе, Г. И. Улучшение качества подземных вод / Г. И. Николадзе. – Москва : Стройиздат, 1987. – 239 с.

4. Характеристики фильтрующего материала «СуперФерокс».– URL: http://argellit.com/product__superferox.html/ (дата обращения: 04.10.2020). – Текст: электронный.

KYUBERIS Eduard Aleksandrovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of water supply, sewage, engineering ecology and chemistry; VASILEV Aleksey Lvovich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of water supply, sewage, engineering ecology and chemistry

RESEARCH AND EVALUATION OF EFFICIENCY OF THE FILTER LOAD "SUPERFEROX" FOR PURIFICATION OF UNDERGROUND WATER FROM IRON AND MANGANESE

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-08-60;
e-mail: k_viv@nngasu.ru
Key words: underground sources, water purification, filtering, deferrization, demanganation.

The article presents results of studies of the SuperFerox filtering load for purification of drinking water from underground sources from iron and manganese, allowing to apply the obtained experimental data in the design of installations for deferrization and demanganation, which will ensure a further stable growth in the use of underground sources for drinking water supply.

REFERENCES

1. SanPiN 2.1.4.1074-01. Pitevaya voda. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody tsentralizovannykh system pitevogo vodosnabzheniya. Kontrol kachestva [Drinking water. Hygienic requirements for water quality of centralized drinking water supply systems. Quality control]: utv. Goskomsanepidnadzorom RF 26.10.01 : data vved. 01.01.02. – Moscow, 2001, 48 p.

2. Kyuberis E. A., Vasilev A. L. Issledovanie sovremennykh filtruyuschikh materialov dlya system vodosnabzheniya [Research of modern filtering materials for water supply systems] // Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. № 2. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2017. P. 92–97.

3. Nikoladze G. I. Uluchsheniekachestvapodzemnykhvod [Improvement of quality of underground waters]. – Moscow: Stroyizdat, 1987, 239 p.

4. Kharakteristika filtruyuschego materiala «SuperFerox» [Characteristics of the filter material «SuperFerox»]. – URL: http://argellit.com/ product__superferox.html/ (data obrascheniya: 04.10.2020).

© Э. А. Кюберис, А. Л. Васильев, 2020
Получено: 03.10.2020 г.

УДК 691.58

В. П. СУЧКОВ, д-р техн. наук, доц., зав. кафедрой строительных материалов и технологий; А. А. МОЛЬКОВ, канд. техн. наук, доц. кафедры строительных материалов и технологий

МИНИМИЗАЦИЯ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-90; эл. почта: k_sm@nngasu.ru

Ключевые слова: гипсовый камень, гипсовые вяжущие, высокопрочный гипс, механическая активация.

Рассмотрено влияние механической и механохимической активации гипсового сырья, подвергаемого впоследствии гидротермальной обработке с целью получения высокопрочного гипсового вяжущего. Получаемое таким образом вяжущее удовлетворяет требованиям ГОСТ 125-2018 по зерновому составу. Отмечен эффект «самоизмельчения» гипса при дегидратации.

Накопленный производственный опыт показал, что дальнейшее развитие производства гипсовых вяжущих высоких марок возможно при условии существенного сокращения технологических операций, повышения производительности и снижения расхода топлива и энергии.

Процессы превращения гипса в полуводный сульфат кальция при гидротермальной обработке можно разделить на три периода:

1. Подготовительный латентный (инкубационный) период. В этот период создаются условия для последующего превращения – образуется насыщенный водный раствор необходимой концентрации.
2. Период образования центров кристаллизации полугидрата (зародышей кристаллов). При этом зародыши кристаллов, что установлено авторами экспериментально, образуются преимущественно на дефектах структуры кристаллов исходного гипса.
3. Период преимущественного роста кристаллов полуводного сульфата кальция и образования кристаллических сростков.

На продолжительность каждого из этих периодов существенно влияют кристаллическая структура гипса, способ подготовки сырья, режим тепловой обработки.

Установление продолжительности каждого из этих периодов, их взаимосвязи и факторов влияния позволяет оптимизировать технологию производства вяжущего, увеличить производительность оборудования.

В работах [1, 2] показано, что, используя пластическую деформацию сырья перед гидротермальной обработкой, изменяя режимы и среду ее проведения, возможно существенно сократить продолжительность технологии.

Авторами показано, что в условиях локализованной нагрузки на гранях кристаллов возникают фигуры давления или фигуры удара, формы и строения которых зависят от структуры кристаллической решетки.

Исследования выполнены на гипсовом камне Бебяевского месторождения с содержанием основного минерала ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) – 98 %.

С этой целью гипсовый камень подвергали дроблению, с последующим отбором пробы, просеянной через сито 2,5 мм – проба № 1 (рис. 3). Часть пробы подвергалась механическому воздействию (пластической деформации) на бегунах – проба № 2 (рис. 4). Результаты дифференциально-термического анализа (ДТА) проб представлены на рис. 1.

Установлено, что эндотермические эффекты перехода двуводного гипса в полуводный и ангидрит у пробы № 2 наступает при температурах на 11,5 °С и 11 °С ниже чем у пробы № 1.

Смещение эндотермических эффектов в область более низких температур может быть обусловлено изменением концентраций дефектов кристаллической структуры гипса пробы № 2.

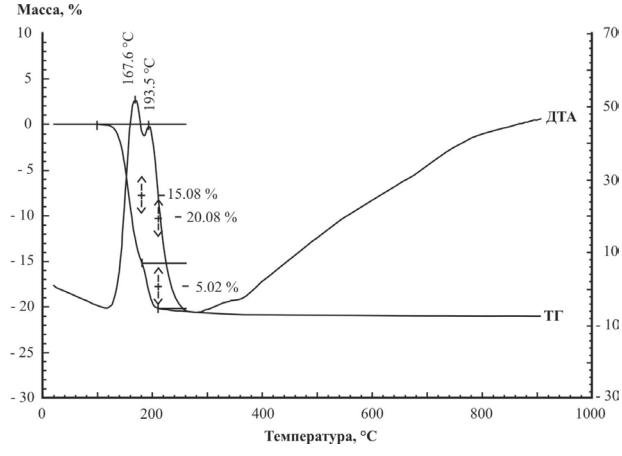


Рис. 1. Результаты ДТА исходного гипсового сырья, проба № 1

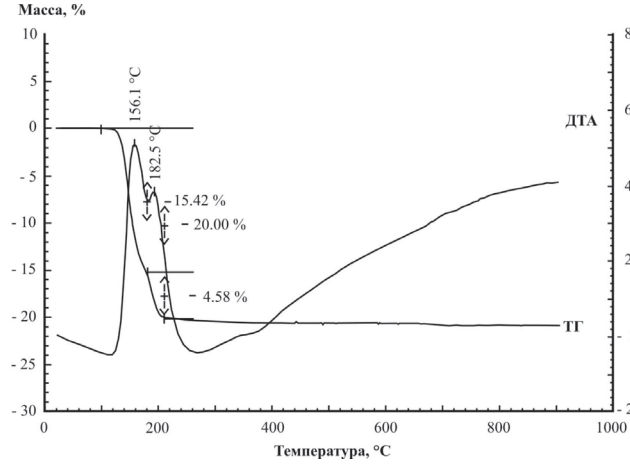


Рис. 2. Результаты ДТА активированного гипсового сырья, проба № 2

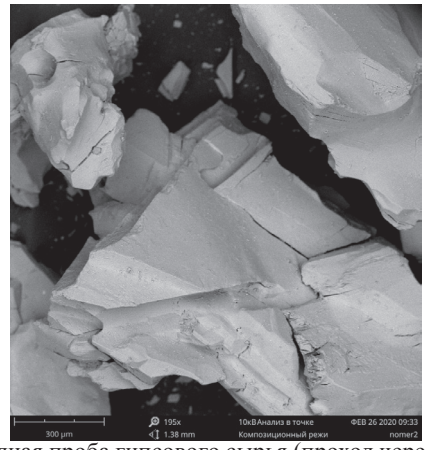


Рис. 3. Проба № 1. Исходная проба гипсового сырья (проход через сито 2,5 мм), увеличение 195^{x}

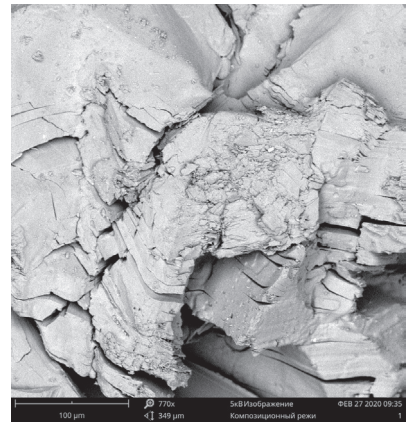


Рис. 4. Проба № 2. Исходная проба гипсового сырья, подвергнутая механической активации, увеличение 770^{x}

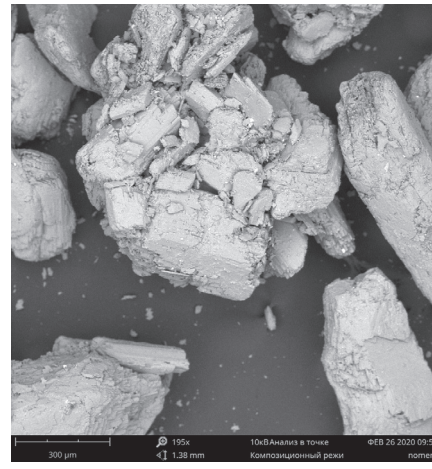


Рис. 5. Проба № 2. Исходная проба гипсового сырья, подвергнутая механической активации в присутствии регулятора кристаллизации, увеличение 195^{x}

Последующее микроскопическое исследование образцов в проходящем свете показывает, что признаки дегидратации гипса концентрируются вдоль дефектов кристаллов гипса и появляются ранее у гипса пробы № 2.

Механически обработанную в присутствии поверхностно-активных веществ пробу № 2 (рис. 5) подвергали автоклавной обработке при избыточном давлении 0,3 МПа с последующей сушкой. Зерновой состав исходной пробы приведен на рис. 6. Зерновой состав полученного вяжущего – на рис. 7.

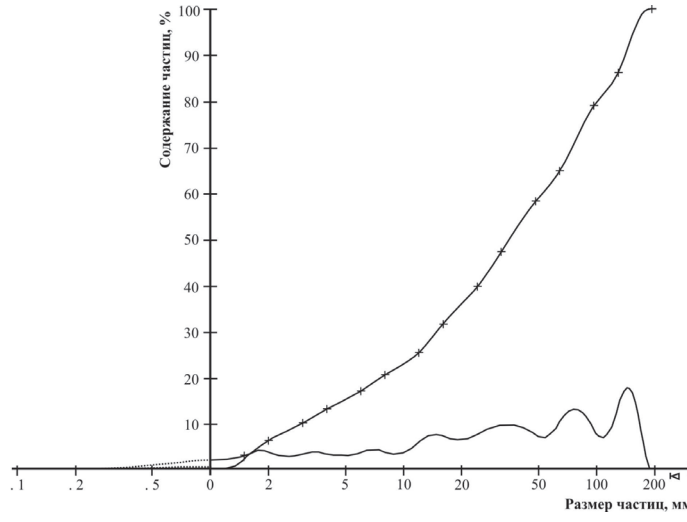


Рис. 6. Зерновой состав гипсового сырья после МХА

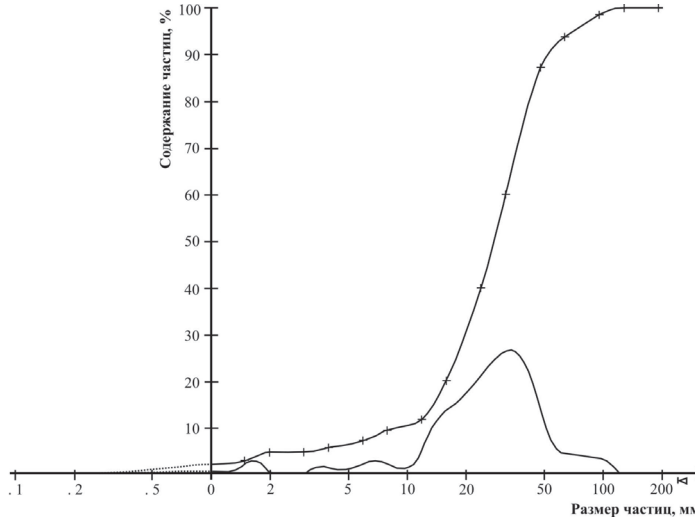
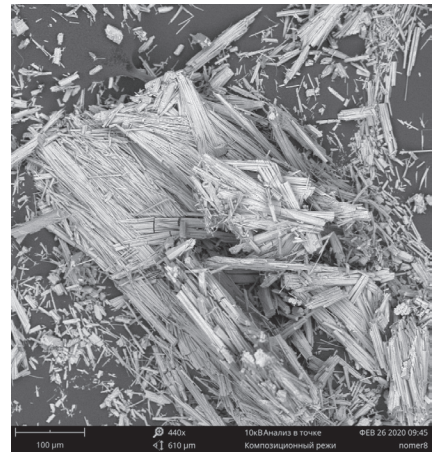


Рис. 7. Зерновой состав гипсового вяжущего

Из результатов, представленных на рис. 6 и 7, следует, что в процессе автоклавной обработки происходит изменение зернового состава сырья при дегидратации (рис. 8, 9 и 10).

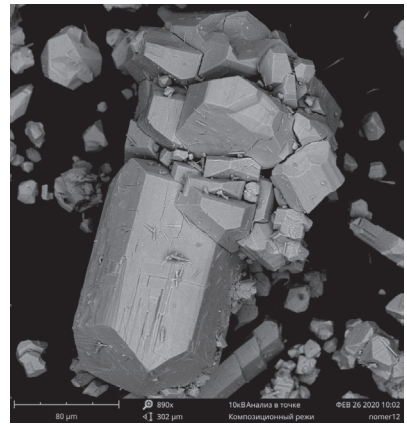
а



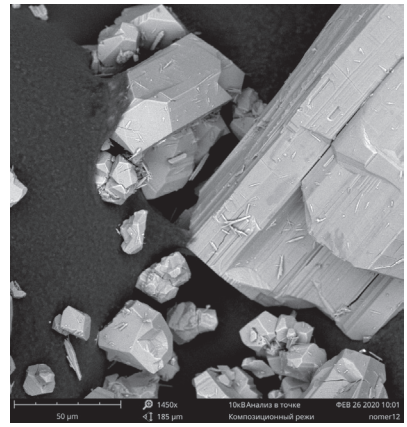
б

Рис. 8. Проба № 1. Исходная проба гипсового сырья после автоклавной обработки: *а* – увеличение 195^{x}; *б* – увеличение 440^{x}

Рис. 9. Проба № 2. Исходная проба гипсового сырья, подвергнутая механической активации с последующей автоклавной обработкой, увеличение 2450^{x}



а



б

Рис. 10. Проба № 2. Исходная проба гипсового сырья, подвергнутая механической активации в присутствии регулятора кристаллизации с последующей автоклавной обработкой: *а* – увеличение 890^{x}; *б* – увеличение 1450^{x}

Полученное вяжущее удовлетворяет требованиям ГОСТ 125-2018 по зерновому составу (размер частиц не превышает 0,2 мм). Отмечен эффект «самоизмельчения» гипса при дегидратации – у вяжущего отсутствуют частицы размером 120–200 мкм, в отличие от частиц сырья.

Вяжущее после сушки не требует помола и разделяется на фракции без усилий, например, просеиванием или проходом через вальцы.

При этом величина удельной поверхности пробы № 2, оцененной по воздухопроницаемости, составляет 2 500 см^2/г, а вяжущего – 1500 см^2/г.

Нормальная густота гипсового теста из вяжущего, полученного по разным режимам, составляет от 28 до 32 %. У вяжущего отмечаются замедленные сроки схватывания: начало 10–25 мин, конец 15–30 мин. Получено вяжущее марок по прочности Г16 – Г25 в стандартном возрасте.

Использование гипсового вяжущего с данными технологическими свойствами, например, для производства сухих смесей, позволяет сократить расход добавок регулирующих свойства смесей, снизить их стоимость.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Классен-Неклюдова, М. В. Сквозные фигуры удара и давления в кубических кристаллах / М. В. Классен-Неклюдова, А. А. Урусовская. – Текст : непосредственный // Труды института кристаллографии АН СССР. – 1956. – Выпуск II. – С. 146–151.

2. Золотов, В. А. Влияние пластической деформации кристаллов гипса на процесс их последующей дегидратации / В. А. Золотов, М. Н. Лавров. – Текст : непосредственный // Ученые записки Арзамаского государственного педагогического института. Выпуск физико-математический. – 1960. – Т. 4. – С. 105–117.

3. Ходаков, Г. С. Тонкое измельчение строительных материалов / Г. С. Ходаков. – Москва : Стройиздат, 1972. – 239 с. – Текст : непосредственный.

4. Макаров, В. И. Способ получения высокопрочного гипса / В. И. Макаров, А. И. Панин, В. П. Сучков. – Текст : непосредственный // Строительные материалы. – 1974. – № 4. – С. 29–30.

5. Волженский, А. В. Гипсовые вяжущие и изделия / А. В. Волженский, А. В. Ферронская. – Москва: Стройиздат, 1974. – 328 с. – Текст : непосредственный.

6. Гаркави, М. С. Термодинамический анализ структурных превращений в вяжущих системах / М. С. Гаркави. – Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова. – Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2005. – 243 с. – ISBN 5-89514-594-9. – Текст : непосредственный.

7. Кузьменков, М. И. Технология получения высокопрочного гипса из синтетического сырья / М. И. Кузьменков, И. А. Богданович. – Текст : непосредственный // Строительные материалы. – 2005. – № 9. – С. 44–45.

8. Веденеев, А. В. Производство строительного гипса / А. В. Веденеев, Е. В. Коробкин, И. П. Моисеев. – Текст : непосредственный.// Строительные материалы. – 2009. – № 6. – С. 16–19.

9. Худякова, Л. И. Влияние механической активации на процесс образования и свойства композиционных вяжущих материалов / Л. И. Худякова, О. В. Войлошников, И. Ю. Котова. – Текст : непосредственный. // Строительные материалы. – 2015. – № 3. – С. 37–41.

10. Гипсовое вяжущее низкой водопотребности: производство и свойства / М. С. Гаркави, А. В. Артамонов, Е. В. Колодежная, А. П. Нефедьев, Е. А. Худовекова. – Текст : непосредственный // Строительные материалы. – 2020. – № 7. – С. 34–38.

SUCHKOV Vladimir Pavlovich, doctor of technical sciences, associate professor, holder of the chair of building materials and technologies; MOLKOV Aleksey Aleksandrovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of building materials and technologies

MINIMIZING THE SPECIFIC SURFACE AREA OF GYPSUM BINDER

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-90;
e-mail: k_sm@nngasu.ru

Key words: gypsum stone, gypsum binding agents, high-strength gypsum, mechanical activation.

The article considers the influence of mechanical and mechanochemical activation of gypsum raw materials that are subsequently subjected to hydrothermal treatment in order to obtain a high-strength gypsum binder. The resulting binder meets the requirements of GOST 125-2018 by grain composition. The effect of "self-grinding" of gypsum during dehydration is noted.

REFERENCES

1. Klassen-Neklyudova M. V., Urusovskaya A. A. Skvoznye figury udara i davleniya v kubicheskikh kristallakh [Cross-cutting shapes of impact and pressure in cubic crystals] Trudy

instituta kristallografii AN SSSR, vypusk II [Proceedings of the Institute of crystallography, USSR Academy of Sciences, issue II]. 1956. P. 146–151.

2. Zolotov V. A., Lavrov N. M. Vliyanie plasticheskoy deformatsii kristallov gipsa na protsess ikh posleduyuschey degidratatsii [Influence of plastic deformation of gypsum crystals on the process of their subsequent dehydration]. Uchyonye zapiski Arzamaskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo instituta. Vypusk fiziko-matematicheskiy [Scientific notes of the Arzamas State Pedagogical Institute. Issue of physics and mathematics]. 1960, vol. 4. P. 105–117.

3. Khodakov G. S. Tonkoe izmelchenie stroitelnykh materialov [Fine grinding of building materials]. Moscow, Stroyizdat, 1972, 239 p.

4. Makarov V. I., Panin A. I., Suchkov V. P. Sposob polucheniya vysokoprochnogo gipsa [Method for obtaining high-strength gypsum]. Stroitelnye materialy [Construction material]. 1974, № 4. P. 29–30.

5. Volzhensky A. V., Ferronskaya A. V. Gipsovye vyazhuschie i izdeliya [Gypsum binders and products]. Moscow, Stroyizdat, 1974, 328 p.

6. Garkavi M. S. Termodinamicheskiy analiz strukturnykh prevrascheniy v vyazhuschikh sistemakh [Thermodynamic analysis of structural transformations in binding systems]. M-vo obrazov. i nauki Ross. Fed., Feder. agent. po obrazovaniyu , Magnitogor. gos. tekhnich. un-t im. G. I. Nosova. Magnitogorsk : MGTU im. G.I. Nosova, 2005, 243 p. – ISBN 5-89514-594-9.

7. Kuzmenkov M. I., Bogdanovich I. A. Tekhnologiya polucheniya vysokoprochnogo gipsa iz sinteticheskogo syrya [Technology for obtaining high-strength gypsum from synthetic raw materials]. Stroitelnye materialy [Construction material]. 2005, № 9. P. 44–45.

8. Vedeneev A. V., Korobkin E. V., Moiseev I. P. Proizvodstvo stroitelnogo gipsa [Production of construction gypsum]. Stroitelnye materialy [Construction material]. 2009, № 6. P. 16–19.

9. Khudyakova L. I. Voyloshnikov O. V., Kotova I. Yu. Vliyanie mekhanicheskoy aktivatsii na protsess obrazovaniya i svoystva kompozitsionnykh vyazhuschikh materialov [Influence of mechanical activation on the formation process and properties of composite binders]. Stroitelnye materialy [Construction material]. 2015, № 3. P. 37–41.

10. Garkavi M. S., Artamonov A. V., Kolodezhnaya E. V., Nefedev A. P., Khudovekova E. A. Gipsovoe vyazhuschee nizkoy vodopotrebnosti: proizvodstvo i svoystva [Gypsum binder of low water demand: production and properties]. Stroitelnye materialy [Construction material]. 2020, № 7. P. 34–38.

© В. П. Сучков, А. А. Мольков, 2020

Получено: 03.10.2020 г.

УДК 625.7/8

С. А. СЕНИБАБНОВ, аспирант кафедры городского строительства и автомобильных дорог; К. А. АНДРИАНОВ, доц., канд. техн. наук, зав. кафедрой городского строительства и автомобильных дорог; А. Ф. ЗУБКОВ, д-р техн. наук, проф. кафедры городского строительства и автомобильных дорог

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ СЛОЯ АСФАЛЬТОГРАНУЛЯТА НА ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ КАТКОВ ПРИ УКРЕПЛЕНИИ ОБОЧИН АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»
Россия, 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, д. 112, корп. Е. Тел.: (4752) 63-09-20, (4752) 63-03-72; эл. почта: gsiad@mail.tambov.ru

Ключевые слова: асфальтогранулят, уплотнение, напряжение, деформация, угол контакта вальца.

Для укрепления обочин автомобильных дорог с целью снижения затрат используют материал, получаемый в результате фрезерования покрытий нежесткого типа. Рассмотрено влияние толщины слоя при укладке асфальтогранулята фракции 5–20 мм при уплотнении. Получена зависимость деформации слоя асфальтогранулята под действием нагрузки с учетом его толщины. Установлены зависимости коэффициентов жесткости и вязкости материала от действующей нагрузки, а также деформации от коэффициента жесткости. Представленные зависимости позволяют обосновать параметры уплотняющих машин для обеспечения требуемого качества уплотнения асфальтогранулята с учетом толщины слоя дорожной конструкции.

Постановка задачи. Эффективность технологии уплотнения при устройстве дорожных конструкций автомобильных дорог зависит от свойств применяемого материала и средств механизации. Материал, полученный при фрезеровании покрытий нежесткого типа, отличается по своим характеристикам от других материалов, применяемых для этих целей. Определение параметров слоя при укладке асфальтогранулята на его характеристики с учетом его толщины позволяет осуществлять выбор звена машин для достижения требуемого качества уплотнения.

Введение. В процессе эксплуатации автомобильной дороги происходит снижение ее транспортно-эксплуатационных параметров, что связано с воздействием транспортных средств и погодных условий. При капитальном ремонте и реконструкции автомобильных дорог с покрытиями нежесткого типа выполняют работы по фрезерованию существующих слоев дорожной одежды. Отработанный материал (асфальтогранулят) применяется дорожными организациями для укрепления обочин, устройства подъездных дорог, оснований пешеходных тротуаров, площадок и временных объездов, что позволяет уменьшить затраты на материалы. Нормативными документами ОДН 218.3.039-2003 и СП 78.13330.2012 определены области применения асфальтогранулята. Его можно использовать в основании и нижних слоях покрытия при условии соответствия требования по прочности к щебню согласно ГОСТ 8267. Использование вяжущего при регенерации асфальтогранулята позволяет повысить предел прочности на сжатие до 2,0 МПа. Без добавления вяжущего, асфальтогранулят рекомендуется применять при строительстве автомобильных дорог IV категории с пределом прочности на сжатие 0,7 МПа, а также при расклинцовке верхнего слоя щебеночного основания.

В зависимости от области применения асфальтогранулят укладывают слоями разной толщины, что необходимо учитывать при выборе параметров уплотняющих машин. Нормативным документом СП 78.13330.2012 установлены машины для уплотнения асфальтоганулята, которые по своим параметрам относятся к группе тяжелых катков и должны применяться на заключительной стадии уплотнения. Изменение свойств материала в зависимости от толщины слоя при укладке, требует применения разных типов катков.

С учетом вышесказанного требуется уточнение влияния толщины слоя асфальтогранулята при его укладке на выбор внешней нагрузки при уплотнении.

Методика проведения экспериментальных исследований. Для уточнения влияния толщины слоя при укладке асфальтогранулята фракции 5–20 мм на его характеристики при действии внешней нагрузки проведены реологические исследования. С этой целью в форму с размерами в плане 200×300 мм укладывались слои асфальтогранулята толщиной от 0,05 до 0,2 м с последующим воздействием

на штамп нагрузки. Испытания проводились с использованием приспособления для измерения деформаций материала (полной и упругой), см. рис. 1.

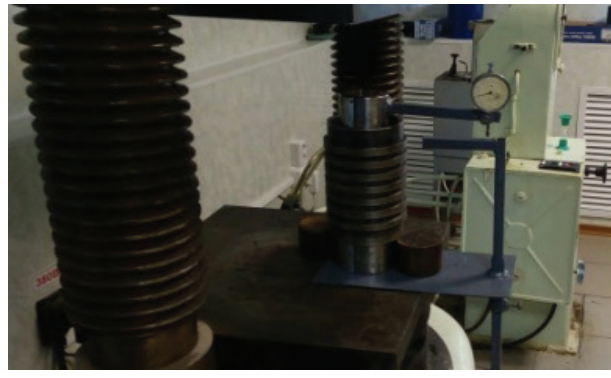


Рис. 1. Измерение деформации слоя асфальтогранулята при действии нагрузки

После укладки слоя и предварительного его уплотнения на поверхность образца устанавливался штамп. Верхняя плита пресса останавливалась выше уровня поверхности штампа на 1,5–2,0 мм. Для измерения деформаций индикатор, прикрепленный к штампу, размещался таким образом, чтобы подвижная часть его ножки касалась неподвижной стойки пресса. Под действием заданной нагрузки на штамп с помощью индикатора часового типа определялись полная и упругая деформация (после снятия нагрузки) материала. Затем процесс нагружения материала с заданной нагрузкой повторялся. За результат принималось округленное до второго десятичного знака среднее арифметическое значение испытаний трех образцов. Расхождение между измерениями не превышало 10 %. Результаты испытания при разной толщине слоя после каждого цикла приложения нагрузки представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты измерения деформаций асфальтогранулята при действии нагрузки с учетом его толщины

P, кН	Толщина 0,05 м			Толщина 0,10 м			Толщина 0,15 м			Толщина 0,2 м		
	$\lambda_{пол}$	$\lambda_{ост}$	$\lambda_{упр}$	$\lambda_{пол}$	$\lambda_{ост}$	$\lambda_{упр}$	$\lambda_{пол}$	$\lambda_{ост}$	$\lambda_{упр}$	$\lambda_{пол}$	$\lambda_{ост}$	$\lambda_{упр}$
0,5	6,87	6,81	0,12	7,0	6,81	0,19	11,54	11,25	0,29	13,09	12,89	0,20
2,0	2,47	2,10	0,37	3,65	3,05	0,60	3,35	2,54	0,81	5,19	4,08	1,11
4,0	3,01	2,17	0,84	4,98	3,97	1,01	6,51	4,71	1,8	6,80	4,54	2,36
6,0	0,58	0,45	0,13	0,31	0,24	0,07	0,21	0,12	0,09	0,21	0,16	0,05
8,0	1,88	1,41	0,47	0,99	0,58	0,41	0,87	0,48	0,39	0,50	0,26	0,24
10,0	2,64	2,23	0,41	2,13	1,58	0,55	2,85	1,44	1,41	2,74	2,33	0,51
12,0	4,01	3,82	0,19	4,08	3,61	0,47	5,06	4,23	0,83	6,13	4,37	0,76

Анализ полученных результатов исследования. На основании данных, представленных в табл. 1, получены зависимости изменения остаточной суммарной деформации материала от напряжения при разной толщине слоя (рис. 2).

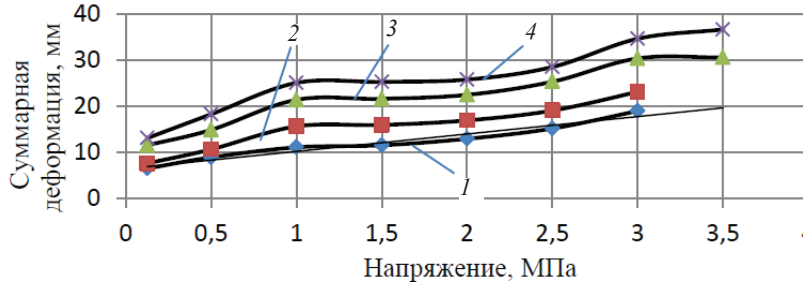


Рис. 2. Зависимость суммарной остаточной деформации материала от напряжения при разной толщине слоя: *1* – толщина слоя 0,05 м; *2* – 0,10 м; *3* – 0,15 м; *4* – 0,2 м

Из представленных на рис. 2 данных видно, что величина остаточной деформации при действии нагрузки зависит от напряжения в зоне контакта штампа с поверхностью материала и толщины уплотняемого слоя. Развитие деформации в уплотняемом слое материала происходит за счет перемещения частиц как в вертикальной плоскости, так и горизонтальной [1–4]. Из представленных данных видно, что с повышением напряжения под штампом до 1,0 МПа наблюдается прямая зависимость деформации от напряжения независимо от толщины укладываемого слоя. С повышением напряжения от 1,0 МПа до 2 МПа (за исключением слоя толщиной 0,05 м, у которого эта величина составляет 1,5 МПа) наблюдается снижение темпа развития деформации под действием нагрузки при незначительном росте суммарной деформации материала.

Для установления общей закономерности развития деформации в слое асфальтогранулята от нагрузки независимо от толщины слоя представим данные табл. 1 в относительных значениях, принимая деформацию при толщине слоя 0,05 м и напряжении 0,125 МПа за единицу. Обозначим принятую величину коэффициентом влияния напряжения на деформацию слоя ($К\sigma_1$). Обобщенная зависимость деформации при разной толщине слоя от напряжения представлена на рис. 3.

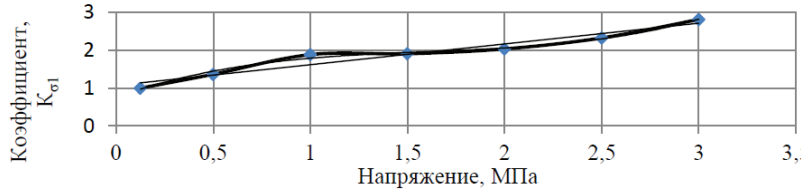


Рис. 3. Влияние напряжения на коэффициент $К_{\sigma 1}$

Численное значение коэффициента влияния напряжения на деформацию слоя определяется по формуле:

$$К_{\sigma 1} = 0{,}21\sigma^3 - \sigma^2 + 1{,}82\sigma + 0{,}76,$$

где $К_{\sigma 1}$ – безразмерная величина; σ – напряжение в зоне контакта штампа с поверхностью слоя, МПа. Коэффициент корреляции уравнения равен 0,99.

Для уточнения влияния толщины слоя на величину деформации представим данные на рис. 3 в относительных величинах, условно принимая деформацию слоя

при его толщине 0,05 м за единицу. Обозначим данную величину коэффициентом влияния толщины материала на величину его деформации ($К_h$). Зависимость $К_h$ от толщины слоя представлена на рис. 4.

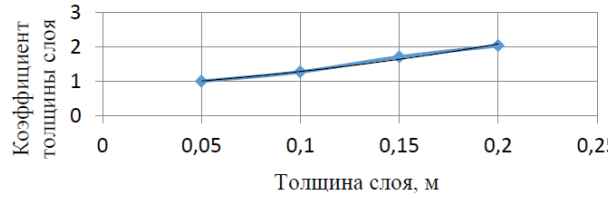


Рис. 4. Зависимость коэффициента $К_h$ от толщины слоя

Численное значение коэффициента $К_h$ от толщины слоя асфальтогранулята определяется по формуле:

$$К_h = 0{,}79e^{4{,}83h},$$

где h – толщина слоя, м. Коэффициент корреляции уравнения равен 0,99.

В общем виде величина деформации слоя асфальтогранулята под действием нагрузки определяется по формуле:

$$\lambda = 6{,}8\ К_{\sigma 1}\ К_h,\ мм.$$

Анализ общей закономерности развития суммарной остаточной деформации слоя асфальтогранулята под действием нагрузки показал, что на определенной стадии уплотнения процесс развития деформации замедляется. Такое снижение интенсивности роста деформации в слое материала при достижении определенного значения нагрузки объясняется перемещением частиц материала в горизонтальной плоскости, что характеризуется коэффициентом вязкого сопротивления. Установлено, что скорость развития деформации прямо пропорциональна напряжению и определяется по формуле [5–9]:

$$\sigma = \eta(t)d\lambda/dt,$$

где η – коэффициент вязкого сопротивления, зависящий от времени действия нагрузки, Нс/мм; λ – относительная необратимая деформация при действии нагрузки на слой материала, определяется отношением абсолютной величины деформации к толщине слоя.

На рис. 5 представлена зависимость коэффициента вязкого сопротивления асфальтогранулята при разной толщине слоя и скорости деформирования 3 мм/мин.

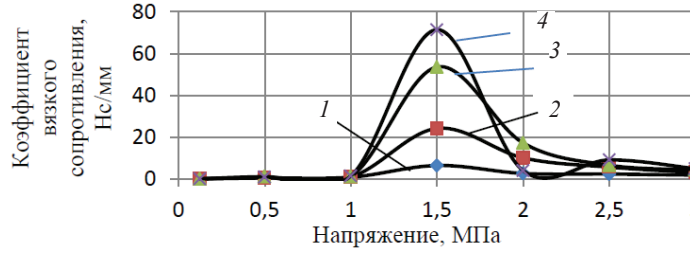


Рис. 5. Зависимость коэффициента вязкого сопротивления от напряжения: *1* – толщина слоя 0,05 м; *2* – 0,10 м; *3* – 0,15 м; *4* – 0,2 м

Из представленных данных на рис. 5 видно, что с увеличением напряжения более 1,0 МПа в слоях асфальтогранулята за счет развития касательных напряжений

возникает боковая деформация материала, способствующая замедлению роста необратимой деформации материала. На основании полученных данных установлено, что величина коэффициента вязкого сопротивления зависит от толщины слоя при уплотнении. Численное значение максимального коэффициента вязкого сопротивления асфальтогранулята от толщины слоя можно определить по формуле [10–17]:

$$\eta = 459{,}24h_{сл} - 16{,}82, \text{ Нс/мм},$$

где $h_{сл}$ – толщина слоя, м. Коэффициент корреляции уравнения равен 0,97.

С повышением плотности материала увеличивается способность материала сопротивляться внешней нагрузке, что характеризуется коэффициентом жесткости. Коэффициент жесткости определяет величину усилия, которое необходимо приложить к единице площади поверхности основания при условии обеспечения осадки слоя основания 1 мм. Значение модуля жесткости определяется по формуле:

$$E_ж = \sigma_к/\varepsilon, \text{ Н/мм}^3,$$

где $\sigma_к$ – напряжение, МПа; ε – необратимая деформация, мм.

На рис. 6 представлена зависимость модуля жесткости слоя асфальтогранулята от нагрузки при его разной толщине.

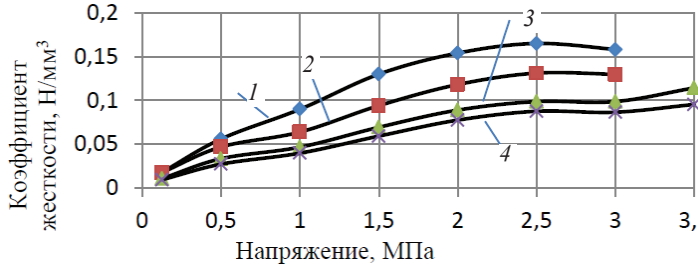
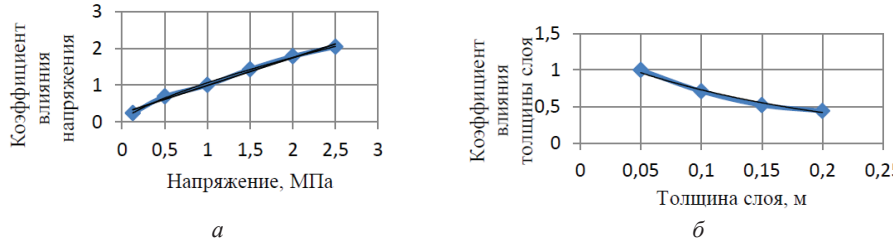


Рис. 6. Зависимость коэффициента жесткости асфальтогранулята от напряжения при разной толщине слоя: *1* – толщина слоя 0,05 м; *2* – 0,10 м; *3* – 0,15 м; *4* – 0,2 м

Из представленных на рис. 6 данных видно, что в зависимости от толщины слоя при действии нагрузки величина коэффициента жесткости асфальтогранулята имеет разные значения, что необходимо учитывать при назначении силовых параметров уплотняющих машин.

Для установления общей зависимости коэффициента жесткости слоя асфальтогранулята от напряжения с учетом его толщины при укладке представим данные, приведенные на рис. 6, в относительных значениях, принимая за единицу значения коэффициента жесткости при напряжении 1,0 МПа для каждого слоя. Зависимости коэффициента жесткости слоя асфальтогранулята от напряжения и его толщины представлены на рис. 7.



а *б*

Рис. 7. Зависимость модуля жесткости асфальтогранулята от напряжения (*а*) и толщины слоя (*б*)

Численное значение модуля жесткости слоя асфальтогранулята с учетом напряжения и его толщины определяется зависимостью:

$$К_ж = 0,119\sigma^{0,7}\ e^{-5,54h},$$

где σ – напряжение, МПа; *h* – толщина слоя, м. Коэффициент корреляции уравнения равен 0,98–0,99.

Анализ полученных результатов показал, что в зависимости от толщины слоя асфальтогранулята развитие деформации под действием нагрузки имеют определенные интервалы коэффициента жесткости, в пределах которого возникает максимальная деформация материала. Повышение коэффициента жесткости при уплотнении выше определенного предела характеризуется развитием процессов разуплотнения (рис. 8).

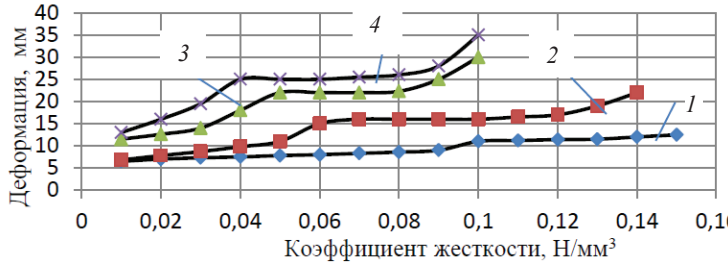


Рис. 8. Зависимость деформации слоя асфальтогранулята от коэффициента жесткости: *1* – толщина слоя 0,05 м; *2* – 0,10 м; *3* – 0,15 м; *4* – 0,2 м

На основании данных, представленных на рис. 8, можно сделать выводы, что в зависимости от толщины слоя асфальтогранулята нагрузка от уплотняющих машин должна определяться с учетом коэффициента жесткости материала:

– для слоя асфальтогранулята толщиной 0,05 м интенсивный рост деформации происходит в интервале значений коэффициента жесткости 0,02–0,09. При дальнейшем увеличении коэффициента жесткости процесс развития деформации прекращается;

– для слоя толщиной 0,10 м развитие деформации прямо пропорционально действующей нагрузке, происходит в интервале (0,01–0,05)$К_ж$. Более интенсивно деформация возникает в интервале (0,05–0,65)$К_ж$, а при увеличении модуля жесткости более 0,65 рост деформации прекращается;

– для слоя толщиной 0,15 м развитие деформации происходит пропорционально нагрузке в пределах (0,01–0,035)$К_ж$. Наиболее интенсивно развитие деформации возникает в диапазоне (0,035–0,045)$Е_ж$, при превышении которого рост деформации прекращается.

– для слоя толщиной 0,20 м развитие деформации происходит пропорционально нагрузке в интервале (0,01–0,04)$Е_ж$, при дальнейшем росте коэффициента жесткости развитие деформации прекращается.

Проведенными исследованиями установлено, что между деформацией слоя асфальтогранулята при действии нагрузки и коэффициентом уплотнения существует корреляционная зависимость, которая определяется уравнениями:

– при толщине слоя до 0,1 м: $К_у = 0,011\lambda+0,73$;

– при толщине слоя от 0,1 до 0,25 м: $К_у = 0,775e^{0,0083\lambda}$,

где λ – деформация слоя материала, мм. Коэффициент корреляции уравнений равен 0,97–0,99.

Выводы:

1. Деформация слоя асфальтогранулята при действии нагрузки зависит от свойств материала, которые можно характеризовать коэффициентом жесткости.

2. Увеличение толщины слоя при укладке способствует росту коэффициента вязкого сопротивления.

3. Установленные значения коэффициентов жесткости и вязкого сопротивления позволяют обосновать параметры нагрузки при моделировании процесса уплотнения слоев асфальтогранулята при строительстве, ремонте и реконструкции дорожных конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология строительства и ремонта дорожных покрытий нежесткого типа с учетом температурных режимов асфальтобетонных смесей / А. Ф. Зубков, К. А. Андрианов, А. И. Антонов, В. Г. Однолько ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : ТГТУ, 2017. – 300 с. – ISBN 978-5-8265-1832-8. – Текст : непосредственный.

2. Пермяков, В. Б. Исследование релаксации напряжений в асфальтобетонных смесях в процессе их уплотнения / В. Б. Пермяков. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Строительство и архитектура. – 1985. – № 5. – С. 99–102.

3. Зубков, А. Ф. Методика выбора параметров катков с учетом свойств смеси при строительстве покрытий из горячих асфальтобетонных смесей / А. Ф. Зубков. – Текст : непосредственный // Дороги России XXI века. – 2007. – № 2. – С. 17–21.

4. Хархута, Н. Я. Вопросы теории уплотнения дорожных покрытий / Н. Я. Хархута. – Текст : непосредственный // Уплотнение земляного полотна и дорожных одежд : труды Союздорнии. – Москва, 1980. – С. 64–71.

5. Пилецкий, М. Э. Определение характеристик битумоминеральной смеси при укладке в выбоину дорожного покрытия струйно-инъекционным методом / М. Э. Пилецкий, К. А. Андрианов, А. Ф. Зубков. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2018. – № 2. – С. 70–77.

6. Зубков, А. Ф. Определение возможной продолжительности уплотнения покрытий нежесткого типа при строительстве автомобильных дорог / А. Ф. Зубков. – Текст : непосредственный // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2006. – Т. 12, № 3-2. – С. 806–817.

7. Зубков, А. Ф. Анализ методов разработки технологических процессов уплотнения дорожных покрытий из горячих асфальтобетонных смесей / А. Ф. Зубков. – Текст : непосредственный // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2006. – Т. 12, № 4-2. – С. 1158–1161.

8. Носов, С. В. Разработка технологий уплотнения дорожных асфальтобетонных смесей и грунтов на основе развития их реологии : специальность 05.23.11 : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Носов Сергей Владимирович. – Воронеж, 2013. – 366 с. – Текст : непосредственный.

9. Гезенцвей, Л. Б. Дорожный асфальтобетон / Л. Б. Гезенцвей, Н. В. Горелышев, А. М. Богуславский, Королев И. В. – Москва : Транспорт, 1985. – 239 с. – Текст : непосредственный.

10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020611722. Расчет напряжений в зоне контакта вальца с уплотняемым материалов : дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 06.02.2020 / С. А. Сенибабнов, И. С. Архелов, А. Ф. Зубков, К. А. Андрианов, А. М. Макаров. – Текст : непосредственный.

11. Сенибабнов, С. А. Методика разработки технологии устройства дорожных конструкций с применением асфальтогранулята / С. А. Сенибабнов, К. А. Андрианов, А. Ф. Зубков. – Текст : непосредственный // Научный журнал строительства и архитектуры. – Воронеж: ВГТУ, 2020. № 2(58). – С. 84–99.

12. Piletskii, M. E. Pothole maintenance of non-rigid paving surfaces using the injection flow method / M. E. Piletskii, I. V. Didrirh, A. F. Zubkov // Russian Journal of Building Construction and Architecture. – 2018. – № 2 (38). – P. 47–87.

13. Kuprianow, R. Analizazmiantemperaturyukladanychwarstw z mieszanekmineralno-asfaltowych w strefiespoinypodluznej / R. Kuprianow, K. Andrianow, A. Zubkow, A. Plewa // Bu downictwaInzynieriiSrodowiska. – 2015. – № 3. – P. 113–117.

14. Plewa, A. The effect of modifying additives on the consistency and properties of bitumen binders / A. Plewa, P. S. Belyaev, K. A. Andrianov, A. F. Zubkov, V. A. Frolov // Advanced Materials and Technologies. – 2016. – № 4. – P. 35–40.

15. Piletskii, M. E. Influence of the load-carrying capacity of vehicles when performing repair works of road pavements by means of the jet-injection method / Piletskii1 M. E., Andrianov K. A., Zubkov A. F. // Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2020. – № 1 (45). – P. 42–54.

16. Senibabnov, S. A. Analysis of normative documentation on the calculation of the strength characteristics of non-rigid road pavement for the permissible elastic deformation / S. A. Senibabnov, K. A. Andrianov, A. F. Zubkov // Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2020. – № 1 (45). – P. 66–84.

17. Pakhomova, E. G. Influence of thickness and granulometric composition of granular asphalt on its strength characteristics when placing into the road pavement // E. G. Pakhomova, K. Andrianov, A. Zubkov, P. Monastyrev // Journal of applied engineering science. Издательство: Institut za Istrazivanja i Projektovanja u Privredi. – 2020. – Том 18, № 2. – С. 192–197.

SENIBABNOV Sergey Anatolevich, postgraduate student of the chair of urban construction and roads; ANDRIANOV Konstantin Anatolevich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of urban construction and roads; ZUBKOV Anatoly Fyodorovich, doctor of technical sciences, professor of the chair of urban construction and roads

THE INFLUENCE OF THE THICKNESS OF THE ASPHALT GRANULATE LAYER ON THE CHOICE OF ROLLER PARAMETERS AT ROADSIDE STRENGTHENING

Tambov State Technical University
112-E, Michurinskaya St., Tambov, 392032, Russia. Tel.: +7 (4752) 63-09-20, +7 (4752) 63-03-72; e-mail: gsiad@mail.tambov.ru
Key words: asphalt granulate, compaction, stress, deformation, roller contact angle.

To strengthen roadsides in order to reduce costs, material obtained as a result of milling non-rigid pavements is used. The effect of the layer thickness of asphalt granulate of fraction 5 to 20 mm during compaction is considered. Relation of the asphalt granulate layer deformation under the action of the load depending on its thickness is obtained. Dependences of the stiffness and viscosity coefficients of the material on applied load, as well as deformation on the stiffness coefficient are established. The presented dependences make it possible to substantiate parameters of compacting machines to ensure the required quality of asphalt granulate compaction, taking into account the thickness of the road structure layer.

REFERENCES

1. Zubkov A. F., Andrianov K. A., Antonov A. I., Odnolko V. G. Tekhnologiya stroitelstva i remonta dorozhnykh pokrytiy nezhyostkogo tipa s uchyotom temperaturnykh rezhimov asfaltobetonnykh smesey [Technology of construction and repair of road surfaces of non-rigid type taking into account the temperature conditions of asphalt concrete mixtures]. Tambov. gos.

tekhnich. un-t. Tambov: TGTU, 2017, 300 p. ISBN 978-5-8265-1832-8.

2. Permyakov V. B. Issledovanie relaksatsii napryazheniy v asfaltobetonnykh smesyakh v protsesse ikh uplotneniya [Investigation of stress relaxation in asphalt concrete mixtures during their compaction] // Izv. vuzov. Str-vo i arkhitektura [News of Higher Education Institutions]. 1985. № 5. P. 99–102.

3. Zubkov A. F. Metodika vybora parametrov katkov s uchyotom svoystv smesi pri stroitelstve pokrytiy iz goryachikh asfaltobetonnykh smesey [Method of selection of roller parameters taking into account mixture properties in construction of coatings of hot asphalt concrete mixes] //Dorogi Rossii XXI veka [Roads of Russia of the XXI century]. 2007. № 2. P. 17–21.

