ISSN 1995-2511

ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2 2023

ISSN 1995-2511

ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Периодическое научное издание

№ 2

Июнь 2023

Нижний Новгород

ББК 95; я5
П 75

ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ, № 2 (66)

Периодическое научное издание. Н. Новгород, ННГАСУ, 302 с., 23 л. цв. вклеек.

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

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

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

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

Подписано в печать 30.06.2023 г. Формат 70×108/16. Бумага офсетная
Печать офсетная. Усл. печ. л. 26,42 + вкл. 2,01. Тираж 600 экз. Заказ № 11/23

Адрес издателя и редакции: Россия, 603950, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65.
Тел./факс: (831) 433-04-36 (редакция), (831) 430-19-46 (отв. секретарь);
эл. почта: pnj-sec@mail.ru (отв. секретарь), red@nngasu.ru (редакция),
интернет-сайт: www.pnj.nngasu.ru; пнж.ннгасу.рф
Подписной индекс «Урал-Пресс»: 80382. Цена свободная.

Отпечатано в типографии ИП Кузнецов Н. В.
Адрес: Россия, 603057, г. Нижний Новгород, ул. Шорина, д. 13/13, п. 1

ISSN 1995-2511 **© ННГАСУ, 2023**

ISSN 1995-2511

THE PRIVOLZHSKY SCIENTIFIC JOURNAL

Scientific periodical

№ 2

June 2023

Nizhny Novgorod

THE PRIVOLZHSKY SCIENTIFIC JOURNAL, № 2 (66)

Scientific periodical. Nizhny Novgorod, NNGASU, 2023. 302 p., 23 p. of colour illustrations.

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

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

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

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

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

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

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

Signed for publishing on 30.06.2023. Format 70×108/16. Offset paper.
Offset printing. Ref. publ. p. 26,42 + illust. 2,01. Copies 600. Order № 11/23

Publisher's address: 65 Iljinskaya St., 603950, Nizhny Novgorod, Russia.
Tel./fax: +7 (831) 433-04-36 (editors), +7 (831) 430-19-46 (executive secretary);
e-mail: pnj-sec@mail.ru (executive secretary), red@nngasu.ru (redaction),
web-site: www.pnj.nngasu.ru; пнж.ннгасу.рф
Subscription index "Ural-Press": 80382. Price is unfixed.

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

ISSN 1995-2511 **© NNGASU, 2023**

С О Д Е Р Ж А Н И Е

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Кожанов Д. А., Гурин А. В. Современное состояние исследований по теме расчета соединений тентовых конструкций (обзор)……..... 9

Трянина Н. Ю., Голицын Н. С. Напряженно-деформированное состояние вогнутой сетчатой оболочки с двумя хребтовыми арками и опорным кольцом……..... 26

Ерофеев В. И., Авдеева А. А., Громова К. А. Перенос энергии линейными и нелинейными поперечными волнами, распространяющимися в пластинах, лежащих на упругих основаниях…….. 31

Ерофеев В. И., Бутыгин Д. А. Дисперсия и затухание сдвиговой акустической волны, распространяющейся в пластине, лежащей на вязкоупругом основании……..... 38

Степанов Д. В., Макаров А. В., Маершин Р. В., Валов А. В., Зубанов Е. С., Облетов Е. Н. Методика определения тяжения в предварительно напряженном раскосе башни…….. 44

Григорьев Ю. С.,Фатеев В. В. Исследования взаимного влияния свай в горизонтально нагруженных свайных фундаментах……..... 50

Сатанов А. А., Молева А. А., Исаева Е. П., Абраамян Н. Г. Экспериментальное исследование распределения аэродинамических коэффициентов по поверхностям уникального высотного здания… 61

Хазов П. А., Ведяйкина О. И., Хохлова И. С., Артемьева Д. В. Деформирование и разрушение трубобетонных образцов при поперечном изгибе……. 69

Помазов А. П., Никитина Е. А., Ведяйкина О. И., Торопова К. В. Влияние случайного эксцентриситета на устойчивость круглой трубобетонной колонны……... 75

Кислицын Д. И., Боковая П. М., Жильцов И. С. Метод раннего обнаружения карстового провала под строительным объектом……. 81

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Михеева Э. Р., Катраева И. В., Ворожцов Д. Л. Влияние предварительной обработки в аппарате вихревого слоя сточной воды кондитерского производства на выход биоводорода при темновом анаэробном сбраживании…….. 88

Векшин А. А., Рассохина Е. В., Дягелев М. Ю., Исаков В. Г. Сжигание осадка как безотходный способ утилизации осадка сточных вод……..... 100

Васильев А. Л., Воробьева Е. В. Модернизация водоочистной станции города Кстово…….. 108

Васильев А. Л., Тарасов А. С., Кулемина С. В. Приготовление почвогрунта на примере обезвоженного активного ила и песка районных очистных сооружений г. Дзержинска Нижегородской области……. 117

Кожевников Е. Е., Денисов С. Е. Особенности управления и прогнозирования речного стока в условиях зарегулированности водоисточника…… 123

ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО, ГИДРАВЛИКА И ИНЖЕНЕРНАЯ ГИДРОЛОГИЯ

Бальзанников М. И. Анализ обоснованности принятых технических решений при строительстве гидроэлектростанций с современных позиций…… 134

Февралев А. В., Агеева В. В. Опыт оценки риска аварий низконапорных гидротехнических сооружений……. 142

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

Сапрыкина Н. С. Интерпретации «столичных» образцов архитектуры в провинциальных городах СССР в период «тоталитарного» режима…… 146

Снитко А. В. Особенности и противоречия охраны промышленных зданий как объектов культурного наследия. Внешний облик……. 153

Шумилкин С. М., Шумилкин М. С. Сохранение исторического комплекса Нижегородской ярмарки в Нижнем Новгороде…….. 160

Шумилкин С. М., Юдаев И. А. Храмовое строительство на территории усадеб Рязанского края…..... 167

Орельская О. В. Архитектура высотных жилых домов Сингапура…… 174

Шумилкин А. С. Формирование видов архитектурной реставрации в России в XIX – XXI вв…….. 180

Шумилкина Т. В., Егорова В. А. Архитектурные особенности формирования застройки Рязани XIX – начала XX вв…… 187

Андреева М. В. Двор как разнонаправленный архитектурно-средовой конструкт жилой среды…… 194

Красавина И. С. Поиски новых решений в архитектуре общественных зданий 1960 − 1970-х годов в г. Горьком…… 203

Крашенинникова Е. С., Норенков С. В., Шилин В. В. Концептогенез психофизиологии современного проектного творчества в сотворении ансамблевых пространств…….. 210

Яковлев А. А., Захарчук А. В. Природные паттерны в архитектурных концепциях……..... 221

Кулагина А. А., Чурина К. В., Красавина И. К. Кинетика спирали – язык архитектуры будущего или бумажные фантазии арт-художника?..... 226

Орлова Л. Н., Бутыревская И. Н. Модификация паспортов объектов культурного наследия в постсоветский период…… 234

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Залесов В. Г., Волынец Е. И. Типология распределительного пространства жилого дома в городах Тобольской губернии XIX – начала XX вв……..... 242

Куприянов В. Н., Сафин И. Ш. Контроль тепловлажностного состояния памятников архитектуры как фактор их сохранности…… 248

Болгов М. Ю. «Зелёная» архитектура офисных зданий и сооружений…….. 256

Буариуа Мохамед Анис. Джентрификация жилых комплексов города Константин в Алжире……... 262

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Яковлев А. А., Яковлев М. А. Особенности размещения транспортно-логистических комплексов и управления транспортно-складскими процессами…….. 270

Норенков С. В., Орлова Л. Н., Денисова В. А. Ценностно-нормативные особенности комплексного развития жилых территорий в Нижнем Новгороде……..... 278

ИНФОРМАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ

К 110-летию со дня рождения Петра Алексеевича Богословского – основателя кафедры гидротехнических сооружений (научно-педагогической гидротехнической школы) в ГИСИ – ННГАСУ……..... 285

Новые издания……..... 294

Перечень требований и условий, предоставляемых для публикации в периодическом научном издании «Приволжский научный журнал»……..... 295

НА ОБЛОЖКЕ: Собор Александра Невского и стадион Нижний Новгород. Автор фото: Ситникова А. К.

C O N T E N T S

BUILDING CONSTRUCTIONS, BUILDINGS AND STRUCTURES

Kozhanov D. A., Gurin A. V. Analysis of modern researches on the topic of tension membrane connections calculations (Review)…….. 9

Tryanina N. Yu., Golitsyn N. S. Stress-strain state of a concave mesh shell with two spinal arches and a support ring……..... 26

Erofeev V. I., Avdeeva A. A., Gromova K. A. Transfer of energy by linear and nonlinear shever waves propagated in plates laying on elastic foundations……... 31

Erofeev V. I., Butygin D. A. Dispersion and damage of a shear acoustic wave propagated in a plate laying on a viscoelastic foundation……..... 38

Stepanov D. V., Makarov A. V., Mayorshin R. V., Valov A. V., Zubanov E. S., Obletov E. N. Methodology for determining tension in a prestressed tower strut…….. 44

Grigorev Yu. S., Fateev V. V. Studies of the mutual influence of piles in horizontally loaded pile foundations……... 50

Satanov A. A., Moleva A. A., Isaeva E. P., Abraamyan N. G. Experimental research of the distribution of aerodynamic coefficients on the surfaces of a unique high-rise building ……... 61

Khazov P. A., Vedyaykina O. I., Khokhlova I. S., Artemyeva D. V. Deformation and destruction of concrete-filled steel tube samples during transverse bending ……. 69

Pomazov A. P., Nikitina E. A., Vedyaykina O. I., Toropova K. V. The effect of accidental eccentricity on the stability of a circular tube concrete column…… 75

Kislitsyn D. I., Bokovaya P. M., Zhiltsov I. S. Method for early detection of a karst sink under a construction site…… 81

WATER SUPPLY, SEWAGE, CONSTRUCTION SYSTEMS OF WATER RESOURCES PROTECTION

Mikheeva E. R., Katraeva I. V., Vorozhtsov D. L. Influence of confectionery wastewater pretreatment in a vortex layer apparatus on biohydrogen production by dark anaerobic fermentation……. 88

Vekshin A. A., Rassokhina E. V., Dyagelev M. Yu., Isakov V. G. Sludge incineration as a non-waste method of sewage sludge disposal……... 100

Vasilev A. L., Vorobyova E. V. Modernization of the water treatment plant in the city of Kstovo…….. 108

Vasilev A. L., Tarasov A. S., Kulyomina S. V. Preparation of soil by the example of dehydrated activated sludge and sand of the district treatment facilities of Dzerzhinsk, Nizhny Novgorod region…….. 117

Kozhevnikov E. E., Denisov S. E. Features of management and forecasting of the river flow under regulation of a water source……..... 123

HYDRAULIC ENGINEERING, HYDRAULICS AND ENGINEERING HYDROLOGY

Balzannikov M. I. Analysis of the validity of the adopted technical solutions during the construction of hydroelectric power plants from modern positions…….. 134

Fevralyov A. V., Ageeva V. V. Experience in assessing the risk of accidents of low-pressure hydraulic structures……... 142

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

Saprykina N. S. Interpretations of "metropolitan" architectural models in the USSR provincial cities during the "totalitarian" regime…… 146

Snitko A. V. Features and contradictions of the protection of industrial buildings as objects of cultural heritage. Appearance…… 153

Shumilkin S. M., Shumilkin M. S. Preservation of the historical complex of the Nizhny Novgorod Fair in Nizhny Novgorod……. 160

Shumilkin S. M., Yudaev I.A. Temple construction on the estate territory of the Ryazan region…..... 167

Orelskaya O. V. Architecture of high-rise residential buildings in Singapore……... 174

Shumilkin A. S. Formation of types of architectural restoration in Russia in the XIX – XXI centuries…… 180

Shumilkina T. V., Egorova V. A. Architectural features of development in Ryazan in the XIX – early XX centuries…… 187

Andreeva M. V. Courtyard as a differently directed architectural and environmental element of the living environment…….. 194

Krasavina I. S. The search for new solutions in the architecture of public buildings of the 1960s − u in Gorky…… 203

Krasheninnikova E. S., Norenkov S. V., Shilin V. V. Conceptogenesis of the psychophysiology of modern project creativity in the creation of ensemble spaces……... 210

Yakovlev A. A., Zakharchuk A. V. Nature patterns in architectural concepts……..... 221

Kulagina A. A., Churina K. V., Krasavina I. K. Spiral kinetics – the language of architecture of the future or paper fantasies of an art artist?..... 226

Orlova L. N., Butyrevskaya I. N. Modification of passports of cultural heritage objects in the post-soviet period…… 234

ARCHITECTURE OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS. CREATIVE CONCEPTS OF ARCHITECTURAL ACTIVITY

Zalesov V. G., Volynets E. I. Typology of the distribution space of a residential building in the cities of the Tobolsk province of the XIXth – early XXth centuries…… 242

Kupriyanov V. N., Safin I. Sh. Monitoring of the heat and humidity condition architectural monuments as a factor of their preservation……... 248

Bolgov M. Yu. "Green" architecture of office buildings and facilities……..... 256

Mohamed A. B. Gentrification of residential complexes of the city of Konstantine in Algeria……..... 262

TOWN-PLANNING, PLANNING RURAL BUILT-UP AREAS

Yakovlev A. A., Yakovlev M. A. Specific features of location of transport and logistic complexes and management of transport and warehouse processes. ……..... 270

Norenkov S. V., Orlova L. N., Denisova V. A. Value-normative features of the integrated development of residential areas in Nizhny Novgorod…….. 278

INFORMATION SECTION

To the 110th anniversary of Pyotr Alekseevich Bogoslovsky - the founder of the department of hydraulic structures (scientific and pedagogical hydraulic engineering school) at GISI - NNGASU ……... 285

New publications..... 294

List of requirements for publication in the scientific periodical “Privolzhsky Scientific Journal”……..... 295

COVER PAGE: Aleksandr Nevsky Cathedral and Nizhny Novgorod Stadium. Photo by Sitnikova A. K.

УДК 692.47

Д. А. КОЖАНОВ, канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры теории сооружений и технической механики; А. В. ГУРИН, аспирант кафедры теории сооружений и технической механики

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ТЕМЕ РАСЧЕТА СОЕДИНЕНИЙ ТЕНТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ (ОБЗОР)

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел. (831) 430-54-88; эл. почта: artemxan96@mail.ru
Ключевые слова: тканые композиты полотняного плетения, тентовые конструкции, соединения тентов, мембраны с полимерным покрытием.

Приводится обзор современных научных и нормативных источников по тематике: «Расчет соединений тентовых конструкций». Проведен анализ отечественных норм с прикладной точки зрения. Приведены данные публикаций, касающиеся испытаний тентовых материалов, влияния концентраторов напряжений на прочность и вязкость разрушения образцов, критерии для проверки прочности образца, исследования поведения тканей под воздействием природных условий, данные о процессе разрушения, а также влияния длительности нагрузки на механические характеристики композита.

В конце статьи приводится список использованных сокращений: КСТ, НДС, ПВХ, ПТФЭ, ПУ.

Тенты являются перспективным типом конструкции, сочетающим в себе следующие положительные свойства: низкая масса, быстровозводимость и возможность быстрого демонтажа, простота транспортировки, эстетичность и архитектурная выразительность (рис. 1). В то же время конструкция имеет ряд особенностей, усложняющих ее проектирование: анизотропия свойств, физическая нелинейность и большие деформации, вязкоупругое поведение, старение и повреждаемость мембраны в результате природных воздействий, зависимость механических характеристик от температуры, сложная модель разрушения и, как правило, двухосное НДС. Исследований материалов мембран и самих оболочек достаточно много [1–13], чего нельзя сказать об исследованиях соединений и узлов оболочек [14, 15].

На данный момент вопрос о расчете соединений тентовых конструкций проработан недостаточно. Практически отсутствуют экспериментальные исследования соединений, а также не существует методики оценки их несущей способности. В опубликованных исследованиях [14, 15] не выведен четкий критерий прочности, но приводятся конструкционные параметры соединений, при которых наблюдаются характерные сценарии разрушения. В данных исследованиях [15] не учтен важнейший фактор – фактор влияния угла направления нагрузки по отношению к нитям на прочность и жесткость композита. Этим обусловлена необходимость проведения экспериментальных исследований для разработки методики расчета соединений тентовых конструкций.

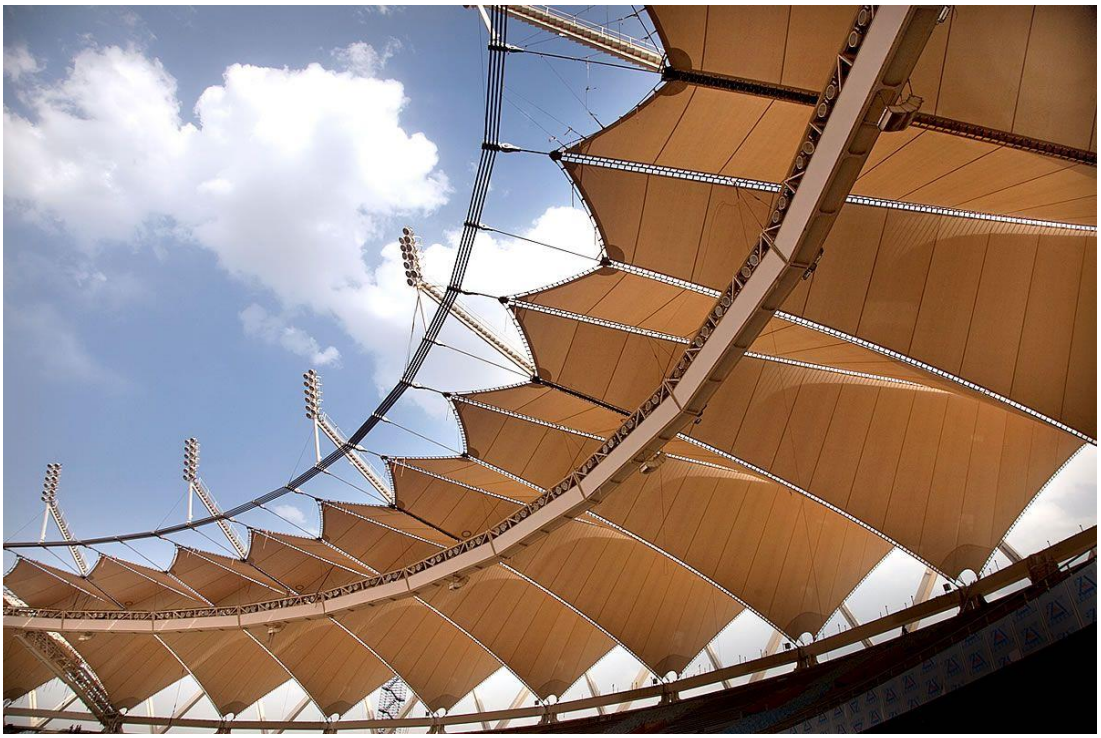


Рис. 1. Пример тентовой конструкции

Состояние вопроса в отечественных нормах

Основной нормативный документ, устанавливающий правила проектирования тентовых конструкций − СП 384.1325800.2018 «Конструкции строительные тентовые. Правила проектирования» [16].

Тентовый материал состоит из текстильной основы и защитного покрытия: полиэфирные волокна с ПВХ/ПУ/силиконовым защитным покрытием, стеклоткань с силиконовым/ПТФЭ защитным покрытием.

Отечественные стандарты представляют собой стандарты на текстильную основу либо материал волокон, но не тентовый материал комплексно. Исключением является тент с ПВХ покрытием [17], для которого определены требования к физико-механическим характеристикам, проведению испытаний, приемке, транспортировке и хранению.

Перечень текстильных основ, фигурирующих в [16], являющихся наиболее распространенными: полиэфирная ткань [18], стеклоткань [19], ткань ПТФЭ.