4. Harkhuta N. Ya. Voprosy teorii uplotneniya dorozhnykh pokrytiy [Questions of road surface compaction theory] // Uplotnenie zemlyanogo polotna i dorozhnykh odezhd [Compaction of the roadbed and road covers] : tr. Soyuzdornii. Moscow, 1980. P. 64–71.

5. Piletskiy M. E., Andrianov K. A., Zubkov A. F. Opredelenie kharakteristik bitumomineralnoy smesi pri ukladke v vyboinu dorozhnogo pokrytiya struyno-inektsionnym metodom [Determination of characteristics of bitumomineral mixture laid into a pothole of road pavement by a jet injection method] // Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2018, № 2. P. 70–77.

6. Zubkov A. F. Opredelenie vozmozhnoy prodolzhitelnosti uplotneniya pokrytiy nezhyostkogo tipa pri stroitelstve avtomobilnykh dorog [Determination of the possible duration of compaction of non-rigid coatings in the construction of highways] // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Transactions of the Tambov State Technical University]. – 2006. – V. 12, № 3-2. – P. 806–817.

7. Zubkov A. F. Analiz metodov razrabotki tekhnologicheskikh protsessov uplotneniya dorozhnykh pokrytiy iz goryachikh asfaltobetonnykh smesey [Analysis of methods for developing technological processes for compacting road surfaces of hot asphalt concrete mixes] // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Transactions of the Tambov State Technical University]. – 2006. – V. 12, № 4-2. – P. 1158–1161.

8. Nosov S. V. Razrabotka tekhnologiy uplotneniya dorozhnykh asfaltobetonnykh smesey i gruntov na osnove razvitiya ikh reologii [Development of technologies for compaction of road asphalt concrete mixes and soils based on the development of their rheology] : spetsialnost 05.23.11 : dis. … d-ra tekhn. Nauk. – Voronezh, 2013, 366 p.

9. Gezentsvey L. B., Gorelyshev N. V., Boguslavskiy A. M., Korolyov I. V. Dorozhny asfaltobeton [Road asphalt concrete] – Moscow : Transport,1985, 239 p.

10. Svidetelstvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM №2020611722. Raschyot napryazheniy v zone kontakta valtsa s uplotnyaemym materialom [Calculation of stresses in the contact zone of the roller with the compacted material]. Data gosudarstvennoy registratsii v Reestre programm dlya EVM 06.02.2020. S. A. Senibabnov, I. S. Arkhelov, A. F. Zubkov, K. A. Andrianov, A. M. Makarov.

11. Senibabnov S. A., Andrianov K. A, Zubkov A. F. Metodika razrabotki tekhnologii ustroystva dorozhnykh konstruktsiy s primeneniem asfaltogranulyata [Method of development of technology for road structures using asphalt granulate] // Nauchny zhurnal stroitelstva i arkhitektury [Russian Journal of Building Construction and Architecture]. Voronezh: VGTU, 2020. № 2(58). P. 84–99.

12. Piletskii M. E, Didrirh I. V., Zubkov A. F. Pothole maintenance of non-rigid paving surfaces using the injection flow method // Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2018. № 2 (38). P. 47–87.

13. Kuprianow R., Andrianow K., Zubkow A., Plewa A. Analizazmiantemperaturyukladany chwarstw z mieszanekmineralno-asfaltowych w strefiespoinypodluznej // BudownictwaInzynier iiSrodowiska. 2015. № 3. P. 113–117.

14. Plewa A., Belyaev P. S., Andrianov K. A., Zubkov A. F, Frolov P. A. The effect of modifying additives on the consistency and properties of bitumen binders // Advanced Materials and Technologies. 2016. № 4. P. 35–40.

15. Piletskii M. E, Andrianov K. A., Zubkov A. F. Influence of the load-carrying capacity of vehicles when performing repair works of road pavements by means of the jet-injection method //

Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2020. № 1 (45). P. 42–54.

16. Senibabnov S. A. Andrianov K. A., Zubkov A. F Analysis of normative documentation on the calculation of the strength characteristics of non-rigid road pavement for the permissible elastic deformation Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2020. № 1 (45). P. 66–84.

17. Pakhomova E. G., Andrianov K., Zubkov A., Monastyrev P. Influence of thickness and granulometric composition of granular asphalt on its strength characteristics when placing into the road pavement // Journal of applied engineering science. Izdatelstvo: Institut za Istrazivanja i Projektovanja u Privredi. 2020. Vol. 18. № 2. – P. 192–197.

© С. А. Сенибабнов, К. А. Андрианов, А. Ф. Зубков, 2020

Получено: 17.09.2020 г.

УДК 627.8:621.22 (470.341)

С. В. СОБОЛЬ, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой гидротехнических и транспортных сооружений; А. В. ФЕВРАЛЕВ, канд. техн. наук, проф. кафедры гидротехнических и транспортных сооружений

ВЗГЛЯД В ЗАВТРА: ТРАНСПОРТНЫЙ ГИДРОУЗЕЛ НА Р. ВОЛГЕ

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: река Волга, проблема судоходства, транспортный гидроузел, характеристика ситуации.

Представлен анализ ситуации с обеспечением судоходства на свободном (не подпертом) участке реки Волги в нижнем бьефе Нижегородской ГЭС с помощью транспортного гидроузла, располагаемого выше города Нижнего Новгорода.

На р. Волге после сооружения каскада водохранилищ остался свободным (не подпертым) 60-километровый участок в нижнем бьефе Нижегородской ГЭС, в котором на 40 км распространяются внутрисуточные колебания уровня воды, вызываемые суточным регулированием мощности гидроэлектростанции, затрудняющие судоходство. Рассмотрим эту проблему.

Чебоксарский гидроузел строился 17 лет: в 1968 г. были начаты подготовительные работы, в 1969 г. – строительство гидроэлектростанции, в 1981 г. пущен ее 1-й, а в 1986 г. – последний 18-й агрегат [1]. Около 20 % затрат по гидроузлу относилось на сооружения водного транспорта.

Чебоксарское водохранилище расположено в пределах Чувашской и Марийской республик и Нижегородской области. Его проектный НПУ равен 68,0 м БС, УМО = 65,0 м БС. С 1982 г. до настоящего времени водохранилище эксплуатируется с ВПУ = 63,0 м БС ± 0,3 м при отсутствии регулирующей емкости (табл. 1).

Из-за пониженного на 5 м напора Чебоксарская ГЭС недобирает около 40 % из установленной проектной мощности 1370 МВт и не участвует в сезонном регулировании стока [2]. При том, что для покрытия пиковой мощности, которой начинает недоставать в европейской части страны, специально строится Загорская ГАЭС-2 в Подмосковье.

Подпор от Чебоксарского водохранилища при отметке ВПУ = 63,0 м БС не достигает Нижегородского гидроузла и на 60-километровом участке р. Волги от него до г. Нижнего Новгорода сохраняется речной режим расходов и уровней воды, подверженный влиянию только Нижегородской ГЭС.

Таблица 1

Показатели Чебоксарского водохранилища при отметках подпорного уровня ВПУ= 63,0 и НПУ= 68,0 м БС [2]

Наименование показателей	Значение	
Подпорный уровень, м БС	63,0	68,0
Уровень мертвого объема, м БС	63,0	65,0
Форсированный подпорный уровень, м БС, при пропуске половодья вероятностью превышения: – 1 % – 5 % – 10 %	 67,3 65,6 64,3	 68,2 68,0 68,0
Площадь зеркала, км^2	1 080	2 145
Площадь нормируемых 2-метровых мелководий, км^2/%	340 / 31,5	445 / 20,7
Площадь затопленных земель, га	111 833	216 242
Полный объем, км^3	4,6	12,6
Полезный объем, км^3	0,0	5,35
Длина водохранилища, км: – по р. Волге – по р. Оке	 260 –	 335 153
Ширина, км: – средняя – максимальная	 4,1 15,0	 4,6 19,0
Глубина, м: – средняя – максимальная	 4,2 24,0	 5,9 30,0
Тип регулирования	суточное	сезонное

По данным Верхне-Волжского УГМС в естественных условиях до 1941 г. максимальный уровень р. Волги у г. Балахны почти ежегодно превышал отметку 75,0 м БС, а в 1926 г. достиг отметки 76,88 м БС; в период же после постройки Горьковской ГЭС с 1957 г. по 2003 г. только шесть раз превышал отметку 72,0 м БС. Максимальные расчетные уровни Волги на участке Городец – Н. Новгород различной обеспеченности в зарегулированном режиме на 2,5–3,5 м ниже уровней той же обеспеченности в естественных условиях [3].

Вместе с этим за десятилетия функционирования Нижегородского (Горьковского) гидроузла в нижнем бьефе произошла глубинная эрозия русла Волги примерно на 1,0-0,5 м (соответственно, у г. Городца и г. Балахны), что привело к падению судоходных глубин в камерах Городецкого судоходного шлюза и на перекатах реки. В период навигации ГЭС подает в нижний бьеф среднесуточный расход воды 1100 м^3/с для обеспечения судоходства. В итоге с учетом среднесуточного графика работы ГЭС на лимитирующих перекатах гарантированная судоходная глубина 3,5 м выдерживается лишь 2-3 часа в сутки, что затрудняет транзитное плавание большегрузных судов (табл. 2).

Таблица 2

Глубины на перекатах р. Волги в нижнем бьефе Нижегородской ГЭС при среднесуточном расходе воды 1100 м³/с [4]

Перекаты	Глубина в часы суток, м							
	8 ч	12 ч	14 ч	16 ч	18 ч	20 ч	22 ч	24 ч
Городецкий	2,60	3,30	3,40	3,50	3,20	3,00	3,00	3,00
Н. Кочергинский	3,20	3,20	3,50	3,90	3,50	3,20	3,10	3,10
Н. Ветлянский	3,00	3,10	3,40	3,80	3,50	3,30	3,20	3,20

Проблема не нова: этот участок лимитирует осадку судов с момента пуска Горьковской гидроэлектростанции. Для обеспечения судоходных глубин необходим подпор уровня воды. Подпор логично осуществить повышением уровня Чебоксарского водохранилища до проектной отметки НПУ = 68,0 м БС [4, 5], хотя при этом и потребуется более глубокое регулирование высоких половодий р. Волги для предотвращения затопления окраин заречной части г. Нижнего Новгорода (табл. 3).

Таблица 3

Максимальные уровни воды р. Волги у г. Нижнего Новгорода* (по данным Верхне-Волжского УГМС) [4]

Период наблюдений	Подпорный уровень Чебоксарского водохранилища, м БС	Уровни половодий (м БС) вероятностью превышения	
		1 %	10 %
1887–2006 гг.	63,0	76,26	74,07
1936–2006 гг. (после строительства верхневолжских водохранилищ)	63,0	73,73	72,05
Прогноз	68,0	76,1	74,7

Примечание. *Приведены отметки основной территории заречной части города 75,0–78,0 м. Уровень начала затопления окраин заречной части 72,0 м (1994 г.)

Имеется «Обоснование инвестиций завершения строительства Чебоксарского гидроузла» с повышением уровня водохранилища до НПУ = 68,0 м [2]. Однако неодолимым препятствием для реализации проекта в течение многих лет выставляется обязательность колоссальной финансовой компенсации ущерба от затопления отчужденных под водохранилище территорий Марийской республики и Нижегородской области [5]. Главы этих регионов против. Проект достройки последней ступени Волжского энергетического каскада остановлен.

Но судоходство должно быть обеспечено (туда и обратно) для обеспечения его эффективности.

В 2003 г. Министерство транспорта РФ выступило с идеей строительства на р. Волге выше г. Нижнего Новгорода на расстоянии 42 км от Нижегородской ГЭС низконапорного транспортного гидроузла с НПУ = 68,0 м БС (по примеру транспортных гидроузлов, действующих на р. Оке и Нижнем Дону). В 2004 г. появилось обоснование инвестиций [6]. Гидроузлом собирались разрешить две транспортные проблемы: обеспечение гарантированных судоходных глубин на вышележащем участке Волги и создание автомобильного перехода через реку на трассе

Москва – Киров в обход Нижнего Новгорода, необходимого городу. Держать подпор будут только в период навигации, половодья пропускать через водосливную плотину и по пойме. Напор на гидроузле при НПУ = 68,0 м БС равен 4 м; подпорный уровень – ниже максимальных наблюдаемых уровней половодья (табл. 4); зона затопления при НПУ не выходит за пределы русла с отметками бровок поймы 69,0–70,0 м.

В камерах нижнего шлюза Нижегородского гидроузла при отметках порогов 64,0 м БС гарантируется глубина 4,0 м в маловодные годы [8].

Таблица 4

Наблюденные максимумы уровня воды р. Волги в 1990–2000 гг. [4, 6]

Годы	Уровни воды, м БС и (даты наблюдений)		
	Гидропост № 7 г. Городец	Гидропост г. Балахна	Гидропост г. Н. Новгород (Сормово)
1998	71,86 (4.05)	70,94 (4.05)	70,01 (4.05)
1999	72,90 (23.04)	72,21 (26.04)	71,61 (26.04)
2001	71,46 (27.04)	70,82 (26.04)	70,43 (27.040
2002	70,54 (2.05)	69,33 (3.05)	67,53 (9.05)

На рис. 1 проиллюстрирован режим уровней р. Волги на участке верхнего бьефа низконапорного транспортного гидроузла.

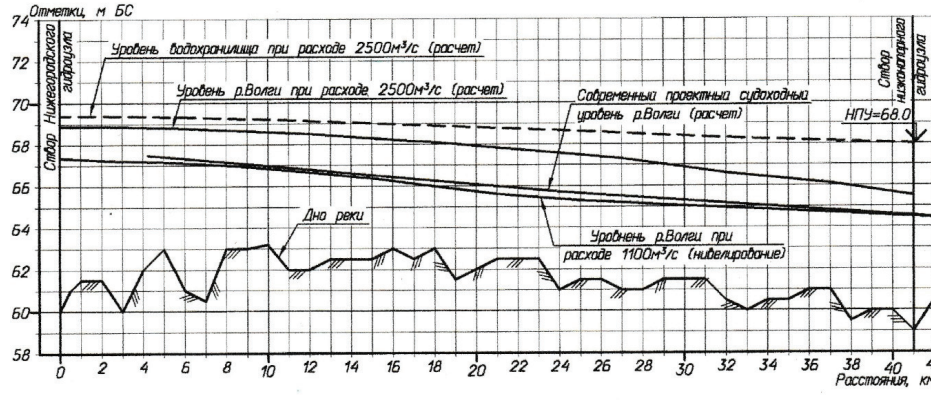


Рис. 1. Судоходные уровни р. Волги и верхнего бьефа низконапорного гидроузла [7]

В 2007 г. нижегородский губернатор идею поддержал. Марийской республики проблема не коснулась. Выпущена проектная документация по гидроузлу, датированная 2015 г. [8], заказанная Федеральным агентством морского и речного транспорта. Проект оптимизирован: автоперехода через Волгу нет (рис. 2). В 2019 г. как бы начинали подготовительные работы в районе створа. Но проект не прошел госэкспертизу и не был утвержден.

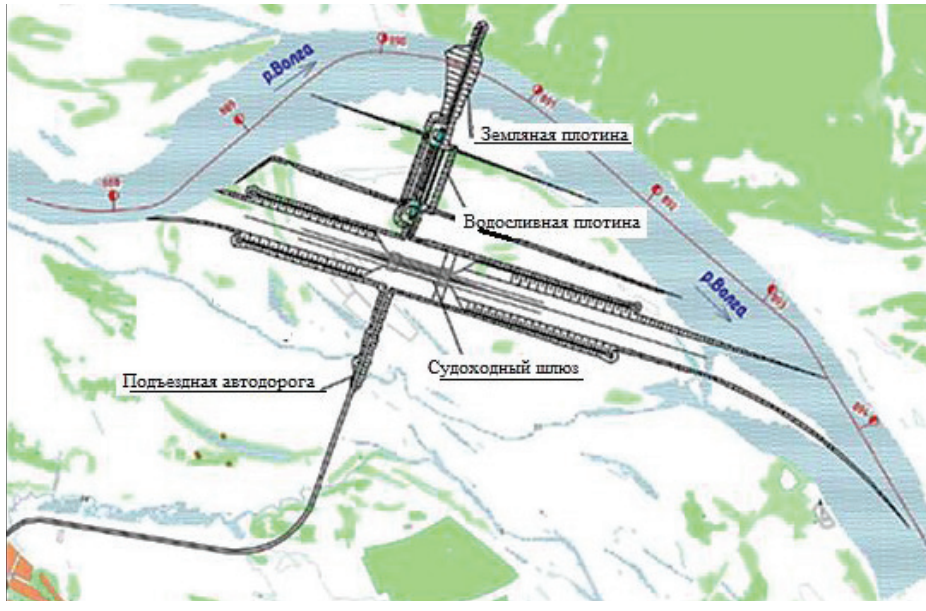


Рис. 2. Генплан Нижегородского низконапорного транспортного гидроузла по проектной документации 2015 г. [8]

Неизвестно, что опаснее: принять ошибочное решение или не принимать никакого. Не стоит упускать из виду, что при возникновении условий для повышения уровня Чебоксарского водохранилища до проектной отметки НПУ = 68,0 м в целях энергетики, гидротехнические сооружения низконапорного узла окажутся водному транспорту ненужными [4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мельник, С. Г. Вечный двигатель. Волжско-Камский гидроэнергетический каскад: вчера, сегодня, завтра. / автор, составитель, главный редактор С. Мельник]. – Москва, 2007. – 351 с. : ил., портр., цв. ил., портр., табл.– Текст : непосредственный.

2. Обоснование инвестиций завершения строительства Чебоксарского гидроузла : 0272-ОИ. Этап 2. Том 2. – Самара: Инженерный центр энергетики Поволжья, 2006. – 497 с. – Текст : непосредственный.

3. Орлов, А. В. Экстремальные уровни реки Волги на участке Городец – Нижний Новгород / А. В. Орлов, А. В. Феврале // Великие реки – 2003 : генеральные доклады, тезисы докладов научного конгресса международного научного форума / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2003. – С. 72–74.

4. Уровенный режим свободного участка реки Волги от г. Городца до г. Нижнего Новгорода и пути решения проблемы судоходства / Р. Д. Фролов, С. В. Соболь, Е. Н. Горохов, А. К. Битюрин, А. В. Орлов // Сборник трудов кафедры ЮНЕСКО / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2003. – Выпуск 4. – С. 88–94.

5. Ларионов, А. Д. О необходимости подъема уровня воды в Чебоксарском водохранилище / А. Д. Ларионов // Гидротехническое строительство. – 1990. – № 5. – С. 6–8.

6. Низконапорный гидроузел на реке Волге выше г. Нижнего Новгорода, совмещенный с мостовым переходом на автодорожном маршруте Нижний Новгород – Киров в Нижегородской области // Обоснование инвестиций. – Санкт-Петербург: Трансмост, 2004.

7. Практическое применение гидродинамической модели реки, разработанной в проекте «Волга–Рейн» / В. В. Найденко, С. В. Соболь, Е. Н. Горохов, И. С. Соболь, Н. П. Сидоров // Сборник трудов кафедры ЮНЕСКО / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2005. – Выпуск 5. – С. 25–37.

8. Строительство Нижегородского низконапорного гидроузла : проектная документация. – Самара: Техтрансстрой, 2015. – 191 с. – Текст : непосредственный.

SOBOL Stanislav Vladimirovich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of hydraulic and transport structures; FEVRALYOV Arkady Valentinovich, candidate of technical sciences, professor of the chair of hydraulic and transport structures

A LOOK INTO TOMORROW: A TRANSPORT HUB ON THE VOLGA RIVER

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: the Volga River, problem of navigation, transport hub, characteristic of the situation.

The article presents analysis of the situation with regard to the provision of navigation on the unregulated (backwater-free) section of the Volga River in the downstream of the Nizhny Novgorod hydroelectric power station with the help of a transport hydroelectric dam located upstream the city of Nizhny Novgorod.

REFERENCES

1. Melnik S. G. Vechnydvigatel. Volzhsko-Kamskiygidroenergeticheskiykaskad: vchera, segodnya, zavtra [Perpetual motion machine. The Volga-Kama hydroelectric cascade: yesterday, today, tomorrow]. Avtor, sostavitel, glavny redactor S. Melnik. Moscow, 2007 – 351 p.: il., portr., tsv. il., tabl.

2. Obosnovani einvestitsiy zaversheniya stroitelstva Cheboksarskogo gidrouzla [Justification of investment for completion of construction of the Cheboksary hydrosystem]. 0272-OI. Etap 2. Vol. 2. Samara: Inzhenerny tsentr energetiki =Povolzhya, 2006, 497 p.

3. Orlov A. V., Fevralyov A. V. Ekstremalnye urovni reki Volgi na uchastke Gorodets – Nizhniy Novgorod [Extreme levels of the Volga river on the Gorodets – Nizhny Novgorod section]. Velikie reki – 2003 : Generalnye doklady, tezisy dokladov nauchnogo kongressa mezhdunar. nauch. foruma [Great Rivers – 2003. General reports, abstracts of reports of the scientific Congress of Intern. Scientific forum]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2003. P. 72–74.

4. Frolov R. D., Sobol S. V., Gorokhov E. N., Bityurin A. K., Orlov A. V. Urovenny rezhim svobodnogo uchastka reki Volgiot g. Gorodtsa do g. Nizhnego Novgoroda i puti resheniya problem sudokhodstva [The level regime of the unregulated section of the Volga river from Gorodets to Nizhny Novgorod and solutions to the navigation problems]. Sbornik trudov kafedry UNESCO [Proceedings of the UNESCO chair]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod: 2003. – Issue 4. – P. 88–94.

5. Larionov A. D. O neobkhodimosti podyoma urovnya vody v Cheboksarskom vodokhranilische [On the necessity of raising water level in the Cheboksary reservoir]. Gidrotekhnicheskoestroitelstvo [Power technology and engineering], 1990. № 5. P. 6–8.

6. Nizkonaporny gidrouzel na reke Volge vyshe g. Nizhnego Novgoroda, sovmeschyonny s mostovym perekhodom na avtodorozhnom marshrute Nizhniy Novgorod – Kirov v Nizhegorodskoy oblasti / Obosnovanie investitsiy [The low head dam on the Volga river upstream the city of Nizhny Novgorod, combined with a bridge road on the route Nizhny Novgorod – Kirov

in the Nizhny Novgorod region / investment justification]. – Saint Petersburg: Transmost, 2004.

7. Naydenko V. V., Sobol S. V., Gorokhov E. N., Sobol I. S., Sidorov N. P. Prakticheskoe primenenie gidrodinamicheskoy modeli reki, razrabotannoy v proekte «Volga – Rein» [Practical application of a hydrodynamic model of the river developed in the Volga – Rhine project]. Sbornik trudov kafedry UNESCO [Proceedings of the UNESCO chair]. – Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2005. – Issue 5. P. 25–37.

8. Stroitelstvo Nizhegorodskogo nizkonapornogo gidrouzla / Proektnaya dokumentatsiya [Construction of the Nizhny Novgorod low – pressure waterworks / Project documentation]. – Samara: Tekhtransstroy, 2015, 191 p.

© С. В. Соболь, А. В. Февралев, 2020

Получено: 03.10.2020 г.

УДК 72.01(470.341

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

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРИРОДНОГО И АНТРОПОГЕННОГО ПРИ СОХРАНЕНИИ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ НИЖНЕГО НОВГОРОДА

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

В статье анализируется связь природного и антропогенного начал при проведении работ по сохранению объектов культурного наследия Нижего Новгорода. В год 90-летия ННГАСУ тема раскрывается на примере научно-проектной документации, разработанной учеными ННГАСУ в 2017 – 2020 гг. Автор рассказывает о принятой методике выполнения таких проектов, особенностью которой является комплексный подход. В соответствии с ним на каждой стадии – предварительные работы, комплексные научные исследования, эскизный проект реставрации и приспособления и проект – одновременно исследуется и природное окружение, и рукотворное произведение архитектуры. Статья иллюстрирована рисунками Михаила Дуцева, которые публикуются впервые (рис. 1, 2 цв. вклейки).

Введение

Нижний Новгород – красивейший город мира, который в 2021 году отметит свое 800-летие, был построен у слияния Волги и Оки на высоком берегу, и природа всегда задавала логику его знаковых построек. Величественный Кремль на холме, выразительные монастыри на склонах, террасами спускающихся к реке, разновременная застройка верхнего и нижнего посадов. Уникальность нашего города всегда определялась неразрывной взаимосвязью его природного и антропогенного начал. Именно это задавало основы целостности его историко-архитектурной среды. Проанализируем эту взаимосвязь на примере проектов сохранения объектов культурного наследия, разработанных в течение последних лет в ННГАСУ, сосредоточив внимание на архитектурно-строительном аспекте темы.

Обратимся к терминам и определениям. В Федеральном законе «Об охране окружающей среды» (ред. от 31.07.2020) природный объект понимается как «естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства; антропогенный объект – как объект, созданный человеком для обеспечения его социальных потребностей и не обладающий свойствами природных объектов». При этом окружающая среда выступает как «совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов».

Вероятно, в этом определении, точнее, в термине «совокупность» (а не синтез!) – как сумма, которая не меняется от перестановки мест слагаемых, таится некая угроза. Создается впечатление, что окружающая среда останется окружающей средой, даже если доля одного из компонентов будет стремиться к нулю. Известно

высказывание: «Окружающая среда: то, во что превращается природа, если ее не охранять», приписываемое в некоторых источниках Альберту Эйнштейну. Такой позиции противостоит трактовка устойчивого развития как удовлетворения нужд настоящего без ущерба для будущего, что может быть сформулировано иначе: жить на планете в гармонии с природой.

Постановка проблемы

Академик В. В. Найденко так характеризовал природу Волжско-Камского бассейна: «Крутые и высокие правые берега расчленены густой овражно-балочной сетью так, что рельеф их напоминает горный. По левому берегу – низменное Заволжье…» [1]. Это полностью отражает особенности природного ландшафта Нижнего Новгорода, где есть редкая возможность одновременно наблюдать пространство в четырех измерениях: не только его геометрические составляющие, но и исторический срез. Ключевые моменты природно-антропогенного окружения в единстве противоположностей совмещают:

– выраженный рельеф с живописными овражно-балочными территориями – средневековый Кремль на высоком холме;

– крупные реки Волга и Ока – разновременная застройка вдоль берегов;

– высокий и низкий берега – верхняя и нижняя набережные – необходимость обеспечения связи между ними в виде системы общественных пространств [2].

При такой ситуации естественным является одновременное старение, износ всех компонентов системы, с одной стороны, и необходимость их укрепления и сохранения, с другой. Поэтому, рассказывая о проектах реставрации ОКН, выполненных ННГАСУ в последние годы, подчеркнем, что потребность в их разработке была продиктована и природными, и антропогенными факторами. Прежде всего, оползневой ситуацией на склонах и «усталостью» конструкций самих сооружений. В контексте данной статьи – объектов культурного наследия, задающих идентичность Нижнего Новгорода и обеспечивающих его узнаваемость в панораме реки – Нижегородский Кремль, Волжский склон, Чкаловская лестница.

Этапы проектных работ по сохранению ансамбля Кремля

Каменный кремль был построен в Нижнем Новгороде в 1500–1511 годы. В 1950–1960 годы под руководством С. Л. Агафонова был выполнен и осуществлен проект научной реставрации кремля. Ансамбль Кремля: стены и башни являются объектом культурного наследия федерального значения [3]. В настоящее время все тринадцать башен восстановлены. Это яркий пример каменного оборонительного сооружения XVI века, «сердце» Нижнего Новгорода. От него берут начало и средневековые улицы, формирующие радиально-полукольцевую планировочную структуру города, и элементы регулярной схемы конца XVIII века.

Работы по сохранению ансамбля Кремля велись учеными ННГАСУ (руководитель И. С. Соболь, ГАП А. Л. Гельфонд, ГИП А. А. Шапошников) поэтапно.

Первый этап, 2017 г. *Комплекс работ по сохранению объекта культурного наследия федерального значения «Ансамбль Кремля: стены и башни, 1500–1511г.» (Борисоглебская, Георгиевская башни и участки стен от Зачатьевской башни до Борисоглебской башни и от Борисоглебской башни до Георгиевской башни).*

Символично, что работы начались именно с этого участка. Георгиевская башня играет важную градостроительную роль. Замыкая Верхневолжскую набережную и закрепляя угол Кремля со стороны пл. Минина и Пожарского, она фиксирует переход композиции, воспринимаемой с площади как фронтальная, к глубинно-пространственной, развивающейся по склону. Проектом полностью сохраняется объемно-пространственное и планировочное решение прясла, соединяющего

Георгиевскую и Борисоглебскую башни, формы и конструкции кровельного покрытия, приобретенные во время реставрации 1960–1970 годов. Борисоглебская башня была воссоздана в 1970 годы, участок прясла между Борисоглебской и Зачатьевской башнями сооружен на изначальном месте древнего прясла при реставрационных работах 1960–1970 годов. Тогда же появились повреждения, вызванные воздействием погодных явлений, оползневых процессов склона, естественным старением материалов, а также ущербом, связанным с незаконными проникновениями граждан (надписи, раскопы) [4].

Стены и башни кремля относятся к Нижегородскому государственному историко-архитектурному музею-заповеднику, но данный участок не входит во внутреннюю экспозицию, т. к. является аварийным. Известно, что для обеспечения жизнеспособности архитектурного произведения – здания, сооружения, общественного пространства – необходимо присутствие в нем людей. Именно на это, наряду с решением конструктивных и инженерных задач, и был направлен комплекс работ по сохранению ОКН, частью которых был проект реставрации и приспособления его для современного использования.

К основным проектным решениям на этом этапе относятся полное сохранение объемно-пространственного и планировочного решения, приобретенного во время реставрации 1960 годов, и внешний облик башен и прясел с наружной стороны кремля.

В качестве мероприятий для повышения устойчивости склона внутри территории кремля, а также снижения оползневого воздействия на стены кремля и Борисоглебскую башню предусмотрено устройство нескольких подпорных стен в грунте, расположенных на бермах. Для перехвата поверхностного стока на каждой из берм запроектированы ливневые лотки, с внутренней стороны стены от Борисоглебской до Зачатьевской башни планируется устройство трубчатого дренажа. Выше амфитеатра предусмотрена подпорная стена из буронабивных свай, которая воспримет оползневое давление расположенного выше участка потенциально неустойчивого склона. Вдоль стены от Георгиевской до Зачатьевской башни предусмотрено устройство водоотводной канавы, необходимость которой обусловлена большой площадью водосбора [4].

Второй этап, 2018 г. *Противоаварийные ремонтные работы по ликвидации ущерба, причиненного ураганом, прошедшим в г. Нижнем Новгороде 30 мая 2018 года, на объекте культурного наследия (памятнике истории и культуры) федерального значения – «Ансамбль кремля. Стены и башни 1500–1511 гг.».*

Третий этап, 2019 г. *Научно-проектная документация по реставрации башен Кремля (Дмитриевская, Никольская, Ивановская, Зачатьевская). I очередь – Никольская башня. II очередь – Дмитриевская и Ивановская башни. III очередь –Зачатьевская башня.*

Четвертый этап, 2020 г. *Комплекс мероприятий по сохранению объекта культурного наследия федерального значения «Ансамбль Кремля: стены и башни, 1500–1511 гг.» на участке от Георгиевской до Коромысловой башни. Ремонтно-реставрационные работы.*

Самый парадный и самый «рукотворный» участок Нижегородского Кремля от Георгиевской до Кладовой башни формирует фасад центральной площади города – пл. Минина и Пожарского. Дмитриевская башня обозначает главный вход на территорию Кремля и замыкает перспективы улиц Большой Покровской, Варварской, Алексеевской, Ульянова.

Научно-проектная документация выполнялась по принятой для работ по со-

К СТАТЬЕ А. Л. ГЕЛЬФОНД «ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРИРОДНОГО И АНТРОПОГЕННОГО ПРИ СОХРАНЕНИИ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ НИЖНЕГО НОВГОРОДА»

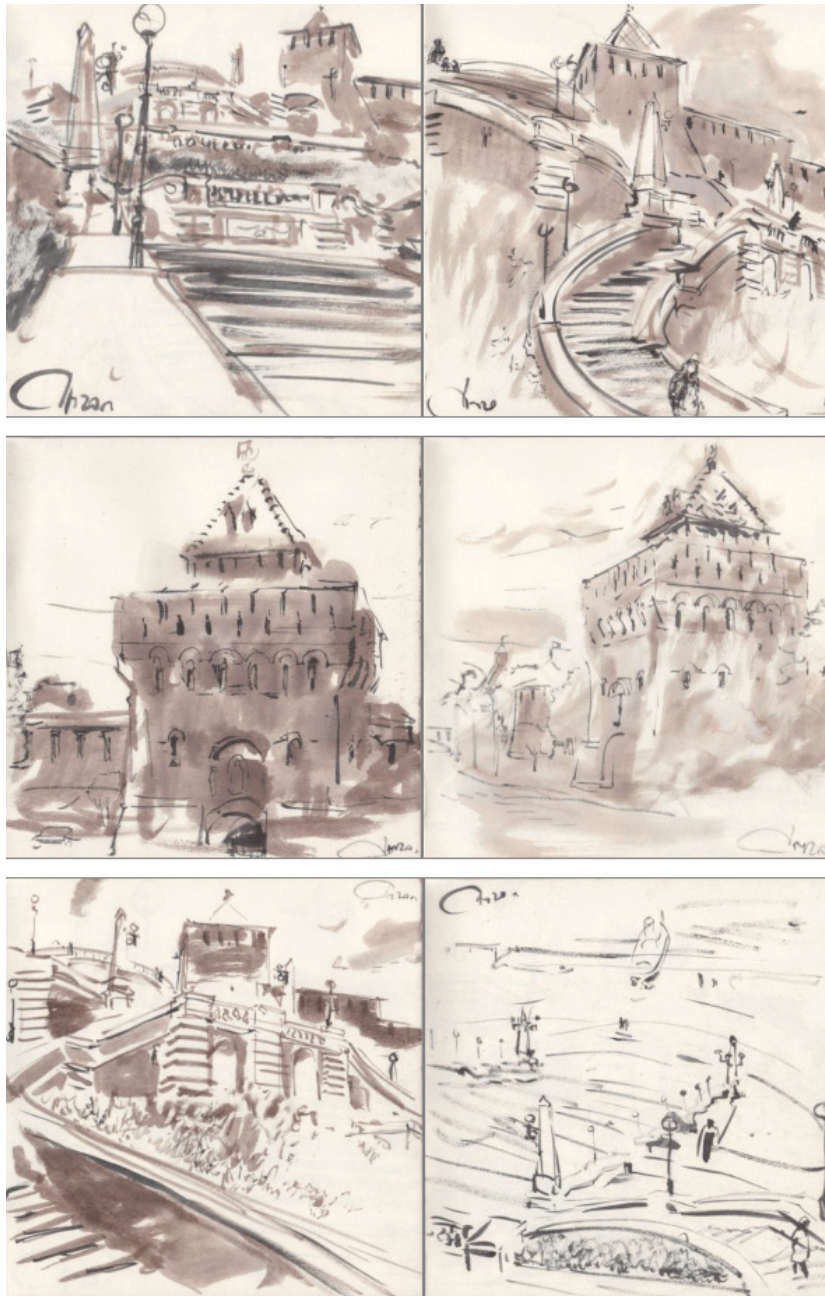


Рис. 1. Кремль, Чкаловская лестница. Рисунки Михаила Дуцева, 2020 г. Бумага, фломастер, 21×21

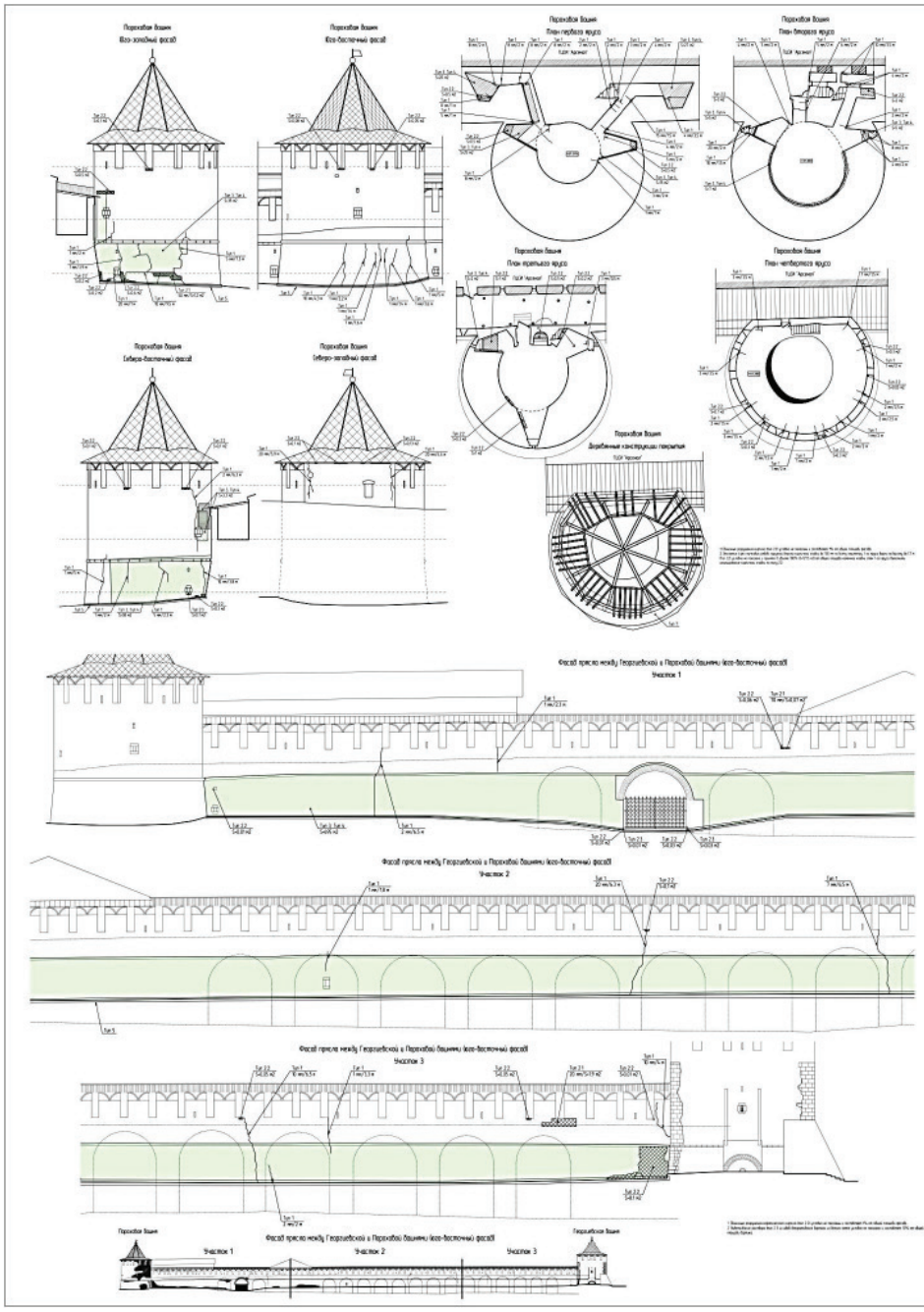


Рис. 2. Комплекс мероприятий по сохранению объекта культурного наследия федерального значения «Ансамбль Кремля: стены и башни, 1500–1511 гг.» на участке от Георгиевской до Коромысловой башни. Ремонтно-реставрационные работы, ННГАСУ, 2020 г.

хранению ОКН методике:

– предварительные работы: исходно-разрешительная документация, акт технического состояния, акт определения влияния предполагаемых к проведению видов работ на конструктивные и другие характеристики надежности и безопасности объекта культурного наследия, фотодокументация;

– комплексные научные исследования – историческая записка, архитектурные обмеры, инженерно-технические исследования, инженерно-геологические, инженерно-экологические изыскания, инженерно-гидрометеорологическое обеспечение;

– проект реставрации и приспособления – стадия «Эскизный проект» с обоснованием проектных решений: архитектурные решения; конструктивные решения по укреплению склона; конструктивные решения (стены и башни);

– стадия «Проект» включала наряду с объемно-планировочным решением расчеты общей устойчивости склона и конструктивные решения по его укреплению, а также конструктивные решения по усилению стен и башен.

Главной идеологией при выполнении всех архитектурных решений было то, что они базируются на материалах проектов реставрации 1960–1970 годов, разработанных С. Л. Агафоновым и имевших строго выверенные и глубокие научные обоснования. В то же время сохраняются в существующем виде некоторые не восстановленные ранее части и детали. Также для воссоздания исторического облика предусматриваются добавления, запроектированные на основе проектных разработок 1960 годов.

Кроме этого, как включенный в систему общественных пространств города, ОКН должен быть сохранен с использованием принципов доступности, безопасности, комфортности и информативности.

Рукотворное сооружение как часть природного ландшафта

Объект культурного наследия регионального значения «Лестница от памятника В. П. Чкалову к реке Волге (Чкаловская)», (арх.: Л. В. Руднев, В. О. Мунц, А. А. Яковлев (старший), 1943–1949 гг.) входит как неотъемлемая часть в речную панораму города, формируя его главный фасад [3]. Отличительная черта города на реке – его набережные. Уникальность Нижнего Новгорода в том, что здесь есть верхняя и нижняя набережные, и монументальная лестница связывает их в единое общественное пространство. В год 75-летия Великой Победы к этому мемориальному сооружению, призванному увековечить победу в Сталинградской битве на Волге, по праву приковано внимание. Мы воспринимаем этот объект как неотъемлемую часть склона, рукотворное сооружение – как часть природного ландшафта!

8 сентября 2019 года на Чкаловской лестнице на участке верхней смотровой площадки произошло обрушение подпорной стенки, включая парапетную часть. В настоящее время разрушенный участок не эксплуатируется и закрыт для доступа, его состояние, оценивается как аварийное. Это потребовало проведения работ по сохранению объекта культурного наследия. Разработкой научно-проектной документации занимались ученые ННГАСУ (руководитель И. С. Соболь, ГАП А. Л. Гельфонд, ГИП А. А. Шапошников). В результате комплексных научных исследований, в которые вошли историко-архивные и библиографические сведения, обмерные чертежи, инженерно-технические исследования конструкций лестницы и инженерные изыскания на склоне, было выявлено следующее:

– наблюдаются разрушения по несущим элементам и облицовке верхней смотровой площадки: вынос грунта, нарушение системы сбора и отвода атмосферных осадков, замачивание конструкций, разрушения по бетону и железобетону под-

порной стенки и ее деформация, множественная коррозия рабочей арматуры, разрушение анкерных креплений в опорной зоне;

– фасады лестницы также имеют горизонтальные, наклонные и вертикальные трещины с обрушением штукатурки на углах сооружения;

– по внутренним металлическим несущим конструкциям (косоуры, балки лестницы, стойки, связевые фермы, фундаментные балки) имеются многочисленные коррозионные повреждения.

Проектная документация, разработанная ННГАСУ, выполнялась в две стадии. Эскизный проект реставрации и приспособления ОКН включал пояснительную записку с обоснованием проектных решений; архитектурные решения, выполненные в соответствии с предметом охраны памятника; конструктивные решения по укреплению склона; конструктивные решения собственно по лестнице. Стадия проект включила детальную проработку каждого из этих разделов. Так, были проведены расчеты общей устойчивости склона и предложены конструктивные решения по его укреплению, а также конструктивные решения по ремонту и усилению конструкций лестницы.

Архитектурные чертежи полностью соответствуют объемно-пространственному решению ОКН и обеспечивают сохранение предмета охраны памятника. Проектом предусмотрено максимальное сохранение существующего облика объекта. Наружная отделка подразумевает замену штукатурного слоя на фасадах сооружения с использованием материалов, идентичных существующим по цвету и фактуре. Цвет стен и подпорных стенок – терракотовый, архитектурных деталей, барельефов, верхних частей парапетов – светло-серый. На верхней смотровой площадке перед памятником В. П. Чкалову предусмотрено восстановление и ремонт разрушенной подпорной стенки, облицовки, металлического ограждения на парапете, замена и ремонт покрытия смотровой площадки с организацией сбора и отвода атмосферных осадков. Устройство декоративной подсветки лестницы позволит объекту органично восприниматься в любое время суток.

Проектом предусматривается воссоздание фрагмента лестницы с историческими ступенями на двух лестничных маршах с восточной стороны верхнего кольца лестницы. На этом участке предлагается замена разрушенных и неработоспособных ступеней на исторические ступени 1940-х годов с других участков, сохранившихся в хорошем состоянии.

В конструктивные решения входят:

– полная замена несущих конструкций верхней смотровой площадки с устройством буронабивных свай с сохранением геометрии сооружения;

– замена ограждающих конструкций на наиболее разрушенных и поврежденных участках, включая парапет, на кладку из керамического кирпича с повышенными прочностными, морозостойкими и влагостойкими показателями; замена наиболее поврежденных горизонтальных площадок лестницы и основных несущих элементов;

– замена металлических элементов, имеющих значительные повреждения на аналогичные, обеспечивающие необходимые параметры прочности и деформативности; а также организация сбора и отвода атмосферных осадков снаружи и в подлестничном пространстве сооружения с восстановлением поврежденных элементов.

Культурное наследие – системное образование. ОКН существуют в единой историко-архитектурной среде города, взаимодействуя друг с другом и естественным ландшафтом. Поэтому в составе проектной документации разрабатываются разделы по обеспечению сохранности объекта археологического наследия

«Культурный слой города Нижнего Новгорода», включающий оценку воздействия на него проводимых работ, а также ОКН, расположенных на территориях, непосредственно связанных с участками проектируемых работ.

Согласно теоретической модели, предложенной в 2013 году автором настоящей статьи, «эволюция общественных пространств исторического поселения складывается на основе реального и потенциального взаимодействия Истории, Природы и Общества и определяется типом их отношений с Человеком – Адресатом» [2].

Культурно-ландшафтный подход к сохранению наследия

Проанализированные объекты – Нижегородский Кремль, Волжский склон с Александровским садом, Чкаловская лестница формируют панораму Нижнего Новгорода с реки, складываясь в культурный ландшафт. Культурные ландшафты – объекты культурного наследия, представляющие собой «совместные творения человека и природы» [5].

Во всем мире внимание начинает уделяться им как особому типу наследия, включающему взаимодействие, взаимопроникновение и взаимозависимость природных и культурных компонентов, с начала 1990 годов. Выдающаяся универсальная ценность культурных ландшафтов возникает не из их культурных или природных качеств, оцениваемых по отдельности, а на основании взаимоотношений между культурой и природой.

Культурно-ландшафтный подход к сохранению наследия, в основе которого лежит понимание системного характера наследия и, соответственно, необходимости привлечения к изучению наследия различных дисциплин, был предложен Ю. А. Вединым [6]. В качестве основных признаков наследия в рамках культурно-ландшафтного подхода он выделяет такие признаки, как подлинность, целостность, историческая репрезентативность, документальность и востребованность. При этом «Целостность определяется не только визуальными связями, но и смысловым наполнением, оно определяется не только через рассмотрение пейзажей с одной или пяти визуальных точек, но через возможность во время прогулки увидеть места, связанные с историей этого места» [7].

Культурные ландшафты подразделяются на три основные категории: ландшафты, сознательно задуманные и исполненные человеком; органически развившиеся ландшафты; ассоциативные ландшафты.

Культурный ландшафт Нижнего Новгорода, который панорамно просматривается с Волги и акцентом которого являются именно объекты данной статьи, уникален в своей синтетической целостности тем, что одновременно может быть отнесен ко всем трем категориям.

А. Бергсон отмечал: «Оппозиция двух принципов во всяком дуализме разлагается на тройную противоположность непротяженного и протяженного, качества и количества, свободы и необходимости» [8]. Опираясь на данный посыл, выскажем мысль, что в случае, когда речь идет о культурном наследии, именно это третье качество позволяет природному и антропогенному вступать во взаимодействие, обеспечивая целостность историко-архитектурной среды.

Заключение

В заключение статьи на основе проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1. Каждый объект культурного наследия как часть целого включает в себя весь набор закономерных и особенных черт Старого Нижнего Новгорода, природных и антропогенных.

2. ОКН выступает как природно-антропогенный гибрид, в котором при-

сутствуют самобытные, неповторимые качества, воспринятые им от природного окружения.

3. Это указывает на то, что при общей методике выполнения проектов сохранения ОКН в каждом случае необходим особый индивидуальный подход, основанный на взаимосвязи разнородных факторов.

4. Наследие – системное образование, при работе с ним определяющим является комплексный подход, который позволяет рассматривать ОКН именно во взаимосвязи как целостную систему.

5. В случае, когда речь идет о сохранении ОКН, антропогенное (рукотворное) становится равным природному, подобно тому, как История равна в данном случае Природе в своей незыблемости, как некая точка отсчета.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Найденко, В. В. Великая Волга на рубеже тысячелетий. От экологического кризиса к устойчивому развитию : монография : в 2 томах / В. В. Найденко. Нижний Новгород: Промграфика, 2003. – 2 тома. – ISBN 5-901915-04-6 ; ISBN 5-901915-01-2. – Текст : непосредственный.

2. Гельфонд, А. Л. Эволюция общественных пространств исторического поселения (на примере Нижнего Новгорода) / А. Л. Гельфонд. – Текст : непосредственный // Вестник Волжского регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук : сборник научных трудов / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2014.– Выпуск 17. – С. 121–130.

3. Нижний Новгород : иллюстрированный каталог объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) федерального значения, расположенных на территории Нижнего Новгорода: в двух книгах. Книга 1 / [ответственный редактор А. Л. Гельфонд]. – Нижний Новгород, 2017. – 375 с. : ил.– (Объекты культурного наследия Нижегородской области). – 800-летию Нижнего Новгорода посвящается. – ISBN 978-5-906698-68-1. – Текст : непосредственный.