В соответствии с [16], расчет КСТ необходимо производить по нитям, расположенным вдоль ткани (далее нити основы) и поперек ткани (далее нити утка), отдельно. Расчетное сопротивление при этом следует назначать с учетом коэффициента надежности, который для оболочек со стеклотканевой основой определяется по данным испытаний, а с полиэфирной основой и ПВХ покрытием вычисляется по [16, ф. 4]:

$$K_H = K_O \cdot K_Д \cdot K_C \cdot K_Ш = 4{,}8, \quad (1)$$

где K_O – коэффициент однородности материала, равный 1,33; $K_Д$ – коэффициент длительной прочности материала, равный 1,43; K_C – коэффициент старения материала, равный 2,2; $K_Ш$ – коэффициент старения сварных швов, равный 1,15.

Коэффициент длительной прочности соответствует требованию [20, п. 5.2.1.4] о том, что по истечении 5 лет прочность на растяжение не должна быть менее 70 % начального значения. Расчетная методика с коэффициентами к нагрузкам на конструкцию приведена в [20, п. 7.6], также присутствует требование к температуре при испытаниях (23 °С) и положения об интерпретации исследовательских данных к другим материалам и условиям испытаний.

Нормируемые механические характеристики КСТ, необходимые для оценки несущей способности: прочность и удлинение при растяжении, прочность на раздир (разрыв) – прочность на растяжение при наличии в образце концентратора напряжений в виде прорези.

Механические характеристики тентовых материалов из полиэфирных тканей с ПВХ покрытием и стеклотканей с покрытием ПТФЭ даны в [16]. Модули упругости основы и утка определяются с учетом нелинейности на основании лабораторных испытаний по диаграмме напряжения – деформация одноосного растяжения. При практических расчетах предлагается принимать секущий модуль упругости для заданного диапазона напряжений, коэффициент Пуассона и модули сдвига определяются по результатам лабораторных исследований.

Расчет при двухосном напряженно-деформированном состоянии допускает линеаризацию [16] в пределах до 40 % от разрывной прочности с предпосылкой о классе сооружения по уровню ответственности КС-1 [21] (пониженный уровень ответственности). Деформации возможно определять приближенно по результатам двухосных испытаний, а также по упрощенной методике, использующей результаты одноосных испытаний [22, 23]. Отечественные нормы не располагают стандартами на двухосные испытания, что затрудняет выполнение требований СП, однако, существует зарубежный стандарт [24] для тканей с резиновым или пластмассовым покрытием.

Конструкции узлов, приведенные в [16], не сопровождаются расчетными методиками и конструкционными параметрами.

Прочность сварных швов на данный момент возможно оценивать по [20] с учетом коэффициентов условий работы либо непосредственно испытаниями по [17].

Примечания:

1. В нормах в силу недостаточного количества нормативных данных упор сделан на определение характеристик материла лабораторными испытаниями.

2. Отсутствуют отечественные нормативные методики проведения испытаний на двухосное растяжение текстильных материалов.

3. Существует единый стандарт на тентовые материалы с ПВХ покрытием [17]. Стандарт задает требования к характеристикам материала, не учитывая при этом особенности текстильной основы. Тентовые материалы с другими типами покрытия не нормируются.

4. Отсутствуют нормативные методики расчета соединений, а также конструктивные требования к узлам, что затрудняет проектирование тентовых конструкций.

Испытания образцов

Для получения механических характеристик материалов необходимо проводить испытания [16], имеющие ряд особенностей, за исключением испытания на одноосное растяжение.

Испытания на двухосное растяжение проводятся на крестообразных образцах [24]. Из-за больших деформаций ткани искажается форма испытуемого образца, НДС при этом неоднородно, и определение характеристик материала

затруднено. Измерения проводятся в центральной области, где НДС можно считать однородным. Размеры этой области зависят от следующих факторов [25]:

1. Формы зон сопряжения рукавов с центральной областью образца.
2. Количество разрезов рукавов, за которые растягивается образец.
3. Радиус отверстия, пробиваемого в устье разреза.
4. Угол раскроя рукавов.

Для оценки разрывной прочности образца с надрезом при двухосном растяжении применяется та же методика испытаний [11].

Для оценки прочности материала на разрыв применяется ряд методов [6]: разрыв образца с надрезом в центре, разрыв трапецеидального образца, разрыв образца с надрезом на кромке, разрыв крыловидного образца, разрыв образца в форме брюк (единичный раздир) [7], разрыв образца с тремя язычками (двойной раздир). На последние два испытания существуют отечественные нормы [26]. Наиболее подходящим с точки зрения условий эксплуатации является метод испытаний образца с надрезом в центре [27].

Разрушение тканевых композитов

Разрушение тканевых композитов – комплексный процесс. При этом наблюдаются в основном следующие стадии разрушения, наступающие вслед друг за другом и развивающиеся впоследствии совместно: растрескивание матрицы, нарушение сцепления волокна с матрицей, разрыв волокна за пределами трещины и его выдергивание из матрицы, разрыв волокна в пределах трещины. В работе [28] испытывались образцы препрегов из углеродных волокон. При помощи метода акустической эмиссии отслеживалась прогрессия стадий разрушения в образцах с различными диаметрами отверстия при одноосном растяжении, каждому режиму соответствовала своя пиковая частота. Растрескивание матрицы имело более низкую частоту, чем разрушение волокон, остальные режимы заняли промежуточное положение. Это позволило идентифицировать начало того или иного режима разрушения [28]. Был оценен вклад каждой составляющей в процесс разрушения: с увеличением диаметра отверстия вклад растрескивания матрицы снижается, а вклад потери сцепления увеличивается [28].

Угол нагрузки по отношению к нитям

Угол нагрузки по отношению к нитям – важнейший фактор в расчете мембран. С изменением угла от 0° до 45° и от 90° до 45° деформации образца при разрыве растут, а прочность образца и модуль деформации снижается [6, 13, 29], зависимость прочности от угла *U*-образная (рис. 2 [6]), для оценки прочности может быть применен критерий Цая-Хилла. Диаграммы деформирования материала не линейны и имеют при 0° и 90° 3 участка, а при других значениях угла – 2 участка [30]. Большие деформации при угле 45° обусловлены низкой сдвиговой жесткостью ткани, существенное влияние на сдвиговую жесткость оказывает изгибная жесткость нитей, количество пересечений нитей на единицу площади и величина сил трения [12]. Деформации при растяжении вдоль нитей утка больше, чем вдоль нитей основы, так как нити утка в процессе производства оказываются более изогнутыми.

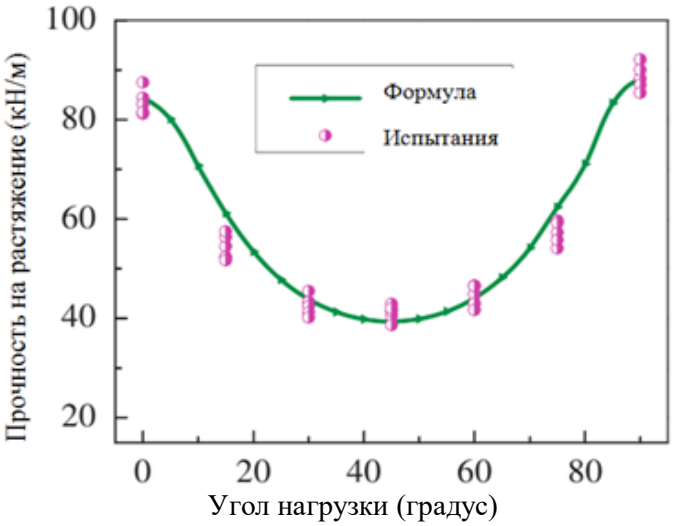


Рис. 2. Зависимость прочности на растяжение от угла приложения нагрузки [6]

Концентрация напряжений

Существуют экспериментальные исследования, в которых рассматривается явление концентрации напряжений в образцах с отверстиями [28], а также в образцах с разрезами [3, 5, 6].

При испытаниях образцов с концентратором в виде прорези несущая способность образца при ориентации нитей под 45°, а прорези под 90° к нагрузке – не минимальна [6]. Зависимость прочности от угла наклона нитей не *U*-образная, а *W*-образная с локальным максимумом при 45° (рис. 3 [6]). Ориентация надреза при одинаковом числе перерезанных рабочих нитей, практически не влияет на прочность. Таким образом, основным фактором, влияющим на прочность, является число перерезанных нитей [5]. Сопротивление разрыву принято равным средним напряжениям в образце при начале распространения трещины. Для оценки прочности на разрыв может быть применен модифицированный критерий, основанный на критерии Цая-Хилла [6]. Наименьшая прочность оказывается [6] для углов 30° и 60°, наибольшие деформации при этом наблюдаются у образца с углом 45°. Трещина распространяется поперек нитей, находящихся под меньшим углом к нагрузке [5, 6], с ростом зон концентрации напряжений (дельта-зон) и образованием складок в окружающем разрыв месте. При различных углах ориентации нитей и надреза, трещина может быть в форме: прямой линии с открытием в форме эллипса, буквы *Z*, параллелограмма.

Работу образца можно разделить на 4 участка:

1. Участок совместных деформаций основы и матрицы.
2. Участок деформирования нитей (сдвиговых деформаций, для углов отличных от нулевого).
3. Участок плато.
4. Участок разрушения.

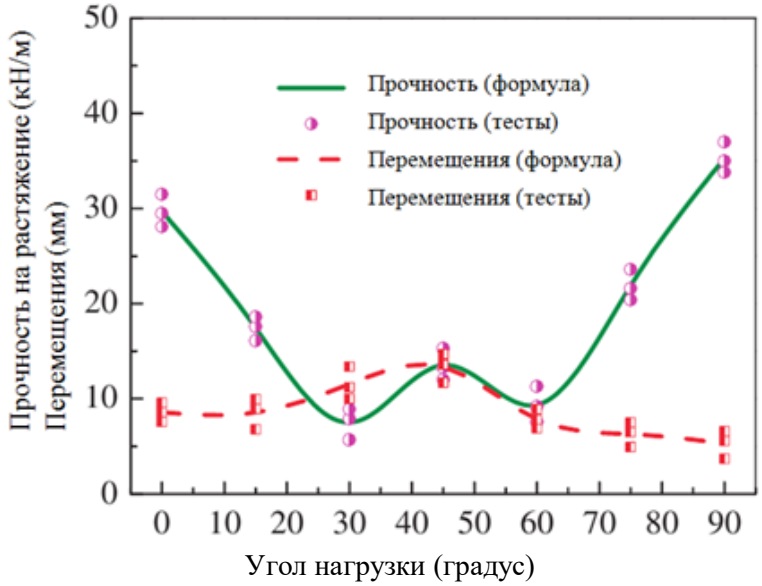


Рис. 3. Зависимость прочности на разрыв и перемещений точек ткани от угла приложения нагрузки [6]

При ориентации нитей 0° и 90° разрушение происходит при чистом растяжении, участок плато при этом почти отсутствует, а разрушение происходит резко. При других углах, разрушение происходит постепенно, с наличием сдвига (для 45° – чистый сдвиг). Участок плато при этом протяжен, а также имеет множественные колебания, обусловленные поочередным выключением нитей из работы, что требует больших затрат энергии на рост трещины [3]. Таким образом, существует 2 сценария разрушения: резкий (хрупкий) и вязкий [5, 6]. Различие в сценариях разрушения обусловлено количеством накопленной энергии в испытуемом образце и количеством перерезанных нитей [3].

Распределение напряжений вблизи надреза при одноосном растяжении принимается по формуле [31, ф. 3]:

$$\sigma(r) = \sigma_C + A \cdot e^{-B \cdot r}, \qquad (2)$$

где σ_C – средние напряжения, находящиеся на удалении от разреза; A, B – константы, определяемые из эксперимента; r – расстояние от кончика трещины до рассматриваемой точки.

Распределение напряжений изображено на рис. 4 [31]. Формула дает погрешность вследствие гипотезы о линейном поведении материала, что не соответствует действительности [4, 10, 27].

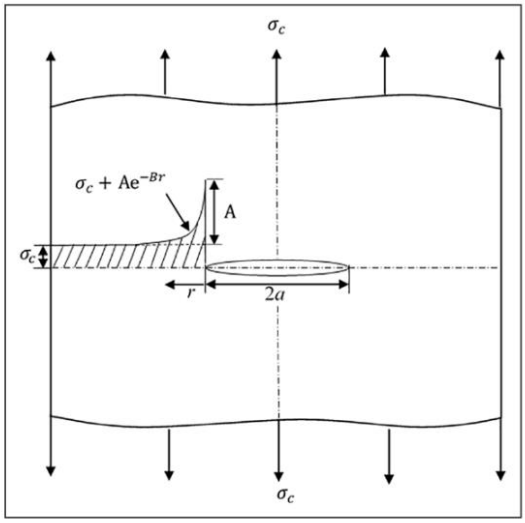


Рис. 4. Распределение напряжений вблизи надреза [31]

При определении прочности на разрыв (σ_C) при одноосном растяжении наибольшее совпадение [4, 5] с результатами эксперимента дает эмпирический критерий Тиле [32]:

$$\sigma_C = \frac{C_l \cdot C_s}{L^n \cdot (1 + \frac{L}{r})}, \quad (3)$$

где C_l, n – константы, определяемые по данным испытаний методом наименьших квадратов [32]; L – длина надреза; r – радиус кривизны оболочки (для плоского образца $r = \infty$); C_s – сопротивление разрыву, определенное по [33].

В исследованиях [5, 11] проводились двухосные испытания образцов с центральным надрезом. Направление роста трещины зависит от соотношения вязкостей групп нитей [11], угла ориентации надреза [5, 11] и соотношения нагрузок в двух направлениях [5]. Увеличение нагрузки, параллельной направлению развития надреза, увеличивает сопротивление образца разрыву до 50 % [5], особенно при небольшом числе перерезанных нитей.

В исследовании [27] рассмотрены линейные модели для определения прочности на разрыв образца с концентратором и модели, учитывающие образование зоны пластических деформаций в кончике трещины. Предложен параметр-константа материала, в зависимости от которого определяется сценарий разрушения [5, 6], также добавлен промежуточный сценарий квазихрупкого разрушения. Сделан вывод, что увеличение вязкости повышает прочность на разрыв при надрезах любой длины, следовательно, вязкость является более важной характеристикой материала при работе на разрыв. Различные способы определения вязкости разрушения рассматриваются в работе [3]: теория Минами, метод разности площадей диаграмм деформирования, метод площади параллелограмма. Последний дает результаты, не зависящие от параметров образца и метода испытаний, что делает его наиболее приемлемым для определения вязкости разрушения материала.

В работе [28] оценивается уровень общих напряжений и деформаций в углепластиковом образце с круглым отверстием, при котором начинаются стадии

разрушения [28, п. 4.2]. Методом корреляции цифрового изображения определялось поле деформаций в момент перехода на следующую стадию. Концентрация напряжений возникала в момент перехода к процессу разрушения и выдергивания волокон, в образце с наименьшим диаметром отверстия (2,5 мм) концентрация не наблюдалась также в образце без отверстия [28]. Предельное сопротивление (принимается в сечении, удаленном от концентратора напряжений) уменьшалось с увеличением диаметра отверстия и аппроксимировалось формулой [28, ф. 2]:

$$\sigma_U = Ae^{Md} + Be^{Nd}, \quad (4)$$

где e – основание натурального логарифма; A, B, M, N – постоянные эксперимента.

Модель материала

Традиционно при решении задач, связанных с композиционными материалами, применяется аппарат теории упругости анизотропного тела, при этом вводится ряд гипотез: тело является сплошным, деформации малы, зависимость между напряжениями и деформациями линейная. Однако в случае композита с тканевой основой и податливой матрицей гипотезу о малых деформациях следует отбросить, так как нити в такой структуре распрямляются под нагрузкой и изменяют жесткость [1, 34, 35]. Деформации образца при этом имеют порядок десятков процентов [13], а гипотеза о линейной зависимости напряжения-деформации не соответствует действительности [13]. Модель текстильного материала подразделяется на 3 уровня: микро-, мезо-, макроуровень [36, 37] либо: волокно, нить, ткань [38]. Вследствие этого прочность изделия подвержена влиянию масштабного эффекта, проявляющегося на каждом из уровней. Обзор моделей материалов приводится в статье [39].

Конструкции соединений тентовых конструкций

Исследования соединений тканевых конструкций немногочисленны. В одном из них исследуется прочность соединений ПВХ тентов с полиэфирной основой [15]. Авторы выделяют 3 типа соединений: швы, соединения с гибким контуром, соединения с жестким контуром. Исполнение соединений может отличаться. В данной работе испытывались следующие варианты: сварной и клеевой шов, соединение с зажимными пластинами, соединение с замком.

При испытании шовных соединений авторы выделяют 3 модели разрушения для двух типов шва (сварной или клеевой):

1. Разрушение по шву или примыкающему материалу.
2. Проскальзывание или отклеивание.
3. Выдергивание нитей.

Клеевой шов показывал 80 % от сопротивления мембраны, сварной – 90 %. Разброс значений при испытаниях клеевых швов больше. В исследовании [14] испытывались образцы ПВХ мембраны со сварным швом, разрушение происходило по примыкающему материалу мембраны.

При испытании соединений с замком [15], разрушение происходит по одному из следующих сценариев:

1. Разрушение по сварному шву.
2. Разрыв мембраны.
3. Разрыв кармана для кедера.
4. Выдергивание кедера из замка.

Сценарии разрушения 3 и 4 наблюдаются в слишком жестких и слишком податливых замках соответственно. Ожидаемые сценарии при правильном выборе замка – 1 и 2. Прочность при этом достигает 90 % прочности мембраны.

При испытании соединений с зажимными пластинами [15] разрушение происходит по одному из следующих сценариев:

1. Разрыв мембраны.

2. Разрыв мембраны в зоне под болтами в результате перераспределения напряжений после запрессовывания кедера между зажимными пластинами.

3. Разрушение по сварному/клеевому шву.

При сценарии 1 прочность соединения наибольшая, при сценарии 3 – наименьшая. Сценарии 2 и 3 исключаются правильным подбором параметров соединения. Существенное влияние на сценарий разрушения оказывает расстояние между болтами, толщина зажимных пластин и диаметр кедера. Сценарии 1 и 3 более соответствуют хрупкому или квазихрупкому разрушению, сценарий 2 – вязкому [27].

Влияние температуры

В исследовании [15] оценивается влияние температуры на сварные соединения ПВХ мембран, диапазон эксперимента составлял от –20 до 70 °С. С ростом температуры среднее значение прочности шва снижалось до 20 %. Влияние температуры на мембраны со стеклотканевой основой и тефлоновым покрытием в том же диапазоне составляет не более 3 % [13]. Основная тенденция при снижении температуры – повышение прочности жесткости образцов, хрупкости нитей и снижение ползучести материала. Воздействие температуры может быть оценено коэффициентом, численно равным отношению прочности при наибольшей температуре эксплуатации к прочности при температуре 23 °С [13].

Влияние длительности нагрузки

Материалы мембран обладают ярко выраженной ползучестью, их прочность и деформативность изменяются с течением времени, что влияет на несущую способность соединений. В исследованиях [9, 40] проводились одноосные испытания образцов на ползучесть и релаксацию с различной начальной нагрузкой. Более половины деформаций ползучести происходит за первые 30 минут испытания. После 24 часов в сечении образца остается менее 80 % начальных напряжений, после 48 часов релаксация прекращается. Испытания при различных температурах показали: с повышением температуры ползучесть усиливается [9, 40]. Для описания процессов ползучести используется модель Финдли [9, ф. 3]:

$$\varepsilon_{(t)} = \varepsilon_0 + A \cdot t^n, \tag{5}$$

где $\varepsilon_{(t)}$ – полная деформация за время t; A – амплитуда переходной ползучести; ε_0 – начальная упругая деформация; n – константа, не зависящая от уровня напряжений.

Влияние природных воздействий

Эксплуатация тентов происходит при воздействии природных условий, способствующих появлению в полимерном покрытии микротрещин, через которые влага проникает внутрь; зоны торцов и соединения также являются слабыми местами. Существенные изменения в прочности после длительного вымачивания наблюдаются для стеклоткани [41], после высушивания образцы восстанавливают свою прочность полностью [42]. Для полиэфирной ткани с ПВХ

покрытием изменения механических характеристик при абразивном воздействии и намокании несущественны, однако воздействие температуры (70 и 120 °С) оказывает влияние на их прочность [43].