4. Гельфонд, А. Л. О проекте реставрации двух башен и прясел Нижегородского кремля / А. Л. Гельфонд, И. С. Соболь // Вестник Приволжского территориального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук : сборник научных трудов / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2018. – Выпуск 21. – С. 80–86.

5. Подготовка номинаций объектов всемирного наследия : Всемирное наследие : информационное руководство. – Второе издание. – Париж, 2011. – 282 с. – ISBN978-92-3-001029-4. – Текст : непосредственный.

6. Веденин, Ю. А. Культурно-ландшафтный подход к сохранению наследия / Ю. А. Веденин ; Российский научно-исследовательский институт культурного и природного наследия им. Д. С. Лихачева // Обсерватория культуры. – 2013. – № 1. – С. 66–73.

7. Веденин, Ю. А. Культурный ландшафт как объект наследия / Ю. А. Веденин. – URL: http://hraniteli-nasledia.com 23.08.2017. – Текст : электронный.

8. Бергсон, А. Материя и память / А. Бергсон. – URL: https://rbook.me/book/13339431/read/page/136/. – Текст : электронный.

GELFOND Anna Lasarevna, corresponding member of RAACS, doctor of architecture, professor, holder of the chair of architectural design

THE CONNECTION BETWEEN NATURAL AND ANTHROPOGENIC WHEN PRESERVING THE CULTURAL HERITAGE OF 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: arch@nngasu.ru
Key words: natural, anthropogenic, natural-anthropogenic, object of cultural heritage (OKN).

The article analyzes the relationship between natural and anthropogenic factors in the work on the preservation of cultural heritage of Nizhny Novgorod. The topic is revealed on the example of design and estimate documentation developed by scientists of NNGASU in 2017–2020 for the Nizhny Novgorod Kremlin and the Chkalovskaya staircase. The author describes the accepted methodology for implementing such projects, which is characterized by an integrated approach. In accordance with it, at each stage – preliminary work, comprehensive scientific research, preliminary design of restoration and adaptation, and the project - both the natural environment and the man-made work of architecture are simultaneously studied. The article is illustrated with drawings of Mikhail Dutsev that are published for the first time.

REFERENCES

1. Naydenko V. V. Velikaya Volga na rubezhe tysyacheletiy. Ot ekologicheskogo krizisa k ustoychivomu razvitiyu [The Great Volga at the turn of the Millennium. From environmental crisis to sustainable development] : monografiya : v 2 t. Nizhniy Novgorod: Promgrafika, 2003. – ISBN 5-901915-04-6 ; ISBN 5-901915-01-2.
2. Gelfond A. L. Evolyutsiya obschestvennykh prostranstv istoricheskogo poseleniya (na primere Nizhnego Novgoroda) [Evolution of public spaces of a historical settlement (on the example of Nizhny Novgorod)] / Vestnik VRO RAASN: sb. nauch. tr. / Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2014. Vyp. 17. P. 121-130.
3. Nizhniy Novgorod. Illyustrirovanny katalog obektov kulturnogo naslediya (pamyatnikov istorii i kultury) federalnogo znacheniya, raspolozhennykh na territorii Nizhnego Novgoroda [Nizhny Novgorod. Illustrated catalog of cultural heritage sites (historical and cultural monuments) of Federal significance located on the territory of Nizhny Novgorod] : v dvukh knigakh. Kniga 1/ [otv. red. A. L. Gelfond]. – Nizhny Novgorod, 2017. – 375 p. :il. (Obekty kulturnogo naslediya Nizhegorodskoy oblasti). – 800-letiyu Nizhnego Novgoroda posvyaschaetsya. – ISBN 978-5-906698-68-1.
4. Gelfond A. L., Sobol I. S. O proekte restavratsii dvukh bashen i pryasel Nizhegorodskogo kremlya [About the project of restoration of two towers of the Nizhny Novgorod Kremlin] / Vestnik PTO RAASN: sb. nauch. tr. / Nizhegor. gos. arkhit.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2018. Vyp. 21. P. 80-86.
5. Podgotovka nominatsiy obektov vsemirnogo naslediya [Preparation of nominations for world heritage sites]. Vsemirnoe nasledie. Informatsionnoe rukovodstvo. Vtoroe izdanie. Paris, 2011. 282 p. – ISBN978-92-3-001029-4.
6. Vedenin Yu. A. Kulturno-landshaftny podkhod k sokhraneniyu naslediya [Cultural and landscape approach to heritage preservation]/ Rossiyskiy nauchno-issledovatelskiy institute kulturnogo i prirodnogo naslediya im. D. S. Likhachyova. Observatoriya kultury. 2013. № 1. P. 66–73.
7. Vedenin Yu.A. Kulturny landshaft kak obekt naslediya [Cultural landscape as a heritage site]/ URL: http://hraniteli-nasledia.com 23.08.2017.
8. Bergson A. Materiya i pamyat [Matière et mémoire] / URL: https://rbook.me/book/13339431/read/page/136/.

© А. Л. Гельфонд, 2020
Получено: 03.10.2020 г.

УДК 72.01

Г. Ф. ГОРШКОВА, д-р архитектуры, проф. кафедры архитектурного проектирования

ВЕРТИКАЛЬНАЯ ДЕТЕРМИНАЦИЯ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83; эл. почта: arch@nngasu.ru
Ключевые слова: человек и жизненное пространство; вертикальная система архитектурного пространства.

На графической модели структуры проекционного пространства показана иерархическая система взаимосвязанности человека и архитектуры в обустройстве жизненного пространства. Вертикальная направленность в построении тела самого человека отражается в объективно-субъективном влиянии пространственной иерархии на построение зданий и помещений.

Человек и архитектурное пространство находятся в объективно-субъективных отношениях между собой. Форма тела человека подчиняется структурному построению вдоль вертикали как доминантной направленности трехмерного жизненного пространства на Земле. Вертикаль изначально определяет смысловую иерархию человеческого существа, как это принято в современном бытийном сознании человечества, «по образу и подобию», «от земного – к небесному».

В теории архитектуры многими авторами признается, что «вертикаль – основная ось человеческого тела. Вертикаль является основным внешним признаком человека, который отличает его с точки зрения его внешнего вида от животных» [1, с. 27]. Исторически уже осознано, что вертикально стоящий камень – менгир – осмысливается произведением природы, с другой стороны, творчество человека в менгире состоит в том, что человек выбранный им в природе камень поставил вертикально. Этот момент, по мнению историка архитектуры, является решающим, ибо «понять смысл вертикальной композиции менгира – значит объяснить менгир как архитектурно-художественный образ» [1, с. 27].

В архитектуре человек, уже по своему образу и подобию, создает свою новую идеальную природу. Утверждается, что в идеальном архитектурном объекте «должен быть *цельный организм*, где каждая часть лежит в наиболее удобном месте из всех возможных мест! Как в организме человека» [2, с. 189]. При этом «вертикаль в архитектуре необходима для расширения кругозора. Она поможет все мелкие детали работы наблюдать с высоты – они станут виднее и понятнее» [2, с. 190].

Синтез идеальности и материальности предопределяется природной двойственностью земного пространства: это место соединения двух вертикальных потоков – информационных и энергетических, в пересечении которых осуществляется актуализация и материализация всех жизненных процессов. Современные знания и представления позволяют совместить естественнонаучные и геометрические сведения о феномене жизненного пространства и описать структурную модель [3] архитектурного пространства графическим языком как объективную, т. е. проявленную в свете, проекцию идеального мира в мир материальный.

Тело человека исторически служило ему инструментом измерения освоенно-

го пространства. Время и человек особенно заметно взаимодействуют в моменты, когда качественно изменяется пространственное осознание и восприятие человеком самого себя. Как показывает историческая память, эти временные изменения синхронно закрепляются в графических рисунках изображений человека. Так, например, поиски гармонизированного построения человеческого тела были выработаны и закреплены в каноне рисунка, зафиксированного в анналах [4, с. 15] Санкт-Петербургской Академии художеств, созданной в XVIII веке в России. Они дают возможность наглядно увидеть общие закономерности гармонизации в структурном построении тела человека и его индивидуального трехмерного пространства в их единстве и целостности.

Включение человеческой фигуры в геометрическую модель проекционного пространства (рис. 1 цв. вклейки) иллюстрирует иерархическую объективно-субъективную согласованность формообразования человека и его жизненного пространства вдоль вертикальной оси, неразрывность их пространственного взаимодействия. Чертежная проекция как изображение пространственной фигуры на плоскости фиксирует вертикальное распределение белого света на частные горизонтальные цветные уровни. Наряду с перпендикулярными прямолинейными связями при пересечении горизонтальных и вертикальных линий в структурной проекции участвуют окружности, символизирующие небесные сферы, усложняющие геометрическую определенность трехмерного пространства. При этом цветные уровни (в диапазоне от фиолетового до красного), охватывая верхнюю часть тела, составляют *экзистенциальную*, т. е. внутреннюю содержательную часть, связанную с бытийным существованием человека. Все вместе они активируют верхнюю часть построения, в которой происходит работа человеческого сознания, связанная с внутренним переживанием жизненного пространства. Нижняя часть пространства обеспечивает механику движения и перемещения тела.

Взаимодействие цветовых уровней по вертикали в многоэтажном здании создает иную комбинацию функционального содержания каждого из помещений. Здесь следует проследить понятийную последовательность на протяжении архитектурной истории в постановке вопроса: *что есть здание*?

Теоретику и практику эпохи Возрождения Альберти принадлежат слова, что здание «есть *своего рода тело*, которое, как и другие тела, состоит из очертаний и материи, причем первые создаются умом, а вторая берется из природы. Для первых нужны ум и мысль, для второй – подготовка и выбор» [5, с. 528]. Прагматичный XX век определил здание как постройку с внутренними помещениями, предназначенное для жилья, культурно-бытовых или производственных целей. В различной учебной литературе здания рассматривались как объекты архитектуры и градостроительства, предназначенные для осуществления в них *многообразных жизненных процессов*, и они реализуют свое назначение в эффективности этих процессов.

Таким образом, наблюдается постоянное во времени переосмысление роли и места архитектурного объекта, называемого зданием или сооружением. Теперь для определения здания все чаще применяется расширенное понятие – *объект архитектурно-пространственной среды*, *созданной человеком для своей жизнедеятельности*. Этот объект организован как многосложная пространственная система, в которой соучаствуют человек и его вертикальная направленность в освоении пространства. Такую органическую взаимосвязанность человека и архитектурного пространства можно наблюдать на примере здания (рис. 2 цв. вклейки) общественного назначения, ориентированного на функцию творческой деятельности

в области высшего образования. Здесь вертикальная последовательность внешне стандартных помещений обнаруживает закономерность распределения функциональных отношений между частями пространства учебного корпуса во внутреннем построении в целом относительно верха и низа (см. таблицу).

Вертикальная детерминация объективных и субъективных процессов учебного пространства

Номер этажа	Процессуальное содержание этажного уровня	Функциональное распределение многоэтажного пространства
10	Сферы духа и пространственного сознания	Технический этаж
9	Осознание земного пространства	Кафедра архитектурного проектирования Кафедра дизайна архитектурной среды
8	Знание и выражение мыслеобразов	Кафедра промышленного дизайна Кафедра рисунка и живописи
7	Равновесие логики и эмоций	Кафедра истории архитектуры и основ архитектурного проектирования
6	Гармонизация силы и направленности желания	Кафедра дизайн-проектирования и изобразительных искусств
5	Подсознательная сила формообразования земли	Кафедра ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства
4	Регистрация и консервация информации	Деканат ФАиД
3	Кодирование и согласование пространственной информации и логики	Кафедра информатизации, геодезии и кадастра
2	Синхронизация и рефлексия событийной логики	Выставочный зал, конференц-зал
1	Актуальное распределение силы движения	Вестибюль

В прошлом веке появились исследовательские работы [6] не только архитекторов в пограничной области между психологией и проектированием, чтобы ответить на основной вопрос: как проектировать пространство, какой должна быть среда обитания человека? Здесь можно сослаться на высказывание известного политического и государственного деятеля У. Черчилля: «Вначале мы формируем наши здания, а затем наши здания формируют нас» [6, с. 182].

В современной методологической разработке профессионального сознания архитектора подчеркивается, что «человеческий фактор», включенный в архитектурный объект, выступает для исследователя особым «живым инструментом» измерения объекта, то есть пространства, и себя самого, и деятельности, в которую он включен как элемент объекта [7, с. 70]. Особый вклад архитектурной деятельности состоит в управлении человеческим пространственным поведением, в организации и упорядочении процессов жизнедеятельности людей, одухотворении жизненных функций человека. Поэтому пространство как центральная проблема архитектуры рассматривается через движение человека и его деятельность в пространственной среде, которая может возвеличивать и подавлять, успокаивать и волновать, радовать и огорчать. Художественная сторона интерьера помещения как изолированного пространства «проявляет себя, прежде всего, во взаимодействии архитектуры и духовного мира человека»[8, с. 180].

К СТАТЬЕ Г. Ф. ГОРШКОВОЙ «ВЕРТИКАЛЬНАЯ ДЕТЕРМИНАЦИЯ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА»

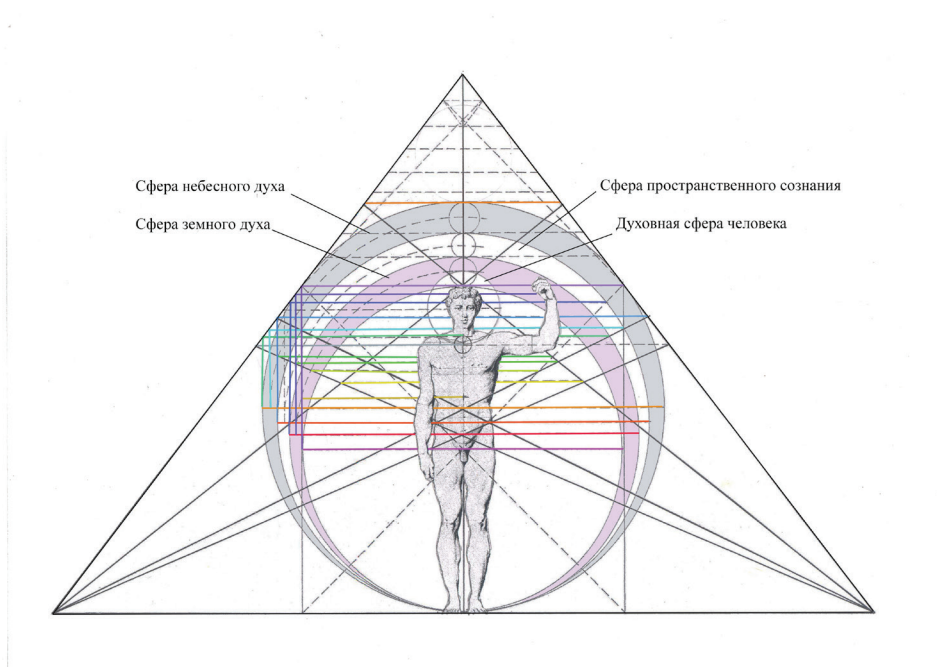


Рис. 1. Иерархическая структура жизненного пространства человека

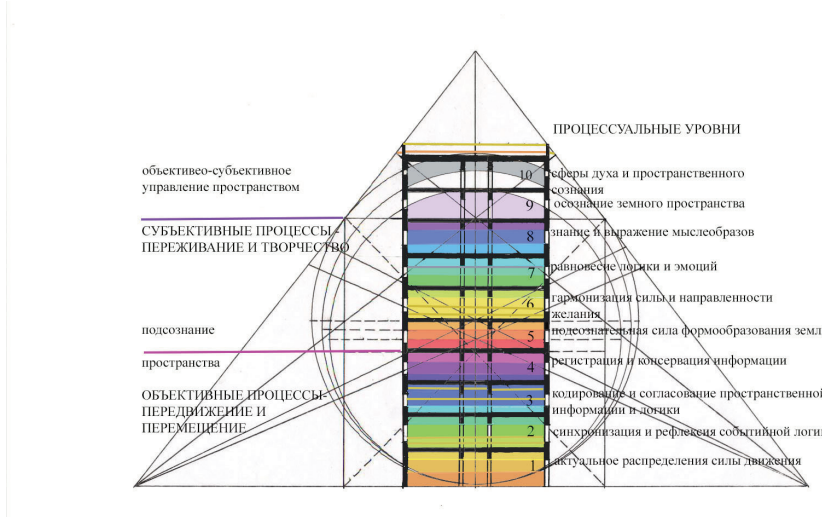
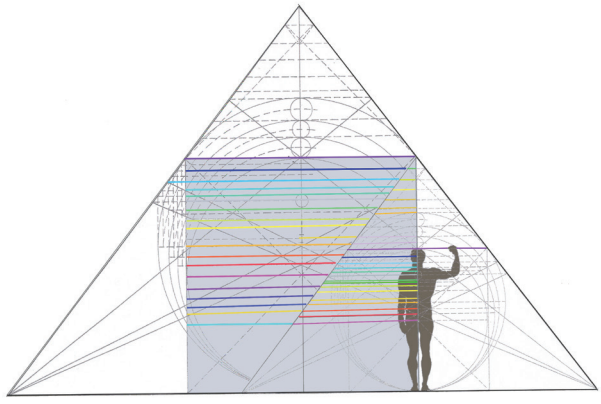
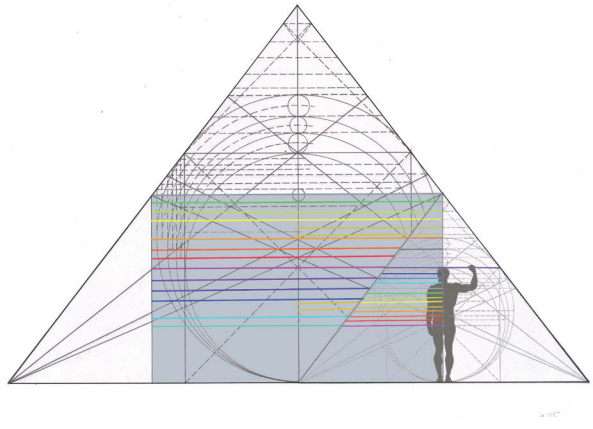


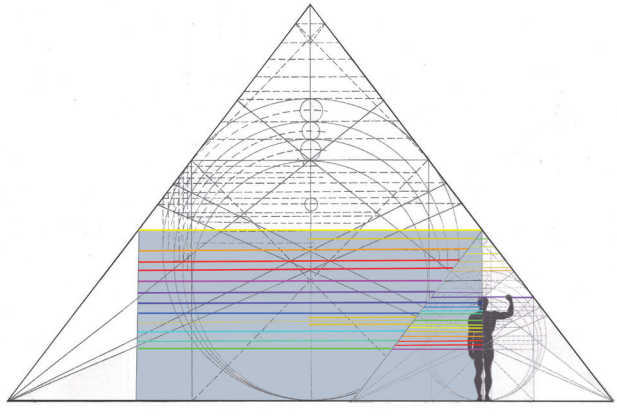
Рис. 2. Иерархия функционального пространства в многоэтажном здании (на примере учебного корпуса факультета архитектуры и дизайна ННГАСУ)



а



б



в

Рис. 3. Схемы пространственного взаимодействия человека с жилым помещением: *а* – (L/H = 1); *б* – (L/H = 1,5); *в* – (L/H = 2)

Особая часть пространственной психологии – энвироника – была в свое время определена как научное направление, изучающее связи между человеческим поведением и физической средой [9]. При этом признано, что люди не просто реагируют на окружающую их среду, а взаимодействуют с ней. Такая связь имеет три ясно различимых аспекта: 1) окружающая среда налагает определенные *ограничения на человеческое* поведение; 2) окружающая среда оказывает отчетливое и широкое *влияние на поведение людей и далее на их личность*; 3) окружающая среда способна вызывать а*ффективные реакции* на определенные свойства окружающей среды – реакции приближения либо избегания, приспособительное поведение.

О современной архитектуре все чаще принято говорить не только в терминах внешнего, т. е. визуального воздействия пространственной среды на человека. Однако наиболее ощутимое, но менее заметное воздействие на людей лежит в сфере организации архитектурного пространства как некой невидимой *«пустоты», «вместилища»* [10, с. 58]. Это положение требуется для обеспечения комфорта и оптимизации процессов жизнедеятельности человека в этом вместилище.

Самым распространенным видом пространственного вместилища является жилище человека. Как признано в исследованиях по психологии жизненного пространства, в жилище мы раскрываем свое Я, оно является продолжением наших интересов, поддерживая нашу индивидуальность и неповторимость. Как некое изолированное место, предназначенное для бытия, жилая среда предполагает четкие, зафиксированные внешние пространственные границы. В свою очередь, жилые помещения своими размерами и пропорциями отражают актуальные нормативы и стандарты – функциональные и социальные, которые соответствуют общественным потребностям.

При построении структуры жилого пространства в прошлом веке установился определенный социальный конформизм, социальная униформа как средства, символизирующие порядок в отношениях человека с миром. Были разработаны рациональные площади и унифицированные размеры жилых комнат, совмещающие как потребительское качество индивидуальной жилой среды, так и общепринятые параметры строительных технологий. Так, например, размеры и пропорции жилых комнат в многоквартирных домах в итоге зафиксировали 3-метровую высоту этажа и геометрические конфигурации (в планах, разрезах) в пределах от 1 до 2 квадратов. Такая распространенная параметрическая формула жилого помещения позволяет более внимательно рассмотреть вопрос: как и насколько эти геометрические параметры помещения и индивидуального пространства человека взаимосвязаны между собой. Для рассмотрения вопроса используется профильная проекция стандартной жилой комнаты. Будучи вписанной в модельную проекцию структурированного пространства, профильная конфигурация комнаты в одном масштабе с фигурой человека, объясняет программу их пространственного согласования (рис. 3 цв. вклейки).

Понятие «проекция» согласуется по исходному значению с латинским языком как изобразительная фигура на плоскости (чертежная линия, рисунок, очертание предметов), она отражает пространственные формы на плоскости. С информационной точки зрения графическая проекция как разъяснение, изложение представляет совокупность каких-либо сведений, знаний о пространстве. Таким образом, можно считать, что представленная геометрическая модель структурированного пространства есть проекция виртуального мира в мир материальный для проявления, оформления и овеществления содержательной информации.

Прочтение графической информации, изложенной в рис. 3, позволяет увидеть

три варианта объективного взаимодействия между собственным пространством человека (ПЧ) и пространством жилого помещения (ПП). Все три варианта иллюстрируют, во-первых, зависимость параметров каждого линейно очерченного контура помещения от его местоположения относительно вертикальной оси проекционного пространства. Во-вторых, в каждом из вариантов можно проследить, какие именно высотные уровни жилого помещения и уровни личного пространства человека совпадают и, следовательно, активно взаимодействуют. Особое значение придается уровню пространственного подсознания (розовый цвет), на котором происходит качественное пересечение двух пространственных систем объективно-субъективного взаимодействия человека и помещения.

Известно, что общепринятые линейные параметры в планах стандартных жилых комнат, как правило, укладываются в отношения 1-2 квадратов. Рассматривая те же комнаты (рис. 3 цв. вклейки) в профильном сечении в отношении их длины (L) к высоте (H), получаем иллюстрацию трех случаев взаимодействия жилых помещений, влияния их пространства на личное пространство человека.

Рис. 3*а* (цв. вклейки) иллюстрирует жилую комнату с профильным отношением $L/H = 1$. Экзистенциальная (цветная) шкала пространственного сознания человека совпадает с пространственной сферой помещения в диапазоне между желтым уровнем, управляющим пространственным сознанием, и голубым уровнем, управляющим матрицей пространственного движения. При этом подсознание жилого помещения совпадает, т. е. взаимодействует и тем самым определяет логический уровень сознания человека.

Рис. 3*б* (цв. вклейки) иллюстрирует профильные отношения в жилой комнате с $L/H = 1{,}5$. Здесь, наоборот, уровень пространственной логики движения в помещении совпадает и взаимодействует с уровнем подсознания человека. При этом уровень сферы человеческого сознания связан с центром пространственного сознания жилого помещения, а человек своим познавательным уровнем связан с подсознанием этого помещения.

Рис. 3*в* (цв. вклейки) с профильным отношением помещения $L/H = 2$ показывает совместимость двух уровней: подсознания жилого помещения с духовной сферой земного пространства. При этом подсознательный уровень человека совмещен с рефлекторным уровнем пространственного движения.

Все выше рассмотренные иллюстрации могут служить доказательством логического правдоподобия, высказанного исследователями пространственной психологии: «История жилища показывает, что в самом начале человек стремился, укрывшись от внешнего мира, с одной стороны, удержать с ним связь, а с другой – выстроить защиту от враждебных сил. Для него важно было находиться в контакте с силами, создающими позитивную энергию. Дом был как бы уже личным пространством, продолжением «Я», и это было началом слитности с природой, освобождения от синкретичности. Но, еще находясь во власти природы, человек выстраивал жилье по законам соответствия его представлениям о космогонии» [6, с. 188].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брунов, Н. И. Очерки по истории архитектуры. / Н. И. Брунов. – Москва: Центрополиграф, 2003. – Том 1. – 396 с. : ил. – ISBN 5-9524-0111-2. – Текст : непосредственный.

2. Буров, А. К. Андрей Константинович Буров : Письма. Дневники. Беседы с аспирантами. Суждения современников / А. К. Буров ; составление, вступительная статья и при-

мечания Р. Г. Буровой, О. И. Ржехиной. – Москва : Искусство, 1980. – 400с. : ил. – Текст : непосредственный.

3. Горшкова, Г.Ф. Геометрическая структура архитектурного пространства / Г. Ф. Горшкова ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2007. – 244 с. : ил. – ISBN 978-5-87941-500-1. –Текст : непосредственный.

4. Учебный рисунок в Академии художеств : альбом / автор-составитель Д. А. Сафаралиева ; научный редактор СССР Б. С. Угаров. – Москва: Изобразительное искусство, 1990. –159 с. : ил. – Текст : непосредственный.

5. Лосев, А. Ф. Эстетика Возрождения / А. Ф. Лосев. – Москва : Мысль, 1978.– 623 с. : ил.– Текст : непосредственный.

6. Штейнбах, Х. Э. Психология жизненного пространства / Х. Э. Штейнбах, В. И. Еленский.– Санкт-Петербург: Речь, 2004. – 239 с. – ISBN: 5-9268-0273-3. – Текст : непосредственный.

7. Савченко, М. Р. Архитектура как наука: методология прикладного исследования / М. Р. Савченко. – Москва: Едиториал УРСС, 2004. – 320 с. – ISBN: 5-354-00845-X. – Текст : непосредственный.

8. Новикова, Е. Б. Интерьер общественных зданий: Художественные проблемы / Е. Б. Новикова. – Москва : Стройиздат, 1991. – 368 с. : ил. – Текст : непосредственный.

9. Зоколей, С. В. Архитектурное проектирование, эксплуатация объектов, их связь с окружающей средой / С. В. Зоколей; перевод с английского М. В. Никольского ; под редакцией В. Г. Бердичевского, Б. Ю. Бранденбурга. – Москва : Стройиздат, 1984. – 670 с. : ил.– Текст : непосредственный.

10. Шубенков, М. В. Структурные закономерности архитектурного формообразования : учебное пособие/ М. В. Шубенков. – Москва : Архитектура-С, 2006. – 320 с. : ил.– ISBN 5-9647-0105-1. – Текст : непосредственный.

GORSHKOVA Galina Fyodorovna, doctor of architecture, professor of the chair of architectural design

VERTICAL DETERMINATION OF ARCHITECTURAL 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: arch@nngasu.ru
Key words: man end vital space; vertical system of architectural space.

On a graphic model of the structure of projective space, a hierarchical system of coherence of a person and architecture in arrangement of vital space is shown. The vertical orientation in the form of the person's body is reflected in objective and subjective influence of the spatial hierarchy on creation of buildings and rooms.

REFERENCES

1. Brunov N. I. Ocherki po istorii arkhitektury [Sketches on architecture history]. Moscow: Tsentropoligraf. 2003. V.1. – 396 p. : il. – ISBN 5-9524-0111-2.

2. Burov A. K. Andrey Konstantinovich Burov : Pisma. Dnevniki. Besedy s aspirantami. Suzhdeniya sovremennikov [Andrey Konstantinovich Burov: Letters. Diaries. Conversations with graduate students. Judgments of contemporaries]; sost., vstup. st. i primech. R. G. Burovoy, O. I. Rzhekhinoy. – Moscow : Iskusstvo. 1980. – 400 p. : il.

3. Gorshkova G. F. Geometricheskaya struktura arkhitekturnogo prostranstva [Geometric structure of architectural space]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod:

NNGASU. 2007. – 244 p.: il. ISBN 978-5-87941-500-1.

4. Uchebny risunok v Akademii khudozhestv [Educational drawing in Academy of Arts]: albom / avtor-sost. D. A. Safaralieva ; nauch. red. SSSR B. S. Ugarov. – Moscow: Izobr. iskusstvo. 1990, 159 p. : il.

5. Losev A. F. Estetika Vozrozhdeniya [Esthetics of Renaissance] – Moscow: Mysl. 1978. 623 p.: il.

6. Shteynbakh. Kh. E., Elenskiy V. I. Psikhologiya zhiznennogo prostranstva [Psychology of vital space] – Saint-Petersburg: Rech. 2004, 239 p. – ISBN: 5-354-00845-X.

7. Savchenko M. R. Arkhitektura kak nauka: metodologiya prikladnogo issledovaniya [Architecture as science: methodology of applied research] – Moscow: Editorial URSS. 2004, 320 p. – ISBN: 5-354-00845-X.

8. Novikova E. B. Interer obschestvennykh zdaniy: Khudozhestvennye problemy [Interior of public buildings: Art problems] – Moscow : Stroyizdat. 1991. – 368 p. : il.

9. Zokoley S. V. Arkhitekturnoe proektirovanie, ekspluatatsiya obektov, ikh svyaz s okruzhayuschey sredoy [Architectural design, operation of objects, their communication with environment]; per. s angl. M. V. Nikolskogo ; pod red. V. G. Berdichevskogo. B. Yu. Brandenburga. – Moscow : Stroyizdat. 1984, 670 p. : il.

10. Shubenkov M. V. Strukturnye zakonomernosti arkhitekturnogo formoobrazovaniya [Structural regularities of architectural shaping]: ucheb. posobie. – Moscow: Arkhitektura-S. 2006, 320 p.: il. ISBN 5-9647-0105-1.

© Г. Ф. Горшкова, 2020
Получено: 21.09.2020 г.

УДК 72.036

А. А. ХУДИН, канд. архитектуры, доц. кафедры архитектурного проектирования

ОСНОВНЫЕ КРИТИЧЕСКИЕ ПОЗИЦИИ В ОТНОШЕНИИ ПОСТМОДЕРНИЗМА

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: постмодернизм, архитектура, стиль, теория архитектуры, история архитектуры.

Представлена попытка анализа критических положений различных теоретиков в отношении сложного стилистического явления в архитектуре конца XX – начала XX1 вв. – постмодернизма, который вступил в свою завершающую фазу развития, но продолжает свое параллельное сосуществование с другими стилями. Выявлены пятнадцать позиций, обозначающих характерные черты постмодернизма, по которым даются авторские комментарии и обоснования.

Длительная полемика теоретиков архитектуры вокруг постмодернизма в архитектуре до сих пор не привела к единому консенсусу в отношении этого феномена. Факт двойственности стиля «постмодернизм» в архитектуре, нахождение его в поле пересечения множественных противоречивых векторов культурной динамики конца XX века, бытие в режиме двойственностей и противоречий порождает множество вопросов относительно его статуса, легитимности, значимости.

Эта проблематика обсуждалась в теоретических трудах зарубежных историков, теоретиков, философов, архитекторов и культурологов как актуальная с 1950-х до 1990-х годов, порождая множество противоречивых взглядов на этот феномен, что приводит нас к необходимости выявить основные **критические** позиции, направленные против исследуемого стиля, без которых рассмотрение теории постмодернизма в архитектуре невозможно.

Проблему, связанную со статусом исследуемого стиля, затронул в своей статье «Арх-Искусство: архитектура как предмет для обсуждения» американский архитектор Джеймс Вайнс (*James Wines*) (1932): «Ни для кого не секрет, что постмодернизм приобрел незаслуженно плохое имя в некоторых архитектурных кругах … архитектурная критика в 1980-х выбрала своей целью примеры с декоративной избыточностью, поп-культурным пародированием, анахроничными цитатами из прошлого …., сделав постмодернизм жертвой желтой прессы, которая прицепилась к некоторым его поверхностным и гиперболизированным проявлениям, таким как архитектура Вегаса, Диснея и т. п. …. на самом же деле постмодернизм в искусстве и дизайне был вдохновлен восстанием против авторитарных концепций модернизма и направлен в сторону меньшего догматизма» [1]. Широко распространенным в научной литературе, посвященной исследуемому нами предмету, является ряд заблуждений, тиражируемых из книги в книгу, из статьи в статью, иногда с 1970-х годов по настоящее время. Некоторые из них представляют научный интерес и заслуживают комментариев.

Первым из них стоит упомянуть заблуждение, формулируемое как стремление постмодерна к **«усложнению ради усложнения»**. Подлинным источником «сложности» и «противоречий» в архитектуре постмодерна служит специфика времени, при которой актуальной реальностью становится смешение культур, исчезновение границ между ними, а, следовательно, следовательно, полистилизм. Прием смешения выступает не как желание продемонстрировать возможность соединения всего со всем, но как реакция на возникающие связи между сложносочетаемыми явлениями. Первичным является возникновение «сложности» в среде, застройке, соседстве объектов, и лишь потом, в качестве реакции возникает постмодернистское решение согласно методам гибридизации, адхока (*adhoc*), коллажа, контекстуального вписывания. Но не постмодернизм ставит сложные задачи, а он дает сложные ответы на уже сложившиеся вопросы.

Вторым из них стоит привести заблуждение в том, что постмодерном именуют **множество несовместимых явлений,** между которыми не находятся общие знаменатели. Эта позиция проистекает из ранних оценочных трудов, посвященных первым годам его становления, когда определение кванторов общности (условий верных для множества) было затруднено, либо в принципе невозможно в виду неразвитости явления и невозможности увидеть его границы. Обычно это приводило теоретиков или к расплывчатым дифинициям (определениям), либо к отказу от определения в принципе. Но на стадии зрелости явления, эта практика прекратила свое существование. С другой стороны, усложнение мировых процессов, ускорение их протекания, необходимость вступать в контакт с постоянно изменяющимися условиями, событиями, их множественными оценками и интерпретациями, приводит к тому, что постмодернизм становится гибким, пластичным и «сложным» в плане инклюзивности (включенности), приводящей к многосоставности, способности к ассимиляции множеств. За пестрым разнообразием стилистических течений постмодернизма легко выявляются и вычленяются общие, сущностные категории, представляющие костяк и внутреннее единство стиля, определенное

благодаря произведенному историографическому анализу. Нам представляется точным в этом отношении, мнение немецкого философа, представителя постмодернизма Вольфганга Вельша (*Wolfgang Welsch*) (1946): «Если отвлечься от неглубокой полемики и поверхностных выводов и обратить внимание на несущие структуры, то поле постмодерна оказывается на удивление гомогенным, однородным. Форсированный плюрализм, воспринимаемый не как обременительная уступка, а рассматриваемый и активно реализуемый, как положительная задача, составляет сущность постмодерных явлений и устремлений» [2, с.109–136].

Третьим заблуждением является то, что термин постмодернизм **не обладает точными границами** и его можно эксплуатировать достаточно вольно. Это заблуждение проистекает из либеральности представителей течения и их значительной разнице во внешних проявлениях. В результате историографического анализа можно увидеть высокий уровень научного консенсуса, формирующего ясную парадигму. На развитие этого мнения повлиял отказ от строгих дефиниций и программности, присущей предшествующему модернизму. Большинство теоретиков отказываются от категорического и однозначного самопозиционирования.

Четвертое заблуждение состоит в том, что постмодернизм означает **вседозволенность.** Эта идея восходит к критике со стороны модернистов. Постмодернизм – явление консервативное, и не означает «освобождения от всего», но лишь освобождение от границ, рамок и догматов модернизма.

Пятое заблуждение – в том, что постмодернистская теория являет собой пример **«обскурантизма»** (означает враждебность по отношению к просвещению, науке и прогрессу). Это мнение проистекает из-за специфичности постструктуралисткой философии, которая отличается по своей форме и методологии от привычной философии периода модерна. Большая часть теоретиков применяют в своих трудах приемы игры, неожиданной смены взгляда, иронии, размытия границ, отказа от точных определений, вводят новые многозначные понятия, предлагают неожиданные и оригинальные переосмысления привычных категорий, вступают в многоуровневый полилогический диспут с другими теоретиками, что в сумме затрудняет быстрое и полное понимание излагаемых теорий. Причина подобного концептуализирования также кроется в проблеме усложнения многих ветвей современной науки, которые влияют на философские концепции, и их быстрая смена вследствие интенсивного прогресса.

Шестым заблуждением является то, что постмодернизм якобы обладает признаками **контркультурности** (отрицающей ценности доминирующей культуры). В основном такая позиция также восходит к критике со стороны модернизма, либо сторонников антизападных идеологий. Часто отрицание наличия в нем гуманистических идеалов и отнесение стиля к разложению и деградации «загнивающего запада» проистекал из политической ангажированности теоретиков, либо это возникало как следствие отсутствия доступа к базовым теоретическим трудам по изучаемому вопросу. Сюда же относится проблема неверного отнесения к постмодернизму множества действительных контркультурных, нео-авангардных течений, противоречащих сути постмодернизма, и существующих одновременно с ним, но параллельно.

Седьмым заблуждением является отнесение постмодернизма к **«низкой культуре» (массовой)**, что проистекает чаще всего из указанной ранее причины идеологического противостояния с идеалами и установками демократии. В качестве примеров оппонентами приводятся примеры грубого, дешевого, непрофессионального, китчевого искусства, которое в принципе существует всегда и внутри

любого стиля как своеобразное «дно», через которое невозможно определять все явление. Развитие поп-арта в США выводится критиками на первый план и исходя из этого, формируется критическая, уничижительная позиция. В нашем исследовании мы сознательно выводим подобные явления за рамки научных изысканий, ввиду их вторичности и не критичности для понимания рассматриваемого феномена. Парадоксальным является тот факт, что можно встретить прямо противоположные направления критики, так например, американский философ японского происхождения Фрэнсис Фукуяма (*Francis Fukuyama*)(1952) полагает, что постмодернизм не является всеохватывающим явлением и элитарен: «Постмодернизм начинается с отрицания возможности какого-либо господствующего нарратива в истории или в обществе, что подрывает его собственный авторитет как рупора большинства, ощущающего предательство элит» [3]. Подобные противоположные оценки можно объяснить только сведением фокуса внимания авторов к строго определенным, выгодным им теориям, фрагментам явления постмодернизма.

Восьмым заблуждением является утверждение о **некорректности наименования стиля**, ввиду кажущейся «несамостоятельности» и двусмысленности, привязывающей его к предыдущему стилю через приставку означающую противостояние. Важно отметить, что это наименование укладывается в специфическую логику последовательности трех парадигм пре-модерна, модерна и пост-модерна, в которой прокладывается определенная граница-экватор именно через вторую компоненту из трех, что никоим образом не принижает ценности и самостоятельности двух других. Это наименование – собственное, выработанное, продуманное, обоснованное и глубоко завязано на философию «конца времени», после которой любые явления именуются через приставку «пост» (пост-индустриальность, пост-история, пост-модернизм, пост-человек и т. д.).

Девятым заблуждением выступает идея о **«негуманности постмодерна»**, что восходит к утверждениям носителей данной идеологии, поставивших под сомнение моральные нормы модерна. Самоопределение в виде отказа от идей гуманизма не подразумевает ничего революционного и категорически деструктивного, это лишь запрос на формирование новых моральных правил, а именно демократической этики взамен тоталитарной. В этом смысле можно говорить о «пост-гуманизме» как «новом гуманизме».

По сути, эту проблематику можно свести к идеям «конца искусства», сформулированным, к примеру, немецкого философа Т. Адорно (*Theodor Adorno*), утверждавшего, что после Холокоста искусства быть не может. Разочарование, дезориентация, пессимизм, охватившие философов Западных стран после Второй мировой войны, привели к скепсису в отношении истории всего человечества и поиска новых форм гуманизма: «Наиболее углубленные мыслители двадцатого столетия нападали на самую мысль о том, что история есть процесс логически последовательный и познаваемый…. Мы, жители Запада, выработали у себя глубокий пессимизм относительно возможности общего прогресса демократических институтов. Этот пессимизм не случаен, но порожден поистине страшными политическими событиями первой половины двадцатого века – две разрушительные мировые войны, взлет тоталитарных идеологий и обращение науки против человека в виде ядерного оружия и разрушения окружающей среды» [4]. Эта ситуация напрямую отразилась и на архитектуре. Как пишет архитектор Дениз Скотт Браун (*Denise Scott Brown*)(1931): «эти идеи пришли от философов, которые считали, что не может быть невиновных после Холокоста, и призывали нас рассматривать вопрос о новом видении, для нового мира это была тема, которая привела худож-

ников к самоиронии и самоуничижению» [5]

Десятым заблуждением является мнение о чисто **американской принадлежности** стиля, рассмотрение его как экспансии культурных ценностей США на другие страны и чуждости подобных подходов другим культурам. Позиция при освобождении от политического обоснования определяется как несостоятельная. Одним из эффективных примеров существования стиля в рамках культуры далекой от культуры США – выступает Япония, с большим количеством зданий и сооружений в этой стилистике, и целым рядом ярких, всемирно признанных архитекторов в ней работающих – А. Исодзаки, К. Курокава, К. Танге, и др.

Одиннадцатое заблуждение – восприятие постмодернизма как **агрессивной пародии** на историю, с контркультурными целями. Ошибочность данного положения выявляется при знакомстве с основными теоретическими работами, не содержащими в себе соответствующей идеологии. Ирония постмодерна – это явление трагическое, проистекающее из уязвимости человека конца XX века перед возможными глобальными катастрофами, началом Третьей Мировой войны, что приводило к осознанию беззащитности человека культуры перед множеством факторов, и понимания, того, что искусство бессильно изменить природу человека и ликвидировать в нем его темную, деструктивную сущность.

Двенадцатое заблуждение – предположение **вторичности** и несамостоятельности стиля. Подобная постановка не корректна, ввиду того, что если рассматривать понятие стиля в терминах пре-модерна и брать «академическую» линию стилей античность-ренессанс-классицизм, то количество «заимствований» из прошлого будет в них столь большим, а практика их столь интенсивной, что по этой же логике прочим стилям также можно будет отказать в полной самостоятельности.

Тринадцатое заблуждение состоит в утверждении, что факт **множественности** мелких стилей и течений, с трудом сводимых к простому одному общему знаменателю, не позволяет проводить соединение их в единый стиль. Эта позиция разрушаема фактом того, что модернизм также был «зонтичным» явлением и содержал в себе множество контрастных и дифференцированных формаций. Это точно и ясно сформулировано в трудах Ф. Джеймисона, например: «Это означает, что должно было появиться столько же различных форм постмодерна, сколько и соответствующих форм высокого модерна, так как первые, по крайней мере, на начальной стадии, представляли собой локальные и специфичные противодействия этим моделям. Очевидно, что последнее нисколько не облегчает задачу описания постмодернизма как целостного феномена, поскольку единство этого нового импульса – если таковое существует – дано не в нем самом, но именно в тех типах модернизма, место которых он стремится занять» [6]

Четырнадцатое заблуждение, выражается в предположениях, что постмодернизм является **продолжением** модернизма. Постмодернизм – безусловно, наследник модернизма, правда, сохранение наследства происходит лишь по фактору технологий, общего «американского прагматизма», «следования моде» – от них не происходит отказа. По всем прочим позициям можно говорить о полярности, ввиду того, что почти все ценности предыдущего стиля были преобразованы, как до этого модернизм инвертировал эклектику. Японский архитектор К. Танге писал в 1960 году: «Однако, после второй мировой войны архитекторы во всем мире оказались перед лицом таких обстоятельств, которые заставили их пересмотреть свое прежнее понимание действительности, углубить и обогатить его….они убедились, в том, что не существует никакого универсального или интернационального человеческого существа, что каждый живет в своей собственной реальной

действительности» [7, с. 408].

Пятнадцатой популярной формой заблуждения можно полагать сомнения в том, возможно ли обнаружить т**емпоральные (временные) границы** явления. В связи с определением ранней границы исследуемого стиля есть лишь одно затруднение, связанное с предложенным итальянским ученым У. Эко (*Umberto Eco*) (1932–2016) расширением понятия до более широкого, без обязательной привязки к XX веку: «К сожалению, «постмодернизм» – термин годный а *tout faire* (когда угодно). У меня такое чувство, что в наше время все, употребляющие его, прибегают к нему всякий раз, когда хотят что-то похвалить. К тому же его настойчиво продвигают вглубь веков» [8]. Поскольку эта позиция не стала доминирующей и общепринятой мы закрываем эту проблему как не несущую высокого уровня актуальности и полагаем верной предлагаемую стандартную хронологию, относящую его начало к середине XX века. А что касается установления финальной, окончательной границы феномена, то она не может быть однозначно определена на данный момент, ввиду отсутствия достаточной исторической дистанции до настоящего момента, а, следовательно, возможности оценить все события, происходящие непосредственно сейчас. Условное завершение нашего исследования на Миллениуме может быть соотнесено с появлением новых архитектурных стилей (новейший модернизм, дигитальная архитектура, эко-архитектура и др.), и возникновением ряда теоретических работ с обозначением завершения этого этапа и стиля, сход на нет активной полемики вокруг постмодернизма, сменой самодиентификаций многими архитекторами за последние годы. Можно вспомнить ряд позиций приведенных в книге американского и российского писателя и архитектурного критика Владимира Зиновьевича Паперного, касающегося смены позиционирования некоторыми архитекторами за последние годы: «Стивен Холл, представитель другого поколения, вообще отметает идею как безнадежно устаревшую: «Почему я должен описывать свое творчество в терминах тридцатилетней давности? все эти утки давно умерли»…Постмодернизма в архитектуре больше нет. Он сыграл свою историческую роль, указав на очевидные противоречия модернизма, и сошел со сцены». «Постмодернизм это некая аберрация 80-х годов, – сказал Ричард Мейер в 2003 году, – его давно уже не существует». Наконец, так называемый «отец постмодернизма» Роберт Вентури, отрекся от этого титула прямо на обложке журнала *Architecture*14 в мае 2001 года: «Я не являюсь и никогда не был постмодернистом».

Но ввиду того, что парадигма постмодерна еще актуальна, работы в стилистике постмодернизма встречаются до сих пор, мы не можем поставить «точку» в конце, оставляя это для последующих исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Wines, James. Arch-Art: architecture as subject matte / James Wines. – Text : direct // Postmodernism: Style and Subversion, 1970–1990. – London (UK), 2011. – P. 164.

2. Вельш, В. Постмодерн. Генеалогия и значение одного спорного понятия / В. Вельш. – Текст : непосредственный // Путь. – Москва, 1992. – № 1. – С. 109–136.

3. Fukuyama, F. Future of history / F. Fukuyama. – Text : direct // Foreign Affairs. – Volume 91, № 1. – P. 53–61.

4. Фукуяма, Фрэнсис. Конец истории и последний человек / Фрэнсис Фукуяма ; перевод с английского М. Б. Левина. – Москва : АСТ, 2007. – 588 с. – ISBN 978-5-17-059140-4. – Текст : непосредственный.

5. Brown, Denise Scott. Our postmodernism. – Text : direct / Denise Scott Brown //

Postmodernism: Style and Subversion, 1970–1990. – London (UK), 2011. – P. 106.

6. Jameson, Frederick. Postmodernism and Consumer Society / Frederick Jameson. – Text : direct // Modernism/Postmodernism / ed. Peter Brooker. – New York, 1992. – P. 164.

7. Локтева, В. И. Кендзо Танге / В. И. Локтева ; перевод М. Д. Канчели. – Текст : непосредственный // Мастера архитектуры об архитектуре. – Москва, 1972. – С. 408.

8. Eco, Umberto. Postille al nome della rosa / Umberto Eco ; ed. Bompiani. – 1983. – Text : direct. (eng.trans. The Name of the Rose). – Harcourt, 1984, 84 p.

KHUDIN Aleksey Aleksandrovich, candidate of architecture, associate professor of the chair of architectural design

MAIN CRITICAL POSITIONS ABOUT POSTMODERNISM

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: postmodernism, architecture, style, theory of architecture, history of architecture.

An attempt is made to analyze the critical positions of various theorists regarding a complex stylistic phenomenon in architecture of the late XX – early XXI centuries – postmodernism, which has entered its final phase of development, but continues its parallel coexistence with other styles. Fifteen positions are identified that denote the characteristic features of postmodernism, on which the author's comments and justifications are given.

REFERENCES

1. Wines J. Arch-Art: architecture as subject matter // Postmodernism: Style and Subversion, 1970-1990. – London, UK. 2011. – P. 98.

2. Welsh V. Postmodern. Genealogiya i znachenie odnogo spornogo ponyatiya. [Postmodern. Genealogy and the meaning of one controversial concept] // Put [Way]. – Moscow, 1992, № 1, p. 109–136.

3. Fukuyama F. Future of history // Foreign Affairs, vol. 91, № 1. – P. 53-61.

4. Fukuyama F. Konets istorii i posledniy chelovek [The End of Story and The Last Man]; per. s angl. M. B. Levina. – Moscow: AST, 2007. – 588 p. – ISBN 978-5-17-059140-4.

5. Brown D. S. Our postmodernism // Postmodernism: Style and Subversion, 1970–1990. – London, UK, 2011. P. 106.

6. Jameson F. Postmodernism and Consumer Society. Modernism / Postmodernism / ed. Peter Brooker. – New York, 1992. P. 164.

7. Lokteva V.I. Kenzo Tange / perevod M. D. Kancheli // Mastera arkhitektury ob arkhitekture [Masters of architecture about architecture]. – Moscow, 1972. P. 408.