Список сокращений

КСТ – конструкция тентовая строительная;

НДС – напряженно-деформированное состояние;

ПВХ – поливинилхлорид;

ПТФЭ – политетрафторэтилен;

ПУ – полиуретан.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кожанов, Д. А. Моделирование поведения гибких тканых композитов при растяжении : 01.02.04 : диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук / Кожанов Дмитрий Александрович ; [Место защиты: ФГАОУВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н. И. Лобачевского»]. – Нижний Новгород, 2017. – 117 с. – Текст : непосредственный.

2. Alam, Md Samsu. Development and experimental validation of a mathematical model of shear rigidity of woven fabric structures / Alam Md Samsu, Majumdar Abhijit,Ghosh Anindya // The Journal of the Textile Institute. – 2021. – № 113. – P. 1–9. – 10.1080/00405000.2021.1906489.

3. Bao, Han. Study on tearing tests and the determination of fracture toughness of PVC-coated fabric / Bao Han, Wu Minger, Zhang Xubo // Journal of Industrial Textiles. – 2021. – № 51. – P. 977–1006. –10.1177/1528083721993943.

4. Bao, Han. Influencing factors and evaluation methods of tearing resistance of coated fabric membranes / Bao Han, Wu Minger, Zhang Xubo // Journal of Industrial Textiles. – 2022. – № 52. – 152808372211363. 10.1177/15280837221136308.

5. Bao, Han.Tearing analysis of PVC coated fabric under uniaxial and biaxial central tearing tests / Bao Han, Wu Minger, Zhang, Xubo // Journal of Industrial Textiles. – 2020. – № 51. – 152808372093451. 10.1177/1528083720934513.

6. Fracture failure analysis and bias tearing strength criterion for a laminated fabric / Chen Jianwen, Chen Wu-jun, Zhou Han, Zhao Bing, Wang Mingyang, Sun Weiwei, He Shizan // Journal of Industrial Textiles. – 2017. – № 47. –152808371769583.10.1177/1528083717695839.

7. Daniel, Pîrvulescu. Studies on tensile and tear fracture of the S8210 tarpaulin / Daniel Pîrvulescu, Ioan Stoia, Liviu Marșavina // Vibroengineering PROCEDIA. – 2022. – № 46. – P. 80–85. – 10.21595/vp.2022.22952.

8. Behavior of woven fabric composite under tensile loads in different directions using acoustic emission / Dehnad Milad, Kamali Dolatabadi, Mehdi Ahmadi Najafabadi, Mehdi Asghar Ali, Jeddi Ali. // Journal of Industrial Textiles. – 2022. – № 52. – P. 1–21. – 10.1177/15280837221117611.

9. Characterization of tensile creep behavior of fabric-reinforced PVC flexible composites / Guo S., Shen W., Li R., Shao H., Jiang J., Chen N. // The Journal of the Textile Institute. – 2021. – P. 1–8. – doi:10.1080/00405000.2021.1944522.

10. He, Rijin. Central crack tearing test and fracture parameter determination of PTFE coated fabric / He Rijin, Sun Xiaoying, Wu Yue // Construction and Building Materials. – 2019. – № 208. – P. 472–481. – 10.1016/j.conbuildmat.2019.03.046.

11. Biaxial tearing properties of woven coated fabrics using digital image correlation / He Rijin, Sun Xiaoying, Wu Yue, Tang Guowen, Carvelli Valter // Composite Structures. – 2021. – № 272. – 114206. 10.1016/j.compstruct.2021.114206.

12. Analysis of shear characteristics of woven fabrics and their interaction with fabric integrated structural factors / Shanbeh Mohsen, Johari Majid, Zarrebini M., Barburski Marcin,

Komisarczyk Agnieszka // Journal of Engineered Fibers and Fabrics. – 2019. – № 14. – 155892501986752. 10.1177/1558925019867520.

13. Mechanical properties of PTFE coated fabrics / Zhang Yingying, Zhang Qilin Zhou, Chuanzhi, Zhou Ying // Journal of Reinforced Plastics and Composites − J REINF PLAST COMPOSITE. – 2010. – № 29. – P. 3624-3630. –10.1177/0731684410378542.

14. Huttner, Miloš. Carrying Capacity Testing of Membrane Connection / Huttner Miloš, Fajman Petr // Applied Mechanics and Materials. – 2016. – № 825. – 15-18.10.4028 /www.scientific.net/ AMM.825.15.

15. Research on the mechanical properties of membrane connections in tensioned membrane structures / Zhang Yingying, Zhang Qilin, Li Yang, Chen Lu. // Structural Engineering and Mechanics. – 2014. – № 49. – 10.12989/sem.2014.49.6.745.

16. СП 384.1325800.2018. Конструкции строительные тентовые. Правила проектирования : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 13 августа 2018 г. N 516/пр и введен в действие с 14 февраля 2019 г. : введен впервые. – URL: https://docs.cntd.ru/document/551394509?ysclid=lggdld2kzd225383024. – Текст : электронный.

17. ГОСТ 29151-91. Материалы тентовые с поливинилхлоридным покрытием для автотранспорта : утвержден и введен в действие Постановлением Комитета стандартизации и метрологии СССР от 10.12.91 N 1904 : дата введения 1993-01-01. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200019183?ysclid=lggendzd6r735650872/. – Текст : электронный.

18. ГОСТ 27504-87. Ткани полиэфирные тентовые. Технические условия : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 10.12.87 N 4436 : введен впервые. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200020534?ysclid=lggf637cpn516593886. – Текст : электронный.

19. ГОСТ 19170-2001. Стекловолокно. Ткань конструкционного назначения. Технические условия (с Изменением N 1) : принят Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол N 19 от 24 мая 2001 г.) : дата введения 2002-10-01 : взамен ГОСТ 19170-70*. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200028598?ysclid=lggfbnpr1q484802765. – Текст : электронный.

20. ГОСТ Р 56439-2015. Комплекты каркасно-тентовых укрытий для спортивных площадок : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 июня 2015 г. N 657-ст : дата введения 2016-07-01 : введен впервые. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200121755?ysclid=lggfh22qol770635926. – Текст : электронный.

21. ГОСТ 27751-2014. Межгосударственный стандарт. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 14 ноября 2014 г. N 72-П) : Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 декабря 2014 г. N 1974-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 27751-2014 : введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2015 г. : дата введения 2015-07-01 : введен впервые. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200115736?ysclid=lggfrdlpfm427382541. – Текст : электронный.

22. ГОСТ 29104.4-91. Ткани технические. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве : утвержден и введен в действие Постановлением Комитета стандартизации и метрологии СССР от 27.09.91 N 1541 : дата введения1993-01-01 : взамен ГОСТ 3813-72. – URL:

https://docs.cntd.ru/document/1200018945?ysclid=lgggwg3t5q196962719. – Текст : электронный.

23. ГОСТ 29104.22-91. Ткани технические. Метод определения компонентов полного удлинения при растяжении нагрузкой, меньше разрывной : утвержден и введен в действие Постановлением Комитета стандартизации и метрологии СССР от 27.09.91 N 1552 : дата введения 1993-01-01 : введен впервые. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200019028?ysclid=lggh1c7pti410818565. – Текст : электронный.

24. DIN EN 17117-1:2019-02. Rubber or plastics-coated fabrics – Mechanical test methods under biaxial stress states – Part 1: Tensile stiffness properties. – URL: https://cdn.standards.iteh.ai/samples/35957/bc8d45b5bae843aea5425f399dd8719e/SIST-EN-17117-1-2019.pdf.

25. Мохирева, К. А., (2014). Определение формы образцов для экспериментов на двухосное растяжение / К. А. Мохирева, А. Л. Свистков, В. В. Шадрин. – Текст : электронный // Вычислительная механика сплошных сред. – 2014. – № 7(4). – С. 353–362. – https://doi.org/10.7242/1999-6691/2014.7.4.34. – URL: https://journal.permsc.ru/index.php/ccm/article/view/CCMv7n4a34/657.

26. ГОСТ ISO 4674-1-2021. Материалы с резиновым или пластмассовым покрытием. Определение сопротивления раздиру. Часть 1. Методы испытания на раздир с постоянной скоростью : принят Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 сентября 2021 г. N 985-ст межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 4674-1-2021 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июня 2022 г. : дата введения 2022-06-01 : взамен ГОСТ 30304-95. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200180923?ysclid=lggkofh9tx679204109. – Текст : электронный.

27. Sun, Xiaoying. A novel tearing residual strength model for architectural coated fabrics with central crack / Sun Xiaoying, He Rijin, Wu Yue // Construction and Building Materials. – 2020. – № 263. – 120133. 10.1016/j.conbuildmat.2020.120133.

28. Investigation on damage evolution of open-hole plain woven composites under tensile load by acoustic emission signal analysis / Yuhang Liu, Li Zhang, Zhixing Li, Zhanguang Chen, Kai Huang, Licheng Guo // Composite Structures. – 2023. – Volume 305. – 116481, ISSN 0263-8223. – https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2022.116481.

29. Shape Effect Analysis of the Mechanical Properties of PVC-Coated Fabrics under Off-Axis Tension / Zhang Lanlan, Zhang Yingying, Zhao Qichong, Junhao Xu, Xue Jigang // Advances in Materials Science and Engineering. – 2020. – 1–12. – 10.1155/2020/9634120.

30. A nonlinear damage constitutive model of PVC coated fabrics / Lanlan Zhang, Zhang Yingying, Wei Song, Junhao Xu, Jigang Xue // Structures. – 2021. – № 30. – P. 368–377. – 10.1016/j.istruc.2021.01.027.

31. Investigation of tear strength of an airship envelope fabric by theoretical method and uniaxial tear test / Chen Yonglin, Li Shuai, Ding Kai, Wang Fengxin, Fu Gongyi // Journal of Engineered Fibers and Fabrics. – 2019. – № 14. – 155892501987929. 10.1177/1558925019879295.

32. Tear Propagation of a High-Performance Airship Envelope Material / Maekawa Shoji, Shibasaki Kouichi, Kurose Toyotoshi, Maeda Toshiyuki, Sasaki Yoshitaka, Yoshino Tatsuya // Journal of Aircraft – J AIRCRAFT. – 2008. – № 45. – P. 1546–1553. – 10.2514/1.32264.

33. FAA-P8110-2 CHG 2. Airship Design Criteria. Federal Aviation Administration, 1995.

34. Basit, Munshi. A simplified constitutive and finite element model of plain weave fabric reinforcements for the biaxial loading / Basit Munshi, Luo Shen-Yi, Mitra Aniruddha // Multiscale and Multidisciplinary Modeling, Experiments and Design. – 2019. – № 2. – 10.1007/s41939-019-00051-4.

35. Yanchao, Wang. An Analytical Model for the Tension-Shear Coupling of Woven Fabrics with Different Weave Patterns under Large Shear Deformation / Yanchao Wang, Zhang

Weizhao, Ren Huaqing, Huang Zhengming, Geng Furong Li, Yongxiang, Zhu Zengyu // Applied Sciences. – 2020. – 10.1551.10.3390/app10041551.

36. Multiscale modelling of scaling effects in the impact response of plain woven composites / Xu Ziwen, Chen Yanhong, Cantwell W.J., Guan Zhongwei // Composites Part B: Engineering. – 2020. – № 188. – 107885. 10.1016/j.compositesb.2020.107885.

37. Herath, Sumudu. Multiscale modelling of woven and knitted fabric membranes. – 2020. – 10.17863/CAM.57314.

38. Модель, Анализ 3D-структуры и метод расчета физико-механических характеристик материалов / Д. А. Трофимов, С. И. Шалгунов, В. И. Соколов, И. Д. Симонов-Емельянов // Конструкции из композиционных материалов. – 2022. – Вып. 3. DOI: 10.52190/2073-2562_2022_3_10.

39. Кустов, А. А. Математические модели технических тканей с покрытием / А. А. Кустов, А. М. Ибрагимов. – (Материалы и оборудование). – Текст : непосредственный // Строительные материалы. – 2017. – № 1/2. – С. 94–98 : ил. – ISSN 0585-430X.

40. Zhang, Ying. The Visco-Elastic Behaviors of PVC Coated Fabrics under Different Stress and Temperatures / Zhang Ying, Zhang Qilin, Zhou Chuan, Advanced Materials Research. – 2010. – P. 168–170. 1476–1479. – 10.4028/www.scientific.net/AMR.168-170.1476.

41. Asadi, Hastia. Water infiltration impact on tensile strength and breaking strain of architectural fabrics / Asadi Hastia, Uhlemann Jorg, Stranghoner Natalie. Advances in Structural Engineering. – 2018. – № 21. – 136943321875600. 10.1177/1369433218756005.

42. Ambroziak, Andrzej. Influence of Water-Induced Degradation of Polytetrafluoroethylene (PTFE) / Ambroziak Andrzej, Klosowski Pawel // Coated Woven Fabrics Mechanical Properties. Materials. – 2022. – № 15. – 1. 10.3390/ma15010001.

43. Investigation of some weathering impacts on tearing properties of PVC-coated fabrics used for architectural purposes / Dobilaite Vaida, Juciene Milda, Bliudzius Raimondas, Sveikauskaite Loreta // Journal of Industrial Textiles. – 2020. – № 51. –152808372098238. 10.1177/1528083720982384.

KOZHANOV Dmitriy Aleksandrovich, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the chair of theory of structures and technical mechanics; GURIN Artyom Vitalevich, postgraduate student of the chair of theory of structures and technical mechanics

ANALYSIS OF MODERN RESEARCHES ON THE TOPIC OF TENSION MEMBRANE CONNECTIONS CALCULATIONS (REVIEW)

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 432-05-76;
e-mail: artemxan96@mail.ru

Key words: plain-woven composites, membrane tension constructions, membrane connections, coated fabrics.

In article considered review of modern scientific sources and standards on the topic of tension membrane connections calculations. Analysis of Russian standards from the practice point of view was carried out. Publications concerning membrane materials tests, influence of stress concentrators on specimen strength and fracture toughness, criteria for bearing capacity evaluation, researches of fabrics under natural conditions impact, fracture process data, and influence of load duration on the composite's mechanical properties were considered.

At the end of the article there is a list of abbreviations used: КСТ, НДС, ПВХ, ПТФЭ, ПУ.

REFERENCES

1. Kozhanov D. A. Modelirovanie povedeniya gibkikh tkannykh kompozitov pri rastyazhenii [Modeling the behavior of flexible woven composites under tension] : 01.02.04 : dissert. ... kand. fiziko-matemat. nauk; Mesto zaschity: Natsional. issled. Nizhegorod. gos. un-t im. N.I. Lobachevskogo. Nizhny Novgorod, 2017. 117 p.

2. Alam Md Samsu, Majumdar Abhijit, Ghosh Anindya. Development and experimental validation of a mathematical model of shear rigidity of woven fabric structures. The Journal of the Textile Institute. 2021. № 113. P. 1–9. 10.1080/00405000.2021.1906489.

3. Bao Han, Wu Minger, Zhang Xubo. Study on tearing tests and the determination of fracture toughness of PVC-coated fabric. Journal of Industrial Textiles. 2021. № 51. P. 977–1006. 10.1177/1528083721993943.

4. Bao Han, Wu Minger, Zhang Xubo. Influencing factors and evaluation methods of tearing resistance of coated fabric membranes. Journal of Industrial Textiles. 2022. № 52. 152808372211363. 10.1177/15280837221136308.

5. Bao, Han & Wu, Minger & Zhang, Xubo. (2020). Tearing analysis of PVC coated fabric under uniaxial and biaxial central tearing tests. Journal of Industrial Textiles. 51. 152808372093451. 10.1177/1528083720934513.

6. Chen Jianwen, Chen Wu-jun, Zhou Han, Zhao Bing, Wang Mingyang, Sun Weiwei, He Shizan. Fracture failure analysis and bias tearing strength criterion for a laminated fabric. Journal of Industrial Textiles. 2017. № 47. 152808371769583.10.1177/1528083717695839.

7. Daniel Pîrvulescu, Ioan Stoia, Liviu Marșavina. Studies on tensile and tear fracture of the S8210 tarpaulin. Vibroengineering PROCEDIA. 2022. № 46. P. 80–85. 10.21595/vp.2022.22952.

8. Dehnad Milad, Kamali Dolatabadi, Mehdi Ahmadi Najafabadi, Mehdi Asghar Ali, Jeddi Ali. Behavior of woven fabric composite under tensile loads in different directions using acoustic emission. Journal of Industrial Textiles. 2022. № 52. P. 1–21. 10.1177/15280837221117611.

9. Guo S., Shen W., Li R., Shao H., Jiang J., Chen N. Characterization of tensile creep behavior of fabric-reinforced PVC flexible composites. The Journal of the Textile Institute . 2021. P. 1–8. doi:10.1080/00405000.2021.1944522.

10. He Rijin, Sun Xiaoying, Wu Yue. Central crack tearing test and fracture parameter determination of PTFE coated fabric. Construction and Building Materials. 2019. № 208. P. 472-481. 10.1016/j.conbuildmat.2019.03.046.

11. He Rijin, Sun Xiaoying, Wu Yue, Tang Guowen, Carvelli Valter. Biaxial tearing properties of woven coated fabrics using digital image correlation. Composite Structures. 2021. № 272. 114206. 10.1016/j.compstruct.2021.114206.

12. Shanbeh Mohsen, Johari Majid, Zarrebini M., Barburski Marcin, Komisarczyk Agnieszka. Analysis of shear characteristics of woven fabrics and their interaction with fabric integrated structural factors. Journal of Engineered Fibers and Fabrics. 2019. № 14. 155892501986752. 10.1177/1558925019867520.

13. Zhang Yingying, Zhang Qilin, Zhou Chuanzhi, Zhou Ying. Mechanical properties of PTFE coated fabrics. Journal of Reinforced Plastics and Composites – J REINF PLAST COMPOSITE. 2010. № 29. P. 3624-3630. 10.1177/0731684410378542.

14. Huttner Miloš, Fajman Petr. Carrying Capacity Testing of Membrane Connection. Applied Mechanics and Materials. 2016. № 825. 15-18.10.4028/www.scientific.net/AMM.825.15.

15. Zhang Yingying, Zhang Qilin, Li Yang, Chen Lu. Research on the mechanical properties of membrane connections in tensioned membrane structures. Structural Engineering and Mechanics. 2014. № 49. 10.12989/sem.2014.49.6.745.

16. SP 384.1325800.2018. Konstruktsii stroitelnye tentovye. Pravila proektirovaniya [Tensile membrane constructions. Design rules] : utverzhdyon prikazom Min-va stroitelstva i zhilischno-kommunal. khoz-va RF ot 13 avgusta 2018 g. N 516/pr i vved. v deystvie s 14

fevralya 2019 g. : vved. vpervye. – URL: https://docs.cntd.ru/document/551394509?ysclid=lggdld2kzd225383024.

17. GOST 29151-91. Materialy tentovye s polivinilkhloridnym pokrytiem dlya avtotransporta [Membrane materials with polyvinyl chloride coating for vehicles] : utverzhd. i vved. v deystvie Postanovleniem Komiteta standartizatsii i metrologii SSSR ot 10.12.91 N 1904 : data vved. 1993-01-01. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200019183?ysclid=lggendzd6r735650872/.

18. GOST 27504-87. Tkani poliefirnye tentovye. Tekhnicheskie usloviya [Polyester tent fabrics. Technical conditions] : utverzhd. i vved. v deystvie Postanovleniem Gos. komiteta SSSR po standartam ot 10.12.87 N 4436 : vved. vpervye. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200020534?ysclid=lggf637cpn516593886.

19. GOST 19170-2001. Steklovolokno. Tkan konstruktsionnogo naznacheniya Tekhnicheskie usloviya (s Izmeneniem N 1) [Fiberglass. Fabric for structural purposes. Technical specifications (with Amendment N 1)] : prinyat Mezhgosudarstvennym Sovetom po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii (protokol N 19 ot 24 maya 2001 g.) : data vved. 2002-10-01 : vzamen GOST 19170-70*. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200028598?ysclid=lggfbnpr1q484802765.