8. Eco U. Postille al nome della rosa / Umberto Eco, ed. Bompiani, 1983. (eng.trans. The Name of the Rose). – Harcourt, 1984, 84 p.

© А. А. Худин, 2020
Получено: 21.09.2020 г.

УДК 712.1+502

О. М. ПОЛЯКОВА, канд. биол. наук, доц. центра дизайна фрхитектурно-строительного института; Н. С. БЫКОВА, магистрант центра дизайна архитектурно-строительного института

АРХИТЕКТУРНО-ДИЗАЙНЕРСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИРОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КУЛЬТУРНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА НА БАЗЕ ИНСТИТУТА ЭКОЛОГИИ ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА РАН

ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет»
Россия, 445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, д. 14. Тел.: (848) 253-94-22; эл. почта: om_design@mail.ru
Ключевые слова: национальный проект, волжский бассейн, экология, подготовка кадров, архитектурные макеты, информационные системы, культурная среда.

Достижение целей, решение задач, заданных Указом Президента РФ от 07 мая 2018 г. на 2019–2024 годы, при выполнении национального проекта «Экология», входящего в его состав федерального проекта «Оздоровление Волги», особо актуально для Самарской области, других регионов России, входящих в состав Волжского бассейна. Для получения требуемых результатов необходимо выполнение мероприятий, направленных на повышение культурного уровня населения, профильную подготовку кадров, развитие природно-экологического внутреннего и въездного туризма. Результаты работ направлены на подготовку формирования на базе Института экологии Волжского бассейна РАН центров: сохранения экологического разнообразия; экологического образования и воспитания; школьного лесничества; архитектурных макетов и компьютерной мультимедийной интерактивной информационной системы.

Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук (ИЭВБ РАН) – ведущее научное учреждение Российской Федерации, расположенное на территории городского округа Тольятти, Самарская область, основными направлениями деятельности которого являются: разработка методологических основ экологического мониторинга; изучение структурно-функциональной организации экосистем; развитие теоретических основ сохранения, воспроизводства и рационального использования биологических ресурсов бассейна реки Волги, рис. 1.

ИЭВБ РАН – исполнитель ряда работ, особо актуальных для Самарской области, выполняемых по национальному проекту «Экология», входящему в его состав федеральному проекту «Оздоровление Волги», которые заданы Указом Президента РФ от 07 мая 2018 г. на 2019–2024 годы, по направлению развития «Комфортная среда для жизни» [1, 2, 3].

Активизация процессов кадрового обеспечения национальных проектов внутреннего и въездного туризма обеспечивается, в том числе формированием, развитием природно-экологического культурно-образовательного комплекса Самарско-Тольяттинской агломерации «Поволжье» на базе ИЭВБ РАН, расположенного в дендропарке, на побережье Куйбышевского водохранилища (Жигулевского моря).

Рис. 1. Карта-схема Волжского бассейна; река Волга с притоками Ока и Кама

В институте действует ботанический сад, рис. 2, развиваемый до уровня комплекса «Поволжье» [4, 5, 6, 7, 8] в составе:

– центр сохранения экологического разнообразия Волжского бассейна;

– центр экологического образования и воспитания, формируемый с применением набора развиваемых экспозиций;

– центр школьного лесничества, направленный на культурное и эстетическое развитие лесных массивов между административными районами города Тольятти;

– центр динамических архитектурных макетов и компьютерной мультимедийной интерактивной информационной системы.

Рис. 2. Ботанический сад ИЭВБ РАН, фрагменты

Персоналом комплекса обеспечивается регулярная деятельность, с привлечением подразделений туристического кластера Самарско-Тольяттинской агломерации, других регионов России, а также образовательных учреждений городов и районов Самарской области.

Компоновка архитектурных макетов и интерактивной информационной системы разработана в составе, приведенном на рис. 3:

ПАРМ-Д – модульный панорамный архитектурный макет с динамическими компонентами; ЛДМ – локальные макеты выделенных объектов подсистем; ПУИ-ПМ – пульт управления и индикации панорамного макета; ПУИ-ЛМ – пульт управления и индикации набора локальных макетов; ПК – базовый персональный

компьютер подсистемы; ПЛК – программируемый логический контроллер подсистемы.

Визуализация сопровождающих демонстрацию интерактивных информационных материалов, видеофильмов обеспечивается с применением широкоформатных мониторов.

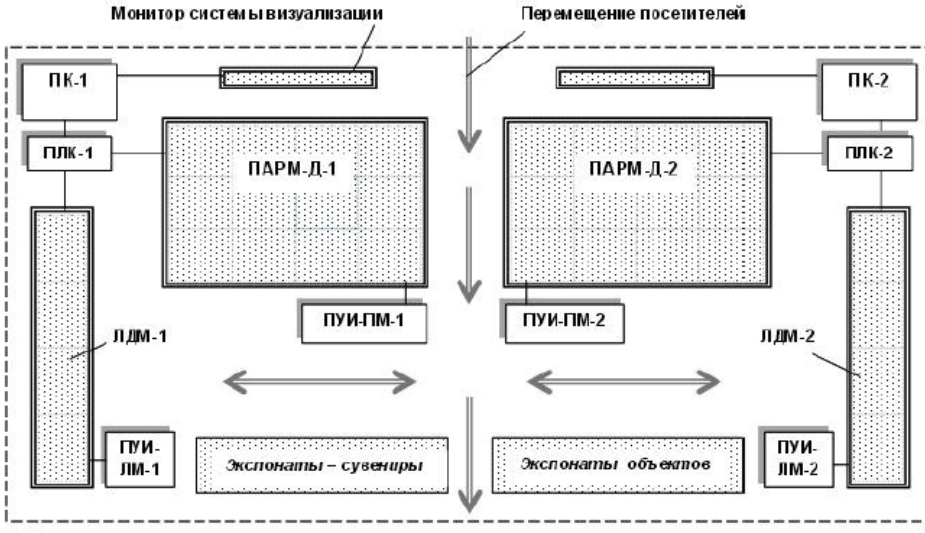


Рис. 3. Архитектура технических средств информационного центра

Плазы, предназначенные для демонстрации выделенных экспонатов, дорабатываются с учетом специальных требований. Вариант архитектуры ПАРМ-Д минимальной конфигурации, в составе двух экспозиционных модулей, для применения в центрах комплекса, приведен на рис. 4.

На плазе установлены компоненты информационно-управляющей системы (ИУС): ПЛК с сенсорной панелью, системный блок, колонки и монитор; специализированные блоки управления на основе микроконтроллеров.

Динамические архитектурные макеты создаются, в том числе с модулями управляемой подсветки, с подвижными компонентами, с применением 3D-принтеров, технологического оборудования с числовым программным управлением, для решения различных задач, классифицируются, в том числе как: градостроительные, промышленные, технические, сувенирные, рекламные.

Наиболее характерными рекламно-познавательными макетами (открытый доступ) можно считать:

– федеральный объект Парк «Зарядье», г. Москва [9], рис. 5;

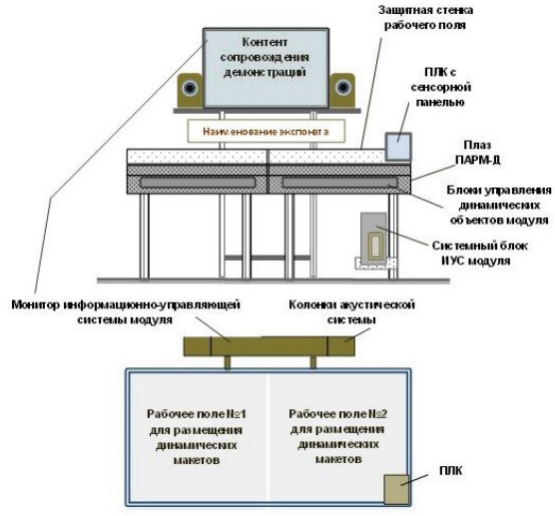


Рис. 4. Модульный ПАРМ-Д, виды спереди и сверху

Рис. 5. Макет Парка «Зарядье», г. Москва

– заповедники России, с выделение природных зон, г. Сочи, рис. 6;
– парк «Мини-Европа», г. Брюссель, Бельгия, рис. 7.

Рис. 6. Макет «Заповедники», г. Сочи

Рис. 7. Макет Парк «Мини-Европа», Бельгия

Характерными природными объектами, отображаемыми в архитектурных макетах для Волжского бассейна, являются в частности: Жигулевские горы и урочище «Каменная чаша», с Чудотворным источником – объектом паломничества Русской православной церкви, сувенирный макет изготовлен для центров комплекса «Поволжье», рис. 8.

Рис. 8. Динамический архитектурный макет «Каменная чаша»

Заключение

Архитектурно-дизайнерское обеспечение реализации федерального проекта «Оздоровление Волги», включая содействие в подготовке кадров, в развитии культурной среды региона, внутреннего и въездного туризма в частности направлено на формирование природно-экологического культурно-образовательного комплекса, в составе ряда профильных центров, оснащаемых компьютерными информационными системами, динамическими архитектурными макетами с модулями управляемой подсветки, с подвижными компонентами.

Характерными природными и созданными фрагментами, включаемыми в состав комплекса в виде архитектурных макетов, презентаций, видеоматериалов, являются объекты, расположенные в Национальном парке «Самарская Лука» и в Жигулевском государственном природном биосферном заповеднике имени И. И. Спрыгина [10, 11].

Результатами работ также является формируемое методическое обеспечение организации деятельности природно-экологических культурно-образовательных центров [12, 13].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Национальные проекты России 2019 – 2024. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%8B_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81-%D0%B8%D0%B8_2019%E2%80%942024 (дата обращения: 20.09.2020). – Текст : электронный.

2. «Оздоровление Волги» национального проекта «Экология» : федеральный проект. – URL:http://gorodsreda.ru/federal-projects/recuperation_volga (дата обращения: 20.09.2020). – Текст : электронный.

3. Стратегия социально-экономического развития Самарской области на период до 2030 года. – URL: http://economy.samregion.ru/upload/iblock/82a/strategiya-so_2030.pdf (дата обращения: 20.09.2020). – Текст : электронный.

4. Афанасьев, О. Е. Концепт «Экологического туризма» в мировой и российской практике: компаративный анализ и кейсы / О. Е. Афанасьев, А. В. Афанасьева. – Текст : электронный // Локальное в глобальном: формула туризма. – 2017. – №3. – URL: http://spst-journal.org/Archive_article/2017/2017_11_04/01_Afanasiev_Afanasieva.pdf (дата обращения: 20.09.2020).

5. Першинова, Н. Л. Архитектурная организация зон экологического комфорта в условиях агрессивной городской среды / Н. Л. Першинова. – Текст : электронный// Сборник кафедры АСЭ УралГАХА. – 2018. – № 1. –URL:http://book.uraic.ru/project/conf/txt/005/archvuz14_ pril/23/template_article-ar=K21-40-k29.htm(дата обращения: 20.09.2020).

6. Портал «Architecturalidea». Архитектурная экология. – URL: https://architecturalidea.com/arhitekturnaja-jekologija(дата обращения: 20.09.2020). – Текст : электронный.

7. Полякова, О. М. Методические основы дизайнерского проектирования и формирования архитектурных макетов городских и природных территорий / О. М. Полякова. – Текст : электронный // Карельский научный журнал. – 2017. – Том 6, № 4(21). – С. 280–283. – URL: http://napravo.ru/karelskij-nauchnyj-zhurnal-karelian-scientific-journal (дата обращения: 15.12.2020).

8. Полякова, О. М. Развитие культурной среды как фактор повышения конкурентоспособности городского округа (на примере г. о. Тольятти Самарской области)/ О. М. Полякова. – Текст : электронный // Градостроительство, реконструкция и инженерное обеспечение устойчивого развития городов Поволжья : сборник трудов IV Всероссийской научно-практической конференции / Тольяттинский государственный университет. – Тольятти, 2015. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=24220085 (дата обращения: 15.09.2020).

9. ЗАРЯДЬЕ. Главный парк страны рядом с Кремлем. – URL: https://www.citymakers.com/ru/zaryadye (дата обращения: 12.10.2020). – Текст : электронный.

10. Национальный парк «Самарская Лука». – URL: http://npsamluka.ru (дата обращения: 12.10.2020). – Текст : электронный.

11. Жигулевский государственный природный биосферный заповедник им. И. И. Спрыгина. – URL: http://zhreserve.ru(дата обращения: 12.10.2020). – Текст : электронный.

12. Polyakova, O. M. Architecture-design support implementation of the strategy socio-economic development the urban district /O. M. Polyakova. – Text : electronic//Materials Science and Engineering : IOP Conference Series. – Volume 698. Architecture, design, reconstruction and restoration of architectural heritage. – URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/698/3/033012/pdf (дата обращения: 15.12.2020).

13. Полякова, О. М. Архитектурно-дизайнерское сопровождение реализации стратегии социально-экономического развития городского округа /О. М. Полякова. – Текст : электронный // Строительные материалы и изделия. – 2019. –Том 2, № 3. – С. 90–95. – URL: http://bstu-journals.ru/construction/archives/9594 (дата обращения: 15.10.2020).

POLYAKOVA Olga Mikhaylovna, candidate of biological sciences, associate professor of the Design center of the Architectural and Construction Institute; BYKOVA Nina Sergeevna, undergraduate student of the Design center of the Architectural and Construction Institute

ARCHITECTURAL AND DESIGN SUPPORT OF FORMATION OF A NATURAL-ECOLOGICAL CULTURAL-EDUCATIONAL COMPLEX ON THE BASIS OF THE INSTITUTE OF ECOLOGY OF THE VOLGA BASIN OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

Togliatti State University
14, Belorusskaya St., Togliatti, 445020, Russia. Tel.: +7 (848) 253-91-96;
e-mail: om_design@mail.ru
Key words: national project, Volga basin, ecology, training, architectural layouts, information systems, cultural environment.

Achieving the goals and tasks set by the decree of the President of the Russian Federation of May 07, 2018 for 2019–2024, when implementing the national project "Ecology", which is part of the Federal project "The Volga recuperation", is particularly important for the Samara region and other regions of Russia that are part of the Volga basin. To obtain the required results, it is necessary to implement measures aimed at improving the cultural level of the population, specialized training of personnel, and the development of natural and environmental internal and inbound tourism. The results of the work are aimed at preparing the formation of centers on the basis of the Institute of Ecology of the Volga Basin of the Russian Academy of Sciences: conservation of ecological diversity; environmental education and upbringing; school forestry; architectural layouts and computer multimedia interactive information system.

REFERENCES

1. Natsionalnye proekty Rossii 2019–2024 [The national projects in Russia for 2019 – 2024]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%8B_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81-%D0%B8%D0%B8_2019%E2%80%942024 (data obrascheniya: 20.09.2020).

2. “Ozdorovlenie Volgi” natsionalnogo proekta “Ekologiya” [“The Volga recuperation” of the national project “Ecology”: federalny proekt. – URL: http://gorodsreda.ru/federal-projects/

recuperation_volga (data obrascheniya: 20.09.2020).

3. Strategiya sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya Samarskoy oblasti na period do 2030 goda [Strategy of social and economic development of the Samara region for the period up to 2030] / URL:http://economy.samregion.ru/upload/iblock/82a/strategiya-so_2030.pdf (data obrascheniya: 20.09.2020).

4. Afanasev O. E., Afanaseva A. V. Kontsept "Ekologicheskogo turizma" v mirovoy i rossiyskoy praktike: komparativny analiz i keysy [The concept of "Ecological tourism" in world and Russian practice: comparative analysis and cases]. // Lokalnoe v globalnom: formula turizma [The local in the global: the tourism formula]. 2017, № 3 / URL:http://spst-journal.org/Archive_article/2017/2017_11_04/01_Afanasiev_Afanasieva.pdf (data obrascheniya: 20.09.2020).

5. Pershinova N. L. Arkhitekturnaya organizatsiya zon ekologicheskogo komforta v usloviyakh agressivnoy gorodskoy sredy [Architectural organization of zones of ecological comfort in the aggressive urban environment] // Sbornik kafedry ASE UralGAKhA [Proceedings of the Department ASE of the UralGAKhA. 2018, № 1 / URL: http://book.uraic.ru/project/ conf/txt/005/archvuz14_pril/23/template_article-ar=K21-40-k29.htm (data obrascheniya: 20.09.2020).

6. Portal "Architectural idea". Arkhitekturnaya ekologiya [The portal "Architectural idea". Architectural ecology] / URL: https://architecturalidea.com/arhitekturnaja-jekologija/ (data obrascheniya: 20.09.2020).

7. Polyakova O. M. Metodicheskie osnovy dizaynerskogo proektirovaniya I formirovaniya arkhitekturnykh maketov gorodskikh i prirodnykh territoriy [Methodical fundamentals of design and formation of architectural layouts of urban and natural territories / / Karelskiy nauchny zhurnal [Karelian scientific journal]. 2017. V. 6, № 4(21), p. 280-283 / URL: http://napravo.ru/karelskij-nauchnyj-zhurnal-karelian-scientific-journal / (data obrascheniya: 15.09.2020).

8. Polyakova O. M. Razvitie kulturnoy sredy kak faktor povysheniya konkurentosposobnosti gorodskogo okruga (na primere g.o. Tolyatti Samarskoy oblasti [Development of cultural environment as the factor of increase of competitiveness of urban district (by the example of Togliatti, Samara region) // Garadostroitelstvo, rekonstruktsiya I inzherernoe obespechenie ustoychvogo razvitiya gorodov Povolzhya [Urban planning, reconstruction and engineering for the sustainable development of the Volga cities]: sb. trudov IV Vseross. nauch.-praktich. konf. Togliatti State University. Togliatti, 2015 / URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=24220085 (data obrascheniya: 15.09.2020).

9. ZARYADE. Glavny park strany ryadom s Kremlyom [ZARYADE. The main park of the country near the Kremlin. URL: https://www.citymakers.com/ru/zaryadye (data obrascheniya: 12.10.2020).

10. Natsionalny park "Samarskaya Luka" ["Samarskaya Luka" national park] / URL: http://npsamluka.ru (data obrascheniya: 12.10.2020).

11. Zhigulyovskiy gosudarstvenny prirodny biosferny zapovednik im. I.I. Sprygina [Zhigulyovsky state natural biosphere reserve named after I. I. Sprygin / URL: http://zhreserve.ru (data obrascheniya: 12.10.2020).

12. Polyakova O. M. Architecture-design support implementation of the strategy socio-economic development the urban district // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 698, Architecture, design, reconstruction and restoration of architectural heritage, 033012 / URL:https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/698/3/033012/pdf (data obrascheniya: 15.09.2020).

13. Polyakova O. M. Arkhitekturno-dizaynerskoe soprovozhdenie realizatsii strategii sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya gorodskogo okrega [Architectural and design support for the implementation of the strategy of socio-economic development of the city district] / Stroitelnye materialy i izdeliya [Building materials and products], 2019, vol. 2, № 3. P. 90–95 / URL:http://bstu-journals.ru/construction/archives/9594 (data obrascheniya: 15.10.2020).

© О. М. Полякова, Н. С. Быкова, 2020

Получено: 28.05.2020 г.

УДК 72.035 (470.315)

Н. В. ГАРНОВА, соискатель уч. степени канд. архитектуры кафедры истории архитектуры и основ архитектурного проектирования

ПРОЕКТЫ МОСКОВСКИХ АРХИТЕКТОРОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ УСАДЕБ Г. ИВАНОВО-ВОЗНЕСЕНСКА ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XIX – НАЧАЛА XX ВВ.

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: московские архитекторы, промышленная усадьба, эклектика, модерн, Иваново-Вознесенск.

Приведен обзорно-аналитический анализ и демонстрация проектов московских архитекторов, принимавших участие в проектировании промышленных усадеб Иваново-Вознесенска. Реализованные проекты являются неотъемлемой частью архитектурной среды дореволюционного Иваново-Вознесенска и их влияние на формирование архитектурного облика города начала XX в. еще только предстоит изучить. Приведенные проекты отражают разные стилевые направления архитектуры (эклектика, ретроспективизм и модерн) и их влияние на формирование промышленных усадеб исследуемого периода.

Начиная с конца XIX в. состоятельные фабриканты Иваново-Вознесенска стали привлекать к проектированию и строительству промышленных усадеб известных региональных и московских зодчих.

Согласно выявленным архивным чертежам и исследованиям, в промышленных усадьбах Иваново-Вознесенска работали: И. Е. Бондаренко; А. А. Галецкий; П. А. Заруцкий; А. С. Каминский; П. А. Трубников; Н. Л. Шевяков (рисунок).

Каминский А. С. (1829–1897 гг.) считался одним из наиболее плодовитых мастеров поздней эклектики 1860–1880-х гг. С 1848 года обучался в Императорской Академии художеств по классу К. А. Тона. Стал семейным архитектором рода Третьяковых. В своих проектах использовал элементы русского зодчества, и готические мотивы, но, как и его учитель, Тон не использовал шаблонных приемов, предлагая заказчику индивидуальное, не обусловленное стилевыми ограничениями решение [1]. Для известной семьи фабрикантов А. М и Л. М. Гандуриных в 1896 г., за год до кончины, он создал проект жилого дома, ставший единственным примером ретроспективизма в г. Иваново-Вознесенске [2, 3]. В настоящее время в этом здании находится Управление судебного департамента Ивановской области.

Трубников П. А. (1877–1936 гг.) родился в 1877 года в селе Большие Соли Костромской губернии в крестьянской семье. В 1901 году окончил МУЖВЗ; в 1904 году – Императорскую академию художеств. Сначала работал помощником у С. У. Соловьева в Москве. С 1906 года работал в провинциальных городах России. В 1911–1912 годах обучался за границей. С 1914 года стал жить в Иваново-Вознесенске, где с 1921 года преподавал в Иваново-Вознесенском политехническом институте [4]. Его авторству принадлежали две производственные постройки в промышленных усадьбах города: двухэтажное каменное помещение типографии в усадьбе Дилигенского [5] и производственный корпус трехгорного пивоваренного товарищества А. Шиндлера 1913 г. [6]. П. А. Трубников стал единственным приглашенным архитектором, разработавшим с нуля проект полифункционально-

го производственного строения полного цикла. В настоящее время здание имеет коммерческое назначение и арендуется разными организациями.

Шевяков Н. Л. (1868–1941 гг.) родился в Ветлуге. В 1893 году окончил Институт гражданских инженеров в Санкт-Петербурге. С 1898–1900 работал помощником Л. Н. Кекушева. Русский и советский инженер-архитектор и преподаватель, работал в стиле модерн и неоклассицизма [7]. В Иваново-Вознесенске разработал и осуществил с 1909–1911 г. проект жилого дома и сторожки промышленной усадьбы И. К. Маракушевам [3, 8, 9]. К основному объему дома, спроектированному в 1909 г., в 1911 был добавлен дополнительный объем. В результате получился интересный по конфигурации, планировке и пластическому решению фасадов и интерьеров жилой дом. Дом И. К. Маракушева – единственный дом Иваново-Вознесенска, имевший эркер в виде ротонды-галереи и разнообраз.ный лепной декор с фрагментарным использованием барельефов и горельефов. В настоящий момент используется как здание Областной Думы.

Галецкий А. А. (1872–1926 гг.). В 1894 году окончил МУЖВЗ. С 1894 по 1898 годы учился в Высшем художественном училище при Императорской Академии художеств в мастерской А. Н. Померанцева. В 1900–1901 годах работал помощником Ф. О. Шехтеля, принимал участие в некоторых его постройках. До 1900 года служил архитектором Донецко-Юрьевских заводов. С 1900 по 1902 годы являлся архитектором Никольской мануфактуры С. Т. Морозова. С 1907 года служил архитектором Строгановского училища [10]. В Иваново-Вознесенске его авторству принадлежали проекты жилого дома и хозяйственных служб промышленной усадьбы Куваевой 1902–1915 гг. [3, 11], построенной в стиле модерна. Как и жилой дом усадьбы Маракушева, первоначальный объем 1902 г. достраивался в 1915 г. Несмотря на временные наслоения, получил цельный архитектурно-стилевой облик. Примечательно планировочное построение жилого дома с угловым входом-осью и анфиладным расположением нанизанных на нее помещений. В настоящее время используется как областное отделение ЗАГС Ивановской области.

Бондаренко И. Е. (1870–1947 гг.) – русский и советский архитектор, реставратор, теоретик архитектуры и искусствовед. В 1906–1917 гг. стал ведущим архитектором старообрядческого храмостроения [12]. Основным творческим подходом стало слияние лаконичной рационалистичности северного модерна и переосмысленной архитектуры русского севера, поиск народного стиля. В Иваново-Вознесенске в 1902 г. И. Е. Бондаренко спроектировал и построил жилой дом фабриканта М. С. Удина в стиле северного модерна [3, 13]. Первоначальный проект был доработан в сторону увеличения площади и размеров строения, но сохранил первоначальный ритм и построение главного фасада. В городской чертежной был разработан проект надворных торговых строений в стиле жилого дома, и комплекс получил целостное архитектурно-стилевое построение. В советское время был надстроен. Жилой дом М. С. Удина и жилой дом И. К. Маракушева – единственные строения Иваново-Вознесенска, получившие отделку фасада кабанчиком. При этом на фасаде дома М. С. Удина было использовано два тона облицовочной плитки – светло-серый и бирюзовый. В настоящее время здание имеет коммерческо-жилое назначение и арендуется разными организациями.

Заруцкий П. А. (1868–1934 гг.). Русский и советский архитектор, окончивший МУЖВЗ в 1892 г. П. А. Заруцкий создал и реализовал не менее 32 архитектурных объектов в Москве, городах Владимирской и Тверской губерний. В 1892 г. окончил МУЖВЗ. Основным стилевым направлением деятельности стал рационалистический модерн, преимущественно, франко-бельгийской вариации [14]. В Иваново-

Вознесенске его авторству принадлежали следующие объекты: жилой дом усадьбы А. Н. Витова; жилой дом с комплексом надворных служб промышленных усадеб Н. Т. Щаповаи, Л. М. Гандурина.

Жилой дом промышленной усадьбы А. Н. Витова был реконструирован П. А. Заруцким в 1908 г. в жилой дом в стиле модерна из построенного ранее двухэтажного каменного жилого дома в стиле позднего классицизма [3, 15]. В результате объем нового дома был расширен и дополнен пристройками, получил ассиметричное построение. В советское время здание было реконструировано и лишилось первоначального. В настоящее время в нем расположена Ивановская областная Прокуратура.

Жилой дом с комплексом надворных служб Л. М. Гандурина был спроектирован П. А. Заруцким в 1907 г. [3, 16]. Все строения усадьбы получили единое стилевое оформление. Примечательно использование архитектором скругленного пластического решения углов жилого дома, получившее распространение при проектировании, строительстве и реконструкции жилых домов промышленных усадеб города в конце XIX–начале XX в. Скругленные углы имели жилые дома промышленных усадеб Гладцынова, Куваевой, Лебедева, Красковской и др. В настоящее время комплекс занят Правительством Ивановской области.

Проекты московских архитекторов в строительстве промышленных усадеб

П. А. Заруцким в 1908 г. был выполнен и реализован проект жилого дома в стиле модерн в хозяйственно-жилой усадьбе, расположенной при исторической промышленной усадьбе Н. Т. Щапова [17]. В городской чертежной был разработан проект надворных строений в стиле жилого дома и комплекс получил целостное архитектурно-стилевое построение [18].

В советское время жилой дом был надстроен, в результате нарушились архитектурные пропорции строения, часть пластических архитектурных элементов была разобрана и утрачена. В настоящее время здание используется как главный корпус Ивановской Государственной Сельскохозяйственной Академии им. Д. К. Беляева.

Участие профессиональных московских архитекторов имело важную роль в преобразовании промышленных усадеб Иваново-Вознесенска. Прежде всего, оно повлияло на распространение тенденции комплексного подхода при проектировании владений, когда все строения разрабатывались в единой архитектурно-стилевой манере.

Привнесенные приглашенными архитекторами планировочные решения, архитектурные элементы, декоративные приемы были сугубо индивидуальными и стали отражением региональной стилевой архитектуры, т. к. реализовывались в соответствии с пожеланиями заказчиков.

Использование местными городскими архитекторами отдельных архитектурных приемов и решений свидетельствовало об ассимиляции московской профессиональной архитектуры иваново-вознесенской архитектурной школой, благодаря чему в Иваново-Вознесенске начала XX в. появилось множество интересных и аутентичных строений и комплексов.

Реализованные проекты московских зодчих занимают важнейшую роль в современном Иванове: это не только признанные достопримечательные объекты, но и главные учреждения государственного регулирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каминский, Александр Степанович. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Каминский,_Александр_Степанович (дата обращения: 08.02.2020). – Текст : электронный.

2. Государственный архив Ивановской области (ГАИО). Фонд 2. Опись 1. Дело 3031. Листы 1, 2, 3, 7. – Текст : непосредственный.

3. Нащокина, М. В. Архитекторы московского модерна. Творческие портреты. 3-е изд. испр. и доп. / М. В. Нащокина. –Москва: Жираф, 2005. – 304 с. : ил.– ISBN 5898320431, 9785898320430. – Текст :непосредственный.

4. Трубников, Павел Алексеевич] – URL: https://ru.wikipedia.org/ wiki/Трубников,_Павел_Алексеевич (дата обращения: 08.02.2020). – Текст : электронный.

5. Государственный архив Ивановской области (ГАИО). Фонд 2. Опись 1. Дело 5009. Лист 37. – Текст : непосредственный.

6. Государственный архив Ивановской области (ГАИО). Фонд 2. Опись 1. Дело 5009. Лист. Л. 36. – Текст : непосредственный.

7. Шевяков, Николай Львович. – URL: https://ru.wikipedia.org/ wiki/Шевяков,_Николай_Львович (дата обращения: 08.02.2020). – Текст : электронный.

8. Государственный архив Ивановской области (ГАИО). Фонд 2. Опись 1. Дело 4480. Листы 19, 20, 21. – Текст : непосредственный.

9. Государственный архив Ивановской области (ГАИО). Фонд 2. Опись 1. Дело 4705. Лист 8г. – Текст : непосредственный.

10. Галецкий, Александр Антонович. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Галецкий,_Александр_Антонович (дата обращения: 08.02.2020). – Текст : электронный.

11. Государственный архив Ивановской области (ГАИО). Фонд 2. Опись 1. Дело 4579. Листы 3, 12, 13. – Текст : непосредственный.

12. Бондаренко, Илья Евграфович. – URL: https://ru.wikipedia.org/ wiki/Бондаренко,_Илья_Евграфович (дата обращения: 08.02.2020). – Текст : электронный.

13. Государственный архив Ивановской области (ГАИО). Фонд 2. Опись 1. Дело 3761. Листы 11, 13. – Текст : непосредственный.

14. Заруцкий Павел Александрович. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Бондаренко,_Илья_Евграфович (дата обращения: 08.02.2020). – Текст : электронный.

15. Государственный архив Ивановской области (ГАИО). Фонд 2. Опись 1. Дело 4364. Листы 1а, 1б. – Текст : непосредственный.

16. Государственный архив Ивановской области (ГАИО). Фонд 2. Опись 1. Дело 4262. Листы 5 ,6. – Текст : непосредственный.

17. Государственный архив Ивановской области (ГАИО). Фонд 2. Опись 1. Дело 4354. Листы 11а, 11 б. – Текст : непосредственный.

18. Государственный архив Ивановской области (ГАИО). Фонд 2. Опись 1. Дело 4480. Листы 33, 34. – Текст : непосредственный.

GARNOVA Natalya Vladimirovna, applicant of the chair of history of architecture and fundamentals of architectural design

PROJECTS OF MOSCOW ARCHITECTS IN CONSTRUCTION OF IVANOVO-VOZNESENSK INDUSTRIAL ESTATES IN THE SECOND HALF OF THE XIX – EARLY XX CENTURIES

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-37; эл. почта: ist_arh@nngasu.ru
Key words: Moscow architects, industrial estate, eclecticism, art nouveau, Ivanovo-Voznesensk.

The article provides an overview of analytical analysis and demonstrates projects of Moscow architects, who participated in architectural design of Ivanovo-Voznesensk industrial estates. The implemented projects are an integral part of the pre-revolutionary Ivanovo-Voznesensk architectural environment, and their impact on the architectural city formation at the beginning of the XX century has yet to be studied. The provided projects reflect different styles of architecture (eclecticism, retrospective eclecticism and art nouveau) and their influence on the formation of industrial estates of the studied timeframe.

REFERENCES

1. Kaminsky Aleksandr Stepanovich. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Kaminsky,_Aleksandr_Stepanovich (data obrascheniya: 08.02.2020).

2. Gosudarstvenny arkhiv Ivanovskoy oblasti (GAIO) [State archive of Ivanovo region]. F.2. Op.1. D.3031. L. 1, 2, 3, 7.

3. Naschokina M. V. Arkhitektory moskovskogo moderna. Tvorcheskie portrety [Architects of Moscow Art Nouveau. Creative portraits]. 3-e izdanie ispr. i dop. – Moscow: Zhiraf, 2005. –304 p.: ill. – ISBN 5898320431, 9785898320430.

4. Trubnikov Pavel Alekseevich – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Trubnikov,_Pavel_Alekseevich (data obrascheniya: 08.02.2020).

5. Gosudarstvenny arkhiv Ivanovskoy oblasti (GAIO) [State archive of Ivanovo region]. F.2. Op.1. D.5009. L.37.

6. Gosudarstvenny arkhiv Ivanovskoy oblasti (GAIO) [State archive of Ivanovo region].

F.2. Op.1. D.5009. L. 36.
7. Shevyakov Nikolay Lvovich. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Shevyakov,_Nikolay_Lvovich (data obrascheniya: 08.02.2020).
8. Gosudarstvenny arkhiv Ivanovskoy oblasti (GAIO) [State archive of Ivanovo region]. F. 2. Op. 1. D. 4480. L. 19, 20, 21.
9. Gosudarstvenny arkhiv Ivanovskoy oblasti (GAIO) [State archive of Ivanovo region]. F. 2. Op. 1. D. 4705. L. 8G.
10. Galetsky Aleksandr Antonovich. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Galetsky,_Aleksandr_Antonovich (data obrascheniya: 08.02.2020).
11. Gosudarstvenny arkhiv Ivanovskoy oblasti (GAIO) [State archive of Ivanovo region]. F. 2. Op. 1. D. 4579. L. 3, 12, 13.
12. Bondarenko Ilya Evgrafovich. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Bondarenko,_Ilya_Evgrafovich (data obrascheniya: 08.02.2020).
13. Gosudarstvenny arkhiv Ivanovskoy oblasti (GAIO) [State archive of Ivanovo region]. F. 2. Op. 1. D. 761. L. 11, 13.
14. Zarutsky Pavel Aleksandrovich. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Zarutsky,_ Pavel_Aleksandrovich (accessed 08.02.2020).
15. Gosudarstvenny arkhiv Ivanovskoy oblasti (GAIO) [State archive of Ivanovo region]. F. 2. Op. 1. D. 4364. L. 1a, 1b.
16. Gosudarstvenny arkhiv Ivanovskoy oblasti (GAIO) [State archive of Ivanovo region]. F. 2. Op. 1. D. 4262. L. 5, 6.
17. Gosudarstvenny arkhiv Ivanovskoy oblasti (GAIO) [State archive of Ivanovo region]. F. 2. Op. 1. D. 4354. L. 11a, 11b.
18. Gosudarstvenny arkhiv Ivanovskoy oblasti (GAIO) [State archive of Ivanovo region]. F. 2. Op. 1. D. 4480. L. 33, 34.

© Н. В. Гарнова, 2020
Получено: 14.03.2020 г.

УДК 65.03+711.7 (470.317)

А. С. КОКШАРОВ, канд. архитектуры, доц.; О. В. ЛАПИНА, доц. кафедры архитектуры и изобразительных дисциплин

ПРОМЫШЛЕННОСТЬ И СИСТЕМА РАССЕЛЕНИЯ КОСТРОМСКОЙ ГУБЕРНИИ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XIX – НАЧАЛА XX ВВ.

ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»
Россия, 156530, Костромская обл., Костромской р-н., п. Караваево, Караваевская с/а, Учебный городок, д. 34. Тел.: (4942) 65-75-97; факс: (4942) 65-75-99; эл. почта: van@ksaa.edu.ru
Ключевые слова: виды производств, промышленность, крепостное право, количество производств, количество рабочих, сумма производств, расположение промышленности, железнодорожные связи, речные связи, система расселения, ареалы, торговые пути.

Рассмотрены виды производств, причины и место их расположения на территории Костромской губернии в период с 1862 по 1912 годы. Рассмотрены соотношения количества производств, количества рабочих и суммы производств по отдельному виду промышленности. Проведен анализ причин развития, спада и закрытия производств. Прослежена закономерность влияния отмены крепостного права, а также влияние развития железнодорожных и речных связей на промышленность Костромской губернии. Освещается система расселения как развивающаяся групповая с развитыми внутренними и внешними транспортно-торговыми связями.

Промышленность и система расселения Костромской губернии второй половины XIX – начала XX вв.

Обзор промышленности Костромской губернии

Территорию Костромской губернии условно можно поделить на три промышленных района в зависимости от климата и почвы: Юго-Западный; Северо-Восточный; Северо-Западный районы. Первичными факторами, влияющими на местную промышленность, можно считать климат и почву. Суровый климат и бедная почва губернии мало способствует развитию земледелия и связанных с ним производств. Менее плодородной частью губернии является Северо-Восточный, за ним – Северо-Западный, а самые плодородные местности находятся в Юго-Западной части губернии, а точнее в Нерехтском уезде [1, с. 1–12], (рис. 1). Данные факторы существенно повлияли на виды производств, распространенных на территории Костромской губернии, всего их было выявлено семь основных видов [2, с. 22–23], (рис. 2–3).

Целью исследования является взаимосвязь отношения количества промышленных заведений, суммы их производств к количеству рабочих на них, занятых по семи видам промышленности в период с 1862 по 1912 годы. Рассматриваются причины возникновения той или иной промышленности, ее развития в последующие годы. Затрагиваются вопросы системы расселения, торговые и транспортные связи, а также водные пути сообщения губернии.

Материалами для изучения возникновения и развития промышленности стали статистические сведения Костромской губернии, написанные в период с 1862 по 1912 годы [1, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

Рассмотрим основные виды производств Костромской губернии:

1. Обработка волокнистых веществ. В эту группу входили текстильные фабрики, состоявшие из льняных, хлопчатобумажных, сапоговаляльных и смешанных производств. Данный вид производств располагался в основном в Юго-Западных, пригодных для выращивания льна уездах [9].

По количеству производств обработка волокнистых веществ почти всегда уступала пищевой промышленности. В период до середины XIX века находилась на нижних позициях по количеству фабрик несмотря на то, что количество рабочих и сумма производств располагалась на первом месте. Возможной причиной таких явлений характеризуются оседлостью населения. Мелкий промышленник, оставаясь крестьянином, прикреплен к своей деревне земельным хозяйством. Этим объясняется нелогичное и неудобное расположение некоторых производств в местностях в плане доставки и отгрузки материалов, далеко расположенных от крупных рек, железных дорог, а иногда и торговых путей [10, с. 410–414, 481], (рис. 2).

Отмена крепостного права в 1861 году повлияла на высвобождение большой массы крестьян, которые устремились на фабрики за заработками. Развитие ин-

фраструктуры (постройка казарм, больниц), улучшение условий труда, также способствовали привлечению на производство не только местного населения, но и работников из других уездов.

Благодаря отмене крепостного права крепостные, занимавшиеся на то время текстильным промыслом, получили вольные и на скопленный годами капитал имели возможность перенести производство в более выгодное место на речную артерию – Волгу. К оставшемуся в глуши производству было проложено железнодорожное сообщение. Таким образом, к началу XX века губерния имела кустарное, как например сапоговаляльное, так и крупное производство. Текстильная промышленность становится самым крупным производством губернии. Благодаря обработке волокнистых веществ Костромская губерния, по сумме производств на 1912 г. входит в первый Московский Центральный фабрично-заводской край Российской империи [11, с. 76–77].

2. Обработка питательных веществ. На протяжении всего рассматриваемого периода обработка питательных веществ всегда занимала лидирующие позиции по количеству фабрик, рабочих и суммы производств. В дореформенный период, связанный с оседлостью большей массы населения, и отчасти по этой же причине отсутствием между населенными пунктами речных и железнодорожных связей, наблюдается широкое распространение небольших производств по всей губернии. Таким образом, фиксируется равномерное распределение по губернии производств по обработке питательных веществ, обеспечивающих продовольствием на местах. К началу XX века, с появлением железных дорог и судоходства появляются крупные производства, в основном расположенные в городах.

По числу заведений на первом месте сыроваренные, крахмальные, крахмальнопаточные, затем мукомольные заводы. В период с 1901 по 1912 годы количество заведений увеличилось на 77 %. По числу рабочих лидируют крахмальные и крахмальнопаточные, сыроваренные и винокуренные. По сумме производств – мукомольные, крахмальные и крахмальнопаточные и винокуренные заводы [1, с. 76, 3, 5, 7], [10, с. 419–423], [11, с. 82–84], (рис. 2, 3, 4, 5).

3. Механическая обработка дерева. На период с 1862 по 1872 годы по количеству фабрик промышленность занимает второе место, в период с 1909 по 1912 годы не увеличивается. В губернии существуют два вида заводов, занятых механической обработкой дерева, это катушечно-токарные и лесопильные заводы. Так как лесопильные заводы имеют крупные размеры и работают при помощи механической силы, в основном паровой, поэтому на них занято большое количество рабочих. К концу XIX столетия в связи с большим жилищным строительством в Костроме возник ряд заводов по механической распиловке леса [11, с. 80–82]. Число занятых на производстве за весь период увеличилось на 47 %, а сумма производств увеличилась более чем в 3 раза [1, с. 68–72], [8, с. 131–132]. Бурное развитие лесопильного производства также вызвала постройка в 1903 году Волго-Вятской железной дороги (рис. 2, 3, 4, 5).

4. Обработка металлов. Надо отметить, что в Костромской губернии этот вид промышленности не сильно развит, так как земля не обладает месторождениями металлов. Сырье в основном закупалось на Нижегородской ярмарке. Своему развитию отрасль обязана текстильной промышленности, поскольку заводы по обработке металлов встречались практически при каждой текстильной фабрике. Это решало проблему замены деталей для станков и производства металлических конструкций для строительных нужд.

Вызванные к жизни потребностями текстильных фабрик металлообрабаты-

вающие предприятия не смогли развернуться в самостоятельную отрасль тяжелой индустрии. Рост их зависел от роста предприятий, потребителей их продукции. Так, в 1884 году закрылся механический завод Дмитрия Павловича Шипова в Костроме. В русско-турецкую войну Шиповы заключили контракты на поставки для армии, оказавшиеся убыточными для завода [1, с. 66], [3], [11, с. 80]. Нельзя обойти и ювелирную отрасль губернии, которую можно назвать только кустарной [8, с. 152–156], (рис. 2, 3, 4, 5).

5. Химическое производство. Химические заводы губернии подразделяются на предприятия, занятые исключительно выработкой минеральных кислот и солей, вырабатывающие уксусную кислоту, изготавливающие продукцию из сухой перегонки дерева, а также синькалевые и заводы анилинового масла. В основном это мелкие промышленные предприятия по химической переработке дерева. Переходным предприятием от химического к механическому производству являлся электротехнический завод А. И. Бюксенмейстера в Кинешемском уезде. Завод изготовлял угли для элементов. Одним из старейших производств этого вида является бумаго-картонное производство. Фабрики вырабатывали картон и бумагу из соломы и тряпья. Промышленность здесь развивалась скачкообразно. В начале XX века наблюдается увеличение числа предприятий в отличие от уменьшения числа рабочих, занятых на этом производстве. Несмотря на эту разницу, сумма производств с 1862 по 1912 годы остается неизменной [1, с. 65–66], [2], [12, с. 84], (рис. 2, 3, 4, 5).

6. Обработка минеральных веществ. Такой вид производства как стекловарение развито в основном в Северо-Восточных губерниях в связи с высоким качеством местного песка. На стекловаренных заводах выпускается оконное стекло, стеклянная посуда и хрусталь. В губернии развито и гончарное производство, которое развито во всех уездах. В основном производится простая глиняная посуда [12, с. 85]. Для заводов, занимающихся обжигом извести, сырье вырабатывается из местных известняков, несмотря на это, обработка минеральных веществ является самым мелким видом промышленности Костромской губернии. Количество заводов за весь рассматриваемый период уменьшалось, а количество рабочих существенно не менялось. По сумме производств эта промышленность выглядит как полукустарная [1, с. 72–74], [12, с. 85], (рис. 2, 3, 4, 5).

Система расселения Костромской губернии

В Костромской губернии в третьей четверти XIX века сложилась групповая система расселения с образованием трех географических районов расселения. Группы расселения (ареалы) сформировались со смешанным населением, состоящим из городов и сел. Самые крупные ареалы (группы) расселения возникли вокруг городов Костромы, Макарьева и Галича с перевесом городского населения, расположенные в разных географических районах губернии. Этот факт показывает незрелость городской системы группового расселения в губернии, которая к этому периоду еще не начала складываться как законченная, что можно охарактеризовать как тип развивающейся групповой системы. В этот период складываются ареалы сельского расселения, состоящие в основном из крупных сел, слобод и деревень. В Юго-западном районе выделяются с наибольшим количеством человек села Кинешемского уезда: Вичуга (492), Тезино (474); Юрьевецкого уезда: Парское (878), Филисово (549), Покров (488), деревня Майдаково (573); Нерехтского уезда: Писцово (2339), Сидоровское (1133), Никольское (779), Середа-Упино (551), Горкино (506); Костромского уезда: Красное (1400), Куниково (939), Мисское (896). Самый крупный ареал сельского расселения стал Писцовский с общим на-

селением 8 774 человек, состоящий из группы 7 сел и 10 деревень. Сидоровский ареал расселения состоял из 13 сел и одной деревни с общим населением 5 979 человек. За ними по величине населения следует Филисовский ареал (4 159 чел.). Юго-западный район в целом включал 8 крупных ареалов (групп) расселения. Северо-западный район состоял из 5 крупных ареалов (групп) расселения, а Юго-Восточный район включал 5 сельских ареалов (групп) расселения с общей численностью населения 9 818 человек. В Северо-западном районе губернии насчитывалось также множество ареалов расселения, но с меньшим количеством человек: Галичский (7 440), Буйский (2 814), Судиславский (2 116), Молвитинский (1 920) и Парфеньевский (1 592). В Северо-западном районе выделялись крупные села: Костома (640), Матвеево (421), Михайловское (442), деревни Шокша (1 059), Гребенец (415). Юго-восточный район Костромской губернии характеризуется наличием 7 крупных ареалов расселения с общим количеством 21 917 человек. В эту группу не вошел уездный город Ветлуга с населением 3 939 человек [16, с. 8–12]. Все районы включают в себя по четыре уезда. Юго-западный район губернии выделялся большим населением – 45,4 %; северо-западный район включал 32,3 % и меньше всех – восточный, малочисленный, с населением 22,3 %.

Показатели плотности свидетельствуют о том, что восточный район губернии был самым слабозаселенным, а Юго-западный район имел высокую плотность населения, равную средней плотности по центральной России (особенно высокую плотность имели Нерехтский и Юрьевецкий уезды). По количеству населенных пунктов выделялся северо-западный район губернии с числом более 5 тыс., а всего в губернии насчитывалось 12 286 пунктов. Остальные районы имели по 3 тыс. населенных пунктов, но с большим числом дворов, т. е. плотность заселения больше всего наблюдалась в северо-западном районе расселения. Количество «поселков» увеличивается к югу губернии ближе к Волге, которая влияет на увеличение размеров населенных пунктов. В низовьях рек Унжи и Ветлуги – притоков Волги – заселенность выше по причине развитой промышленности при одностороннем расположении населенных пунктов на правом берегу реки.

Влияние структуры размещения промышленности на расселение Костромской губернии прослеживается на схеме расселения губернии с выделением зон с наибольшей плотностью населенных пунктов городов и сел, включая большие деревни с численностью населения в одном пункте от 300 до 1000 человек (рис. 6). Графический анализ показал значительное совпадение двух схем размещения промышленности и расселения (ареалов) на территории Северо-западного и Юго-западного районов губернии, кроме Восточного района, где совпадение было частичным. Внутри Юго-западного района ареалы расселения совпадают с распространением промышленности. В Северо-западном районе с промышленностью не совпадает только один ареал расселения – очаг расселения, расположенный восточнее пос. Парфеньев.

Торговые пути и транспортные связи губернии

Внутренние торговые связи Костромской губернии. В Костромской губернии в 1858 году действовало 26 внутренних торговых дорог, из которых 6 дорог обеспечивали межрайонные связи внутри губернии. Между губернским городом Костромой и уездными, заштатными городами поддерживались в рабочем состоянии 17 торговых путей, а также действовали дороги между городами и торговыми селами: Арменки, Молвитино, Урень, Рождественское Ветлужского уезда, Красное. Существовали прямые торговые связи между селами: Воронье – Игодово; Ковернино – Баки Варнавинского уезда как наиболее короткие, не требующие объ-

езда по главным торговым путям. Торговые дороги транзитом проходили через многие торговые села губернии, связывая их с городами и между собой. К ним относились села: Молвитино, Ноля, Костома, Судай, Порздни, Филисово, Острецово, Сидоровское, Середа-Упино, Семеновское, Воскресенское. Они располагались в разных географических территориальных районах губернии: Северо-западный – 4 села; Восточный – 3 села; Юго-западный – 8 сел, а всего насчитывалось 15 торговых сел. Кроме того, многие торговые села стояли на торговых путях между губерниями, с внешними связями губернии: Арменки, Вичуга, Красное, Мисково, Острецово, Филисово [17, с. 121–135].

Водные пути сообщения. В целях торговли и передвижения населения важную роль играли реки Костромской губернии числом 18, из которых 6 были судоходны: Волга, Кострома, Немда, Унжа. Нея и Векса. Сплав леса и товаров производился в основном в весеннее половодье по 6 рекам: Межа, Тутка, Монза, Сельма, Желватая. Все реки, кроме Волги, были судоходны частично по длине их русла и по времени не были судоходны не во весь сезон, а исключительно в весеннее половодье. К ним относятся реки: Кострома. Ветлуга, Нея, Векса. Для выгрузки и хранения товаров и грузов на реках были устроены пристани: на Волге – 5; Костроме – 2; Ветлуге – 19; Унже и Немде – 1.

К образованию локальных промышленных очагов в юго-западном районе губернии послужило строительство в 1870-71 гг. двух направлений железной дороги Иваново-Вознесенск – Кинешма и Ярославль – Нерехта – ст. Ермолино. В результате этого прежняя цепь «волжских» городов губернии разорвалась на отдельные мелкие очаги. Очагов расселения можно выделить три: Кострома с селами кустарной промышленности в радиусе 10–20 км, Плес с промышленными селами Красное, Яковлевское и крупный очаг расселения с промышленными поселениями Кинешма, села Вичуга, Гольчиха, Бонячки, Тезино, Наволоки, Родники.

Таким образом, в Костромской губернии преобладает только обрабатывающая промышленность и отсутствует добывающая, к которой относят: топливную, горнорудную и горно-химическую.

Подтверждается тот факт, что возникновение большого количества мелких заведений дореформенного периода возникали, как правило, не всегда в выгодных в плане доставки и сбыте местностях. Объясняется это оседлостью населения по причине прикрепления мелкого промышленника к своей деревне земельным хозяйством.

В период с 1862 по 1872 годы промышленность по мощности остается все еще кустарной, тем не менее распространена практически по всем видам производств, по всей губернии. Выявлено значительное совпадение ареалов промышленности и расселения Северо-западного и Юго-западного районов, кроме Восточного района, где совпадение было частичным.

В пореформенное время промышленность укрупняется. Некоторые производства по обработке волокнистых веществ перемещаются на берега Волги или ближе к существующим веткам железных дорог (рис. 4, 5). Торговые же дороги транзитом проходили через многие торговые села губернии, связывая их с городами и между собой. Во второй половине XIX века в Костромской губернии наблюдался быстрый рост промышленности.

Первые две железнодорожные ветки сосредоточены в Юго-Западном районе Костромской губернии, связывали Кинешму и Иваново-Вознесенск, а также Кострому и Ярославль. Чуть позже эти ветки объединились. Открывшие в дореформенное время по месту приписки свое маленькое производство, далеко от

дорог и крупных рек, выкупившиеся уже бывшие крестьяне, ставшие купцами, к концу XIX века тянули от основных железных дорог к своим развивающимся фабрикам ветки, чаще за свой счет. Построенная в 1903 году и связывающая Вологодскую, Вятскую и Костромскую губернии железная дорога, не принесла бурного развития промышленности в целом (рис. 2). На этой железнодорожной ветке увеличилась лишь деревообрабатывающая отрасль [9], [13, с. 95–122], [14, с. 135–155, с. 296–332], [15].

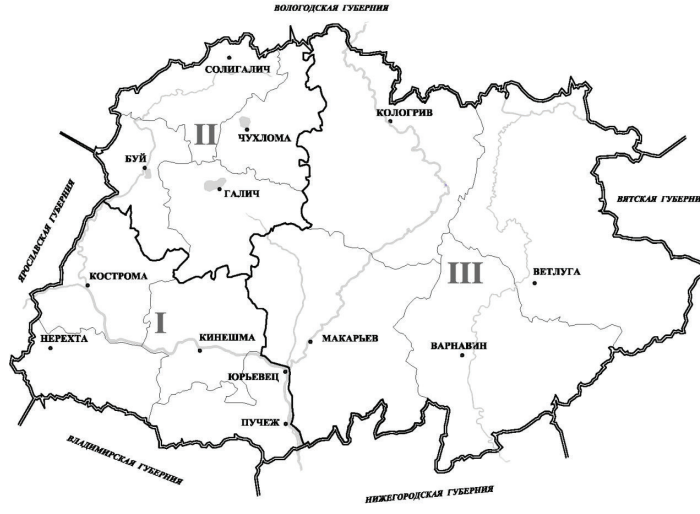


Рис. 1. Территориальное деление Костромской губернии по промышленным районам

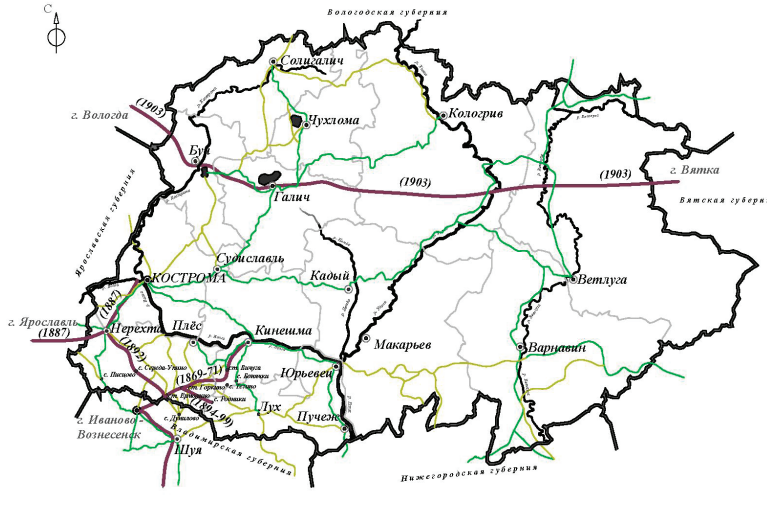


Рис. 2. Дороги и железнодорожные ветки Костромской губернии по состоянию на 1912 год

Таким образом, железнодорожный транспорт стал двигателем промышленности и торговли только в приволжской стороне Костромской губернии.

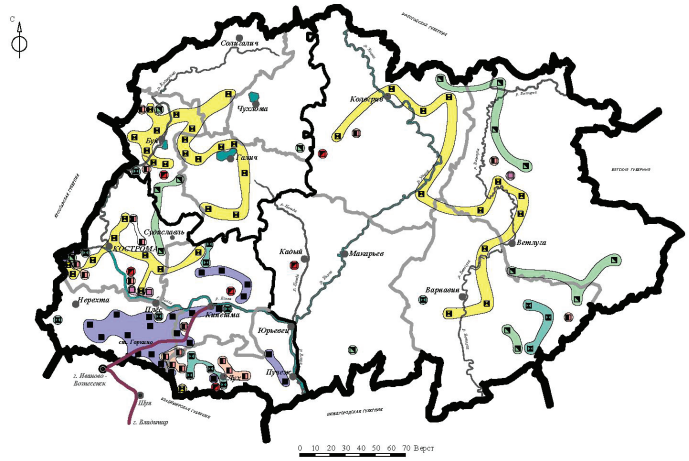


Рис. 3. Размещение фабрично-заводских комплексов Костромской губернии по состоянию на 1872 год (по П. А. Орлову)

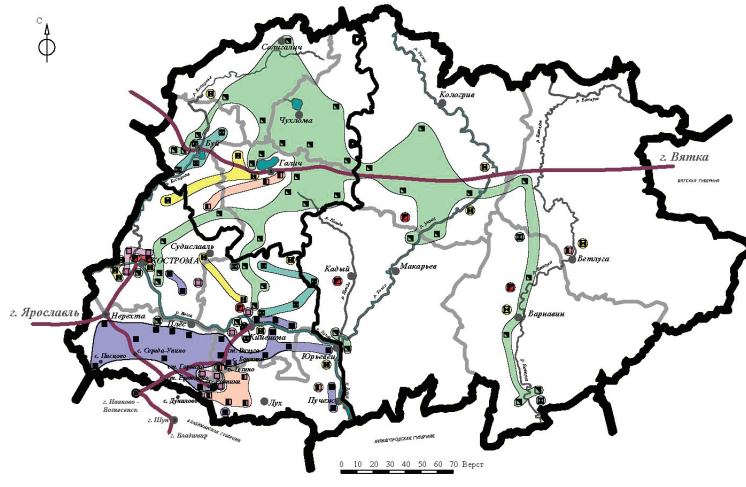


Рис. 4. Размещение фабрично-заводских комплексов Костромской губернии по состоянию на 1912 год (по П. Макарьеву)

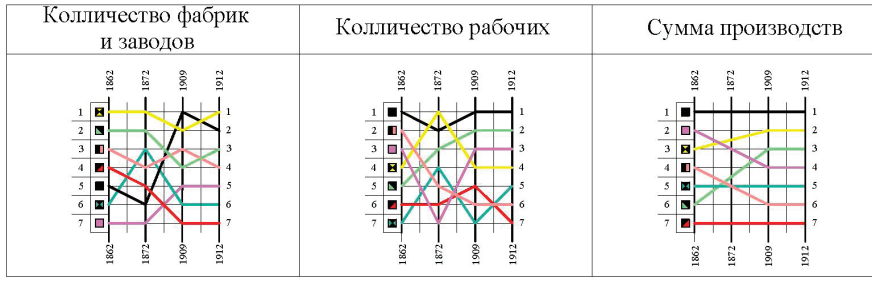


Рис. 5. Анализ развития промышленности Костромской губернии с 1862 по 1912 годы по видам производств

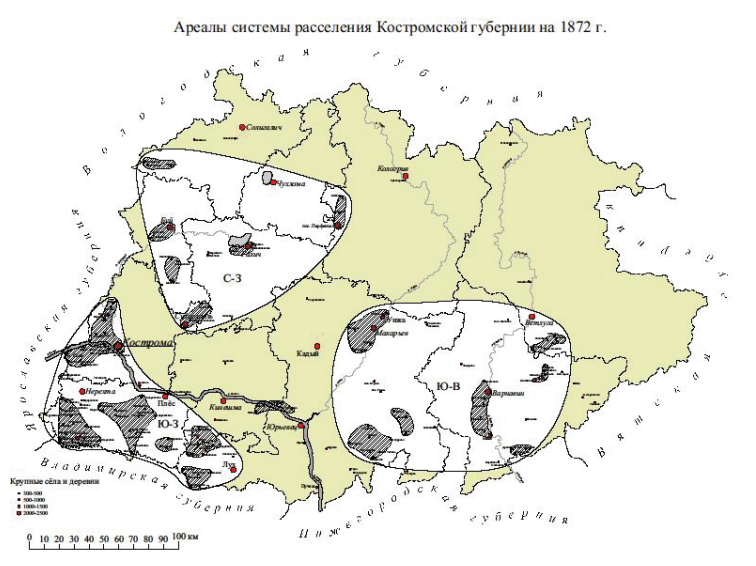


Рис. 6. Схема расселения Костромской губернии на 1872 г.

Болезненные переживания промышленности начались с объявления мировой войны. С этого момента все начало принимать другой вид; одни отрасли местной промышленности стали быстро сокращать свое производство, другие изменять ассортимент своей выработки, а третьи закрываться. Вместо них, один за другим, стали появляться новые производства военного времени [1, с. 4–38], [8, с. 19–25].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Макарьев, П. Ф. Фабрично-заводская промышленность Костромской губернии накануне Мировой войны / П. Ф. Макарьев. - Кострома : [Костромск. науч. о-во по изучению местного края], 1921. – 101 с. – (Труды Костромского научного общества по изучению местного края ; Вып. 22). – Текст : непосредственный.

2. Лапина, О. В. Предпосылки размещения фабрично-заводских комплексов Костромской губернии XIX – начала XX веков / О. В. Лапина. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе : сборник статей 67-й международной научно-практической конференции / Костромская государственная сельскохозяйственная академия. – Караваево, 2016. – Т. 2. – С. 21–25.

3. Материалы для географии и статики России, собранные офицерами генерального штаба : в 25 томах / Я. Крживоблодский. – Санкт-Петербург : Главное управление Генерального штаба, 1859-1868. Том 12 : Костромская губерния / сост. Я. Крживоблоцкий. – 1861. – 638 с. – Текст : непосредственный.

4. Списки населенных мест Российской империи, составленные и издаваемые Центральным статистическим комитетом Министерства внутренних дел. – Санкт-Петербург : Центр. стат. ком. Мин. внутр. дел, 1861–1885.

Вып.18 : Костромская губерния : ... по сведениям 1870-72 годов / обраб. старшим редактором М. Раевским. – 1877. – LXXIII, 465 с. – Текст : непосредственный.

5. Орлов, П. А. Указатель фабрик и заводов Европейской России: Материалы для фабрично-заводской статистики : составил по официальным сведениям Департамента торговли и мануфактур П. А. Орлов. – Санкт-Петербург : Тип. бр. Пантелеевых, 1881 г. – 754 с. – Текст : непосредственный.

6. Список населенных мест Костромской губернии: (по сведениям 1907 г.) / Костромское губернское земство. – Кострома : тип. Т. П. Андрониковой, 1908. – XVII,

385 с. : 1 карт. – Текст : непосредственный.

7. Езиоранский, Л. К. Фабрично-заводские предприятия Российской Империи / Л. К. Езиоранский. – Санкт-Петербург, 1909 г. – 1451 с. – Текст : непосредственный.

8. Фабрично-заводская промышленность и торговля России / под редакцией Д. И. Менделеева ; Всемирная Колумбова выставка 1893 г. в Чикаго. – Санкт-Петербург : Деп. торг. и мануфактур М-ва фин., 1893. – 351 с. – Текст : непосредственный.

9. Лапина, О. В. Размещение фабрично-заводских комплексов Костромской губернии XIX – начала XX веков / О. В. Лапина. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе : сборник статей 67-й международной научно-практической конференции / Костромская государственная сельскохозяйственная академия. – Караваево, 2016. – Том 2. – С. 25–28.

10. Ильин, В. [Ленин, В. И.] Развитие капитализма в России: процесс образования внутреннего рынка для крупной промышленности. – 1-е изд. – Санкт-петербург : Типолит. А. Лейферта, 1899. – 593 с. – Текст : непосредственный.

11. Владимирский, Н. Костромская область : историко-экономический очерк / Н. Владимирский. – Кострома : Кн. изд-во, 1959. – 355 с. – Текст : непосредственный.

12. Свод памятников архитектуры и монументального искусства России. Ивановская область / ответственный редактор Е. Г. Щеболева. – Москва : Наука, 2000. – Часть 2. – 776 с. – Текст : непосредственный.

13. Свод памятников архитектуры и монументального искусства России: Ивановская область / ответственный редактор Е. Г. Щеболева. – Москва : Наука, 2000. – Часть 3. – 813 с. – Текст : непосредственный.

14. Водарский, Я. Е. Исследования по истории русского города: (факты, обобщения, аспекты) / Я. Е. Водарский : Российская академия наук, Институт российской истории. – Москва : ИРИ РАН, 2006. – 415 с.

KOKSHAROV Aleksandr Sergeevich, candidate of architecture, associate professor; LAPINA Olga Vladimirovna, associate professor of the chair of architecture and fine arts

INDUSTRY AND RESETTLEMENT SYSTEM OF THE KOSTROMA PROVINCE OF THE SECOND HALF OF THE XIX – EARLY XX CENTURIES

Kostroma State Agricultural Academy
34, Academic town, Karavaevskaya village, Karavaevo settlement, Kostroma district, Kostroma region, 156530, Russia. Tel.: +7 (4942) 65-75-97; fax: +7 (4942) 65-75-99;
e-mail: van@ksaa.edu.ru
Key words: types of production, industry, serfdom, number of industries, number of workers, total production, industrial location, railway communications, river communications, resettlement system, habitats, trade routes.

The article considers the types of production, reasons for their establishment and their locations on the territory of the Kostroma province in the period from 1862 to 1912. The ratios of the number of industries, the number of workers and the total production for a particular type of industry are considered. The analysis of the reasons for the development, decline and closure of production is performed. The regularity of the influence of the abolition of serfdom, as well as the influence of the development of railway and river links on the industry of the Kostroma province are traced. The resettlement system is described as a developing group with developed internal and external transport and trade links.

REFERENCES

1. Makarev P. F. Fabrichno-zavodskaya promyshlennost Kostromskoy gubernii nakanune Mirovoy Voyny [Factory industry of the Kostroma province on the eve of the World War] / –

Kostroma : Kostromsk. nauch. o-vo po izucheniyu mestnogo kraya, 1921, 101 p. Trudy Kostromsk. nauch. o-va po izucheniyu mestnogo kraya, Vyp. 22.

2. Lapina O. V. Predposylki razmescheniya fabrichno-zavodskikh kompleksov Kostromskoy gubernii XIX – nachala XX vekov [Prerequisites for the placement of factory complexes of the Kostroma province of the XIX – early XX centuries] / Aktualnye problemy nauki v agropromyshlennom komplekse : sbornik statey 67-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Actual problems of science in the agricultural sector. Collection of articles of the 67th international scientific-practical conference] / Kostrom. gos. selskokhoz. akademiya. – Karavaevo, 2016. Vol. 2. P. 21–25.

3. Krzhivoblodsky Ya. Materialy dlya geografii i statiki Rossii, sobrannye ofitserami generalnogo shtaba [Materials for geography and statics of Russia, collected by officers of the General Staff]. – Saint-Petersburg : Glavnoe upravlenie Generalnogo shtaba, 1859–1868. Vol. 12: Kostromskaya guberniya / sost. Ya. Krzhivoblodsky. 1861, 638 p.

4. Spiski naselyonnykh mest Rossiyskoy imperii, sostavlennye i izdavaemye Tsentralnym statisticheskim komitetom Ministerstva vnutrennikh del [The list of settlements of the Russian empire published by the Central Statistical Committee of the Ministry of Internal Affairs]. – Saint-Petersburg: Tsentr. stat. kom. Min. vnutr. del, 1861–1885. Vyp. 18 : Kostromskaya guberniya : … po svedenuyam 1870-72 godov / obrab. starshim redaktorom M. Raevskim. 1877. LXXIII, 465 p.

5. Orlov P. A. Ukazatel fabric i zavodov Evropeyskoy Rossii [Index of Factories and Plants in European Russia]: Materialy dlya fabrichno-zavodskoy statistiki : sostavil po ofitsialnym svedeniyam Departamenta torgovli i manufaktur P. A. Orlov. – Saint-Petersburg: Tip. br. Panteleevykh, 1881, 754 p.

6. Spisok naselyonnykh mest Kostromskoy gubernii: (po svedeniyam 1907 g.) [List of populated areas of the Kostroma province: (According to 1907)] / Kostromsk. gubern. zemstvo. – Kostroma: tip. T. P. Andronikovoy, 1908 [1], XVII, 385 p.: 1 kart.

7. Ezioransky L. K. Fabrichno-zavodskie predpriyatiya Rossiyskoy Imperii [Factory enterprises of the Russian Empire]. – Saint-Petersburg, 1909, 1451 p.

8. Fabrichno-zavodskaya promyshlennost i torgovlya Rossii [Factory industry and trade in Russia] / pod red. D. I. Mendeleeva; Vsemirnaya Kolumbova vystavka 1893 g. v Chikago. – Saint-Petersburg : Dep. torg. i manufaktur M-va fin., 1893, 351 p.

9. Lapina O. V. Razmeschenie fabrichno-zavodskikh kompleksov Kostromskoy gubernii XIX – nachala XX vekov [Location of factory complexes of the Kostroma province of the XIX – early XX centuries] / Aktualnye problemy nauki v agropromyshlennom komplekse : sbornik statey 67-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Actual problems of science in the agricultural sector. Collection of articles of the 67th international scientific-practical conference]. Kostrom. gos. selskokhoz. akademiya. – Karavaevo, 2016. Vol. 2. P. 25–28.

10. Ilin V. [Lenin V. I.]. Razvitie kapitalizma v Rossii: protsess obrazovaniya vnutrennego rynka dlya krupnoy promyshlennosti [The development of capitalism in Russia: the process of formation of the domestic market for large-scale industry]. 1-e izd. Saint-Petersburg: Tipolit. A. Leyferta, 1899, 593 p.

11. Vladimirsky N. Kostromskaya oblast [Kostroma region] : istoriko-ekonomicheskiy ocherk. – Kostroma: Kn. izd-vo, 1959, 355 p.

12. Svod pamyatnikov arkhitektury i monumentalnogo iskusstva Rossii. Ivanovskaya oblast [The set of monuments of architecture and monumental art of Russia: Ivanovo region]. Otv. red. E. G. Scheboleva. – Moscow: Nauka, 2000. Part 2, 776 p.

13. Svod pamyatnikov arkhitektury i monumentalnogo iskusstva Rossii. Ivanovskaya oblast [The set of monuments of architecture and monumental art of Russia: Ivanovo region]. Otv. red. E. G. Scheboleva. – Moscow: Nauka, 2000. Part 3, 813 p.

14. Vodarsky Ya. E. Issledovaniya po istorii russkogo goroda: (fakty, obobscheniya, aspekty) [Studies on the history of the Russian city: (facts, generalizations, aspects)] : Rossiyskaya akad. nauk, Institut rossiyskoy istorii. – Moscow: IRI RAS, 2006, 415 p.

© А. С. Кокшаров, О. В. Лапина, 2020
Получено: 14.12.2019 г.

УДК 728.83 (470.315)

Н. В. ГАРНОВА, соискатель уч. степени канд. архитектуры кафедры истории архитектуры и основ архитектурного проектирования

ЭТИМОЛОГИЯ ТЕРМИНА «ПРОМЫШЛЕННАЯ УСАДЬБА» И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ЕГО УПОТРЕБЛЕНИЯ ПО ОТНОШЕНИЮ К ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЖИЛЫМ КОМПЛЕКСАМ Г. ИВАНОВО-ВОЗНЕСЕНСКА ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XIX – НАЧАЛА XX ВВ.

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-37,
(915) 829-85-35; эл. почта: natasha_barkova@inbox.ru
Ключевые слова: промышленная усадьба, производство, предприятие, завод, фабрика Иваново-Вознесенск.

Рассмотрены распространенные в научных источниках определения и трактовки жилого владения с комплексом производственных строений. Показано, что в настоящее время отсутствует единое общепринятое терминологическое определение данного историко-архитектурного наследия. С учетом особенностей историко-культурного и архитектурно-планировочного формирования, автором предложена дифференциация данных владений на «фабрики» и «промышленные усадьбы». Установлено, что использование термина «промышленная усадьба» по отношению к производственно-жилым комплексам Иваново-Вознесенска второй половины XIX – начала XX вв. является наиболее корректным.

Промышленная усадьба (далее ПУ) – сложный социокультурный феномен, не получивший до настоящего времени четкого научного определения. Между тем, ПУ – неотъемлемое явление индустриального развития общества, возникшее в результате взаимодействия населения и экономических, историко-социальных, культурологических процессов. Возникновение ПУ не было уникальным для России явлением. В основе планировочного построения ПУ лежала хозяйственная усадьба – древнейший традиционный тип жилого владения, называвшийся в зависимости от местности: «ферма» (франц.), «заимка» (в Сибири), «хутор» (Новороссийск), «мыза» (Прибалтика), «фольварк» (Польша) или «вилла» (древний Рим).

Из множества научных определений хозяйственной усадьбы наиболее тематически близким «промышленной усадьбе» стало определение дореволюционного историка С. Кулешова, согласно которому, хозяйственная усадьба являлась сельским комплексом, включавшим набор объединенных и разрозненных территорий разного размера и характера, с расположенными на них строениями жилого, хозяйственного, артельного, коммерческого, животноводческого, складского и производственного назначений, основой формирования которых являлась экономическая целесообразность [1]. Архитектурно-стилистическое построение усадьбы было подчинено господствующему рационалистическому принципу и актуальной потребности производства. На территории России, малопригодной для развития сельского хозяйства, хозяйственная функция усадьбы совмещалась или полностью вытеснялась производственной.

Производственная деятельность в сельской усадьбе имела форму домашней промышленности. В отличие от сельскохозяйственных усадеб, усадьбы с кустарно-ремесленным производством занимали меньшие по размеру участки и имели

ограниченный комплекс хозяйственных строений. Несмотря на преобладание производственной функции, ПУ были полифункциональными [2, 3], что обуславливало их функционально-планировочную вариативность в разных районах страны.

Масштабный переход населения от сельскохозяйственных занятий к производственным в некоторых районах произошел в середине XVIII в. К этому же периоду было отнесено образование промышленных усадеб. География распространения ПУ на территории страны была неоднородна. Наибольшая концентрация ПУ XVIII – начала XX вв. наблюдалась в густо населенных, малоэффективных для развития сельского хозяйства районах, где торгово-ремесленная деятельность населения стала преобладать над сельскохозяйственной. Эти районы занимали обширные территории в Волго-Окском междуречье и Верхнем Поволжье центральной России. Характерные для районов общеэкономические, историко-социальные и естественно-географические условия: малоплодородные земли, сложные климатические условия, высокая плотность населения, 80–83 % крепостных на оброке предопределили преимущественно торгово-ремесленный характер развития расположенных здесь селений [4, 5]. Их развитию в немалой степени, способствовали плотная сеть торговых трактов и обилие ручьев, полноводных и пригодных для судоходства рек. В начале XIX века эти районы вошли в состав Московской, Владимирской, Ярославской, Костромской, Нижегородской, Тверской и Калужской губерний, образовавших главный промышленный район страны, получивший в первую половину XIX в. название Московской промышленной области [6]. Важнейшей промышленной водной артерией Московской промышленной области являлась река Клязьма, протекавшая по территориям Московской, Ивановской, Владимирской и Нижегородской областей и использовавшаяся для судоходства с XII в.

Полиотраслевое промышленное развитие и торговые отношения губерний Московской промышленной области способствовали преобразованию ремесленных предприятий в мануфактурные и фабрично-заводские производства. Объем производственной деятельности и степень отрыва населения от занятий сельским хозяйством соответствовали уровню развития торговли конкретного селения [7]. Селения с наиболее крупным и частым торгом были наиболее развитыми и в промышленном отношении, к ним тяготели окружающие малые села и деревни. К концу XVII крупных торгово-промышленных селений сформировались локальные века в местах расположения отраслевые промышленные районы узкой специализации [8].

Ведущей отраслью производства Московской промышленной области являлась текстильная. Текстильная промышленность локализовалась в сельской местности в двух районах на территории Владимирской губернии в бассейне реки Клязьмы. Наиболее обширный текстильный район сложился на границе с Московской губернией, вторым стал район на границе с Костромской губернией на территории Шуйского уезда. Несмотря на меньший территориальный охват, текстильный район Шуйского уезда в XIX века считался «главным промышленным районом» Московской промышленной области. Он был образован группой сел: Иваново, Дунилово, Пупки, Введенье, Горицы и пр., образовывавших близкую к треугольнику общую территориальную промышленную зону [9]. Все села Шуйского уезда были территориально, исторически и экономически связаны между собой и с Шуей не только сухопутным, но и водным путем по притоку реки Клязьмы–Тезе.

В 20-х гг. XIX в. село Иваново стало центральной торговой площадкой всей губернии и единственным торгово-промышленным селом центральной России,

приближенным по объемам оборота промышленности к Москве и Петербургу. Преобладавшим направлением текстильной промышленности села второй половины XVIII – середины XIX вв. являлось ситценабивное производство. Владельцами всех предприятий были крепостные крестьяне.

Как известно, родиной ситценабивного производства, являлась Индия. Необычайная популярность индийской ткани с набивным рисунком, ввезенной в Англию в XVII в. вызвала значительный спрос на подобные изделия и стимулировала развитие английской набивной текстильной отрасли [10]. В Россию набойное производство пришло в первые десятилетия XVIII в. вместе с иностранными специалистами, приглашенными Петром I для развития военных отраслей промышленности. Помимо Москвы и Петербурга, одно из иностранных предприятий возникло в 1720 г. в соседнем с Иваново селе Рождественно (Кохме), что способствовало распространению технологии производства набойки. Дальнейшему развитию отрасли села способствовало внедрение местных жителей на другие иностранные предприятия в конце XVIII в. [11].

В 1769 году была прервана монополия в текстильном производстве и дано разрешение заводить заведения любому гражданину страны, а с 1775 г. изготавливать и продавать кубовую краску для набойки и добывать красители. Крепостные крестьяне получили возможность осуществлять весь цикл изготовления изделий на дому, в том числе финишную отделку. В отличие от рынков сбыта первых иностранных фабрик и крупных русских мануфактур, продукция крестьянских предприятий была ориентирована на крестьянство преобладающий сословный класс страны, что делало крестьянские предприятия настоящей «золотой жилой». Простота, доступность технологических операций способствовали быстрому распространению и развитию малых производств.

Таким образом, с конца XVIII в. на территории страны располагалось множество предприятий разных форм собственности, принадлежности, технической оснащенности. При этом в рассмотренных архивных, научных и литературных источниках отсутствовало и до сих пор отсутствует единое терминологическое обозначение данных производственных владений и комплексов.

Как известно, основным документом, регламентировавшим устройство предприятия или «фабрики, завода и иного промышленного заведения» в XIX в., являлся V раздел Строительного Устава Российской Империи. Порядок разрешения устройства предприятий приводился в ст. 164 Устава о Промышленности. В статьях обоих документов говорилось о «заведении мануфактуры», «устройстве промышленного заведения», «учреждении заводов». Предприятием считалось исключительно производственное здание или комплекс зданий, а не территориальный участок, на котором он расположен. На это положение указывало уточнение Устава, приведенное в журнале дореволюционного профессионального архитектурного сообщества «Зодчий»: «…где происходит фабричное производство, будет, вне всякого сомнения, фабричным зданием, … когда из работавшей фабрики убрали машины, здание последней уже не будет фабричным, т. к. фабрика более не существует» [12]. При этом идентификация предприятия не зависела от принадлежности владения, объема производства или степени его индустриальной оснащенности, а просто констатировала факт его существования, т. к. под «машинами» до начала XX в. понимались не только двигатели и станки, но и механизмы, приводимые в действие ручным и конным приводом.

Согласно Уставу, к производственным строениям относились любые фабричные, заводские, ремесленные, торговые и торгово-заводские постройки,

в том числе: торговые бани, типографии, склады топлива и пр. [13]. Согласно Постановлению Техническо-Строительного Комитета МВД от 1893 г. в комплекс фабрики и завода включались не только строения, предназначенные для изготовления товаров, но и строения, обеспечивавшие бесперебойное функционирование производства, например, помещения для склада разных материалов, готовых изделий, помещения для рабочих и администрации. К производственным относились строения любого назначения, непрерывная протяженность которых превышала 12 саженей или строения, пристроенные к производственным и имевшие с ними общую стену. Расширенная, согласно Уставу, типология производственных зданий «растягивала» понятие «фабрики» от одного здания до фабричного комплекса, но словоупотребления «фабричный комплекс» в государственных документах не встречалось. Также ни в одном дореволюционном источнике не было словоупотребления «промышленная усадьба». Такого термина не существовало вовсе, т. к. любое владение, в т. ч. жилое, имевшее на своей территории производственные строения, считалось, по умолчанию «фабрикой», «заведением», «заводом» или «мануфактурой». Данное обстоятельство и привело к многозначности толкования и разнообразного обозначения жилых владений с производственными постройками в письменных источниках XIX–XXI вв.

В начале XX века в статьях журнала Петербуржского общества архитекторов «Зодчий» было опубликовано несколько мнений представителей профессионального сообщества, пытавшихся выделить из «заведений» «фабрику и мануфактуру» на основании механизации последних [14]. Однако, согласно действовавшим до 1917 г. законоположениям, «заведения и фабричные здания» были признаны тождественными. Тождественность терминологии расширила типологическую классификацию объекта исследования, т. к. позволила причислять к промышленным усадьбам владения с утраченной, отсутствовавшей или выведенной жилой зоной, но принадлежавшей владельцу-фабриканту, проживавшему в другом месте. Таким образом, к ПУ могли быть причислены большинство заводских, фабричных комплексов и жилых владений при них, сложившихся до 1910-х гг.

Как было упомянуто ранее, помимо крестьянских, преимущественно, неуказных и неучтенных предприятий, в Российской Империи до последней четверти XIX в. существовало большое количество указных фабрик, заводов и мануфактур, которые не могли быть причислены к ПУ ввиду особенностей их формирования, потому что они:

– принадлежали дворянам, купцам или иностранным гражданам (производство развивалось по принципу крепостной мануфактуры; продукция была ориентирована на высшие слои населения или нужды армии);

– изначально строились по проектам архитекторов или инженеров как законченные архитектурные фабричные комплексы с четким композиционным построением и стилевым единством. Нередко для проектирования фабрики привлекались иностранные специалисты;

– эстетическая составляющая архитектурного образа могла превалировать над технологической рациональностью, внесение пространственно-планировочных и технологических изменений не предусматривалось;

– являлись «учетными» предприятиями, т. е. контролировались государственным органом учета мануфактурных предприятий.

Примером указного предприятия, обладавшего всеми перечисленными признаками, являлось льноводческое заведение князя А. И. Барятинского в Домбровской экономии Полтавской губернии в середине XIX в. Высокая кирпич-

ная дымовая труба завода, расположенная в центре композиции предприятия, стала вертикальной осью, к которой тяготели симметрично расположенные вокруг корпуса, связанные с ней подземными дымоходами. Несмотря на простоту архитектуры, бельгийскому инженеру Г. Ле-Дохту, приглашенному князем для организации предприятия, удалось создать грациозный, функционально целесообразный архитектурный ансамбль [15].

Свойственная указным предприятиям архитектурно-планировочная ригидность вкупе с социальными изменениями, назревшими в обществе, способствовали упадку большинства из них в конце XVIII – начале XIX вв. Тем не менее, архитектурно-планировочные и социально-исторические особенности формирования таких предприятий указывали на то, что именно они, в общепринятом смысле, могли называться фабриками, а не промышленными усадьбами.

В сравнении с фабриками, к ПУ были отнесены жилые комплексы с производственными строениями, которые имели одну или несколько из перечисленных особенностей:

– по функционально-планировочному построению были схожи с традиционной хозяйственно-жилой усадьбой;

– принадлежали крепостным крестьянам или крестьянам, выкупившимся из крепостной зависимости;

– проходили длительный период архитектурно-планировочного формирования в результате которого претерпевали постоянное изменение функционально-технологической структуры и архитектурно-стилевое преобразование;

– подвижность государственной «учетности».

Для доступных научных письменных источников была характерна вариативность терминологического обозначения ПУ, обусловленная рядом историко-социальных факторов:

– сословная принадлежность владельца усадьбы. Промышленными предприятиями в Российской Империи в разное время владели иностранные граждане, дворяне, купцы, мещане, крестьяне. Обозначения «заводская усадьба», «усадьба с фабрикой», «фабрика» использовались при описании дворянских и крупных купеческих усадеб с производством.

– расположение объекта исследования. Обозначения «ремесленная», «промысловая», «мастерская», «заведение» были характерны для описания сельских усадеб; для городских – «фабричка», «промышленная».

– объем и уровень технологического развития производства. Обозначения «производственная», «ремесленная», «промысловая», «фабричная» и «торговая», «кустарная» характерны для указания на разные по размерам и оснащенности крестьянские, мещанские, купеческие усадьбы с производством;

– обозначение промышленных предприятий как «лавок» в некоторых законодательных документах XIX в. [16].

В недавно опубликованных научных трудах встречалось различное обозначение жилых владений с комплексом производственных построек:

– «заводская усадьба» и «усадебно-промышленный комплекс» в отношении дворянских металлургических заводов Подмосковья [17] и Нижегородской области;

– «многофункциональный усадебно-производственный комплекс» в отношении владений торгово-промышленных сел Нижегородской и Костромской губернии [18];

– «промысловый двор» в отношении городских усадеб Центральной России

середины XVII в. [19].

– «промышленная усадьба» в отношении одного из традиционных типов татарской городской усадьбы Казани [20].

Термин «промышленная усадьба» встречался при указании функционального назначения производственного строения («набойное заведение» [21]. «Торгово-промышленными» усадьбами были названы ПУ Городца [2]; «усадьбой и фабрикой» – жилые владения с предприятиями в Павлово [22]. Термин «промышленная усадьба» использовался Е. Г. Щеболевой для описания купеческих жилых владений с производством, возникших в мануфактурный период. При этом Е. Г. Щеболева выделила еще «мещанскую ремесленную усадьбу», отличавшуюся от промышленной «семейным характером производства» [23].

По мнению автора, употребление термина «промышленная» по отношению к жилым владениям с производственными строениями Иваново-Вознесенска было наиболее корректным. Слово «промышленность» происходило от русского слова «промысел» или «промышлять» и обозначало хозяйственную деятельность человека, направленную на производство сырья, продуктов, энергии, орудий труда. Т. к. генезис промышленности лежал в истоках домашнего хозяйства, все возникшие на основе традиционной хозяйственно-жилой усадьбы владения с производством, в т. ч. все рассмотренные усадьбы Иваново-Вознесенска, независимо от отраслевой специализации и объема расположенных в них производств, было принято считать промышленными.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кулешов, С. Усадьбы-фермы / С. Кулешов. – Текст : непосредственный // Зодчий. – 1879. – № 4. – С. 53–55.
2. Лисицына, А. В. Каменные усадебные комплексы Городца середины XIX – начала XX вв. / А. В. Лисицына. – Текст : непосредственный // Архитектурное наследство. – Москва, 2015. – № 62. – С. 175–192.
3. Снитко, А. В. Закономерности и проблемы архитектурной организации исторических жилых комплексов промышленных городов Центра России / А. В. Снитко. – Текст : непосредственный // Жилищное строительство. – Москва, 2010. – № 2. – С. 11–15.
4. Временник Императорского Московского общества истории и древностей российских. – Москва : [б. и.], 1855. – Книга 22. – 549 с. – Текст : непосредственный.
5. Кудряшов, К. В. Русский исторический атлас / К. В. Кудряшлва. – Москва ; Ленинград : Государственное издательство, 1928. – 20 с. – URL:https://runivers.ru/lib/book6860/186938/ (дата обращения 06.02.2020). – Текст электронный.
6. Живописная Россия. Отечество наше в его земельном, историческом, племенном, экономическом и бытовом значении. Том 6. Москва и Московская промышленная область. Часть 2. Московская промышленная область / под общей редакцией П. П. Семенова. – Санкт-Петербург ; Москва : М. О. Вольф, 1899. –324 с. : ил. – URL: http://elib.shpl.ru/ru/nodes/25827 (дата обращения 06.02.2020). – Текст электронный.
7. Разгон, А. М. Промышленные и торговые слободы и села Владимирской губернии во второй половине XVIII в. / А. М. Разгон. – Текст : непосредственный // Исторические записки. – Москва : Академия Наук СССР, 1950. – Т. 32. – С. 265.
8. Ильин, А. А. Подробный атлас Российской Империи с планами главных городов / А. А. Ильин. – Санкт-Петербург : Издание картографического заведения А. Ильина, 1876. – 6 с., 72 л. карт : ил. – Текст : непосредственный.
9. Русакомский, И. К. Торгово-промышленные села Ивановской области / И. К. Русакомский. – Текст : непосредственный // Памятники русской архитектуры и монументального искусства. – Москва : Наука, 1980. – С. 235–246.
10. Technological innovation and the decorative arts. Catalogue. An exhibition at the

Hagley Museum March 29 through December 30, 1973 cosponsored by the Hagley Museum and the Henry Francis du Pont Winterthur Museum. – Hagley Museum, 1973. – 80 p.

11. Дмитриев, И. Н. Первые русские ситценабивные мануфактуры XVIII в. / И. Н. Дмитриев. – Москва ; Ленинград : ОГИЗ, 1935. – 310 с. – Текст : непосредственный.

12. Зосимовский, Г. К вопросу о том, где именно должны рассматриваться и утверждаться проекты на постройку зданий для фабрик, заводов и иных промышленных заведений / Г. Зосимовский. – Текст : непосредственный // Зодчий. –1902. – № 44. – С. 494–497.

13. Свод законов Российской Империи. Уставы путей сообщения, телеграфический, строительный и пожарный. – Санкт-Петербург : Тип. Второго Отделения Собственной Е.И.В. Канцелярии, 1857. – Том 12, часть 1. – 664 с. – Текст : непосредственный.

14. Зосимовский, Г. К вопросу о порядке разрешения фабричных построек / Г. Зосимовский. – Текст : непосредственный // Зодчий. – 1903. – № 2. – С. 18.

15. Косяков, В. Льноводство и Льноводческое заведение в Драбовской экономии / В. Косяков. – Текст : непосредственный // Зодчий. – 1904. – № 43–44. – С. 481–497.

16. Захаров, В. Н. История налогов в России. XIX – начало XX века / В. Н. Захаров, Ю. А. Петров, М. К. Шацилло. – Москва, 2006. – 168 с. – Текст : непосредственный.

17. Цыганкин, Г. С. Заводская усадьба Замосковного горного округа конца XVIII – первой половины XIX в. : специальность 07.00.02 – Отечественная история : диссертация на соискание ученой степени кандидата исторических наук / Г. С. Цыганкин. – Саранск, 2009. – 264 с. – Текст : непосредственный.

18. Лисицына, А. В. Прогулка по старому Богородску. – URL: http://www.opentextnn.ru/space/littlesityes/?id=811 (дата обращения 06.08.2020). – Текст : электронный.

19. Мазур, Л. Д. Архитектура городских усадеб центра России XVII в. / Л. Д. Мазур. – Текст : непосредственный // AMIT. Московский архитектурный институт. – 2011. – № 4 (17). – С. 1–12.

20. Нугманова, Г. Г. Татарская городская усадьба Казани в середине XIX – начале XX в. : специальность 18.00.01 – Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата искусствоведения / Г. Г. Нугманова. – Москва, 2000. – 178 с. – Текст : непосредственный.

21. Снитко, А. В. Формирование и развитие архитектуры текстильных предприятий г. Иванова и пути их реконструкции : специальность 18.00.02 – Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / А. В. Снитко. – Иваново, 1999. – 208 с. : ил. – Текст : непосредственный

22. Лисицына, А. В. Иллюстрированный каталог объектов культурного наследия (памятников истории и культуры), расположенных на территории Павловского района Нижегородской области / под редакцией А. В. Лисицыной. – Нижний Новгород, 2015. – 560 с. : ил. – Текст : непосредственный.

23. Щеболева, Е. Г. Купеческое строительство Ивановской области / под редакцией Е. Г. Щеболевой. – Москва : Гос. ин-т искусствознания, 1998. – 262 с. : ил. – Текст : непосредственный.

GARNOVA Natalya Vladimirovna, applicant of the chair of history of architecture and fundamentals of architectural design

ETYMOLOGY OF THE TERM "INDUSTRIAL ESTATE" AND APPROPRIATENESS OF ITS USE WITH REGARD TO IVANOVO-VOZNESENSK INDUSTRIAL AND RESIDENTIAL COMPLEXES OF THE SECOND HALF OF THE XIX –EARLY XX CENTURIES

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia.
Tel.: +7 (831) 430-17-37; (915) 829-85-35; e-mail: natasha_barkova@inbox.ru
Key words: industrial estate, production, enterprise, factory, plant, Ivanovo-Voznesensk.

The article considers scientific definitions and interpretations of residential property with a complex of industrial buildings used in scientific works. It states that at present a common, generally accepted terminological definition of this historical and architectural heritage is not available. Counting on peculiarities of the historical, cultural, architectural and planning formation, the author proposes to differentiate these types of estates into «factories» and «industrial estates». The use of the term "industrial estate" in relation to Ivanovo-Voznesensk industrial complexes of the second half of the XIX – early XX centuries is found to be the most correct.

REFERENCES

1. Kuleshov S. Usadby-fermy [Homesteads-farms]. Zodchiy [Architect]. - Petersburg. 1879. № 4. P. 53–55.

2. Lisitsyna A. V. Kamennye usadebnye kompleksy Gorodtsa serediny XIX – nachala XX vv. [Gorodets stone manor complexes of the mid-XIX – early XX centuries]. Arkhitekturnoe nasledstvo [The architectural legacy]. - Moscow: Stroyizdat, 2015. № 62. P. 175–192.

3. Snitko A. V. Zakonomernosti i problemy arkhitekturnoy organizatsii istoricheskikh zhilykh kompleksov promyshlennykh gorodov Tsentra Rossii [Regularities and problems of architectural organization of historical residential complexes of industrial cities in the center of Russia]. Zhilischnoe stroitelstvo [Housing construction]. - Moscow. 2010. № 2. P. 11–15.

4. Vremennik Imperatorskogo Moskovskogo obschestva istorii i drevnostey rossiyskikh [Vremennik of the Imperial Moscow society of Russian history and antiquities]. V. 22. Moscow, 1855.

5. Kudryashov K. V. Russkiy istoricheskiy atlas [Russian historical atlas]. Vosemnadtsat litografskikh stranits s pyatyudesyatyu kartami. Gosudarstvennoe izdatelstvo, 1928: [Elektronny resurs] URL:https://runivers.ru/lib/book6860/186938/ (data obrascheniya: 06.02.2020).

6. Semyonov P. P. Zhivopisnaya Rossiya. Otechestvo nashe v ego zemelnom, istoricheskom, plemennom, ekonomicheskom i bytovom znachenii [Pictorial Russia. Our Fatherland in its land, historical, tribal, economic and domestic value] / pod obsch. red. P. P. Semyonova. V. 6: Moskva i Moskovskaya promyshlennaya oblast, part 2. Moskovskaya promyshlennaya oblast. – Saint-Petersburg; Moscow, 1899 (2015). Part 2. 324, III p.: il. [Elektronny resurs] – URL: http://elib.shpl.ru/ru/nodes/25827 (data obrascheniya: 06.02.2020).

7. Razgon A. M. Promyshlennye i torgovye slobody i syola Vladimirskoy gubernii vo vtoroy polovine XVIII v. [Industrial and commercial quarters and villages of Vladimir province in the second half of the XVIII century]. Istoricheskie zapiski [Historical notes].–Moscow: Izd-vo Akademii Nauk SSSR, 1950. Vol. 32. P. 265.

8. Ilin A. Podrobny atlas Rossiyskoy Imperii s planami glavnykh gorodov. 70 kart [Detailed Atlas of the Russian Empire with plans of the main cities. 70 maps]. – Petersburg. -1871, 70 p. il.

9. Rusakomsky I. K. Torgovo-promyshlennye syola Ivanovskoy oblasti [Commercial and industrial villages of the Ivanovo region]. Pamyatniki russkoy arkhitektury i monumentalnogo iskusstva [Monuments of Russian architecture and monumental art]. Moscow: Nauka, 1980. P. 235–246.

10. Technological innovation and the decorative arts. Catalog. An exhibition at the Hagley Museum March 29 through December 30, 1973 cosponsored by the Hagley Museum and the Henry Francis du Pont Winterthur Museum, 1973, 80 p.

11. Dmitriev I. N. Pervye russkie sittsenabivnye manufaktury XVIII v. [First Russian cotton-printing manufactories of the XVIII century]. Moscow.-Leningrad., 1935, 310 p.

12. Zosimovsky G. K voprosu o tom, gde imenno dolzhny rassmatrivatsya i utverzhdatsya proekty na postroyku zdaniy dlya fabrik, zavodov i inykh promyshlennykh zavedeniy [To the

question where exactly projects on construction of buildings for factories, plants and other industrial institutions should be considered and approved]. Zodchiy [Architect]. Petersburg. 1902. №. 44. P. 494-497.

13. Svod zakonov Rossiyskoy Imperii. Ustavy putey soobscheniya, telegraficheskiy, stroitelniy i pozharny [Laws of the Russian Empire. Regulations on the railroads, telegraph, construction and fire protection]. Saint-Petersburg: Tip. Vtorogo Otdeleniya Sobstvennoy E.I.V. Kantselyarii, 1857. Vol. 12. Part 1, 664 p.

14. Zosimovsky G. K voprosu o poryadke razresheniya fabrichnykh postroek [To the issue of the procedure for factory buildings]. Zodchiy [Architect]. Petersburg, 1903. № 2. P. 18.

15. Kosyakov V. Lnovodstvo i lnovodcheskoe zavedenie v Drabovskoy ekonomii [Flax-growing process and flax-growing institution in Drab economy]. Zodchiy [Architect]. – 1904. №. 43, 44. P. 481–497.

16. Zakharov V. N., Petrov Yu. A., Shatsillo M. K. Istoriya nalogov v Rossii. XIX–nachalo XX vv. [Tax history in Russia. XIX – early XX centuries]. Moscow, 2006, 168 p.

17. Tsygankin G. S. Zavodskaya usadba Zamoskovnogo gornogo okruga kontsa XVIII – pervoy poloviny XIX v. [Factory estate of Zamoskovniymining district of the late XVIII – first half XIX century]: spetsialnost 07.00.02 Otechestvennaya istoriya: dissertatsiya na soiskanie uchyonoy stepeni kandidata istoricheskikh nauk. Saransk, 2009, 264 p.

18. Lisitsyna A. V. Progulka po staromu Bogorodsku [Walk through old Bogorodsk]: [Elektronny resurs] – URL: http://www.opentextnn.ru/space/littlesityes/?id=811 (data obrascheniya: 06.08.2020).

19. Mazur L. D. Arkhitektura gorodskikh usadeb tsentra Rossii XVII v. [Architecture of urban estates in the center of Russia in the XVII century]. Moskovskiy arkhitekturny institute [AMIT. Moscow Architectural Institute]. 2011. № 4 (17). P. 1–12.

20. Nugmanova G. G. Tatarskaya gorodskaya usadba Kazani v seredine XIX - nachale XX v. [Tatar city estate of Kazan in the middle of the XIX-early XX century]: spetsialnost 18.00.01 – Teoriya i istoriya arkhitektury, restavratsiya i rekonstruktsiya istoriko-arkhitekturnogo nasledia: avtoreferat dissertatsiya na soiskanie uchyonoy stepeni kandidata iskusstvovedeniya. – Moscow, 2000, 178 p.