20. GOST R 56439-2015. Komplekty karkasno-tentovykh ukrytiy dlya sportivnykh ploschadok [Sets of frame-tent shelters for sports grounds] : utverzhd. i vved. v deystvie Prikazom Federalnogo agentstva po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii ot 15 iyunya 2015 g. N 657-st : data vved. 2016-07-01 : vved. vpervye. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200121755?ysclid=lggfh22qol770635926.

21. GOST 27751-2014. Mezhgosudarstvenny standart. Nadyozhnost stroitelnykh kostruktsiy i osnovaniy. Osnovnye polozheniya [Interstate standard. Reliability of building structures and foundations. General] : prinyat Mezhgosudarstvennym sovetom po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii (protokol ot 14 noyabrya 2014 g. N 72-P) : Prikazom Federalnogo agentstva po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii ot 11 dekabrya 2014 g. N 1974-st mezhgosudarstvenny standart GOST 27751-2014 : vved. v deystvie v kachestve natsionalnogo standarta RF s 1 iyulya 2015 g. : data vved. 2015-07-01 : vved. vpervye. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200115736?ysclid=lggfrdlpfm427382541.

22. GOST 29104.4-91. Tkani tekhnicheskie. Metod opredeleniya razryvnoy nagruzki i udlineniya pri razryve [Technical fabrics. Method for determining the breaking load and elongation at break] : utverzhd. i vved. v deystvie Postanovleniem Komiteta standartizatsii i metrologii SSSR ot 27.09.91 N 1541 : data vved. 1993-01-01 : vzamen GOST 3813-72. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200018945?ysclid=lgggwg3t5q196962719.

23. GOST 29104.22-91. Tkani tekhnicheskie. Metod opredeleniya komponentov polnogo udlineniya pri rastyazhenii nagruzkoy, menshe razryvnoy [Technical fabrics. A method for determining the components of total elongation when stretched by a load, less discontinuous] : utverzhd. i vved. v deystvie Postanovleniem Komiteta standartizatsii i metrologii SSSR ot 27.09.91 N 1552 : data vved. 1993-01-01 : vved. vpervye. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200019028?ysclid=lggh1c7pti410818565.

24. DIN EN 17117-1:2019-02. Rubber or plastics-coated fabrics – Mechanical test methods under biaxial stress states – Part 1: Tensile stiffness properties. – URL: https://cdn.standards.iteh.ai/samples/35957/bc8d45b5bae843aea5425f399dd8719e/SIST-EN-17117-1-2019.pdf.

25. Mokhireva K. A., Svistkov A. L., Shadrin V. V. Opredelenie formy obraztsov dlya eksperimentov na dvukhosnoe rastyazhenie [Shape determination of samples for biaxial stretching experiments]. Vychislitelnaya mekhanika sploshnykh sred [Computational Continuum Mechanics]. 2014. № 7(4). P. 353–362. https://doi.org/10.7242/1999-6691/2014.7.4.34 – URL: https://journal.permsc.ru/ index.php/ccm/article/view/ CCMv7n4a34/657.

26. GOST ISO 4674-1-2021. Materialy s rezinovym ili plastmassovym pokrytiem. Opredelenie soprotivleniya razdiru. Chast 1. Metody ispytaniya na razdir s postoyannoy

skorostyu [Materials with rubber or plastic coating. Determination of tear resistance. Part 1. Methods of testing for tearing at a constant speed] : prinyat Prikazom Federalnogo agentstva po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii ot 17 sentyabrya 2021 g. N 985-st mezhgosudarstvenny standart GOST ISO 4674-1-2021 vved. v deystvie v kachestve natsionalnogog standarta RF s 1 iyunya 2022 g. : data vved. 2022-06-01 : vzamen GOST 30304-95. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200180923?ysclid=lggkofh9tx679204109.

27. Sun Xiaoying, He Rijin, Wu Yue. A novel tearing residual strength model for architectural coated fabrics with central crack. Construction and Building Materials. 2020. № 263. 120133. 10.1016/j.conbuildmat.2020.120133.

28. Yuhang Liu, Li Zhang, Zhixing Li, Zhanguang Chen, Kai Huang, Licheng Guo. Investigation on damage evolution of open-hole plain woven composites under tensile load by acoustic emission signal analysis. Composite Structures. 2023. Vol. 305. 116481, ISSN 0263-8223, https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2022.116481.

29. Zhang Lanlan, Zhang Yingying, Zhao Qichong, Junhao Xu, Xue Jigang. Shape Effect Analysis of the Mechanical Properties of PVC-Coated Fabrics under Off-Axis Tension. Advances in Materials Science and Engineering. 2020. 1-12. 10.1155/2020/9634120.

30. Lanlan Zhang, Zhang Yingying, Wei Song, Junhao Xu, Jigang Xue. A nonlinear damage constitutive model of PVC coated fabrics. Structures. 2021. № 30. P. 368–377. 10.1016/j.istruc.2021.01.027.

31. Chen Yonglin, Li Shuai, Ding Kai, Wang Fengxin, Fu Gongyi. Investigation of tear strength of an airship envelope fabric by theoretical method and uniaxial tear test. Journal of Engineered Fibers and Fabrics. 2019. № 14. 155892501987929. 10.1177/1558925019879295.

32. Maekawa Shoji, Shibasaki Kouichi, Kurose Toyotoshi, Maeda Toshiyuki, Sasaki Yoshitaka, Yoshino Tatsuya. Tear Propagation of a High-Performance Airship Envelope Material. Journal of Aircraft – J AIRCRAFT. 2008. № 45. P. 1546–1553. 10.2514/1.32264.

33. FAA-P8110-2 CHG 2 “Airship Design Criteria”, Federal Aviation Administration, 1995.

34. Basit Munshi, Luo Shen-Yi, Mitra Aniruddha. A simplified constitutive and finite element model of plain weave fabric reinforcements for the biaxial loading. Multiscale and Multidisciplinary Modeling, Experiments and Design. 2019. № 2. 10.1007/s41939-019-00051-4.

35. Yanchao Wang, Zhang Weizhao, Ren Huaqing, Huang Zhengming, Geng Furong, Li Yongxiang, Zhu Zengyu. An Analytical Model for the Tension-Shear Coupling of Woven Fabrics with Different Weave Patterns under Large Shear Deformation. Applied Sciences. 2020. 10.1551.10.3390/app10041551.

36. Xu Ziwen, Chen Yanhong, Cantwell W. J., Guan Zhongwei. Multiscale modelling of scaling effects in the impact response of plain woven composites. Composites Part B: Engineering. 2020. № 188. 107885. 10.1016/j.compositesb.2020.107885.

37. Herath Sumudu. Multiscale modelling of woven and knitted fabric membranes. 2020. 10.17863/CAM.57314.

38. Trofimov D. A., Shalgunov S. I., Sokolov V. I., Simonov-Emelyanov I. D. Model, Analiz 3D-struktury i metod raschyota fiziko-mekhanicheskikh kharakteristik materialov [Model, Analysis of 3D structure and method of calculation of physical and mechanical characteristics of materials]. Konstruktsii iz kompozitsionnykh materialov [Constructions made of composite materials]. 2022. Issue 3. DOI: 10.52190/2073-2562_2022_3_10.

39. Kustov A. A., Ibragimov A. M. Matematicheskie modeli tekhnicheskikh tkaney s pokrytiem [Mathematical models of coated technical fabrics]. – (Materialy i oborudovanie [Materials and equipment]). – Stroitelnye materialy [Building materials]. – 2017. – № 1/2. – P. 94–98 : il. – ISSN 0585-430X.

40. Zhang Ying, Zhang Qilin, Zhou Chuan. The Visco-Elastic Behaviors of PVC Coated Fabrics under Different Stress and Temperatures. Advanced Materials Research. 2010. P. 168–170. 1476-1479. 10.4028/www.scientific.net/AMR. 168-170.1476.

41. Asadi Hastia, Uhlemann Jorg, Stranghoner Natalie. Water infiltration impact on tensile strength and breaking strain of architectural fabrics. Advances in Structural Engineering. 2018. № 21. 136943321875600. 10.1177/1369433218756005.

42. Ambroziak Andrzej, Klosowski Pawel. Influence of Water-Induced Degradation of Polytetrafluoroethylene (PTFE)//Coated Woven Fabrics Mechanical Properties. Materials. 2022. № 15. 1. 10.3390/ma15010001.

43. Dobilaite Vaida, Juciene Milda, Bliudzius Raimondas, Sveikauskaite Loreta. Investigation of some weathering impacts on tearing properties of PVC-coated fabrics used for architectural purposes. Journal of Industrial Textiles. 2020. № 51. 152808372098238. 10.1177/1528083720982384.

© Д. А. Кожанов, А. В. Гурин, 2023

Получено: 27.02.2023 г.

УДК 692.45

Н. Ю. ТРЯНИНА, канд. техн. наук, проф. кафедры теории сооружений и технической механики; Н. С. ГОЛИЦЫН, магистрант кафедры теории сооружений и технической механики

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОГНУТОЙ СЕТЧАТОЙ ОБОЛОЧКИ С ДВУМЯ ХРЕБТОВЫМИ АРКАМИ И ОПОРНЫМ КОЛЬЦОМ

ФБГОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-96; эл. почта: nadial2005@mail.ru
Ключевые слова: сетчатая оболочка, хребтовые арки, стальное опорное кольцо, перемещения узлов оболочки, прямолинейные стержни.

Представлены результаты численного исследования работы стального покрытия, представляющего собой сетчатую оболочку двоякой отрицательной кривизны, состоящую из прямолинейных жестких стержней и опирающуюся на хребтовые арки и сплошное опорное кольцо. Дана оценка напряженно-деформированного состояния несущих элементов покрытия.

Поиск и создание новых конструктивных форм, принятие интересных решений для перекрытия больших пролетов всегда являлось актуальной задачей.