21. Snitko A. V. Formirovanie i razvitie arkhitektury tekstilnykh predpriyatiy g. Ivanova i puti ikh rekonstruktsii [Formation and development of Ivanovo textile enterprises architecture and ways of their reconstruction]: spetsialnost 18.00.02 Arkhitektura zdaniy i sooruzheniy. Tvorcheskie kontseptsii arkhitekturnoy deyatelnosti: dissertatsiya na soiskanie uchyonoy stepeni kandidata arkhitektury. Ivanovo, 1999, 208 p.: il.

22. Lisitsyna A. V. Illyustrirovanny katalog obektov kulturnogo naslediya (pamyatnikov istorii i kultury), raspolozhennykh na territorii Pavlovskogo rayona Nizhegorodskoy oblasti [Illustrated catalog of cultural heritage sites (historical and cultural monuments) located on the territory of the Pavlovsky district of the Nizhny Novgorod region] / pod red. A. V. Lisitsynoy. – Nizhny Novgorod, 2015, 560 p.: il.

23. Scheboleva E. G. Kupecheskoe stroitelstvo Ivanovskoy oblasti [Merchant construction of the Ivanovo region] / pod red. E.G. Schebolevoy. – Moscow: Gos. in-t iskusstvoznaniya, 1998, 262 p.: il.

© Н. В. Гарнова, 2020
Получено: 14.03.2020 г.

УДК 72.036

О. В. ТЕРЕБИКИНА, аспирант кафедры архитектурного проектирования

СТИЛЬ БИО-ТЕК В НОВЕЙШЕЙ АРХИТЕКТУРЕ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: +79877442619; эл. почта: olgaterebikina@mail.ru
Ключевые слова: архитектура, био-тек, хай-тек, современные технологии, природные формы, органическая архитектура, экология.

Рассматривается становление и развитие стиля био-тек в новейшей зарубежной архитектуре как одного из векторов стиля хай-тек. Особое внимание уделяется анализу уникальных зданий и сооружений, в которых прослеживаются симбиоз природы и техники. Био-тек демонстрирует актуальные поиски в рамках экологической архитектуры, которым принадлежит будущее.

Хай-тек – неординарный стиль в новейшей архитектуре и дизайне, который берет свое начало еще в рационализме XIX века, но самостоятельным стилистическим течением становится лишь в 1970-х годы, став одним из ярких проявлений позднего модернизма и дополнил рациональную новационную линию развития архитектуры XX и XXI вв.

Стиль хай-тек в своем развитии прошел путь всевозможных преобразований: от величавой монументальности и механоморфности до плавных и пластичных природных форм. Кроме основной метафоры техники промышленных сооружений, одним из прообразов для экспериментов хай-тека стала оранжерея с металло-стеклянной оболочкой, перекрывающая значительные пространства, которая в совокупности со стремлением к экологичности послужила прототипом новой вариации хай-тека, создав определенный симбиоз природы и техники – био-тек.

Существует мнение, что первый шаг на пути становления концепции биотека сделал американский архитектор Фрэнк Ллойд Райт (основоположник органической архитектуры) в 1939 году. Он первым высказал мысль, что архитектура представляет собой живой организм, который растет и существует в соответствии с законами природы, в гармонии с окружающим его миром. [1] Био-тек, в современном его понимании, возник в конце XX – начале XXI века и в настоящее время находится на новом этапе активного развития. Направление био-тек опирается на философскую концепцию, которая представляет собой создание нового пространства для жизнедеятельности современного человека, объединяющего принципы биологии, современных энергосберегающих технологий и архитектуры.

Одним из ярких примеров здания в стиле био-тек является небоскреб Сент-Мэри Экс 30 британского архитектора Н. Фостера (2001–2004). Это первый «экологически чистый» 41-этажный небоскреб в Лондоне. Благодаря необычной форме, созданной с помощью сетчатой металлической конструкции и энергии солнечных батарей, оно вдвое экономичнее других небоскребов аналогичного размера. А его аэродинамическая форма увеличивает количество естественного света и воздуха. Это 180-метровое здание жители прозвали «корнишоном». Дело не только в характерной форме, но и в покрытии стеклом зеленоватого оттенка, что является важной составляющей энергосберегающих систем здания. Здание возведено с использованием экологичных строительных материалов. Архитектора Нормана

Фостера считают одним из основных представителей био-тека. Многие его проекты различных зданий высоко экологичны (рис. 1 цв. вклейки) [2].

Не менее интересен другой проект архитекторов Н. Фостера и Э. Смитта – экогород Масдар в ОАЭ (2009 г.) Проект здания штаб-квартиры Масдар-Сити состоит из металлических сетчатых конструкций с гиперболоидными башнями, которые выполняют функцию опор крыши, а также играющих роль световых колодцев и одновременно обеспечивающих естественную вентиляцию здания, что соответствует традиционным арабским приемам в архитектуре. Комплекс, в котором, наряду с офисами, запланированы жилье, магазины и кафе, сады и молельный зал, а также доступ к городской транспортной системе, будет потреблять на 70 % меньше воды, чем стандартная постройка такого же размера. Предусмотрена также система охлаждения воздуха в подземных емкостях, сады внутри здания и на перекрытии верхнего этажа, система остекления, которая позволит проникать в здание свету, но не теплу солнца. Солнечная батарея на кровле, одна из крупнейших в мире, позволит вырабатывать 103 % электроэнергии, необходимой зданию. При этом оно своим волнистым покрытием и гиперболоидными грибовидными конструкциями обращено к природным формам (рис. 2 цв. вклейки) [3].

Как уже отмечалось, в архитектурно-строительной бионике большое внимание уделяется новым строительным технологиям. Так, в области разработок эффективных и безотходных строительных технологий, перспективным направлением является создание слоистых конструкций. Идея формообразования при этом заимствована у глубоководных моллюсков. Их прочные ракушки состоят из ряда чередующихся жестких и мягких пластинок. Подобный принцип был использован архитекторами студии *StudioGang* при строительстве небоскреба AquaTower в Чикаго (2009 г.), который представляет собой пластичный объем. Его фасады оформлены рядами криволинейных пластин-балконов, придающих ему необычный облик, вызывающий различные ассоциации с органическими природными формами, или рождающий ассоциации с причудливыми выветренными скальными породами. Это действительно не просто дом, а дом-скульптура. Многочисленные балконы и террасы чередуются с массивами больших стеклянных поверхностей, которые придают зданию светопрозрачность. Кажется, что это просветы, в которых видна спокойная гладь воды (рис. 3 цв. вклейки) [4].

Био-тек в архитектуре предполагает создание зданий и сооружений, которые представляют собой естественное продолжение природы, не вступающих с ней в конфликт, в частности в плане формообразования, но максимально технически оснащенные. Главная цель стилябио-тек – это стремление к созданию энергоэффективных и комфортных зданий с независимыми системами жизнеобеспечения, что позволяет делать здания практически автономными. Структура таких зданий представляет собой каркас с целым комплексом инженерного оборудования. В зданиях устанавливают солнечные батареи, коллекторы для сбора дождевой воды, устраивают террасы с зелеными насаждениями, ориентируясь на максимальное использование естественного освещения и вентиляции. При строительстве зданий применяются экологически чистые или возобновляемые строительные материалы и конструкции.

Таким зданием является жилой дом-небоскреб *AgoraGarden* по проекту бельгийского архитектора Винсента Каллебота (*Vincent Callebaut*) в Тайване, построенный в 2017 г. Здание представляет собой конструкцию башни в 20 этажей, которая поворачивается на 90 градусов при подъеме – поворот на 4,5 градуса за уровень. Небоскреб был спроектирован с учетом климатических и экологических условий.

Большие площади зеленых насаждений по проекту позволят зданию ежегодно поглощать 130 тонн углекислого газа из воздуха. Центральное ядро здания представляет собой систему навесных стен с двойной обшивкой, которая обеспечивает пассивный климат-контроль для вертикальной циркуляци воздуха во внутренних пространствах. Другие экологические особенности включают систему рециркуляции дождевой воды, низкое электронное стекло, фотоэлектрическую солнечную батарею на крыше и навесах, энергосберегающие лифты и автоматизированные мониторы энергосбережения, которые адаптируются к климатическим особенностям. Этот экодом обладает необычной формой в виде спирали ДНК. Образ здания метафоричен – его считают символом взаимодействия человека и природы (рис. 4 цв. вклейки).

Не менее интересен другой проект Винсента Каллебота – проект культурного центра «Ласточкино гнездо» в городе Тайчжун, Тайвань (2014 г.) Здание представляет собой треугольник, повернутый 80 раз вокруг эллиптической ленты Мебиуса. Сооружение высится над плоскостью земли, создавая сводчатые отверстия в центральном объеме, который становится «бесконечным патио». Опоры, на которых держится оригинальная по собственной геометрии конструкция, уходят под землю, организуя большой вестибюль, билетную кассу, магазины и кафе. Стеклянное перекрытие этого места позволяет освещать его прямым солнечным светом, также декорирует внутренний двор наверху. Коридор связывает это подземное место с конференц-центром, мастерскими и архивами. Самые нижние уровни включают подземную парковку и системы защиты от стихийных бедствий (рис. 5 цв. вклейки) [5].

Философия направления био-тек характерна для философии Азиатстких стран, где архитектурные решения в ряде случаев обуславливаются применением трансцендентной практики учения «фен-шуй», для которого типична восточная тема изменяющихся взаимоотношений между обществом и природой.

Международный медиа-центр «Феникс» в Пекине построен по проекту архитектурной группы *BIAD* (2012 г.) Объект выполнен из стальной оболочки, внутри которой создано огромное пространство, которое позволяет организовывать различные функциональные зоны. Здание представляет собой динамичную скульптурную форму гигантского кольца неправильной формы, внешняя оболочка выполнена из двойного слоя стальных конструкций, расположенных по спирали, что позволяет уменьшить потребление энергии на обогрев и охлаждение здания. Ее называют огромной лентой Мебиуса, которая позволяет сформировать эффектный архитектурный дизайн. Здание расположено в зеленой парковой зоне и органично адаптируется к своему природному окружению. Эстетический облик футуристического здания формируется с помощью применения гибких металлоконструкций, но при этом вызывает ассоциации с гигантской ракушкой или гигантским яйцом (рис. 6 цв. вклейки).

Здание культурного центра в виде цветка лотоса *TheLotusBuilding* по проекту архитектурной австралийской фирмы *Studio505* (2014 г.) возведено в центре искусственного водоема. Оно состоит из трех объемов – цветочных бутонов и выполняет роль нового ориентира в городском пространстве Чанчжоу в Китае. Выросшее на глади искусственного озера «цветущее» здание является расширением существующего подземного муниципального учреждения, дополнив его новыми культурными и общественными функциями. Форма здания символизирует роль природы для человека. Энергоэффективное здание является интересным примером экологического проектирования в стиле био-тек. Так, 2500 геотермальных свай, которые расположены под поверхностью искусственного озера, помогают

К СТАТЬЕ О. В. ТЕРЕБИКИНОЙ «СТИЛЬ БИО-ТЕК В НОВЕЙШЕЙ АРХИТЕКТУРЕ»

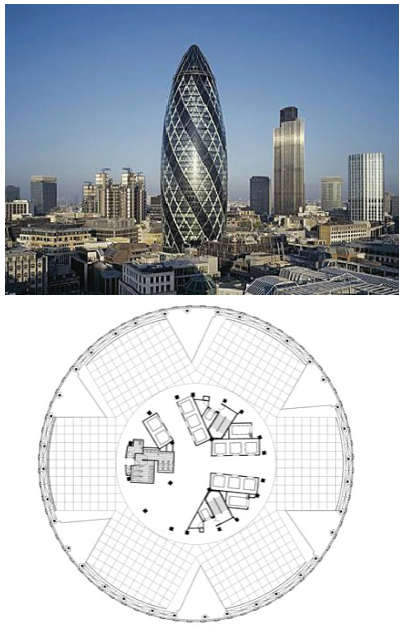


Рис. 1. Сент-Мэри Экс 30, арх. Н. Фостер, Лондон (2001–2004 г.)

Рис. 2. Город Масдар, арх. Н. Фостер и Э. Смитт, ОАЭ (2009 г.)

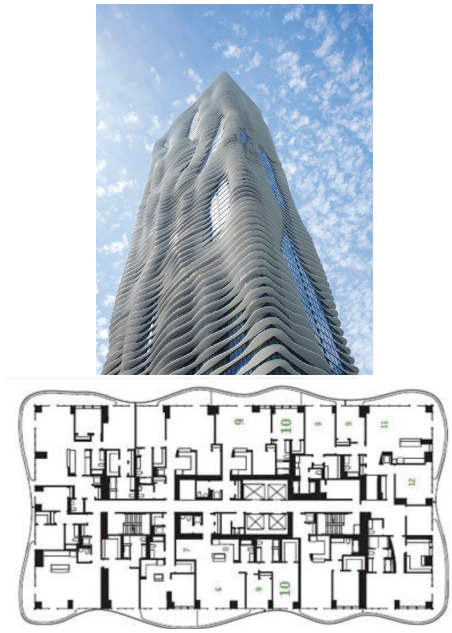


Рис. 3. *Aqua Tower*, арх. студия *Studio Gang*, Чикаго (2009 г.)

Рис. 4. *Agora Garden*, арх. В. Каллебот, Тайвань (2017 г.)

Рис. 5. «*Ласточкино гнездо*», арх. В. Каллебот, Тайвань (2017 г.)

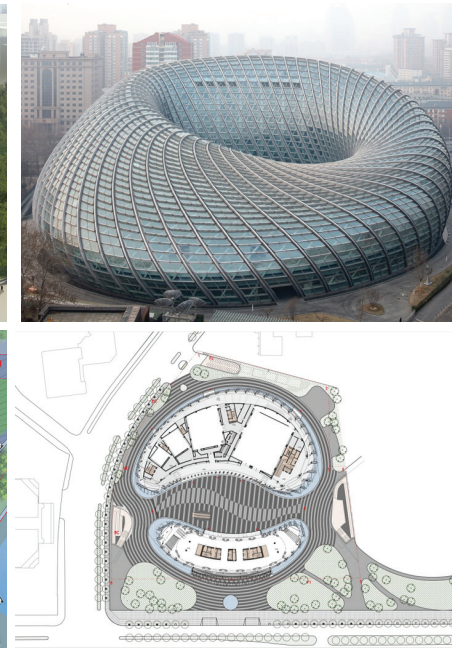


Рис. 6. Медиа-центр «Феникс», арх. студия *BIAD*, Пекин (2012 г.)

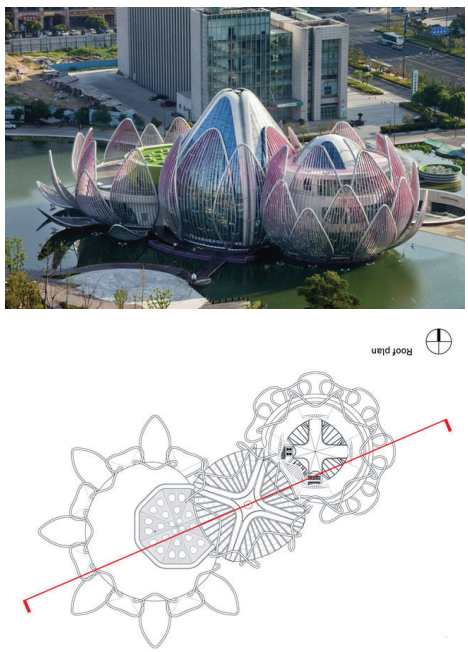


Рис. 7. *The Lotus Building*, арх. студия *Studio 505*, Чанчжоу (2014 г.)

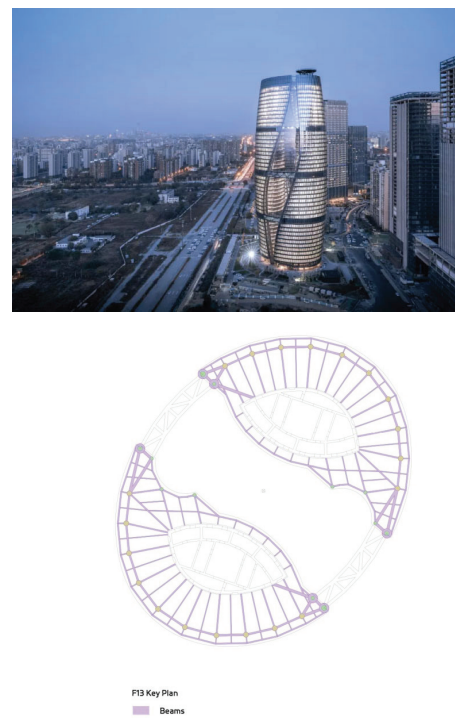


Рис. 8. Башня *Leeza SOHO*, арх. студия *Zaha Hadid, Architects*, Пекин (2013 – 2019 г.)

использовать воду для охлаждения здания летом и отопления в зимний период. Конструктивная основа здания формируется металлическими конструкциями с ребристой структурой, облицовка выполнена светопрозрачными плитами (рис. 7 цв. вклейки).

Небоскреб *Leeza SOHO* в Пекине по проекту архитектурного бюро *ZahaHadidArchitects* совместно с китайской компанией *SohoChina* (2013–2019 г.) внедрили в проект технологии, позволяющие значительно сократить потребление энергии и выбросы, загрязняющие природу. Конструкция здания делит объем на две «танцующие» половины, которые обволакиваются единым фасадным корпусом. Возникающий атриум простирается на всю высоту башни, становясь самым высоким атриумом в мире. Его высота – 194,15 м. Атриум пропускает естественный свет внутрь здания, выступая в роли важного элемента в сложной системе вентиляции и теплообмена небоскреба. Стеклянный фасад имеет двойную звукоизоляцию и состоит из множества сегментов, расположенных под углом для дополнительной циркуляции воздуха. «Чешуйчатая» система фасадного остекления позволяет сделать незаметными отверстия для воздухообмена. Кроме эстетических функций, гигантский атриум играет важную роль в техническом функционировании здания. На нескольких уровнях предусмотрены переходы, усиливающие общую жесткость и прочность сооружения (рис. 8 цв. вклейки) [6].

В идеале здание, выполненное в стиле био-тек – это максимально или полностью самостоятельная, автономная система, которая органично вписывается в природный ландшафт и существует в гармонии с природой. Био-тек – стилистическое течение, напрямую связанное с экологией и новейшими современными технологиями в архитектуре и дизайне, которое создает новую архитектуру будущего. Био-тек в архитектуре можно рассматривать не как противоположность хай-теку, а как одну из его трансформаций, когда он попадает под влияние архитектурной бионики, отказывается от форм жесткой геометрии и обращается к мягким природным формам, приобретая либо ассоциативную, либо предметную метафоричность и образную выразительность. Поворот хай-тека к природе, при использовании новейших конструкций и принципов формообразования, характерных для живых организмов или растений, указывает путь развития архитектуры будущего.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Заславская, А. Ю. Эволюция органической архитектуры / А. Ю. Заславская. – URL: http://archvuz.ru/numbers/2007_3/ta3 (дата обращения 25.08.2020). – Текст : электронный.

2. Jodidio, Philip Sir Norman Foster (Architecture & Design) / Philip Jodidio. – Cologne : Taschen Verlag, 2001. – 175 с. – Text : direct.

3. Маслов, В. Н. Пропорции и конфигурации в природе, архитектуре и дизайне / В. Н. Маслов. – Ухта : УГТУ, 2007. – 55 с. – Текст : непосредственный.

4. Данилова, Э. В. «Биоразнообразие» как феномен современной архитектуры / Э. В. Данилова. – Санкт-Петербург : Эксмо, 2010 г. – 252 с. – Текст : непосредственный.

5. Vincent Callebaut Architectures. – URL: http://vincent.callebaut.org/ (дата обращения 25.08.2020). – Текст : электронный.

6. Заха, Хадид. Творчество – это способ осмысления мира / Хадид Заха. – URL: https://losko.ru/zaha-hadid-biography/ (дата обращения: 25.08.2020). – Текст : электронный.

TEREBIKINA Olga Vladimirovna, postgraduate student of the chair of architectural design

BIO-TECH STYLE IN THE NEWEST ARCHITECTURE

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +79877442619;
e-mail: olgaterebikina@mail.ru
Key words: architecture, bio-tech, high-tech, modern technologies, natural forms, organic architecture, ecology.

The article considers formation and development of the bio-tech style in the latest foreign architecture as one of the vectors of the high-tech style. Particular attention is paid to the analysis of unique buildings and structures in which the symbiosis of nature and technology can be traced. Bio-tech demonstrates the current quest in ecological architecture, which belongs to the future.

REFERENCES

1. Zaslavskaya A. Yu. Evolyutsiya organicheskoy arkhitektury [Evolution of organic architecture] [Elektrony resurs] – Rezhim dostupa: http://archvuz.ru/ numbers/2007_3/ta3 (data obrascheniya 08/25/2020).
2. Philip Jodidio, Sir Norman Foster [Sir Norman Foster. (Architecture & Design) / Philip Jodidio // Bibliografiya] – Izdatelstvo Taschen Verlag, 2001, 162 p.
3. Maslov V. N. Proportsii i konfiguratsii v prirode, arkhitekture i dizayne [Proportions and configurations in nature, architecture and design] Nauchno-biograficheskoe izdanie. – Ukhta: UGTU], 2007, 55 p.
4. Danilova E. V. «Bioraznoobrazie» kak fenomen sovremennoy arkhitektury ["Biodiversity" as a phenomenon of modern architecture] / Nauchno-biograficheskoe izdanie. – Saint-Petersburg: Eksmo, 2010, 252 p.
5. Vincent Callebaut Architectures [Elektronny resurs] – Rezhim dostupa: http://vincent.callebaut.org/ (data obrascheniya: 25.08.2020).
6. Zakha Khadid: «tvorchestvo – eto sposob osmysleniya mira» [Zaha Hadid: "creativity is a way of understanding the world."] [Elektronny resurs] – Rezhim dostupa: https:// losko.ru/zaha-hadid-biography/ (data obrascheniya: 25.08.2020).

© О. В. Теребикина, 2020
Получено: 17.09.2020 г.

УДК 727.1

Е. Ю. АГЕЕВА, д-р филос. наук, проф. кафедры архитектуры

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЙ: ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-19-57;
эл. почта: ag_eu@bk.ru
Ключевые слова: архитектура школьных зданий, «интеллектуальная» школа, объемно-планировочные и композиционные проектные решения школьных зданий.

Анализируются современные школьные здания, их функциональное, объемно-планировочное решение как отражение изменений в педагогической науке. Раскрываются основные принципы проектирования школ нового типа, способствующих формированию полноценного развития способностей каждого школьника и созданию дружелюбной школьной среды. Эти школы авторы называют «интеллектуальными».

Развитие общества в век информатизации требует совершенно нового уровня подготовленности подрастающего поколения. Сменились образовательные стандарты, постоянно меняются и усложняются программы обучения школьников, соответственно изменяются и требования к самим школьным зданиям. Проектирование школьных зданий, полностью отвечающих изменениям в образовании, является чрезвычайно актуальной задачей.

Выявление архитектурно-планировочных и конструктивных особенностей проектирования современных школ конца XX и начала XXI вв. позволило нам внести понятие «интеллектуальная» школа. «Интеллектуальная школа» – единственная в мировой практике комплексная образовательная технология, причем она трактует образование не как совокупность знаний, не ограничивается насыщением интеллекта только знаниями, а включает и воспитание души, и культуру духа. И все это разворачивается на базе современного архитектурного пространства школьного здания, обеспечивая дружелюбную среду для оптимального развития каждого ребенка.

Образовательный смысл в жизни ребенка несут не только учебники и уроки, но также и общение со сверстниками, и внешкольные впечатления, и, конечно же, пространства, которые ребенок осваивает. И этот новый образовательный смысл включает отсутствие буллинга, этого современного бича образования. И если архитекторы могут помочь в решении этой проблемы, создавая дружелюбное безопасное пространство, дающее место каждому ребенку по его вкусам, наклонностям, то это уже большой вклад в совершенствование школьной системы. Тем более, сами школьная и университетская системы образования находятся в кризисе, давая набор знаний и не формируя овладение учащимися системой представлений о мире и человеке, не воспитывая в учащихся способность к критическому мышлению.

Нами предложены следующие критерии, наличие которых определяет «интеллектуальную» школу: создание дружелюбной среды – безопасная, здоровая и благожелательная среда обучения, воспитания и общения, а это

означает, что каждый ребенок защищен от опасностей, угроз, вызовов, рисков, исключено нанесение вреда или ущерба; применение инновационных технологий в обучении, интерактивных пространств; наличие открытого общественного пространства и наличие личного пространства; наличие игрового пространства; изменяемость и вариативное использование пространства; пластичность форм; энергоэффективность; экологичность – неразрывная связь с природной средой, активное взаимодействие здания и природных элементов, их включение в школьную архитектуру и опосредованно в учебный процесс; автономность разделения блоков школы на «деловую часть», в состав которой входит административный, спортивный и развлекательный блоки, обращенную к улице, и «учебную часть», которая скрыта от глаз прохожих, защищенную от шума и открытую на солнечную сторону.

Анализ современных школ и проектов школьных зданий, построенных в России с конца XX века, показал разнообразие архитектурных, объемно-планировочных конструктивных решений. По сравнению со строительством и проектированием школ в XX веке изменилась структура здания, планировочные решения. И многие из этих школьных зданий уже имеют черты «интеллектуальных» школ.

Рассмотрим эти современные школьные здания.

Хорошевская гимназия, г. Москва, Ген. проектировщик «А-Проект.К», 2017 год. (см. цв. вклейку, рис. 1). Проект «Хорошкола» занял первое место на международном конкурсе *Re-thinking The Future Awards* («Переосмысливая будущее») в номинации «Концепция общеобразовательных учреждений». В 2016 году школа вошла в шорт-лист Всемирного фестиваля архитектуры *WAF* в номинации «Проект образовательного учреждения».

Планировочная структура отлична от привычной модульности школьных зданий. Есть маленькие аудитории для индивидуальных занятий и просторные лекционные аудитории. Трансформируемые перегородки обеспечивают гибкость и адаптивность планировки под учебный процесс. Максимально расширены специализированные зоны: большая лаборатория, множество вариантов для занятий спортом, двухуровневая библиотека, огромный фаблаб и оснащенный всеми возможными устройствами кабинет кулинарии дают возможность углубленного изучения любой сферы знаний и освоения разных навыков.

Центр всего здания – открытое атриумное пространство высотой в четыре этажа, которое дает естественное освещение рекреациям, а также помогает поддерживать дисциплину – здание становится прозрачным по всей высоте, без тупиков и глухих углов. В атриуме запроектированы три лестницы длиной 12 м, которые как будто парят в воздухе. Для того чтобы сохранить эту идею, был использован инновационный французский материал *Ductal* – ультравысокопрочный бетон, который отличается высокими показателями прочности, пластичности, долговечности и экологической эффективности.

Фасады здания гимназии с текстурами травертина и дерева взаимодействуют со стеклянными поверхностями и создают легкое впечатление, сродни березовой рощи.

Инженерный корпус школы № 548 (образовательный центр «Царицыно»), г. Москва, 2017 год (см. цв. вклейку, рис. 2).

Концептуально здание разделено на два крыла (отдельно для младших и старших классов) и центральную часть. В каждом крыле есть учебные классы, атриумы и спортивные залы, в центральной части находятся столовая, библиотека и актовый зал. У младших детей много игровых пространств: мягкий вулкан, труба-горка со второго этажа на первый. У старших акцент сделан на совместной

и индивидуальной работе.

Школа прозрачная: она просматривается от края до края – от пола до стеклянного потолка. Это дает ощущение общности, единого большого дома, в котором все друг друга знают.

Все классные комнаты также находятся за стеклянными перегородками. Их сделали открытыми для того, чтобы занятия можно было выводить за пределы класса. Например, когда дети делятся на рабочие группы, часть из них может выйти поработать в коридор или атриум, при этом учитель будет видеть всех учеников.

Учиться можно везде: на лестницах амфитеатра перед школой, на акустических диванах в коридоре, за высокими столами в столовой, с видом на школьный двор, на широких подоконниках рекреаций.

На лестницах между этажами – резиновые покрытия для защиты от ушибов при падении. Коммуникации под потолком в коридорах и рекреациях открыты, чтобы дети могли видеть, как устроены инженерные системы, как дышит и функционирует их школа.

Школа № 1392 им. Д. В. Рябинкина, г. Москва, 2017 год. (см. цв. вклейку, рис. 3).

Эта школа построена по индивидуальному проекту. Имеет кабинеты робототехники, станкостроения и даже собственную метеостанцию. Остальные классы тоже оснащены самым современным оборудованием. Например, в мастерских по дереву и металлу предусмотрены станки с программным управлением и компьютерами. Созданная 3D-модель менее чем за один час превратится в изделие.

Проект школы основан на идее демократического пространства. Реализована система безбарьерного доступа – все входы в здание не имеют крылец и находятся на одном уровне с тротуаром. Архитектурно-планировочные решения продуманы таким образом, чтобы обеспечить интеграцию детей в жизнь школы с первого класса и до ее окончания. Здание разделено на четыре основных блока: учебный, спортивный, питания и досуга. Для младших классов предусмотрен отдельный вход с обязательной зоной ожидания для родителей.

Вместо глухих дверей в классах установлены прозрачные перегородки, поэтому коридоры освещаются не только за счет искусственного, но и естественного света. Кстати, все школьные кабинеты оснащены мобильной мебелью, которая легко регулируется по высоте в зависимости от роста ученика.

Спортивный блок школы включает сразу пять залов, один из которых предназначен для хореографии и оснащен зеркалами во всю стену, а также станками.

В новой школе нет стандартного актового зала – он выполнен в виде амфитеатра со сценой.

Библиотека площадью порядка 900 квадратных метров организована в стиле коворкинг-центра с отдельной конференц-зоной для проведения презентаций, большим количеством пуфов, диванов, столов для возможности неформального общения. Библиотека будет оборудована 40 компьютерами с доступом к электронной библиотеке.

Школа «Летово» г. Москва, бюро Atelier PRO,2018 год. (см. цв. вклейку, рис. 4, 5).

Школа «Летово» – это отдельный город со своей инфраструктурой, ритмом, энергией. Это 60 гектаров земли, на которых разместились учебные здания, дома для студентов и педагогов, фруктовый сад, спортивные площадки, велосипедные дорожки и зоны для отдыха. К кампусу примыкают река, пруд и большой сосновый лес. Все это вместе – единое пространство для учебы, исследований, творчества и активной жизни.

К СТАТЬЕ Е. Ю. АГЕЕВОЙ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЙ: ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ»

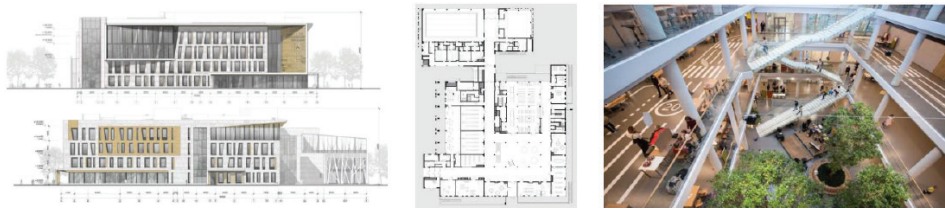


Рис. 1. Хорошевская гимназия, г. Москва, ген. проектировщик «А-Проект. К», 2017 г.

Рис. 2. Инженерный корпус школы № 548 (образовательный центр «Царицыно»), г. Москва, 2017 г.

Рис. 3. Школа № 1392 им. Д. В. Рябинкина, г. Москва, 2017 г.

Рис. 4. Школа «Летово», г. Москва, бюро *Atelier PRO*, 2018 г.

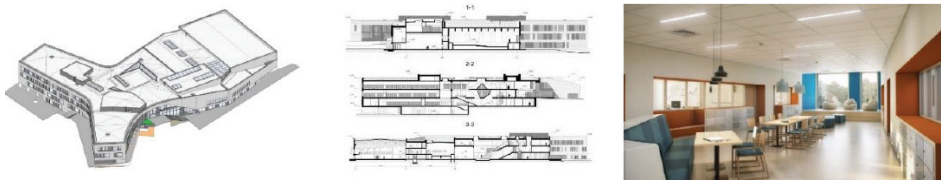


Рис. 5. Школа «Летово», г. Москва, бюро *Atelier PRO*, 2018 г.

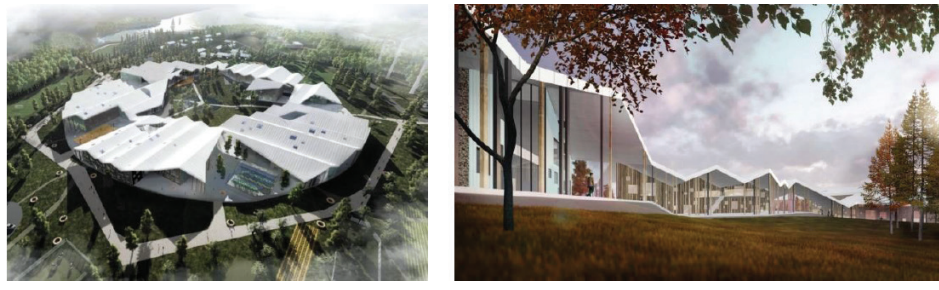


Рис. 6. «Умная школа» г. Иркутск, Компания *CEDRA*, 2019–2020 гг.

Рис. 7. Школа *Wunderpark*, Россия, Истринский р-н, Павловская слобода, проект, 2018 г.

Рис. 8. Школа на улице Обручева, г. Москва, проект, 2019 г.

Рис. 9. Школа в поселке Сосенское, Московская область, проект, 2019 г.

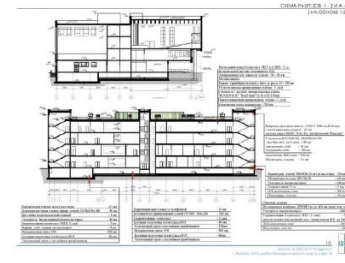
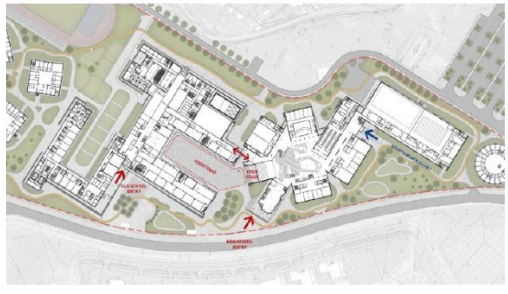


Рис. 10. Школа в Бескудниково, г. Москва



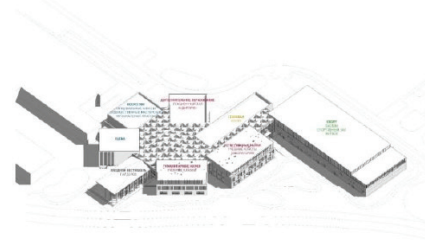


Рис. 11. Гимназия им. Е. М. Примакова, 2-я очередь, г. Москва, проект, 2019 г.

Рис. 12. Гимназия им. Е. М. Примакова, 2-я очередь, г. Москва, проект, 2019 г.

Основная задача школы-пансиона «Летово» – предоставить каждому ребенку блестящее и всестороннее образование, воспитать его характер, обеспечив при этом всем необходимым для жизни вдали от родителей и окружив заботой и вниманием.

Концепция безопасности в «Летово» реализована уже на уровне архитектурного замысла: в здании школы нет глухих стен, темных углов и тупиков, зато много открытых пространств и прозрачных стен. Из открытости вырастает чувство общности и защищенности. Увлеченно занимаясь делом, можно закрыть дверь, опустить жалюзи, но ощущение школы как единого пространства дает возможность никогда не чувствовать себя одиноким. Такой подход позволяет взрослым быть в курсе дел школьников, не мешая им – то есть, осуществлять так называемый пассивный контроль.

В центре образовательной модели «Летово» находится ребенок и его предпочтения. Каждый ученик выбирает индивидуальную учебную траекторию и может изучать предметы в разном темпе, в разной последовательности, на разных уровнях (от стандартного до углубленного), самостоятельно или на уроке. Учителя не ограничивают выбор, они корректируют его, обращая внимание детей на новые возможности.

Все здания школы в Летово максимально вписаны в рельеф и имеют переменную этажность от одного до четырех этажей. В плане четырехэтажное школьное здание представляет собой трехлучевую звезду.

Центральное ядро школы – это трансформируемое пространство, которое может быть школьной рекреацией, актовым залом или изолированной аудиторией. Большой витраж южного фасада и зенитные фонари в кровле обеспечивают пространству максимум дневного света.

Атриум рассечен темным выразительным объемом-полусферой, который сотрудники школы называют «метеором» и считают своеобразным символом школы. Сцена, которая сразу оказывается в центре внимания, подчеркивает внимание школы к художественному образованию. Уровни здания объединяют лестница-амфитеатр и «оранжерея», растения которой в самое ближайшее время станут частью огромной «зеленой стены».

«Умная школа» г. Иркутск, Компания CEDRA, 2019–2020 год (см. цв. вклейку, рис. 6).

В Иркутске строится фантастический учебный комплекс, под названием «Умная школа». Основным замыслом организаторов проекта является возможность детей из полных семей обучаться с детьми-сиротами. Образовательная программа школы будет направлена на деятельное образование, социальные взаимоотношения.

Основными принципами для создания такой школы послужили многофункциональность, открытость и трансформируемость пространств и помещений.

Здание представляет собой кольцо с центром в виде внутреннего двора, в который можно будет попасть как из помещений здания, так и по проходам между учебными корпусами.

Архитектурной и конструктивной особенностью этого комплекса, несомненно, является его необычная кровля – она связывает между собой все внутреннее пространства здания и обеспечивает плавный переход из здания на территорию школы с помощью открытых террас, над которыми она нависает. На этих террасах дети смогут играть, общаться и даже учиться. Внутренний двор в центре комплекса является связующим ядром между всеми корпусами, связанными между собой в кольцо.

Все помещения здания не являются узкоспециализированными, нет разделения на классы по предметам или изучаемым наукам. Целью такого подхода является объединение изучаемого, создание целостного представления об окружающем мире.

Проект представляет собой целостный комплекс, который изменяется согласно сезонному циклу, а также развивается с течением времени. Экологическая часть проекта реализуется через стратегию планирования. Предусмотрена сезонная стратегия поведения ландшафта, который формирует красивую территорию, провоцирующую различные чувства.

Конструкция крыши может быть легко изменена в зависимости от особенностей климата и стоимости проекта. Учебные помещения ориентированы на юг и восток для максимального использования прямых солнечных лучей и высокого уровня естественного освещения.

Концепция безопасности реализована уже на уровне архитектурного замысла: в здании школы нет глухих стен, темных углов и тупиков, зато много открытых пространств и прозрачных стен. Из открытости вырастает чувство общности и защищенности.

Коридоры и рекреации намеренно увеличены и занимают большую часть здания, так как именно они создают дружелюбную среду для коммуникации и отдыха. Цокольный этаж задействован для размещения административных помещений, естественный свет в которые проникает через широкие приямки. Это позволяет использовать большинство наземных помещений для работы с детьми.

«Умная» школа в Иркутске, является «интеллектуальной», она соответствует всем критериям.

Школа Wunderpark, Россия, Истринский р-н, Павловская слобода, проект 2018 г. (см. цв. вклейку, рис. 7).

Школа разрабатывалась по индивидуальному проекту с созданием объемно-пространственного решения путем объединения центральным атриумным пространством пяти отдельных функциональных блоков. Благодаря принятым в проекте решениям достигается гармоничная взаимосвязь внутренней планировки с пластикой экстерьерного решения.

Строгий главный фасад с широким порталом оформляет большой витраж центральной входной группы, а плавные криволинейные витражи нижнего уровня повторяют пластику рельефа, что позволяет максимально интегрировать интерьер в окружающую среду и стереть границы между наружным и внутренним пространством.

На 1-м этаже в зоне атриума расположена входная группа с рецепцией, над которой располагается актовый зал с амфитеатром. Вокруг атриума сформированы зоны специализированных классов различных видов искусств, а также зона для помещений групп продленного дня, столовой и медицинского блока.

Учебные кабинеты с зоной естественнонаучного цикла располагаются на втором и третьем этажах. Также по проекту на 2-м этаже расположен спортивный зал с сопутствующими помещениями и библиотека.

Территория школы подлежит комплексному благоустройству с созданием полноценного спортивного ядра и необходимых рекреационных площадок с обеспечением безопасного пешеходного движения с учетом маломобильных групп населения.

Школа на улице Обручева, г. Москва, проект 2019 г. (см. цв. вклейку, рис. 8).

Пристройка по адресу Обручевский, мкр. 42а, корп. 14 (ул. Обручева, 28А) планируется с северо-восточной стороны от существующего типового здания

школы 1974 года постройки. Окна кабинетов будут выходить на юго-запад, в сторону лесопарка, и северо-восток. Здание разделено на два крыла с переменной этажностью от 2 до 4 этажей, соединенных переходом. Под ним будет проход от старого здания к спортивному полю и игровой площадке. Узнаваемой чертой школы на улице Обручева станет актовый зал, размещенный на третьем этаже и отделанный деревом. Кроме того, архитекторы использовали возможности рельефа и приподняли объем спортивного зала на столбы, что позволило осветить естественным светом помещение цоколя.

Облицовка здания выполняется с использованием фиброцементных плит, цветные вставки между окон предполагается оштукатурить с покраской по утеплителю. Внешняя отделка актового зала в южном крыле – деревянная, отделка переднего фасада представляет собой витражное остекление с цветными вставками.

Школа в поселке Сосенское, Московская область, проект 2019 г. (см. цв. вклейку, рис. 9).

Здание запроектировано по трехлучевой системе – это позволяет эффективно разделять потоки учеников и функционально зонировать пространство. В одном крыле расположится начальная школа. В другом, помимо классов, разместят кабинеты естественных наук и технологий, несколько спортивных площадок и актовый зал. В среднем крыле также будут универсальные классы и столовая. Все этажи свяжут два лифта, приспособленных для маломобильных людей. Общая площадь трехэтажного здания составит более 17 тысяч кв. м.

Территория будет благоустроена, на ней сделают физкультурно-спортивный кластер с футбольным полем, беговой дорожкой, а также волейбольная и гимнастическая площадки.

Школа в Бескудниково, г. Москва 2018 г., проект АО «МНИИТЭП» (см. цв. вклейку, рис. 10).

Школа будет адаптирована для обучения людей с ограниченными возможностями.

Проект школы разработан в условиях сложившейся микрорайонной застройки, поэтому его основными принципами стали компактность и соответствие градостроительному окружению. 4-этажное здание имеет два симметричных крыла, раскрытые «книжкой» к школьной площадке для торжественных мероприятий. В центре композиции находится цилиндрический объем, в котором на 2-м этаже располагается малый спортзал и студия хореографии, а на 3-м – зрительный зал на 330 мест. Снизу объем «подрезан» и выставлен на разноцветные опоры, акцентируя главную входную группу.

Также в центре композиции располагается прямоугольный объем основного спортивного зала, под выступом которого спрятан дебаркадер для загрузки кухни с обратной стороны здания.

Школа имеет активное цветовое решение – желтым выделены торцы здания, ярким цветом акцентированы входные группы, желтые и синие акценты используются в простенках окон, а цилиндрический объем будет в зеленую полоску.

На территории школы запланированы универсальная спортивная площадка размерами 38×18 м, а также четыре игровые площадки для детей начальной школы и озеленение. Общая площадь здания составит 10 100 кв. м.

Гимназия им. Е. М. Примакова, 2-я очередь, г. Москва, проект 2019 г. (см. цв. вклейку, рис. 11, 12).

Гимназия имени Е. М. Примакова – необычная школа. В нее принимают детей, начиная с трех лет, а обучение с первого дня ведется на двух языках – русском и английском. Сегодня в составе гимназии – детский сад на 225 мест и школа на 550 мест.

Гимназия в настоящее время располагается в трехэтажном здании, достаточно развитом и сложном по пятну застройки. На окружающей территории деревни Раздоры, застроенной преимущественно ИЖС, оно демонстрирует принципиально иной масштаб. Новый корпус, который понадобился для развития гимназии, должен был по задумке архитекторов ввести третий масштаб – переходное звено между мелкодисперсной частной застройкой и существующим объемом.

Вполне естественно, что пространством этой всеобщей коммуникации, равно как и планировочным центром школы является атриум. Пространственное ядро как бы примагничивает «хаотично» разбросанные вокруг него функциональные блоки, выражающие найденный «средний» масштаб. Каждый из них имеет свое «лицо». Наука, Гуманитарные дисциплины, Искусство, Спорт, а также входной вестибюль, столовая и Сцена выполнены своим набором архитектурных приемов, так что композиционно новый корпус как будто сращен из «разных зданий». В «случайности» их расположения зашифрована четкая иерархия: в зависимости от значения функции в общем образовательном процессе определяется и «мера вторжения» блока на территорию атриума. Так, Наука и Спорт оказываются немного обособленными, а столовая и Гуманитарные науки раскрыты в атриум почти целиком.

Главным элементом ландшафта становится ломаная лестница – она же амфитеатр, раскрывающийся своей сложной геометрией навстречу блоку сцены. Лестница-форум – прием не просто популярный, но даже имеющий характер обязательного в современных школах западного толка. В гимназии он оказывается насыщенным еще и своей внутренней функцией: это библиотека с открытым фондом хранения книг, периферийными «холмами» и закутками-«гротами» в виде ступенчатых «зиккуратов», где можно позаниматься и почитать в уединении. Обширное пространство перекрывает опирающаяся на лес колонок ячеистая рыхлая структура – она растекается и слепляет блоки в единое целое.

По планировке тематические блоки автономны и имеют индивидуальные решения. Блок Гуманитарных наук, например, задуман в виде совокупности небольших аудиторий со своей камерной рекреацией. Блок Искусство содержит систему залов с верхним светом для занятий танцами, музыкой, художествами. Между ними отсутствуют привычные коридоры: пространственная связь осуществляется свободно, посредством атриума. В подвальный этаж вынесены все вспомогательные функции – инженерия, гардеробы, санузлы. Относительно изолированный третий этаж отдан под учительские, здесь же располагается кабинет директора.

Самый удаленный блок Спорт является переходным звеном к круглому объему общежития для преподавателей, расположенному на краю участка. В нем появляются круглые окошки и окна, абрисом напоминающие «термальные» и как бы приготавливающие появление «радикального» мини-Колизея.

Расположенные в северной части территории общежития для учащихся – более традиционные, прямоугольные. Если «Колизей» трактован как крупная «римская» форма, то архитектура общежитий квадратного типа – подчеркнуто «современна». В ней присутствует «загородный» масштаб, что-то скандинавское, навеянное применением в отделке специально обработанной деревянной доски. Впрочем, внутренняя структура везде одинаковая: помещения группируются

вокруг небольших рекреаций или атриумов и выходят в них балконами-галереями.

Среда, побуждающая детей к общению и взаимодействию, не ограничивается стенами корпуса и свободно выплескивается в окружающий ландшафт, опутанный дорожками для пешеходов и велосипедистов.

Школа им. Примакова является ярким примером интеллектуальной школы, т. к. соответствует большинству критериев.

Итак, мы рассмотрели 10 зданий и проектов школ. Изменилась структура школьных пространств, появилась пластичность формы здания, отсутствие углов, нетривиальной формы, коммуникационные пространства, открытость пространств и помещений, связь с природой и экологией. Все чаще используются натуральные материалы в отделке, интерактивность конструктивных элементов здания, эксплуатируемая кровля – все это приводит к тому, что сама школа становится образовательным ресурсом, способным отражать изменения в педагогике. Именно интеллектуальные школы способны изменить типовые представления об образовании, сформировать гибкую систему обучения, которая будет направлена на раскрытие индивидуальности каждого ребенка. Основной концепцией современной школы должно быть сочетание детской инициативы и любознательности с организованной и продуманной школьной системой, с присущей ей заботой об учащихся и их безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черноиваненко, Е. И. Логика человеческой жизни / Е. И. Черноиваненко. – Москва : АСТ, 2020. – 770 с. – ISBN 978-5-17-119844-2. – Текст : непосредственный.

2. Ортега-и-Гассет Х. Миссия университета / Х. Ортега-и-Гассет ; перевод с испанского М. Н. Голубевой ; редактор перевода А. М. Корбут ; под общей редакцией М. А. Гусаковского. – Минск : БГУ, 2005. – 104 с. : ил. – ISBN 985-485-382-9. – Текст : непосредственный.

3. Агеева, Е. Ю. Эволюция архитектуры школьных зданий: объемно-планировочные и конструктивные решения: монография / Е. Ю. Агеева, А. А. Сидорина. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2017. – 191 с. : ил., табл. – ISBN 978-5-528-00195-1. – Текст : непосредственный.

4. Позняк, С. В. Архитектурно-планировочная организация школьного здания в условиях информационного общества: на примере Самары : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры : 18.00.02 / С. В. Позняк ; [Место защиты : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет]. – Самара, 2009. – 141 с. : ил. – Текст : непосредственный.

5. Кузнецова, А. А. Архитектурная типология дошкольных образовательных учреждений общеразвивающей направленности: на примере города Самары : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры : 05.23.21 / А. А. Кузнецова ; [Место защиты : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет]. – Нижний Новгород, 2014. – 197 с. + Прил. (174 с.: ил.). – Текст : непосредственный.

6. Матвеев, Олег. Поттер без Хогвартса / Олег Матвеев. – URL: https://moslenta.ru/urbanistika/potterbezhogvartsa.htm?utm_source=moslentafb&utm_medium=social&utm_campaign=v-moem-ponimanii-arhitektura--eto-to (дата обращения: 15.02.2017). – Текст : электронный.

7. Как влияет архитектурная среда и дизайн образовательного учреждения на ребенка? – URL: http://psypress.ru/articles/26066.shtml (дата обращения: 23.04.2020). – Текст : электронный.

AGEEVA Elena Yurevna, doctor of philosophic sciences, professor of the chair of architecture

MODERN TRENDS IN DESIGNING SCHOOL BUILDINGS: DOMESTIC EXPERIENCE

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-19-57;
e-mail: ag_eu@bk.ru
Key words: architecture of school buildings, “intellectual” school, space-planning and compositional design solutions for school buildings.

Modern school buildings and their functional, space-planning solutions are analyzed as a reflection of changes in pedagogical science. The basic principles of designing a new type of school that contribute to the full development of each student's abilities and creation of a friendly school environment are revealed. These schools are called "intellectual" by the authors.

REFERENCES

1. Chernoivanenko E. I. Logika chelovecheskoy zhizni [The logic of human life]. Moscow : AST, 2020. – 770 p. ; ISBN 978-5-17-119844-2.
2. Ortega-y-Gasset J. Missiya universiteta [University mission]. Per. s isp. M. N. Golubevoy ; red. perevoda A. M. Korbut ; pod obsch. red. M. A. Gusakovskogo. – Minsk : BGU, 2005. – 104 p. : il. – ISBN 985-485-382-9.
3. Ageeva E. Yu., Sidorina A. A. Evolyutsiya arkhitektury shkolnykh zdaniy: obyomno-planirovochnye i konstruktivnye resheniya [Evolution of architecture of school buildings: space-planning and design solutions] : monografiya. Nizhny Novgorod : NNGASU, 2017. – 191 p. : il., tabl. – ISBN 978-5-528-00195-1.
4. Poznyak S. V. Arkhitekturno-planirovochnaya organizatsiya shkolnogo zdaniya v usloviyakh informatsionnogo obschestva: na primere Samary [Architectural planning organization of a school building in the conditions of an information society: on the example of Samara]: dis. na soiskanie uchyon. stepeni kandid. arkhitektury : 18.00.02. Mesto zaschhity: Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Samara, 2009. 141 p.: il.
5. Kuznetsova A. A. Arkhitekturnaya tipologiya doshkolnykh obrazovatelnykh uchrezhdeniy obscherazvivayuschey napravlennosti: na primere goroda Samary [Architectural typology of preschool educational institutions of general development orientation: on the example of Samara]. dis. na soiskanie uchyon. stepeni kandid. arkhitektury : 18.00.02. Mesto zaschhity: Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod, 2014, 197 p. + Pril. (174 p.: il.).
6. Oleg Matveev. Potter bez Khogvartsa [Potter without Hogwarts]. – URL:https://moslenta.ru/urbanistika/potterbezhogvartsa.htm?utm_source=moslentafb&utm_medium=social&utm_campaign=v-moem-ponimanii-arhitektura--eto-to (data obrascheniya: 15.02.2020).
7. Kak vliyaet arkhitekturnaya sreda i dizayn obrazovatelnogo uchrezhdeniya na rebyonka? [How does the architectural environment and design of an educational institution affect a child?]. URL: http://psypress.ru/articles/26066.shtml (data obrascheniya: 23.04.2020).

© Е. Ю. Агеева, 2020
Получено: 03.10.2020 г.

УДК 721.011:69.059.7

Л. Н. ДАНЯЕВА, канд. архитектуры, доц. кафедры архитектуры

АРХИТЕКТУРНО-ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ В РЕКОНСТРУКЦИИ ГРАЖДАНСКИХ 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: реконструкция гражданских зданий, существующие здания, современные требования.

Анализируются актуальные тенденции в реконструкции гражданских зданий, рассматриваются качественные критерии и соответствующие современные требования, предъявляемые к существующим зданиям, которые должны выполнять функции общественно-социального развития.

В настоящее время в процессе социально-экономического развития, а также с развитием современных строительных технологий происходят изменения в общественно-культурной деятельности, что диктует формирование качественно новых требований к архитектурно-пространственной организации существующих зданий, сформировавшихся в разные исторические периоды своего развития. Под влиянием внешних экономических, социокультурных и внутренних функционально-эксплуатационных факторов требуется реорганизация в функциональном и архитектурно-композиционном преобразовании основного количества существующих гражданских зданий в соответствии с современными актуальными требованиями времени. Общественные и жилые здания традиционно возводились в исторически сложившихся градостроительных условиях и являются градоформирующими объектами городской застройки, что имеет особую ценность и повышает ответственность их как архитектурных объектов в формировании исторически ценных территорий города. В основном гражданские здания, возводившиеся по государственным стандартам и требованиям, обладают достаточным запасом прочности и являются капитальными объектами, которые отличаются исторически ценной архитектурной выразительностью, но в то же время претерпевают функциональную несостоятельность и моральный износ. В историческом центре города не всегда здания могут быть значительно изменены и приспособлены под новые функции, многие представляют архитектурную историческую ценность, они используются под постоянные социальные функции – музеи, библиотеки, выставки, и их архитектурная состоятельность поддерживается реконструкцией и реставрацией. В целом существующая застройка формировалась в разные периоды исторического развития, и состав гражданских зданий неоднороден по своему инженерно-техническому состоянию, конструктивным и объемно-планировочным решениям, не соответствует эксплуатационным, функциональным и архитектурно-художественным характеристикам. В процессе своего эволюционного формирования исторически сложившиеся здания претерпевали функциональные преобразования и в настоящее время должны соответствовать новым современным функциональным и архитектурно-композиционным требованиям. Существующие здания, сформировавшиеся в разные исторические периоды, не востребованы в современных условиях и не

отвечают новым актуальным требованиям, должны быть преобразованы, как и в своей прежней функции, согласно новым требованиям диктуемым временем, так и исходя из смены функциональных приоритетов в результате реорганизации изменяют объемно-композиционный облик здания. Влияние социально-общественных требований диктует формирование новых архитектурно-типологических требований к существующим зданиям, которые должны стать самодостаточными и востребованными архитектурными объектами. Соответствие исторически сформировавшихся зданий современным требованиям достигается в результате реконструкции на основе технического потенциала его несущей конструктивной системы, с переустройством функциональных и объемно-планировочных параметров, композиционного и стилистического облика. Здания представляют сложную систему разнородных функций и конструктивных решений, показателями к реконструкции являются новые социальные и функциональные требования, а возможность реконструкции обеспечивается технической состоятельностью его несущих конструкций, что при соответствующем техническом обосновании определяет последующее функционирование здания [1]. Главными показателями технического состояния и соответствия эксплуатационным функциональным характеристикам существующих зданий являются физический и моральный износ. В каждой новой социально-экономической ситуации постоянно нарастает заинтересованность в улучшении качественных характеристик комфортности эксплуатации и в то же время снижении эксплуатационных расходов и снижении энергоемкости зданий.

В постоянном эволюционном процессе здания формировались и развивались под действием известных типологических составляющих – функциональной целесообразности, конструктивной целесообразности и эстетической композиционной выразительности, также и для реконструируемых зданий они являются определяющими характеристиками соответствия современным требованиям. Исторически известные составляющие архитектуры – «польза, прочность, красота» – являются актуальными в определении соответствующих современных архитектурно-типологических требований, таких как: функциональность и комфортность, прочность и долговечность, композиционная выразительность и гармонизация, архитектурно-стилистическая пластика, рациональность и целесообразность. Но в реконструкции, в отличие от нового строительства, которое ведется по утвержденным техническим заданиям и действующим нормативным стандартам и показателям, выступают в первую очередь социальный заказ и инвестиционная привлекательность, востребованность архитектурного объекта, который уже построен и в целом соответствует нормативным данным, но требует совершенствования и улучшения качественных требований его функционирования [2].

В целом функционально-типологическая классификация зданий и помещений сформирована, в современной проектно-строительной практике и в условиях новых преобразований общественного развития следует учитывать тенденции в изменении типологии гражданских зданий [3]. Но изменяются и повышаются требования к объемно-планировочным решениям существующих зданий с максимальным использованием функционального потенциала здания и созданием большей пропускной способности, требуются дополнительные площади и функционально-коммуникационные пространства – холлы, галереи и рекреации. Предъявляются требования как к инженерно-техническому оснащению, повышающему комфортность эксплуатации здания, так и к

архитектурной выразительности фасадов и интерьеров, что положительно влияет на функционально-конструктивную оснащенность и эстетическую состоятельность здания. Именно реконструкция – главный способ решения этих задач – обеспечивает функциональную долговечность и самодостаточность жилых и общественных зданий в современных условиях. Непосредственное изменение социально-общественных приоритетов влияет на соответствующее архитектурное перевоплощение морально устаревших зданий, которое определяется по соответствующим архитектурно-типологическим критериям, это:

– масштаб и градостроительная социальная значимость объекта;

– инфраструктура, обслуживание и сервисная обеспеченность, инженерно-техническая оснащенность;

– градостроительное расположение и транспортно-пешеходная доступность, организация внутренней прилегающей территории;

– благоустройство территории и санитарные нормы и правила;

– архитектурно-композиционная и стилистическая выразительность;

– объемно-планировочная и функциональная целесообразность;

– архитектурно-конструктивные и строительные системы;

– функционально-конструктивные устройства, остекление и фасадные системы.

В настоящее время в архитектурно-строительной практике разное понимание реконструкции как комплекса работ, направленных на создание новых объемно-композиционных и функционально-планировочных параметров существующего здания, а также необходимость организации существенных реконструктивных работ не только локальных частей и блоков зданий, но и реконструкции целых зданий в комплексе существующей застройки. В Градостроительном кодексе РФ дается определение реконструкции гражданских зданий как «реконструкция объектов капитального строительства – изменение параметров объекта капитального строительства за исключением линейных объектов, его частей, высоты, количества этажей, площади, объема, в том числе надстройка, перестройка, расширение объекта капитального строительства, а также замена и (или) восстановление несущих строительных конструкций объекта капитального строительства, за исключением замены отдельных элементов таких конструкций на аналогичные или иные улучшающие показатели таких конструкций элементы и (или) восстановления указанных элементов» [4].

К реконструкции относятся также такие виды проектно-строительных работ как: модернизация – приведение в соответствие современным требованиям уровня комфортности зданий посредством применения современных эффективных материалов и оснащения недостающими видами инженерного оборудования; санация – комплекс работ с целью получения определенного инновационного архитектурно-конструктивного, инженерно-технического или энергосберегающего эффекта.

В целом главная задача реконструкции должна соответствовать приоритетам и критериям общественного развития и заключается в переустройстве и реорганизации существующих зданий с целью повышения уровня комфортности их функционирования. Реконструкция зданий состоит в улучшении градостроительных и архитектурно-композиционных решений, в целесообразной функционально-планировочной организации, в создании оптимального комфортного микроклимата и энергосбережении.

Градостроительные требования в реконструкции зданий заключаются

К СТАТЬЕ Л. Н. ДАНЯЕВОЙ «АРХИТЕКТУРНО-ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ В РЕКОНСТРУКЦИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ»

Закрытая застройка – формирование закрытых дворовых пространств, – организация безопасной благоустроенной внутренней территории, –организация дополнительной инфраструктуры	Угловая застройка –формирование градостроительных композиционных акцентов, –функциональная организация внутреннего пространства, –объединение отдельно стоящих разнотипных зданий	Фронтальная линейная застройка –увеличивает и формирует фронт застройки, – устраняет сквозные транзитные разрывы между существующими зданиями, –формирует шумозащитную внутреннюю территорию

Рис. 1. Формирование градостроительных объемно-пространственных решений

а *б*

Рис. 2. Модернизация фасадов зданий: *а* – обновление фасадов и систем остекления; *б* – оформление фасадов зданий: примеры фасадов до и после реконструкции

Рис. 3. Создание благоприятных социальных условий и доступной безопасной среды

а *б* *в* *г*

Рис. 4. Архитектурно-конструктивные решения: *а* – надстройка с частичным усилением конструкций; *б* – надстройка с усилением конструкций; *в* – надстройка без усиления конструкций; *г* – надстройка с заменой конструкций

Рис. 5. Применение современных функционально-конструктивных фасадных систем

а *б* *в* *г*

Рис. 6. Архитектурно-композиционные виды мансардных надстроек: *а* – одноуровневая мансарда; *б* – двухуровневая мансарда; *в* – двухэтажная мансарда; *г* – многоэтажная мансарда

а *б* *в* *г*

Рис. 7. Формирование целесообразных объемно-композиционных решений в реконструкции зданий: *а* – встройки; *б* – надстройки; *в* – пристройки; *г* – комбинировнные

в повышении архитектурно-композиционных и объемно-пространственных качеств застройки, формирование внутреннего благоустроенного пространства и функциональной организации прилегающей территории, совершенствовании нормативных показателей. В реконструкции гражданских зданий градостроительные требования в основном выполняются за счет пристроек к существующим зданиям, пристраиваемые объемы как к торцевым фасадам, так и в виде вставок объединяют здания и закрывают транзитные разрывы, формируют шумозащитную внутреннюю территорию (рис. 1 цв. вклейки). Например, в результате пристраиваемых объемов к существующим зданиям происходит организация замкнутых объемно-композиционных решений, закрытых или угловых, формирующих внутреннюю благоустроенную территорию объекта и комплексную шумозащитную застройку с учетом новых современных требований. Социальные требования реконструкции зданий заключаются в обновлении и улучшении архитектурно-функциональных качеств существующих зданий, повышении и улучшении социальных условий эксплуатации зданий, создании благоприятной комфортной доступной среды, выравнивании социального уровня в архитектуре зданий. В целях повышения качественных показателей архитектуры зданий выполняется модернизация фасадов и устройство систем современного остекления, улучшающих социальную значимость и повышающих престиж и архитектурную привлекательность здания (рис. 2 цв. вклейки). В соответствии с социально-общественными требованиями главным является организация дополнительных функционально-конструктивных устройств маломобильных групп населения и оснащение лифтами (рис. 3 цв. вклейки).

Требования технической эффективности в реконструкции зданий заключаются в использовании современных конструктивных систем и достижений строительных технологий, в применении современных конструктивных решений и средств функционально-технического оснащения (рис. 4 цв. вклейки). Техническая эффективность – это не только конструктивная целесообразность и долговечность, но и применение нестандартных конструктивных решений, позволяющих создавать новые виды объемно-композиционных построений, таких как, например, надстройка без усиления конструкций, выступающая надстройка с частичным усилением конструкций, надстройка с усилением конструкций [2]. Также, например, включение современных технологий панорамного остекления фасадов и обновление зданий с применением фасадных систем значительно повышают энерогоэффетивность зданий и архитектурный облик зданий (рис. 5 цв. вклейки). Экономическая эффективность реконструкции заключается в разработке экономических обоснований в максимально полном использовании функционального и технического потенциала существующего здания, получения дополнительных показателей полезной площади в результате реконструкции и определении целесообразности принятых архитектурных решений в достижении востребованности и инвестиционной привлекательности здания [2]. Реконструкция как вид проектно-строительной деятельности является экономически целесообразной, при выполнении таких основных видов реконструкции как надстройки, в том числе мансарды, встройки или пристройки объектов, без усиления фундаментов, а только за счет повышения несущей способности основания (рис. 6, 7 цв. вклейки).

Наиболее экономически эффективны надстраиваемые объемы и мансарды, которые в стесненных территориальных условиях дают увеличение полезной площади здания и при повышении объемно-планировочных показателей не требуют дополнительных вложений в инженерно-техническое обеспечение и в

оформление и согласование проектно-строительной документации.

Увеличение жилой и полезной площади здания за счет надстройки, пристройки и встройки является экономически целесообразным решением по сравнению с новым строительством, так как особенно в историческом центре в стесненных градостроительных условиях и при отсутствии территории для ведения нового строительства деликатно создается новый архитектурно-композиционный объем здания. В проектно-строительной практике реконструкции предполагается рассматривать здание как сложную взаимосвязанную систему архитектурно-типологических признаков конструктивных и архитектурно-композиционных решений, функционально-планировочной организации, инженерно-технологического оборудования, градостроительных признаков потенциала городской среды и контекста существующей застройки.

При определении архитектурно-строительных работ в реконструкции и по причине «морального старения» здания необходим дифференцированный подход к каждому конкретному зданию. Необходимы предварительные изыскания и обследования зданий как по оценке технического потенциала и состояния его несущих конструкций, так и по оценке его функционирования с учетом новых современных требований и объемно-планировочному переоснащению в дальнейшей инвестиционной и архитектурной привлекательности. В результате комплексного системного анализа архитектурно-типологических требований в реконструкции и обеспечивается самодостаточность архитектуры сформировавшихся в разные исторические периоды разных типов гражданских зданий. В настоящее время в архитектурно-строительной практике в условиях исторически сложившейся застройки, в связи с территориальными и эксплуатационными ограничениями прослеживается устойчивая тенденция к возрастающему значению реконструкции и формированию комплексных объектов гражданского назначения, которые составляют существенный потенциал современного строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений : дата введения 2003-08-21. – Москва : Госстрой России, 2003. – 26 с. – (Свод правил по проектированию и строительству). – Текст : непосредственный.

2. Ершов, М. Н. Современные технологии реконструкции гражданских зданий / М. Н. Ершов, А. А. Лапидус. – Москва : АСВ, 2014. – 495 с. – ISBN 978-5-4323-0006-5. – Текст : непосредственный.

3. СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 : дата введения 2014-09-01 . – Москва : Минстрой России, 2014. – 75 с. – Текст : непосредственный.

4. Градостроительный кодекс Российской Федерации РФ : Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2004 года № 190-ФЗ : [принят Государственной Думой 22 декабря 2004 года : одобрен Советом Федерации 24 декабря 2004 года] : [редакция от 27 декабря 2019 года. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/. – Текст : непосредственный.

DANYAEVA Lyudmila Nikolaevna, candidate of architecture, associate professor of the chair of architecture

ARCHITECTURAL AND TYPOLOGICAL REQUIREMENTS IN THE RECONSTRUCTION OF CIVIL BUILDINGS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: (831) 430-19-57;
e-mail: 2ldkn@mail.ru
Key words: reconstruction of civil buildings, existing buildings, modern requirements.

The article analyzes current trends in the reconstruction of civil buildings, and considers quality criteria and relevant modern requirements for existing buildings that should perform the functions of social development.

REFERENCES

1. SP 13-102-2003 Svod pravil po proektirovaniyu i stroitelstvu. Pravila obsledovaniya nesuschikh stroitelnykh konstruktsiy zdaniy i sooruzheniy [Code of rules for design and construction. Rules for inspection of load-bearing building structures of buildings and structures]. Moscow: Gosstroy Rossii ot 21.08. 2003 № 153, 26 p.

2. Yershov M. N., Lapidus A. A. Sovremennye tekhnologii rekonstruktsii grazhdanskikh zdaniy [Modern technologies of reconstruction of civil buildings] / Moscow: ASV, 2014, 495 p.

3. SP 118.13330.2012 Obschestvennye zdaniya i sooruzheniya [Public buildings and structures]. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 31-06-2009. – Moscow: Minstroy Rossii, ot 03.12.2016 № 876 / pr), 75 p.

4. Gradostroitelny kodeks Rossiyskoy Federatsii [Town-planning code of the Russian Federation] ot 29.12.2004 № 190-FZ (red. ot 27.12.2019). [Elektronny resurs]. – Rezhim dostupa: http://www. consultant.ru/ document/cons_doc_LAW_51040.

© Л. Н. Даняева, 2020
Получено: 15.02.2020 г.

УДК 721.001

А. В. КРАШЕНИННИКОВ, д-р архитектуры, профессор кафедры градостроительства

ПРЕДМЕТНЫЕ ПАРАДИГМЫ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА

ФГБОУ ВО «Московский архитектурный институт (Государственная академия)»
Россия, 107031, г. Москва, ул. Рождественка, д. 11.
Тел.: (495) 681-82-28; эл. почта: ud-marhi@mail.ru
Ключевые слова: качество проектных решений, архитектурное пространство, городская среда, когнитивная урбанистика.

Предложена система предметных парадигм архитектурного пространства, которая позволяет решать ряд фундаментальных и прикладных задач архитектурного и градостроительного проектирования. Пример практического использования предложенной системы среды в градостроительных проектах показан в таблице комплексной оценки качества городской среды.

Все больше исследователей и журналистов определяют качество городской среды через образ жизни людей и его соответствие современным материальным и культурным запросам общества. Оценка городской среды происходит через ощущения и впечатления, к которым относятся совершенно разные факторы: качество питания; стиль одежды; комфорт жилища; уровень здравоохранения, образования, сферы обслуживания, комфортность окружающей среды; структура досуга; степень удовлетворения потребностей в содержательном общении, знаниях, творческом труде; уровень стресса, удобство и комфорт и др[1].

Оценка качества городской среды всегда субъективна. Например, опрос студентов-архитекторов выявил важность следующих факторов:

– узнаваемость, наличие достопримечательностей и отличительных признаков (идентичность);
– непрерывность и в то же время разделение территории на места и участки;
– качество благоустройства площадей и улиц;
– простота и удобство пешеходного движения;
– устойчивость и живучесть под напором событий;
– пластичность и адаптивность.

Этому списку недостает, пожалуй, «соблюдение социальных дистанций» для санитарной безопасности; «оживленности и ухоженности» (что обычно отмечают туристы); «отсутствие транспортных пробок» (что отмечается в опросах жителей); «наличие мест для стоянки автомобилей» (на что жалуются посетители центра).

Большую роль в формировании современной повестки дня сыграл датский архитектор и консультант по городскому дизайну из Копенгагена Ян Гейл, чья карьера была сосредоточена на улучшении качества жизни в городах путем переориентации городского дизайна на пешеходов и велосипедистов.

Ян Гейл составил список из 12 характеристик пешеходного ландшафта города: защита от транспорта; защита от преступлений; защита от неблагоприятных ощущений; возможность идти пешком; наличие мест для остановок и отдыха; наличие сидений; возможность наблюдать; возможность поговорить и защита от шума; возможность для игры и свободного поведения; размерность и масштаб; возможность наслаждаться погодой; художественные качества окружения.

[1] Федеральным проектом «Формирование комфортной городской среды» национального проекта «Жилье и городская среда» к концу 2024 года предусмотрено повышение индекса качества городской среды на 30 %, сокращение в соответствии с этим индексом количества городов с неблагоприятной средой в два раза. Для определения индекса качества будут использоваться 36 индикаторов, характеризующих состояние городской среды и условия проживания людей», (Интернет-сайт Правительства РФ: http://government.ru).

Головной проектной организацией по формированию комфортной городской среды оказалась КБ «Стрелка». Индекс городской среды, разработанный Минстроем, ДОМ.РФ, с привлечением КБ «Стрелка» включает около 30 критериев[2], анализируются шесть типов пространств: жилье, общественно-деловая инфраструктура и прилегающие пространства, социально-досуговая инфраструктура и прилегающие пространства, зеленые территории, набережные, уличная инфраструктура и общегородское пространство. Они оцениваются по пяти критериям: безопасность, комфорт, экологичность, идентичность и разнообразие, а также современность среды[3].

Начиная с публикаций К Линча [1], во всех методиках оценки качества городской среды на первом месте стоит ее пригодность для жизни [2]. Линч в книге «Теория хорошей формы города» выделяет следующие критерии качества городского пространства: *Vitality, Sense, Fit, Assess, Control*, что можно перевести как Жизнепригодность, Целесообразность, Удобство, Доступ, Контроль. Кроме этих критериев, определяющих качество пространственной организации, он отмечает важность еще двух супер-критериев – «эффективность и справедливость», через которые сфера архитектурной деятельности соприкасается с экономикой и политикой.

Фонд премии «*Lafargeholcim*» составил свод принципов устойчивой архитектуры: все они начинаются с буквы «П», (англ. «5 Ps»: Planet – планета, *People* – люди, *Prosperity* – процветание, *Peace* – мир, *Partnership* – партнерство). Цели устойчивого развития, принятые в ООН, включают 17 позиций.

Критический обзор различных подходов к оценке качества городской среды приводит нас к системе из пяти предметных парадигм, составляющих аналитические слои архитектурного пространства. Помимо вопросов физического планирования и моделирования, проблематика архитектурного пространства включает также вопросы целеполагания и ориентиров (система ценностей, стратегия развития, декларации, хартии, программы развития) и организация реализации, строительства, управления (система градостроительной документации, порядок принятия решения, управление комплексным устойчивым развитием территорией). Предлагаемая система из Пяти парадигм охватывают спектр вопросов физического проектирования. По этим же пяти направлениям можно систематизировать проблематику научных исследований в архитектуре и градостроительстве:

1) среда как условие для жизни, биологические потребности живой природы;
2) среда как сумма технологий, обеспечивающих доступ к ресурсам, услугам;
3) среда как мозаика приватных и публичных пространств и место общения;
4) среда как культурный ландшафт, наполненный смыслом и информацией;
5) среда как объект искусства, воплощение идей, эффективность использования материалов и выразительных средств.

[2]Правительство РФ 25 марта 2019 г. опубликовало перечень индикаторов, по которым будет измеряться индекс качества городской среды. Он состоит из 36 показателей, в их число входят разнообразие жилой застройки, благоустройство, наличие очередей в детские сады и безопасность (Москва, ТАСС).

[3]Приведенную классификацию предлагал К. Линч в своей книге «Совершенная форма в градостроительстве» (1986), пересказанной на русский язык В. Л. Глазычевым [3].

Пять предметных парадигм предполагают последовательное усложнение проектных задач от сохранения и развития природы до полностью искусственной антропогенной среды. В исследованиях мы выбираем одно, редко два направления, одновременно, поскольку каждая парадигма определяет свои критерии качества архитектурного решения. Предметные парадигмы представляют собой различные слои структурной организации объекта проектирования, позволяя получить аналитический инструмент для оптимизации проектных решений. Можно заметить закономерную последовательность слоев, вместе составляющих целостную картину цвета в солнечном спектре – белый, дневной свет. В этом спектре наиболее разработанными являются представления о жизнепригодности, санитарном контроле и экологии, следующее направление рассматривает город как машину, в которой главное – это инфраструктура дорог, коммуникаций, сервисов. Середина спектра – это социальные аспекты жизни в городе, изучаемые социальной экологией и антропологией, когнитивной урбанистикой; значению историко-культурного контекста, содержательности окружения уделяется пока что недостаточно внимания. Но наименее осмыслен и востребован взгляд на город как воплощение духовных устремлений и гармоничного архитектурного пространства [4].

Для краткости возможно выделить ключевой критерий качества для каждой предметной парадигмы:

1) экология – пригодность среды для жизнедеятельности, комфортные, благоприятные природные факторы и микроклимат; забота о здоровье людей и естественной природе;

2) удобство – доступность ресурсов и обеспеченность технологической инфраструктурой, и сервисами, дорогами и транспортом; забота о функциональной эффективности улично-дорожной сети, инженерных сооружений и учреждений обслуживания;

3) контроль – возможность выбирать и изменять средовое поведение, социальное доверие и безопасность; забота об эффективности общественных центров соответствующей людности, оживленности и связанности участков территории общего пользования;

4) смыслы – соответствие ценностям, ясность и понятность информационой среды, идентичность и разнообразие; забота об охране и использовании памятников истории и культуры, достопримечательностей; плейсмейкинг и брендинг территории;

5) красота – баланс утилитарного и художественного, инициативы и порядка, целей и средств[4]; забота о гармонии места и деятельности, о справедливости и целесообразности трансформаций городской среды.

[4]«Духовность …. по сути, – это способность человека представлять цель, программу и результат своего творчества в «образе-идеале», где, как правило, воплощаются наиболее гармонично позитивные устремления, желания и мечты человека. …Духовность – это проявление своей индивидуальности, своей индивидуальной меры целостности и гармонии человека с миром, в мире и с самим собой в творчестве» (Т. В. Макарская, «Эстетическая культура и архитектурное образовании» / в сб. Архитектурная наука и образование, с. 166). В этом смысле духовность в градостроительстве – это сравнение идеальной картины с реальной практикой, идеальной модели – с реальной физической конструкцией (формой) города. Духовность в градостроительстве проявляется и как эстетический критерий и как приближение к идеалу.

И, хотя налицо определенная последовательность предметных парадигм, фактически они действуют одновременно, и системная оценка городской среды включает пять разделов, которые воспринимаются все сразу как белый свет, состоящий из лучей различных цветов и оттенков. Образно выражаясь, целостный взгляд на городскую среду, преломляясь через призму социально-культурных ценностей, разлагается на пять предметных парадигм. Мы видим лишь часть светового потока, но знаем, что существуют еще и невидимые глазом излучения, существенно влияющие на наше самочувствие[5]. Также и с системой критериев качества городской среды: современная градостроительная практика работает с «видимым» спектром проблем. Можно предположить, что «инфракрасная» и «ультрафиолетовая» части спектра тоже есть и они связаны с углублением нашего знания о природе естественного мира (экология и естествознание) и с осознанием роли и влияния тонких материй и душевных переживаний людей на ноосферу земли (психология и эзотерика). Эта модель была описана в 2007 году в статье «Видимый спектр градостроительных проблем» и уточнена в книге «Когнитивная урбанистика» (2020) [5].

«Спектральный» подход подразделяет общую проблематику устройства и оценки городской среды на пять предметных парадигм: 1 – «экология, природа и здоровье людей», 2 – «удобство, комфорт и техническая оснащенность», создаваемые транспортно-инженерной инфраструктурой и системой общественного обслуживания; 3 – «социальное пространство, безопасность, свобода, разнообразие общения», сформированное топологией структурой и пространственной организацией средовых комплексов различного масштаба, учет оптимальной людности, оживленности, социальной связанности; 4 – «содержательность, информационная наполненность смыслами, принадлежность к культуре, идентичность» адекватные запросам людей и требованиям культуры; 5 – «красота, гармония, соответствие идеалам», баланс целей и средств, случайности и порядок в соответствии с идеалами духовной жизни людей.

Можно заметить, что спектр построен таким образом, что порядок критериев соответствует возрастанию сложности организации материи. Таким образом, на первом уровне – это пригодность для жизни, на втором – технологии комфорта, на третьем – социальная жизнь, далее – культура и искусство.

Наибольшую сложность представляет собой раскрытие содержания и критериев оценки архитектуры как искусства. Современное искусство давно отказалось от картинности и поучительности в градостроительстве: ансамбли и церемонии больше не являются единственной целью пространственной организации. Интерактивные формы взаимодействия художника и зрителя меняют парадигму искусства от изобразительности и статичности к проблематизации и динамике. Соответственно, парадигма «Красота» все больше оценивается не формально, а содержательно через критерии актуальности высказывания, участия зрителей, включенности в контекст, неопределенности и разнообразия суждений, что в общем не исключает исполнительского мастерства и художественного мастерства на финальных стадиях реализации архитектурного или градостроительного проекта [6].

[5]Последовательность цветов, видимая при преломлении луча света стеклянной призмой, состоит из семи основных цветов и бесчисленного множества оттенков, переходящих или вытекающих один из другого.

В рамках формирования креативной среды важными становятся навыки социальных коммуникаций [7]. Работа с будущими жителями, инициативными группами и общественностью может быть устроена как интерактивные семинары (воркшопы), на которых совместно решаются следующие задачи:

1) Оценка качества. Например, качества природного окружения, микроклимата, шума, загазованности, ветра, электромагнитных загрязнений и др.;

2) Постановка задачи для общественного обсуждения. Например, «формирование условий для здорового образа жизни», «снижение криминальных проявлений и вандализма, обеспечение безопасности в любое время дня и ночи»;

3) Формирование локальной политики, подготовка материалов для работы с градостроителями, архитекторами, дизайнерами.

Таким образом, оценивая городскую среду в рамках парадигмы «Красота», мы будем говорить не только о культуре ансамбля, формы, света, цвета, использовании материалов, но и о художественной актуальности, взаимодействии художника и зрителей, градостроителя и населения, об инклюзивном подходе и интерактивном взаимодействии с жителями [8].

Практическое применение предметных парадигм можно рассмотреть на примере формирования оценочной таблицы для анализа конкурсных предложений по теме «Комфортная городская среда». Для оценки проектных решений предлагается следующая редакция предметных парадигм:

1. Экологически благоприятное окружение и соседство с живой природой; при этом учитываются минимальные затраты на ее содержание и эксплуатацию.
2. Удобная и комфортная среда. Развитая инженерная инфраструктура и доступность услуг дают ощущение удобства и комфорта среды.
3. Безопасные и социально-комфортные публичные пространства, способные поддерживать устоявшиеся позитивные модели поведения и противостоящие вандализму и агрессивному поведению.
4. Содержательная и значимая городская среда, интегрирующая достопримечательности, памятники истории и природы.
5. Креативная среда позитивных социальных взаимодействий людей на территории. Баланс гармонии, справедливости и порядка.

В приведенной ниже таблице перечислены предметные парадигмы и сформулированы критерии оценки проектных решений:

– соответствует нормам и требованиям устойчивого развития;
– внедряет новую технологию и обеспечивает инклюзивный дизайн;
– сохраняет ценные ресурсы территории и усиливает их влияние;
– содержит уникальные идеи и предлагает инновационные решения;
– создает оптимальные условия для жизни большего числа людей.

Система критериев для комплексной оценки качества городской среды в градостроительных проектах

Наименование предметной парадигмы	Наименование критериев				
	Баллы				
	1 Соответствует нормам и требованиям устойчивого развития	2 Внедряет новую технологию и обеспечивает инклюзивный подход для всех соц.-дем. групп	3 Сохраняет ценные ресурсы территории и усиливает их влияние	4 Содержит уникальные идеи и предлагает нновационные решения	5 Создает оптимальные условия для жизни большего числа людей
А. Природный комплекс и экология «экология»	Соблюдение принципов устойчивого развития при сохранении площади территории природного комплекса	Внедрение эколого-защитных технологий при сокращении вредных выбросов. Система решений по созданию благоприятного микроклимата: защита от перегрева, дождя, ветра	Сохранение и развитие природного комплекса, формирование экологического каркаса	Интеграция технологических и пространственных решений, направленных на снижение энергопотребления, использования возобновляемых источников энергии и вторичных ресурсов	Создание условий для здорового образа жизни большему числу людей
Б. Удобная и комфортная среда «удобство»	Обеспечение комплексности обеспечения жилых районов учреждениями обслуживания и стоянками автомобилей при соблюдении компактности	Улучшение мультимодального транспортного обслуживания: снижение времени и других транспортных издержек. Система дорожек и пандусов, обеспечивающая унивесальную мобильность	Пространственное развитие территории обеспечивает формирование транспортно-коммуникационного каркаса	Снижение объема необходимых поездок за счет компактной планировки и внедрения альтернативных технологий занятости	Создание условий для комфортного проживания и долголетия для большего количества людей
В. Безопасные и социально комфортные публичные пространства «общение»	Благоустройство, озеленение и освещенность территории общего пользования с использованием местных ресурсов	Правовое зонирование с учетом обеспечения контроля и безопасности для различных групп пользователей Система мест отдыха на пути движения и рядом с зелеными насаждениями	Пространственное развитие системы общественных пространств, выделение средовых комплексов и средовых районов и построение каркаса пешеходных пространств	Формирование условий людности, оживленности, связанности, открытости, закрытости, проницаемости средовых комплексов различного масштаба	Создание условий для разнообразного средового поведения и свободного общения для большего числа людей

Окончание

Наименование предметной парадигмы	Наименование критериев				
	Баллы				
	1 Соответствует нормам и требованиям устойчивого развития	2 Внедряет новую технологию и обеспечивает инклюзивный подход для всех соц.-дем. групп	3 Сохраняет ценные ресурсы территории и усиливает их влияние	4 Содержит уникальные идеи и предлагает инновационные решения	5 Создает оптимальные условия для жизни большего числа людей
Г. Содержательная и значимая городская среда «смысл»	Сохранение и использование объектов культурного наследия	Формирование средовых комплексов и средовых районов. Система тактильной и визуальной информации о достопримечательностях	Пространственное развитие территории обеспечивает условия визуального восприятия ландшафта и памятников	Формирование содержательных, информативных и примечательных мест в структуре городской ткани	Создание условий идентичности узнаваемости и уникальности городской среды для большего числа людей
Д. Креативная и одухотворенная среда «пульс места»	Творческое решение задач, поставленных в программе развития с опорой на генеральный план поселения	Развитие градо-строительной композиции на основе использования лучшего опыта. Система универсального дизайна (для всех групп граждан)	Развитие градостроительной композиции на основе использования перспективных тенденций развития архитектуры и особенностейи контекста	Формирование гармоничной, целостной и гуманной городской среды, положительно влияющих на престиж проживания	Воплощение авторских идей, уникальные архитектурные решения гармонично вписываются в культурный ландшафт градостроительной системы

На примере составленной таблицы видно, что система предметных парадигм архитектурного пространства решает одну из перспективных задач, поставленных А. Гутновым: «перейти от большого числа равно приоритетных факторов, учет которых требует оперирование с непомерно громоздким объемом разнородной информации, к более обобщенной, но зато гораздо более оперативной оценке ограниченного числа факторов, имеющих определяющее значение для функционирования и развития всей системы» (Гутнов А. –1993, с. 159) [9].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Линч, К. Образ города / К. Линч ; перевод В. Глазычева. – Cambridge Mass.: Technology Press, 1960. – 194 p.

2. Гельфонд, А. Л. Архитектура общественных пространств : монография. – Моква : ИНФРА-М, 2019. – 412 с. – ISBN 978-5-16-014070-4. – Текст : непосредственный.

3. Линч, К. Совершенная форма в градостроительстве / К. Линч. – Москва : Стройиздвт, 1986. – 264 с. – Текст : непосредственный.

4. Крашенинников, А. В. Видимый спектр градостроительных проблем / А. В. Крашенинников. – Текст : непосредственный // Градостроительное искусство : новые

материалы исследований. – Москва, 2007. – Вып. 1. – С. 461–464 с.

5. Крашенинников, А. В. Когнитивная урбанистика: архетипы и прототипы городской среды: монография / А. В. Крашенинников. – Москва : КУРС, 2020. – 210 с. – Текст : непосредственный.

6. Дуцев, М. В. Концепция художественной интеграции в новейшей архитектуре : монография / М. В. Дуцев ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2013. – 388 с.

7. Моисеев, Ю. М. Стратегия и тактика управления образом города / Ю. М. Моисеев, А. А. Бикиняева, Д. А. Степанова. – Текст : непосредственный // Архитектура и строительство России. – 2016. – № 2. – С. 80–85.

8. Krasheninnikov A. V. Spatial models of local identity / A. V. Krasheninnikov, A. D. Anisimivets // INTERNATIONAL CONFERENCE on Civil, Architectural and Environmental Sciences and Technologies (CAEST 2019), 19 November 2019 / Samara State Technical University. – Samara, 2019. – V. 755.

9. Гутнов, А. Э. Эволюция градостроительства / А. Э. Гутнов. – Москва : Стройиздат, 1984. – 256 с. – Текст : непосредственный.

KRASHENINNIKOV Aleksey Valentinovich, doctor of architecture, professor of the urban planning and design chair

SUBJECT PARADIGMS OF ARCHITECTURAL SPACES

Moscow Institute of architecture (State Academy)
11, Rozhdestvenka St., Moscow, 107031, Russia. Tel.: +7 (495) 681-82-28;
e-mail: ud-marhi@mail.ru
Key words: quality of design solutions, architectural space, urban environment, cognitive urbanism.

The article proposes a system of subject paradigms of architectural space, which helps solving a number of fundamental and applied problems of architectural design and urban planning. An example of the practical use of the proposed system in town-planning projects is shown in the table of a comprehensive assessment of the quality of the urban environment.

REFERENCES

1. Linch K. Obraz goroda [Image of the city]. Perevod V. Glazycheva. Cambridge Mass: Technology Press, 1960, 194 p.

2. Gelfond A. L. Arkhitektura obschestvennykh prostranstv [Architecture of public spaces]: monografiya. – Moscow: INFRA-M, 2019, 412 p. – ISBN 978-5-16-014070-4.

3. Linch K. Sovershennaya forma v gradostroitelstve [Theory of a good city form]. Moscow : Stroyizdat, 1986. 264 p.

4. Krasheninnikov A. V. Vidimy spektr gradostroitelnykh problem [Visible spectrum of urban design problems]. Gradostroitelnoe iskusstvo. Novye materialy i issledovaniya [Urban planning art: new materials and researches]. Moscow, 2007. Vyp. 1. – P. 461–464.

5. Krasheninnikov A. V. Kognitivnaya urbanistika: arkhetipy i prototipy gorodskoy sredy [Cognitive urban studies: archetypes and prototypes of the urban environment]: monografiya. – Moscow : KURS, 2020, 210 p.

6. Dutsev M. V. Kontseptsiya khudozhestvennoy integratsii v noveyshey arkhitekture [The concept of artistic integration in the latest architecture]: monografiya. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod: NNGASU, 2013, 388 p.

7. Moiseev Yu. M., Bikinyaeva A. A., Stepanova D. A. Strategiya i taktika upravleniya obrazom goroda [Strategy and tactics of city image management]. Arkhitektura i stroitelstvo

Rossii [Architecture and construction of Russia]. 2016. № 2. P. 80–85.

8. Krasheninnikov A. V., Anisimivets A. D. Spatial models of local identity, INTERNATIONAL CONFERENCE on Civil, Architectural and Environmental Sciences and Technologies (CAEST 2019), 19 November 2019, Samara State Technical University, 2019. V. 755.

9. Gutnov A. E. Evolyutsiya gradostroitelstva [The evolution of urban planning]. – Moscow : Stroyizdat, 1984. – 256 p.

© А. В. Крашенинников, 2020

Получено: 21.10.2020 г.

УДК 728.1

А. Р. КАСИМОВА, преп. кафедры архитектуры

ФОРМИРОВАНИЕ ОБЬЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЭТНОКУЛЬТУРНЫХ ТУРИСТИЧЕСКИХ КЛАСТЕРОВ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКО-КАЗАХСТАНСКОГО ПРИГРАНИЧЬЯ

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26. Тел.: (495) 781-80-07; факс: (495) 781-80-07; эл. почта: adema-23352@inbox.ru

Ключевые слова: этнокультурный туризм, этнокультурный туристический кластер, Российско-казахстанское приграничье, трехступенчатая система объемно-пространственной организации этнокультурных туристических кластеров.

Предложена трехступенчатая система объемно-пространственной организации этнокультурных туристических кластеров на территории российско-казахстанского приграничья, позволяющая объединить разрозненные объекты туристского интереса в единую целостную систему восприятия культуры народов, населяющих данный район.

Российско-казахстанское приграничье является регионом с уникальными природно-климатическими и ландшафтными условиями. Этот регион населяют разнообразные этносы с богатой многовековой историей, своеобразной культурой и бытом (рис. 1) [1]. В ранних наших исследованиях было установлено, что российско-казахстанское приграничье обладает множеством сохранившихся объектов материального и нематериального культурного наследия [2]. В результате исследования и проведения натурных наблюдений в ходе экспедиций в данный регион составлена карта территории Российско-казахстанского приграничья с обозначением 240 этнических поселений, имеющих объекты туристского интереса (рис. 2) [2]. К материальным объектам относятся уникальные природные, архитектурные и археологические памятники как федерального, регионального, так и местного значения, а к объектам нематериального культурного наследия – устное народное творчество, свадебные и связанные с этапами жизненного цикла человека обряды и ритуалы, а также виды традиционного ведения хозяйственно-бытовой детальности и др. Этнические поселения, в которых сохранились проявления культуры и быта этносов, играют важную роль в формировании и развитии этнокультурного туризма на территории исследуемого региона и

являются объектами, в которых происходит знакомство с особенностями жизни и деятельности народа. Наиболее оптимальной и современной формой учреждений этнокультурного туризма является этнокультурный туристический кластер. Под *этнокультурным туристическим кластером* автором понимается архитектурно-планировочная композиция комплекса компонентов, расположенных на территории учреждений туристского обслуживания в виде зданий, сооружений, экспозиционных и ландшафтно-рекреационных пространств с соответствующей инфраструктурой (транспортная, инженерная) и связанных с существующими нематериальными и материальными объектами и носителями культуры этноса. В состав этнокультурных туристических кластеров входят объекты со следующими функциями: информационно-сервисной и административной, общественного питания, торговли, временного проживания, открытые и закрытые экспозиции, которые связаны с этническими поселениями и объектами материальной и нематериальной этнической культуры.

В российско-казахстанском приграничье были выбраны следующие области: Астраханская, Волгоградская, Саратовская, Самарская, Оренбургская, Западно-Казахстанская, Атырауская и Актюбинская как территории со схожими природно-климатическими параметрами и ландшафтными характеристиками. Средняя площадь области в российско-казахстанском приграничье равняется 126 376 км^2. Большая часть территории российско-казахстанского приграничья – это лесостепные и степные природные зоны. Казахстанская часть приграничья обладает слабо развитой транспортной структурой, так, например, от административного центра Западно-Казахстанской области г. Уральска до поселения районного значения села Сайхин ведет дорога с грунтовым покрытием. В российской части приграничья транспортными коммуникациями с асфальтовым или бетонным покрытием связаны областные центры, такие как Астрахань, Волгоград, Саратов, Самара, Оренбург, средние районные города и населенные пункты. Как установлено в результате исследования, большинство малых населенных пунктов российско-казахстанского приграничья соединены между собой дорогами с грунтовым покрытием [3].

В соответствии с составленной картой этнических поселений российско-казахстанского приграничья выявленные этнические поселения находятся на значительных расстояниях от крупных, средних и малых городов. Так, установлено, что от г. Уральска до села Хан-Ордасы Западно-Казахстанской области можно добраться дорогой с грунтовым покрытием протяженностью 600 км или сократив расстояние до 392 км по степному бездорожью.

Таким образом, особенностью выявленных этнических поселений областей выбранного региона является их разрозненность, значительное расстояние между ними и сложность преодоления пространства в степной природной зоне российско-казахстанского приграничья вследствие недостаточной развитости транспортной инфраструктуры. Поэтому для размещения кластеров на территории российско-казахстанского приграничья возникает необходимость создания общей сети, связывающей множество объектов культурного наследия. На основании этого *целью статьи служит формирование гибкой системы туристского обслуживания путем объемно-пространственной организации этнокультурных туристических кластеров на территории российско-казахстанского приграничья.*

Система туристского обслуживания этнокультурного туризма должна обладать целостностью восприятия культуры рассматриваемого региона, заключающейся в выявлении главных и второстепенных объектов культурного наследия, обладать

направленным движением по туристскому маршруту. Поэтому рассмотрим различные существующие модели организации ступенчатого или иерархического обслуживания в различных территориальных образованиях.

Ступенчатая форма культурно-бытового обслуживания существует в городах и поселениях. Система культурно-бытового обслуживания в совокупности с моделью расселения, сформированной на иерархической соподчиненности опорных центров позволяет создавать экономически целесообразную социальную инфраструктуру. В основе системы лежит периодичность посещения потребителями различных учреждений, становящихся центрами тяготения. Система культурно-бытового обслуживания состоит из трех ступеней: I – учреждения повседневного использования, обслуживающие зону в радиусе 500 м, среди которых аптеки, детские сады, школы, предприятия общепита, магазины и др. ; II – учреждения периодического использования с радиусом обслуживания до 1500 м, включающие торговые комплексы, кинотеатры и др.; III – учреждения эпизодического использования, такие как театры, зоопарки, ипподромы, цирки, администрация города и др. Система зданий и сооружений культурно-бытового обслуживания позволяет определить степень комфортности и условия материальной среды.

В рекреационных и туристских зонах система обслуживания также имеет единую структуру. Учеными Лукьяновой Л. Г. и Цыбух В.И. разработана градостроительная концепция системы обслуживания в рекреационной зоне [4]. Эта концепция построена на периодичности и массовости посещения туристами тех или иных учреждений. Она имеет три ступени аналогичные системе культурно-бытового обслуживания: I – повседневная; II – периодическая; III – эпизодическая. Повседневное обслуживание в туристкой зоне сосредотачивается в учреждениях общественного питания, таких как кафе, столовые и буфеты. Общественный центр с административными, бытовыми, культурно-зрелищными, торговыми зданиями и сооружениями осуществляет периодическое обслуживание рекреантов. Учреждения эпизодического использования располагаются в районных центрах обслуживания, служащих не только туристам, но и жителям курортной зоны. Радиус пешеходной доступности до учреждений повседневного обслуживания должен составлять от 100 до 500 м, до общественного центра периодического использования от 500 до 1200 м, а центры эпизодического посещения располагаться на расстоянии не более 30 минут на транспорте.

Ступенчатая система прослеживается в организации сценарных планов и маршрутов посещения достопримечательных мест – туристских центров. Маршруты проектируются так, чтобы каждое место было связано с остальными, т.е. эти точки-места являются звеньями общей цепи. Именно такая связь, по мнению ученного Булатовой Е. К., поможет для стабильной деятельности туристского центра и будет формировать полную картину и дух местности [5].

В результате исследования выявлено, что ни одна из рассмотренных ступенчатых систем обслуживания не может быть применена для организации этнокультурного туризма в исследуемых районах российско-казахстанского приграничья в связи с тем, что они рассматривают или урбанизированную среду города, или объекты, расположенные на малых расстояниях друг от друга, и не могут быть использованы для объемно-пространственной организации этнокультурных туристических кластеров и объектов туристского интереса, расположенных на значительных по площади территориях и больших расстояниях.

Установлено, что туристское обслуживание строится на определенных принципах и процессах стадийности освоения пространства. Эту стадийность

можно найти в живой природе, когда существуют биосистемы, занимающие и охватывающие значительные площади за счет своей структуры.

Наукой, изучающей природные структуры является бионика. Одной из фундаментальных морфологических характеристик природных принципов служит ветвление. Именно в ветвлении прослеживается иерархическая или ступенчатая структура. Ветвящиеся формы встречаются во всех структурных уровнях, начиная с молекул и заканчивая космогоническими системами. В микромире процесс ветвления наблюдается в образовании ледяных узоров на стеклах, выращивании кристаллов, в периодическом структурном элементе молекулы ДНК и структуре волокон нервных клеток мозга. Ветвление в макромире хорошо прослеживается в росте растений и деревьев, ярко выражено у морских кораллов. Трещинообразование и горообразование в геологических системах, а также взрывные процессы в космосе относятся к мегамиру [6].

Исследователем Шафрановой Л. М. была создана морфологическая модель ветвления, в которой рассмотрены различные классификации типов ветвления [7]. Среди распространенных морфологических моделей «сучок» и «вилка». Система «сучок» имеет главную ось, которая является надежной механической опорой, что позволяет длительное время расти в одном направлении. Система «вилка» «позволяет равномерно заполнить объем при развитии относительно большей поверхности соприкосновения с внешней средой и с сохранением растущих верхушек приблизительно на одинаковом расстоянии от основания системы» [7].

Согласно высказыванию Лебедева Ю. С.: «благодаря ветвлению растение увеличивает соприкосновение с окружающей средой», а это именно то решение поставленной проблемы, как освоение огромных территорий посредством стадийности и этапности [8]. Подтверждением этого служит эксперимент, поставленный учеными университета Хоккайдо в 2010 году. В исследованиях было установлено, что принципы освоения жизненного пространства путем нахождения максимально эффективного пути к пище плесневелым грибом *Physarum polycephalum* и выстроенная им ветвящаяся сеть совпала при сравнении с транспортной сетью Токио. В местах транспортных узлов располагалась пища, к которым плесневелый гриб посредством ветвления отростков выстроил путь [9].

Заимствуя и изучая закономерности природных систем возможно освоения пространства посредством выбора форм и видов ветвления, способствующему большему покрытии площадей, нахождении оптимальной плотности ветвления и его интенсивности, поэтому возможно создание ступенчатой системы объемно-пространственной организации этнокультурных туристических кластеров на территории российско-казахстанского приграничья.

Автором предлагается *трехступенчатая система объемно-пространственной организации этнокультурных туристических кластеров* на территории российско-казахстанского приграничья (Рис.3). Система состоит из трех ступеней, которым соответствует определенный вид этнокультурного туристического кластера.

Для создания этой системы организации использован биоаналоговый принцип проектирования, за основу взят вышеописанный процесс ветвления для формирования сети этнокультурных туристических кластеров. Рассмотрим подробнее трехступенчатую систему объемно-пространственной организации этнокультурных туристических кластеров. В основе системы лежит понятие мощности или функциональной емкости территории, под которой автором понимается предел способности территории принять определенное количество туристов без нарушения экологического, природного и социального равновесия.

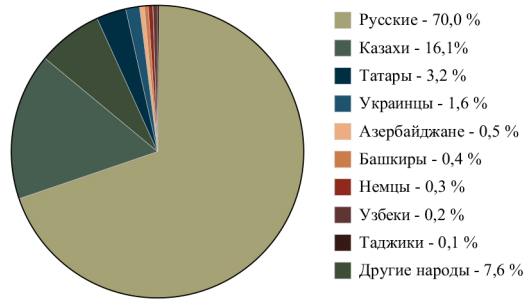


Рис. 1. Народы, населяющие территорию российско-казахстанского приграничья

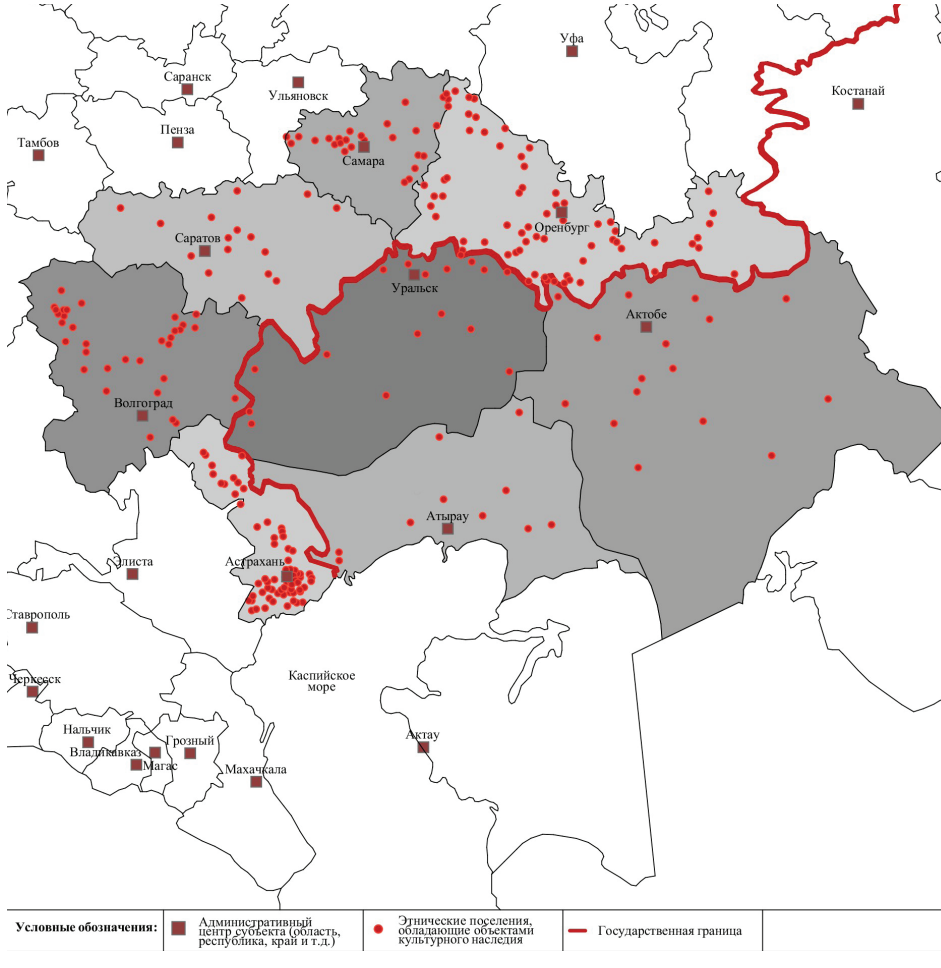


Рис. 2. Расположение этнических поселений российско-казахстанского приграничья с объектами материального и нематериального культурного наследия

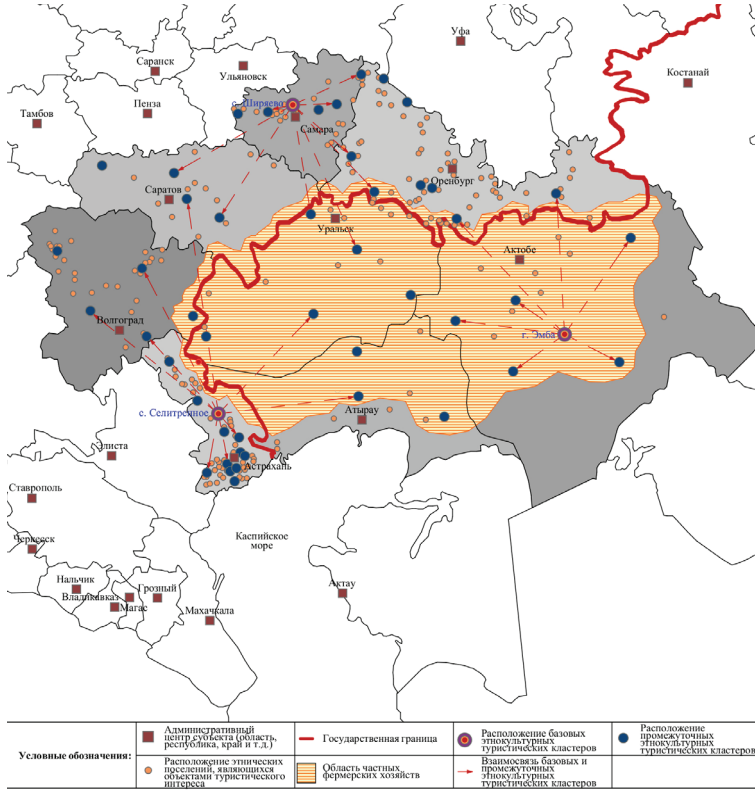


Рис. 3. Предлагаемая трехступенчатая система объемно-пространственной организации этнокультурных туристических кластеров для условий российско-казахстанского приграничья

На *первой ступени* выбор размещения учреждений этнокультурного туризма в существующих крупных и больших селах и малых городах, который назван *базовым* этнокультурным туристическим кластером, определяется удобной доступностью посредством сложившейся существующей транспортной инфраструктуры (железнодорожные, автомобильные, водные и воздушные пути) и необходимой концентрации объектов туристского интереса (этнические поселения, археологические, архитектурные и природные памятники). Функциональная емкость базовых этнокультурных туристических кластеров в пределах 150 и более человек. Туристы имеют возможность ознакомиться с традициями и бытом в этническом поселении, в экспозиции музея под открытым небом, ремесленных мастерских, ресторане этнической кухни и др. Время нахождения туриста в кластере данной ступени принимается от 1 до 3 дней, относится к маршруту выходного дня. В качестве размещения базовых этнокультурных туристических кластеров на территории Российско-казахстанского приграничья автором были выбраны три поселения – с. Селитренное в Харабалинском районе Астраханской области, с. Ширяево городского округа Жигулевск Самарской области и малый город Эмба Актюбинской области.

Учреждения этнокультурного туризма *второй ступени* предполагают осуществлять следующий этап знакомства туриста с культурой в предлагаемых

промежуточных этнокультурных туристических кластерах максимально приближенных к выявленным в результате исследования этническим поселениям. Функциональная емкость территории промежуточного этнокультурного туристического кластера рекомендуется в пределах 50 и 100 человек. На этом этапе туристы смогут принять участие в процессах хозяйственно-бытовой деятельности этноса, ознакомиться с объектами его материального и нематериального наследия. Время пребывания в объекте туристского интереса данной ступени – от 4 и более дней.

В качестве завершающей *третьей ступени* системы выбраны отдаленные объекты туристского интереса, находящиеся в пределах 100–500 км от промежуточных этнокультурных туристических кластеров, в которых происходит знакомство с культурой и бытом народа. Как правило, до данных мест туристы добираются от промежуточного этнокультурного туристического кластера посредством автомобильного транспорта. Ранее установлено, что для этнокультурного туризма российско-казахстанского приграничья представляет интерес частное фермерское хозяйство кочевых этносов, сохранившее способы и методы ведения традиционной хозяйственно-бытовой деятельности [2]. Именно подобные сосредоточения культуры способствуют полному погружению туриста в среду и рассчитаны на продолжительность туристкой поездки от 14 и более дней.

В качестве автомобильного транспорта предлагаются мобильные туристические блоки. Выбор мобильных туристических блоков в качестве способа передвижения между второй и третьей ступенью обоснован созданием комфорта обслуживания туриста, отсутствием ориентиров на степной местности, плохим качеством дорог и сезонным их использовании. Мобильные туристические блоки являются не только средством продвижения, но и временного проживания в отличие от воздушного транспорта. Данные мобильные туристические блоки предлагаются в качестве транспорта только на территориях с удаленной транспортной доступностью, к которым относятся восточная часть Западно-Казахстанской и южная часть Актюбинской и Атырауской областей.

При организации туристского обслуживания на территории российско-казахстанского приграничья движение туристов от первой ступени из базового этнокультурного туристического кластера на третью конечную ступень происходит в основном через промежуточный этнокультурный туристический кластер.

Как известно, в туристкой теории формирования маршрутов существуют следующие виды: линейный, кольцевой, радиальный и комбинированный [10]. В предлагаемой нами системе объемно-пространственной организации этнокультурных туристических кластеров российско-казахстанского приграничья для третьей ступени рекомендуется использовать бионический принцип ветвления транспортных коммуникаций, когда движение туристов при помощи мобильных туристических блоков происходит от промежуточного этнокультурного туристического кластера до объектов туристского интереса третьей ступени обслуживания посредством применения ветвевой схемы транспортно-пешеходных маршрутов. Такая схема, в основе которой лежит принцип ветвления «сучок» и «вилка», в отличие от линейной и кольцевой схем движения обеспечивает большую вариабельность в выборе дальнейших маршрутов к объектам туристского интереса и в отличие от радиальной исключает обязательный возврат в промежуточный этнокультурный туристический кластер для перехода на другой туристский маршрут, что значительно повышает комфортность обслуживания и снижает время передвижения по туристскому маршруту.

Таким образом, сформированная трехступенчатая система объемно-пространственной организации этнокультурных туристических кластеров российско-казахстанского приграничья позволяет при организации этнокультурного туризма охватить множество объектов культурного наследия, сохранившегося в этнических поселениях, обеспечивает эффективное освоение данных территорий, реализует поэтапное знакомство с культурой и бытом этносов, населяющих данный регион и способствует сохранению экологического равновесия природной системы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Банцерова, О. Л. Специфика развития этнокультурного туризма в системе формирования рекреационных кластеров / О. Л. Банцерова, А. Р. Касимова. – Текст : непосредственный // Научное обозрение. – 2016. – № 17. – С. 90–98.

2. Bancerova, O. L. Formation of ethno-cultural tourism clusters in Russia-Kazakhstan border line territory / O. L. Bancerova, A. R. Kasimova // Journal of Environmental Management and Tourism. – 2018. – Vol. 9 (4). – P. 771–776.

3. Казахстанский онлайн-клуб любителей автотуризма. – URL: http://autotourist.kz/ (дата обращения 13.05.2019). – Текст : электронный.

4. Лукьянова, Л. Г. Рекреационные комплексы : учебное пособие / Л. Г. Лукьянова, В. И. Цыбух ; под общей редакцией В. К. Федорченко. – Киев : Вища школа, 2004. – 346 с. – ISBN 966-642-129-1. – Текст : непосредственный.

5. Булатова, Е. К. Архитектура туризма: метод разработки системы сценарных планов маршрутных связей / Е. К. Булатова. – Текст : непосредственный // Концепт. – 2016. – № 3. – С. 56–60.

6. Нахтигаль, В. Бионика : пер. с немецкого / В. Нахтигаль. – Москва : Мир книги, 2004. – 128 с. – ISBN: 5-8405-0332-0. – Текст : непосредственный.

7. Шафранова, Л. М. Ветвление растений: процесс и результат / Л. М Шафранова. – Текст : непосредственный // Жизненные формы: структура, спектры, эволюция : материалы конференции по проблемам экологической морфологии растений / под общей редакцией Т. И. Серебрякова. – Москва : Наука, 1981. – С. 179–213.

8. Архитектурная бионика / под общей редакцией Ю. С. Лебедева. – Москва : Стройиздат, 1990. – 269 с. – Текст : непосредственный.

9. Atsushi, Tero Rules for Biologically Inspired Adaptive Network Design / Tero Atsushi, Takagi Seiji, SaigusaTetsu, Ito Kentaro, P. Bebber Dan, D. Fricker Mark, Yumiki Kenji, Kobayashi Ryo, Nakagaki Toshiyuki // Science. – 2010. – Vol. 327 (5964). – P. 439–442. – DOI: 10.1126/science.1177894.

10. География туризма : учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования, обучающихся по специальности "Туризм" / М. В. Асташкина, О. Н. Козырева, А. С. Кусков, А. А. Санинская. – Москва : Альфа-М, 2008. – 430 с. – ISBN 978-5-98281-112-7. – Текст : непосредственный.

KASIMOVA Adema Ramazanovna, lecturer department of Architecture

FORMATION OF SPATIAL ORGANIZATION OF ETHNO-CULTURAL TOURIST CLUSTERS IN THE TERRITORY OF THE RUSSIAN-KAZAKH BORDER REGION

National Research Moscow State University of Civil Engineering
26, Yaroslavskoye shosse, Moscow, 129337, Russia. Tel.: +7 (495) 781-80-07; fax: +7 (495) 781-80-07; e-mail: adema-23352@inbox.ru

Key words: ethno-cultural tourism, ethno-cultural tourist cluster, Russian-Kazakhstan border, three-stage system of spatial organization of ethno-cultural tourist clusters.

The article proposes a three-stage system of spatial organization of ethno-cultural tourist clusters in the territory of the Russian-Kazakh border region, which allows to combine scattered objects of tourist interest into a single holistic system of perception of the culture of the peoples who own the area.

REFERENCES

1. Bancerova, O.L. Specifika razvitiya etnokul'turnogo turizma v sisteme for-mirovaniya rekreacionnyh klasterov / O.L. Bancerova, A.R. Kasimova //Nauchnoe obo-zrenie. – 2016.- № 17.- S.90-98.

2. Bancerova, O.L. Formation of ethno-cultural tourism clusters in Russia-Kazakhstan border line territory / O.L. Bancerova, A.R. Kasimova // Journal of Environmental Management and Tourism. – 2018. - Vol. 9 (4). - P. 771-776. DOI: 10.14505//jemt.v9.4(28).10.

3. Kazahstanskij onlajn-klub lyubitelej avtoturizma. [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: http://autotourist.kz/ (data obrashcheniya 13.05.2019).

4. Luk'yanova, L. G. Rekreacionnye kompleksy: ucheb. posobie / L. G. Luk'yanova, V. I. Cybuh; pod obshch.red. V. K. Fedorchenko. – K.: Vishchashk., 2004. – 346 s.

5. Bulatova, E. K. Arhitektura turizma: metod razrabotki sistemy scenarnyh planov marshrutnyh svyazej / E.K. Bulatova // Koncept. - 2016. - № 03 . – S. 56-60.

6. Bionika: per. s nem. / V. Nahtigal'. – M.: Mir knigi, 2004. - 128 s.

7. SHafranova, L.M. Vetvlenie rastenij: process i rezul'tat / L.M SHafranova // ZHiznennye formy: struktura, spektry, evolyuciya: materialy konferencii po pro-blemam ekologicheskoj morfologii rastenij; pod obshch. red. T.I. Serebryakova. - M.: Nauka, 1981. - S. 179 – 213.

8. Arhitekturnaya bionika / YU. S. Lebedev [i dr.]; pod obshch. red. YU. S. Lebedeva. — M.: Strojizdat, 1990. — 269s.

9. Atsushi, Tero Rules for Biologically Inspired Adaptive Network Design / Tero Atsushi, Takagi Seiji, SaigusaTetsu, Ito Kentaro, P. Bebber Dan, D. Fricker Mark, Yumiki Kenji, Kobayashi Ryo, Nakagaki Toshiyuki // Science. - 2010. - Vol. 327 (5964). -P. 439–442. -DOI: 10.1126/science.1177894.

10. Geografiya turizma: ucheb. posobie dlya stud. uchrezhd. srednego profes. obraz., obuchayushch. po spec. «Turizm» / M. V. Astashkina i dr. – M.: Al'fa-M, 2008. - 430 s.

© А. Р. Касимова, 2020
Получено: 08.09.2020 г.

УДК 727.012

А. А. КУЗНЕЦОВА, канд. архитектуры, доц. кафедры архитектуры жилых и общественных зданий; И. В. ЖДАНОВА, канд. архитектуры, доц. кафедры архитектуры жилых и общественных зданий

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»
Россия, 443000, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 194.
Тел.: (846) 242-17-85; эл. почта: dek_af@samgtu.ru
Ключевые слова: архитектура образовательных организаций, образовательные комплексы, функциональная структура.

Рассмотрены современные особенности и тенденции проектирования образовательных комплексов. Обозначены основные приемы архитектурного проектирования функциональной структуры общеобразовательных организаций. Приведен системный анализ действующих нормативных и инициативных программ в области проектирования образовательных организаций.

С развитием системного подхода в архитектурном и градостроительном проектировании происходит непрерывное внедрение новых терминологий и определений. Так, с 2016 года были введены правила проектирования для общеобразовательных организаций различной мощности. Общеобразовательные организации (ОО), наряду с объектами здравоохранения и культуры, входят в группу объектов социальной сферы, которая, в свою очередь, является неотъемлемой частью любого городского и сельского поселения. Реформирование российской школьной системы образования идет в условиях серьезных изменений, касающихся и нормативной базы, регламентирующей проектирование и строительства образовательных организаций. Вне всякого сомнения, школьная архитектура должна создавать условия для достижений всех целей и задач, которые поставлены в действующем законе «Об образовании». Для решения этих задач были выпущены СП 251.1325800.2016 «Здания общеобразовательных организаций. Правила проектирования» [1]. В соответствии с требованиями Закона в СП были внесены изменения, касающиеся состава и площади помещений, требований к наполняемости классов, изменены термины и даны соответствующие определения.

В российской сфере общего образования на данный момент существует ряд острых проблем. В настоящее время во многих школах обучение ведется в две-три смены, школьные здания переполнены, часть из них недостаточно оснащены и пребывают в аварийном состоянии. Более 15 000 школьных зданий имеют уровень износа выше 50 %.

Для решения существующей проблемы на законодательном уровне на территории Российской Федерации действует национальный проект «Образование». В рамках реализации данного проекта существует ряд наиболее значимых подпрограмм: «Современная школа», «Школа 2025» [2]. Проанализировав основные положения можно выделить следующие мероприятия, рекомендованные для принятия к реализации: модернизация уже существующей инфраструктуры общего образования (проведение капитального ремонта, реконструкции); строительства отдельно стоящих и пристроенных модулей зданий школ; возврат в систему общего образования зданий, используемых не по назначению, приобретение, аренда зданий и помещений и т. д. Конкретные решения существующей проблематики индивидуальны для каждого региона РФ и реализуются по «дорожным картам» [3].

На данный момент перед профессиональным сообществом стоит вопрос в формировании комплексного подхода в проектировании объектов общеобразовательных организаций, так как в последнее время наблюдаются существенные различия в архитектуре школьных зданий столичных регионов и периферийных областей. Представляется целесообразным рассмотреть и сопоставить мировые векторы развития образовательных организаций, демографические особенности регионов, регламентирующие документы, современные отечественные практики и инициативы для основы формирования комплексного проектного метода.

Здание общеобразовательных организаций является наиболее строго регламентируемым объектом капитального строительства. Соблюдение, согласование всех норм и правил увеличивает сроки строительства, что в совокупности со значительным приростом контингента школьников по стране привело к увеличению вместимости в классах в некоторых регионах, а также к введению второй и третьей смены несмотря на рекомендации правительства ликвидировать вторую смену к 2021 году на всей территории РФ.

В настоящее время существует ряд частных инициатив по упрощению действующих нормативных требований. Так, инженерным центром «Атомик» Агентства стратегических инициатив (АСИ) был проведен глубокий анализ действующих санитарно-эпидемиологических норм и правил, а также тех ограничений, с которыми субъекты Российской Федерации сталкиваются при реализации проектов школьных зданий. На их базе были созданы четыре экспериментальные модели классных помещений с уменьшенной площадью, измененной ориентацией и уменьшенными габаритами оконных проемов. В результате эксперимента были произведены натурные медицинские и лабораторные исследования, которые показали соблюдения всех нормативных требований по воздухообмену, тепловому режиму внутри данных помещений.

В перспективе на законодательном уровне появится возможность сокращения площади классных помещений, создание многофункциональных пространств, а также общему сокращению площади застройки школьного здания. Данная инициатива является одним из векторов развития диалога между действующими проектными организациями и административно-регламентирующими структурами.

В качестве мер, направленных на достижение целей Национального проекта, помимо частных инициатив, можно выделить развитие частно-государственного партнерства, внедрение вариативных форм образования (современная цифровая школа, точка роста), авторская разработка концепций новой образовательной среды, модернизация существующих школьных зданий (реконструкция внутреннего функционального пространства, возведение пристроев различной вместимости), а также прослеживается тенденция строительства зданий общеобразовательных организаций повышенной вместимости от 855 до 2500 мест во многих субъектах Российской Федерации. Рассмотрим особенности функциональной насыщенности современных образовательных комплексов.

Делая ретроспективный анализ возникновения подобных образовательных комплексов ранее, представляется целесообразным отметить, что подобные комплексы есть во всем мире, и они имеют ряд преимуществ. Например, дети не испытывают стресса, уходя от опеки воспитателя под опеку учителя начальных классов: фактически они продолжают учебу в знакомом коллективе, да и педагогам легче работать с учащимися, прошедшими одинаковую дошкольную подготовку. Многие страны считают такой подход щадящим и правильным.

Идея создания учебно-воспитательного комплекса на основе объединения детского сада и школы известна в России с XIX века. В 1832 году при Гатчинском воспитательном доме была открыта школа для десяти мальчиков, в которой дети обучались с четырехлетнего возраста. С 1837 года эта школа обучала уже 120 мальчиков в возрасте от 4 до 10 лет, при этом выполняя функции интерната [4].

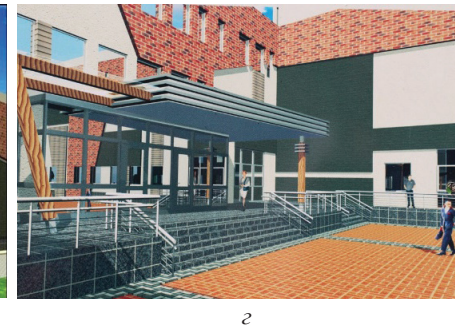
Современный образовательный комплекс – это чаще всего объединение именно дошкольных и школьных образовательных учреждений, расположенных в непосредственной близости друг к другу или в одном комплексе. Анализируя

К СТАТЬЕ А. А. КУЗНЕЦОВОЙ, И. В. ЖДАНОВОЙ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ»

а

б

в



г

Рис. 1. Примеры реализованных проектов образовательных комплексов: *а* – образовательный комплекс в г. Москве на 2500 мест; *б* – полилингвальный образовательный комплекс в г. Казани; *в* – образовательный комплекс на 1500 мест в г. Калининграде

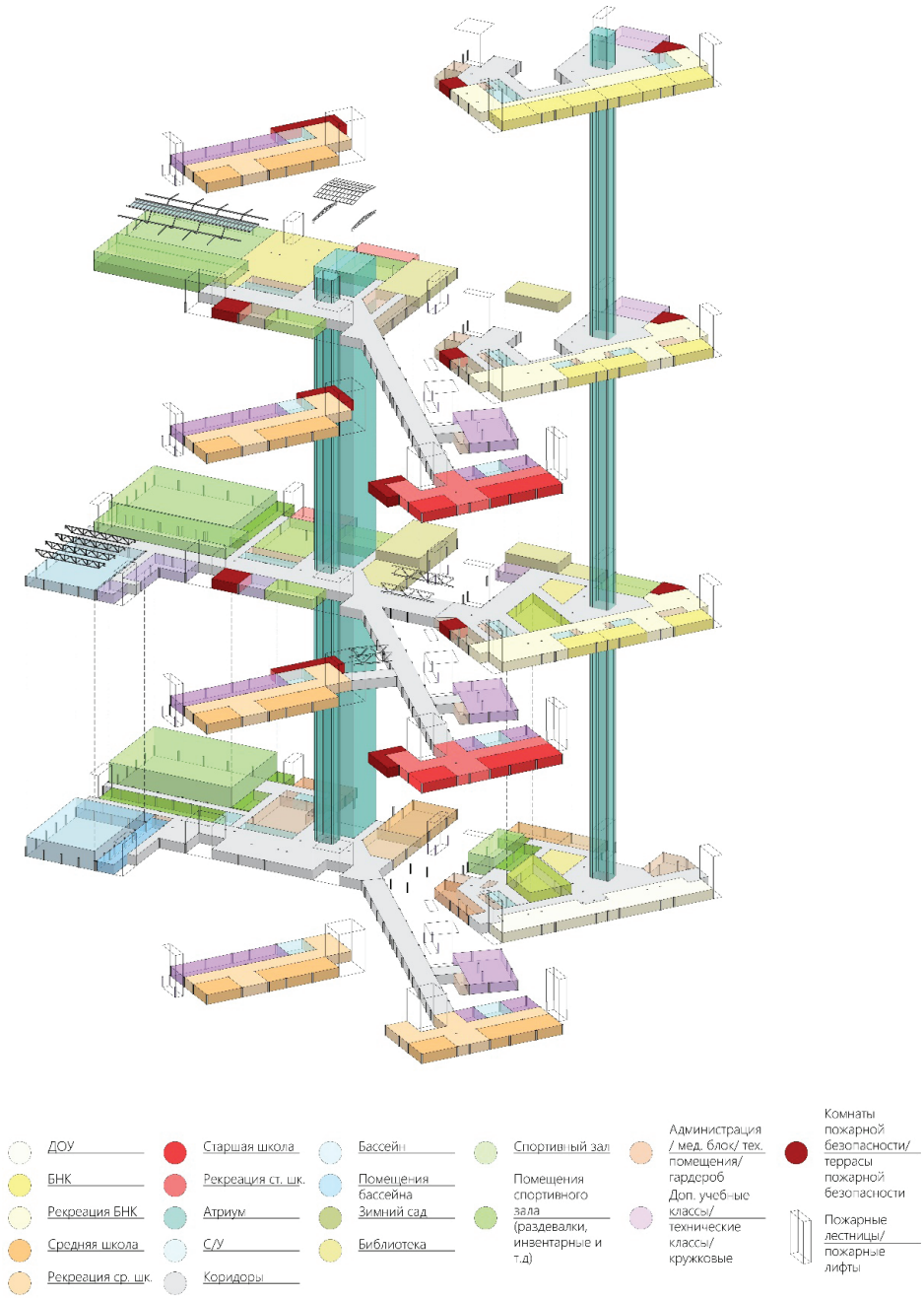


Рис. 2. Пример функциональной структуры образовательного комплекса на 825 учащихся глубинной композиционной структуры

действующий свод правил можно выделить три основных функциональных блока: блок начальной школы и дошкольного отделения, учебный блок основной и средней школы, общешкольный блок основной и средней школы.

Основная идея такой модели – это организация свободного времени детей и подростков. Отличительной чертой школы полного дня является сочетание в ней обязательного времени, места, содержания, направлений и форм деятельности учащихся с вариантами для свободного выбора, включая занятия дома и во внешкольных учреждениях [5]. Здания образовательных комплексов уже введены в эксплуатацию в Москве и в ряде регионов. В Москве на территории бывшего завода им. Лихачева (ЗИЛ) в сентябре 2019 года открыта самая большая школа на территории России. Она рассчитана на 2500 учеников. Здание оснастили современным оборудованием для обучения и воспитания детей, всестороннего физического и эстетического развития. Четырехэтажное здание функционально разделили на тематические зоны: блок начальной школы, блок основной и старшей школы и культурно-спортивный. Культурно-спортивный блок включает в свою структуру кванториум, где учащиеся углубленно изучают естественные и инженерные науки, приобретают навыки в технических отраслях [6].

В Татарстане к 2022 году создадут сеть полилингвальных образовательных комплексов с обучением на трех языках – русском, татарском и английском. В течение четырех лет в республике планируется построить шесть таких объектов, два из которых будут расположены в Казани и по одному – в Набережных Челнах, Альметьевске, Нижнекамске и Елабуге. Первый комплекс под названием «Адымнар – к знаниям и согласию» будет создан на базе казанской школы № 165. Согласно проекту, трехэтажное здание школы общей площадью более 25 тыс. кв. м будет включать 51 класс, десять предметных кабинетов, а также два бассейна, два спортивных и актовый залы, библиотеку и столовую. Концепция проекта предполагает возможность привлечения на обучение наиболее талантливых и одаренных детей со всей республики (рис. 1 цв. вклейки). Для этого планируется построить здание интерната на 240 мест. Полилингвальные комплексы призваны обеспечить конкурентоспособное образование на русском, татарском и английском языках, стать школами, где применяются передовые образовательные практики. Специалисты в педагогической отрасли данного субъекта РФ также определили, что методика сквозного обучении является эффективной с дошкольной до старшей ступени среднего полного образования [7].

В Калининграде также создан общеобразовательный комплекс на 1700 учеников. В нем обеспечены все ресурсы для реализации деятельности подготовительных групп дошкольников, для занятия творчеством и другие досуговые зоны: зимний сад с лабораторией, стрелковый тир, кабинет робототехники, тренажерный зал, медиацентр, зал хореографии, кабинет растениеводства. Комплекс рассчитан на работу в одну смену. На базе школы будут функционировать кружки, студии и секции различной направленности, которые смогут посещать не только обучающиеся учреждения, но и ученики других общеобразовательных учреждений города [8]. Как видно из анализа нескольких образовательных комплексов, в функциональной структуре возникают многофункциональные общественные пространства (форумы), соединяющие как буферы три основных блока (начальной школы, основной и старшей), во многих проектах нет привычных помещений гардеробных комнат, в соответствии с действующим стандартом присутствуют пространства лекториев и практикумов (рис. 2 цв. вклейки). Для получения доступа к различным образовательным и досуговым функциям в образовательном комплексе

внутренняя коммуникация происходит через коридоры, форумы, рекреации. Таким образом, глубинная функционально-композиционная схема является наиболее целесообразным решением для комбинаторики отдельных функциональных блоков образовательного комплекса и соблюдения инсоляционных норм для отдельных видов помещений. И как следствие, на пересечении коммуникативных узлов, учащихся различных возрастных категорий возникают многофункциональные внутренние пространства различной композиционной организации.

Для реализации образовательного многофункционального пространства в ряде проектов происходит смешение функций на планировочном уровне, что влечет возникновение интегрированных коммуникативных пространств. Современными направлениями развития функционального пространства образовательных комплексов можно назвать:

– *Sitting stairs* – лестницы, которые одновременно выполняют коммуникационные и рекреационные функции;

– шкафы-локеры – персональные шкафы для каждого ученика, они уже давно получили широкое распространение в зарубежных учебных заведениях, и используются для хранения личных вещей, одежды, сменной обуви и школьных принадлежностей учеников. Шкафы-локеры состоят из блоков, в каждом из которых от 8 до 24 секций с электромеханическими замками;

– коворкинг пространства вместо привычных библиотек, которые берут на себя функцию привлечения и просвещения молодежи и обучающихся;

– игровые комнаты в начальной школе в условиях нового стандарта дети больше времени проводят в школе. Новая функциональная единица сформировала в некоторых проектах блоки начальных классов (БНК) – трансформирующие модули от дошкольной образовательной ступени до начального образования второго года обучения. Игровые пространства помогают адаптировать детей с особенностями здоровья к программе начального обучения, формируют благоприятную психологическую и эмоциональную среду;

– шумосветопоглощающие шторы – это альтернатива трансформируемым перегородкам, которые внешне напоминают штору. Они состоят из скрытого каркаса, обтянутого несколькими слоями материала (с применением специальной огнеупорной пропитки), обладающего хорошими звукоизоляционными свойствами;

– трибуны в спортзале (складные и стационарные) позволяют функционально насытить привычное пространство спортивного зала, повышают его комфортность;

– желобковые раковины в тамбур-шлюзах туалетных комнат и столовых. Данный элемент позволяет сэкономить пространство, удобен в эксплуатации маломобильными группами детей, а также подходит по широкому спектру антропометрических параметров;

– практикумы – помещения для практических занятий по естественнонаучным направлениям, оборудованы в соответствии с действующими образовательными стандартами и авторскими педагогическими методиками;

– современное остекление – выделяющие по экстерьерному решению помещения различного функционального назначения.

Также для образовательных комплексов характерны глубинно-пространственные, блочные композиционные схемы, выбор которых регламентируется параметрами участка проектирования. Для создания гибкой планировочной структуры в большинстве проектов применяются каркасные системы. При проектировании современных школьных образовательных

комплексов архитектору следует учитывать множество факторов: действующие нормативные программы и регламентирующие ограничение, градостроительную ситуацию, передовые педагогические программы, проектную мощность будущего комплекса и его использование в период демографического спада. Совокупность данных аспектов позволит создать гибкий, наукоемкий образовательный объект.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 251.1325800.2016. Здания общеобразовательных организаций. Правила проектирования : свод правил : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 17 августа 2016 г. N 572/пр : дата введения 18 февраля 2017 г. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200139445. – Текст : электронный.

2. Национальный проект «Образование». – URL: https://edu.gov.ru/national-projec. – Текст : электронный.

3. Дирекция программы «Школа 2025». – URL: https://direct2025.ru/. – Текст : электронный.

4. Джуринский, А. Н. История педагогики : учебное пособие / А. Н. Джуринский. – Москва : ВЛАДОС, 2000. – 432 с. – ISBN 5-691-00196-5. – Текст : непосредственный.

5. Гельфонд, А. Л. Архитектурное проектирование общественных зданий : учебник / А. Л. Гельфонд. – Москва : ИНФРА-М, 2016. – 368 с. – ISBN 978-5-16-10739-4. – Текст : непосредственный.

6. Образовательный комплекс в Москве. – URL: https://stroi.mos.ru/photo_lines/shkola-ghighant-s-dietskim-tiekhnoparkom-poiavitsia-nazilie. – Текст : электронный.

7. Образовательные комплексы в Республике Татарстан. – URL: http://tatarstan.ru/about/educationandscience.htm. – Текст : электронный.

8. Образовательный комплекс в г. Калининграде. – URL: https://www.newkaliningrad.ru/news/community/23556703-basseyny-tir-mediateka-kak-vyglyadit-novaya-samaya-bolshaya-v-regione-shkola-foto.html. – Текст : электронный.

KUZNETSOVA Anna Andreevna, candidate of architecture, associate professor of the chair of residential and public buildings architecture; ZHDANOVA Irina Viktorovna, candidate of architecture, associate professor of the chair of residential and public buildings architecture

MODERN TRENDS IN DESIGNING EDUCATIONAL COMPLEXES

Samara State Technical University
194, Molodogvardeyskaya St., Samara, 443000, Russia. Tel.: +7 (846) 242-17-85;
e-mail: dek_af@samgtu.ru
Key words: architecture of educational organizations, educational complexes, functional structure.

The article discusses modern features and trends in the design of educational complexes. The basic techniques of architectural designing the functional structure of educational institutions are outlined. A systematic analysis of existing regulatory and initiative programs in the field of designing educational organizations is given.

REFERENCES

1. SP 251.1325800.2016 Zdaniya obscheobrazovatelnykh organizatsiy. Pravila proektirovaniya [Buildings of educational organizations. Design rules] : svod pravil : izdanie

ofitsialnoe : utv. i vved. v deystvie Prikazom Min-va stroit. i zhilisch.-kommun. khoz-va Ross. Fed. ot 17.08.2016 № 572/pr : data vved. 18.02.2017. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200139445.

2. Natsionalny proekt «Obrazovanie» [National project "Education"] URL: https://edu.gov.ru/national-project/.

3. Direktsiya programmy "Shkola 2025" [School 2025 Program Directorate]. URL: https://direct2025.ru/.

4. Dzhurinsky A. N. Istoriya pedagogiki [History of pedagogy]: uchebnoe posobie / Moscow: VLADOS, 2000, 432 p. – ISBN 5-691-00196-5.

5. Gelfond A. L. Arkhitekturnoe proektirovanie obschestvennykh zdaniy [Architectural design of public buildings]: uchebnik. – Moscow: INFRA-M, 2016, 368 p. – ISBN 978-5-16-10739-4.

6. Obrazovatelny kompleks v Moskve [Educational complex in Moscow]. URL: https://stroi.mos.ru/photo_lines/shkola-ghighant-s-dietskim-tiekhnoparkom-poiavitsia-na-zilie.

7. Obrazovatelnye kompleksy v Respublike Tatarstan [Educational complexes in the Republic of Tatarstan]. URL: http://tatarstan.ru/about/educationandscience.htm.

8. Obrazovatelny kompleks v g. Kalinigrade [Educational complex in the city of Kaliningrad]. URL: https://www.newkaliningrad.ru/news/community/23556703-basseyny-tir-mediateka-kak-vyglyadit-novaya-samaya-bolshaya-v-regione-shkola-foto.html.

© А. А. Кузнецова, И. В. Жданова, 2020

Получено: 08.09.2020 г.

ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА Л. А. ВАСИЛЬЕВА

3 октября 2020 г. ушел из жизни доктор технических наук, профессор кафедры водоснабжения, водоотведения, инженерной экологии и химии Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации Лев Алексеевич Васильев.

Лев Алексеевич Васильев связал свой трудовой путь с Горьковским инженерно-строительным институтом (ГИСИ) в 1962 г., сразу после его окончания. В 1973 г. он защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Технология обработки воды водохранилища озоном для хозяйственно-питьевого водоснабжения», а в 2000 г. – докторскую диссертацию «Очистка поверхностных вод озоном».

С 1997 г. по 2001 г. Л. А. Васильев возглавлял дирекцию Федеральной целевой программы «Возрождение Волги», не оставляя при этом работы на кафедре. Он является автором более 200 научных статей, 2 монографий, 16 авторских свидетельств и 3 патентов на изобретения. Профессор Л. А. Васильев создал научное направление по использованию озона при очистке природных и сточных вод, которое успешно развивается в настоящее время. В 1999 г. Указом Президента Российской Федерации ему было присвоено почетное звание «Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации».

Научные исследования и инновационные разработки Льва Алексеевича по очистке природных вод неоднократно отмечались наградами на различных выставках достижений науки и техники. В 2007 – 2008 гг. «Устройство для обработки воды озоном для стационарных и мобильных установок водоподготовки» было отмечено дипломами и золотыми медалями на Московском Международном салоне инноваций (Всероссийский выставочный центр) и Международном салоне инноваций в г. Женеве (Швейцария).

С 2007 г. по 2013 г. профессор Л. А. Васильев входил в состав редакционной коллегии Приволжского научного журнала.

Ректорат Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета, редакционная коллегия Приволжского научного журнала выражают глубокие соболезнования родным и близким профессора Л. А. Васильева. Светлая память о нем будет жить в наших сердцах!

ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА О. П. ФРОЛОВА

6 октября 2020 г. ушел из жизни профессор кафедры дизайн-проектирования и изобразительных искусств, почетный доктор Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета, кандидат искусствоведения, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, лауреат Премии Президента РФ в области литературы и искусства, член Союза дизайнеров России, Действительный член Национальной Академии Дизайна, Сенатор Союза дизайнеров РФ, основоположник нижегородской школы промышленного дизайна Олег Петрович Фролов.

Олег Петрович Фролов родился в 1928 году в г. Кизляр. Был художником-самоучкой, но при этом в числе лучших сдал вступительный экзамен в Ленинградское высшее художественно-промышленное училище им. В. И. Мухиной (сегодня – Санкт-Петербургская государственная художественно-промышленная академия им. А. Л. Штиглица), который окончил с отличием в 1958 г.

С 1958 по 1961 гг. О. П. Фролов работал начальником секции художественно-оформительского отдела Горьковского проектного технологического и научно-исследовательского института при Совнархозе, а с 1961 по 1977 гг. – главным архитектором (дизайнером), начальником художественно-конструкторского отдела ЦКБ по проектированию судов на подводных крыльях, где внес значительный вклад в Государственную научно-техническую программу по созданию скоростного транспорта с новыми принципами движения судов на подводных крыльях, амфибийных аппаратов и экранопланов пассажирского, грузового и оборонного назначения. Им спроектированы интерьеры судов на подводных крыльях специального назначения: для Первого секретаря КПСС Н. С. Хрущева («Ракета»), для Генерального секретаря КПСС Л. И. Брежнева («Восход»), для Главнокомандующего Советской Армии («Метеор»), для катеров, вручавшихся руководителям зарубежных стран в качестве подарков от Советского Правительства – Президенту США Р. Никсону, Президенту Египта Г. Насеру, Генеральному секретарю компартии Кубы Ф. Кастро.

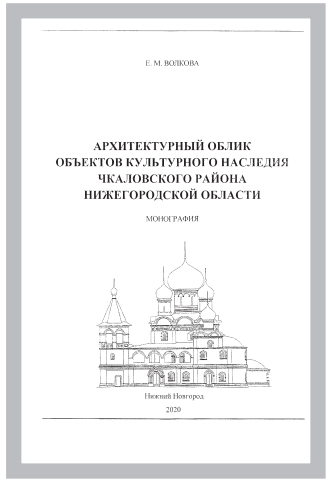
С 1977 по 1989 гг. О. П. Фролов работает доцентом кафедры основ архитектурного проектирования и дизайна Горьковского инженерно-строительного института им. В. П. Чкалова. С 1989 года в течение нескольких лет он создал и возглавил кафедры промышленного дизайна, интерьеров и оборудования, худо-

жественного проектирования интерьеров. С 1999 г. по 2009 г. являлся заведующим кафедрой художественного проектирования интерьеров, а с 2009 г. – профессором данной кафедры.

Олег Петрович Фролов является автором более 200 архитектурных и дизайнерских объектов. Его заслуги в развитии дизайна отмечены государственными и профессиональными наградами. В 1976 г. Указом Президиума Верховного Совета СССР за успешную работу в IX пятилетке он награжден медалью «За трудовую доблесть», Золотой и Бронзовой медалями ВДНХ. Имеет диплом участника выставки «Советский дизайнер» в г. Штутгарте за дизайнерскую разработку теплохода на подводных крыльях «Восход», который помещен как образец отечественного дизайна в Большую Советскую энциклопедию (том 28). Он является лауреатом премии Президента Российской Федерации в области литературы и искусства, кавалером почетного знака «За развитие дизайна», награжден Почетной медалью «Андрей Нартов» от Союза дизайнеров России.

Олег Петрович Фролов больше сорока лет работал в нашем вузе. Он пользовался большим авторитетом среди коллег, был примером для студентов. Коллектив Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета глубоко скорбит о невосполнимой потере, связанной с кончиной профессора О. П. Фролова и выражает искренние соболезнования родным и близким покойного. Светлая память талантливому человеку!

НОВЫЕ ИЗДАНИЯ



Волкова, Е. М. Архитектурный облик объектов культурного наследия Чкаловского района Нижегородской области : монография / Е. М. Волкова ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2020. – 188 с. : ил. –
ISBN 978-5-528—003-00396-2. – Текст : непосредственный.

Монография посвящена объектам культурного наследия (памятникам истории, архитектуры монументального искусства), расположенным на территории Чкаловского района Нижегородской области. Она иллюстрирована фотографиями, обмерными, архивными чертежами, снабжена библиографическим списком, словарем терминов, указателями памятников.

Монография будет полезна архитекторам, градостроителям, реставраторам, краеведам, всем интересующимся отечественной историей и культурой.

На обложке: с. Пурех, южный фасад Преображенской церкви, графическая реконструкция на первый этап строительства (1620–1647 гг.), институт «Спецпроектреставрация».

ПЕРЕЧЕНЬ ТРЕБОВАНИЙ И УСЛОВИЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ НАУЧНОЙ СТАТЬИ В ПЕРИОДИЧЕСКОМ НАУЧНОМ ИЗДАНИИ «ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ»

1. Список материалов, необходимых для публикации научной статьи

1.1. Автор (авторы) в соответствии с приведенными ниже требованиями должен оформить материалы научной статьи: рукопись статьи и сопроводительные документы к ней. Журнал является двуязычным и материалы научной статьи могут подаваться в редакцию на русском или на английском языках (здесь имеется ввиду язык основного текста статьи, т. к. часть материалов статьи должна оформляться на обоих языках).

1.2. Рукопись статьи представляется в двух экземплярах в печатном виде на листах формата А4 (оформление – см. п. 2) и в электронном виде (оформление – см. п. 3). ***Печатный и электронный варианты рукописи статьи должны быть идентичны.***

1.3. Сопроводительные документы к рукописи статьи должны включать в себя:

1.3.1. Сопроводительное письмо в двух экземплярах в печатном виде на листе формата А4 **по утвержденной форме**, которая приведена на интернет-сайте журнала: http://www.pnj.nngasu.ru Данное письмо подписывается руководителем организации (юридического лица), откуда исходит рукопись статьи. Если автор статьи не является работником какой-либо организации, не является аспирантом, докторантом, соискателем ученой степени, то сопроводительное письмо подписывается им лично (в этом случае к сопроводительному письму должны прилагаться документы, подтверждающие статус безработного). Для работников ННГАСУ, а также для аспирантов, докторантов, соискателей ученой степени, официально оформленных в ННГАСУ, сопроводительное письмо представлять не требуется.

1.3.2. Выписку из протокола заседания кафедры (отдела, научно-технического совета или иного правомочного органа) с рекомендацией статьи к публикации в Приволжском научном журнале в двух экземплярах в печатном виде на листах формата А4. Если статья представляется не от лица какой-либо организации, а непосредственно физическим лицом, то вместо выписки представляется рекомендация к опубликованию, подписанная научным работником, имеющим ученую степень по соответствующей специальности (определяется по номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной Минобрнауки России).

1.3.3. Экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати в двух экземплярах в печатном виде на листах формата А4. Данный документ оформляется по форме, утвержденной в организации, откуда исходит рукопись статьи. Форма экспертного заключения, утвержденная в ННГАСУ, размещена на интернет-сайте журнала: http://www.pnj.nngasu.ru (для работников ННГАСУ, а также для аспирантов, докторантов, соискателей ученой степени, официально оформленных в ННГАСУ, данный документ оформляется в отделе интеллектуальной собственности и трансфера технологий (корпус II, каб. 213-а, тел.: (831) 430-19-34)).

Если в организации, откуда исходит рукопись статьи, нет утвержденной формы экспертного заключения, то в качестве образца может использоваться форма ННГАСУ (при этом автор должен внести соответствующие изменения в наименования должностей и Ф.И.О. ответственных лиц). Если статья представляется не от лица какой-либо организации, а непосредственно физическим лицом, то экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати представлять не требуется.

1.3.4. Документ (копия бланка подписки), подтверждающий оформление

подписки на Приволжский научный журнал на 2 (два) номера или более (индекс 80382 в каталоге 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 сквозную 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 доработанных 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.

ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА
на I полугодие 2021 г.
НА ПЕРИОДИЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

«ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ»

Основан в 2006 году

Периодичность – ежеквартально

Журнал рассчитан на профессорско-преподавательский состав, аспирантов, а также студентов старших курсов вузов, работников научно-исследовательских и проектных институтов, инженерно-технический персонал организаций и предприятий.

Журнал имеет разделы:

- Строительные конструкции, здания и сооружения (05.23.01);
- Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (05.23.03);
- Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов (05.23.04);
- Строительные материалы и изделия (05.23.05);
- Гидротехническое строительство (05.23.07);
- Гидравлика и инженерная гидрология (05.23.16);
- Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства (05.23.19);
- Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия (05.23.20);
- Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности (05.23.21);
- Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов (05.23.22).

В ЖУРНАЛЕ ПУБЛИКУЮТСЯ

статьи о результатах научных исследований по группе научных специальностей 05.23.00 «Строительство и архитектура». Статьи рецензируются.

Каталожная цена за 6 месяцев – 1000 руб.
Цена отдельного номера – 500 руб.

Подписной индекс по каталогу Агентства «Роспечать» – «Газеты. Журналы»: 80382

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