Исследуемое покрытие – круглое в плане, диаметр окружности 60 м. Оно образовано двумя сетчатыми оболочками, представляющими собой гиперболические параболоиды, симметрично расположенные относительно одной из центральных осей [1, 2]. Две внутренние хребтовые опорные арки высотой 21,5 м, наклоненные под углом 84 градуса к горизонту, шарнирно опираются на фундамент и соединены между собой связевыми фермами. Арки имеют сварное коробчатое сечение 2000×1000 мм из листов толщиной 30 мм. Внутри поперечного сечения арок в местах соединения элементов покрытия устанавливаются диафрагмы жесткости [1]. Сетчатая оболочка образована из жестких прямолинейных стержней, выполненных из гнуто-сварных прямоугольных труб сечением 250×150×6,5 мм. Распорные усилия воспринимаются сплошным наклонным опорным кольцом коробчатого сварного сечения 1000×500×30 мм. Распор в арках воспринимается затяжкой.

Была создана конечно-элементная модель покрытия здания (рис. 1). Статический расчет был выполнен численным методом при помощи программного комплекса “*SCAD*”. Для расчета конструкций по первой и второй группе предельных состояний составлялись неблагоприятные сочетания нагрузок по [3, 4].

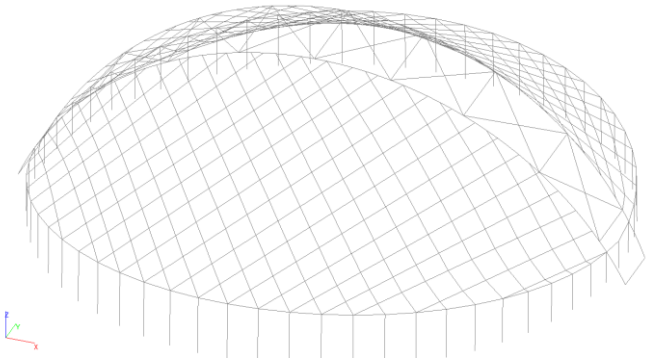


Рис. 1. Первоначальная конечно-элементная модель покрытия

Снеговая нагрузка была задана в нескольких вариантах, согласно [5]: 3 варианта – на арки, 2 варианта – на оболочку с разделением на всю и половину покрытия (рис. 2). Нормативные значения снеговой нагрузки вычислялись приблизительно по Б.11 и Б.12 [5].

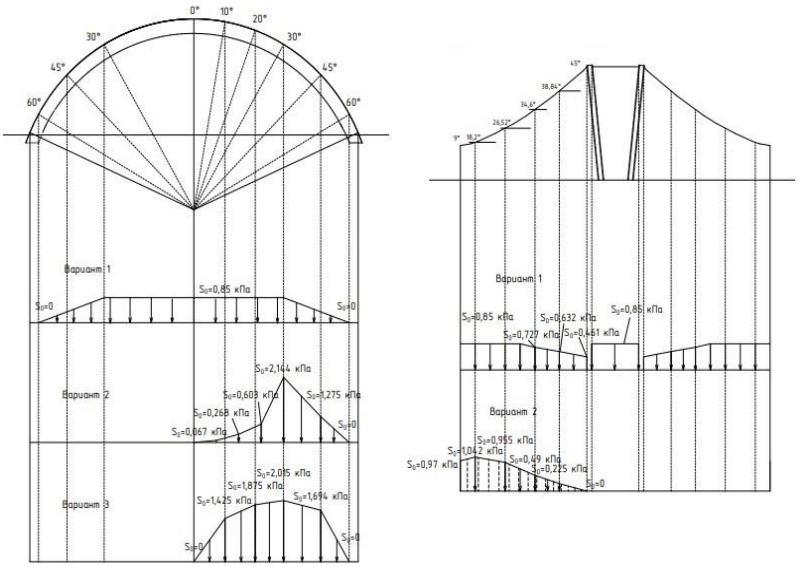


Рис. 2. Варианты загружения снеговой нагрузкой

Ветровая нагрузка принималась только на арки – вдоль и поперек [5]. Ветровая нагрузка на покрытие на данном этапе исследования не учитывалась, так как, с одной стороны, она в основном оказывает разгружающее воздействие, а, с другой стороны, не известны аэродинамические коэффициенты для такой сложной формы покрытия, что требует или постановки эксперимента с применением аэродинамической трубы, или проведения численного исследования. Изучению вопросов аэродинамики зданий и сооружений в последние десятилетия посвящено большое количество работ. Для нашей работы интерес представляют аэродинамические исследования большепролетных зданий с криволинейным очертанием кровли [6, 7, 8]. Исследование воздействия ветра на

принятое покрытие является следующей задачей изучения работы данной конструкции.

В результате статического расчета были получены значения внутренних усилий и перемещений в элементах покрытия. Максимальные перемещения точек сетчатой оболочки по выше приведенной расчетной схеме (рис. 1) при принятом поперечном сечении стержней 250×150×6,5 мм получались достаточно большими и составили 607 мм, что больше предельно допустимых. Поэтому решался вопрос по увеличению жесткости покрытия путем введения дополнительных элементов, кольцевых и поперечных стержней. Было рассмотрено 19 вариантов расчетных схем:

1. Пять разных положений одного и двух промежуточных колец.
2. Два положения трех промежуточных колец.
3. Три положения поперечных элементов.
4. Три комбинации промежуточных колец и поперечных элементов.

По наименьшему значению перемещений узлов была определена оптимальная расчетная схема, перемещения в ней снизились в 16 раз и достигли значения в 46 мм. Эта расчетная схема с двумя кольцами с тремя поперечными элементами (рис. 3) и была принята как наилучшая, и далее в ней подбирались поперечные сечения с учетом коэффициента использования K_{max} в *SCAD office*. Для сетки были выбраны сечения 250×140×6 мм. Принятые поперечные сечения элементов в конечном варианте расчетной схемы представлены на рис. 1 (цв. вклейки). Покрытие оказалось легче первоначального, и экономия стали по массе составила 24 %.

От наиболее неблагоприятной комбинации загружений были найдены внутренние усилия в элементах покрытия и перемещения узлов.

На рис. 2–4 (цв. вклейки) представлено цветовое отображение значений продольных усилий в элементах покрытия и опорном кольце от комбинации загружений с симметричной снеговой нагрузкой на все покрытие и несимметричной в двух вариантах на половину покрытия. На рис. 5 (цв. вклейки) показаны внутренние усилия в элементах хребтовых арок.

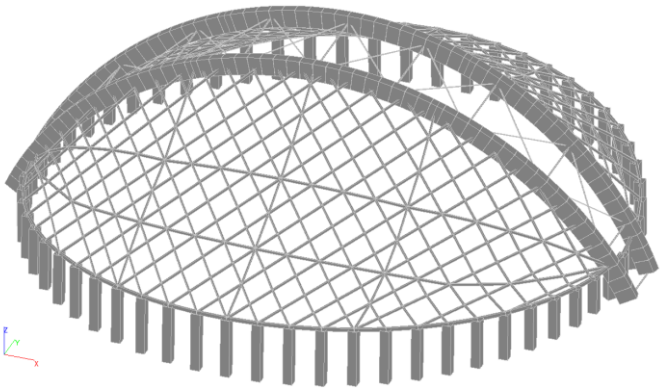


Рис. 3. Итоговая расчетная схема с элементами усиления

Самыми нагруженными являются несущие хребтовые арки, работающие на сжатие с изгибом. В сетчатой оболочке самыми нагруженными оказались элементы введенных промежуточных колец, они также сжаты. Усилия в других элементах сетки значительно меньше, и эти элементы работают как на

К СТАТЬЕ Н. Ю. ТРЯНИНОЙ, Н. С. ГОЛИЦЫНА «НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОГНУТОЙ СЕТЧАТОЙ ОБОЛОЧКИ С ДВУМЯ ХРЕБТОВЫМИ АРКАМИ И ОПОРНЫМ КОЛЬЦОМ»

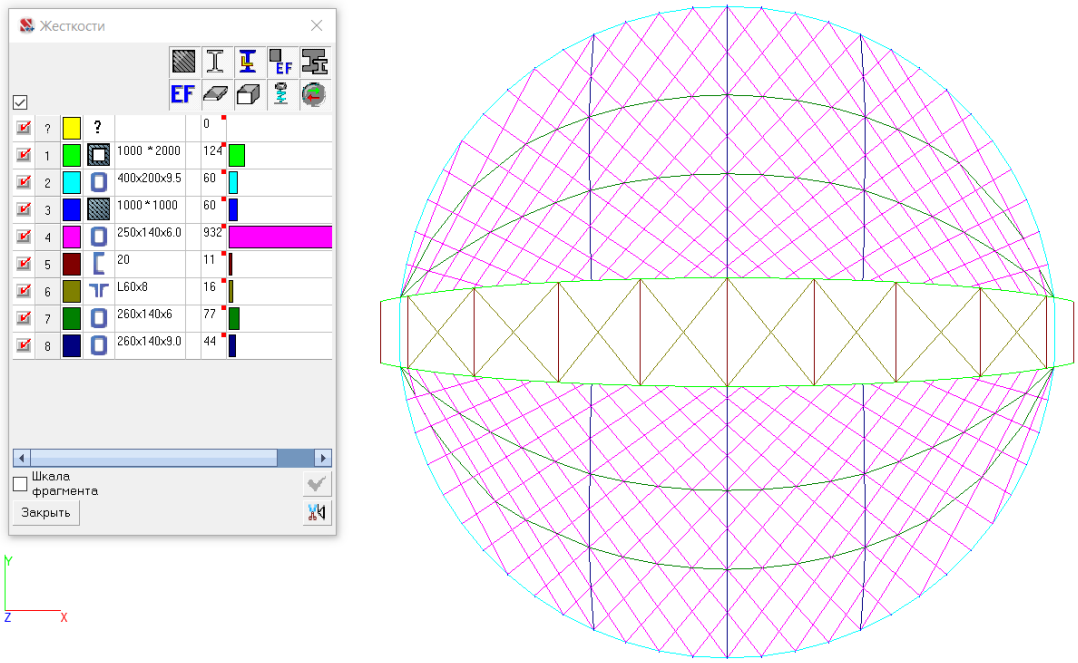


Рис. 1. Цветовое отображение принятых жесткостей элементов

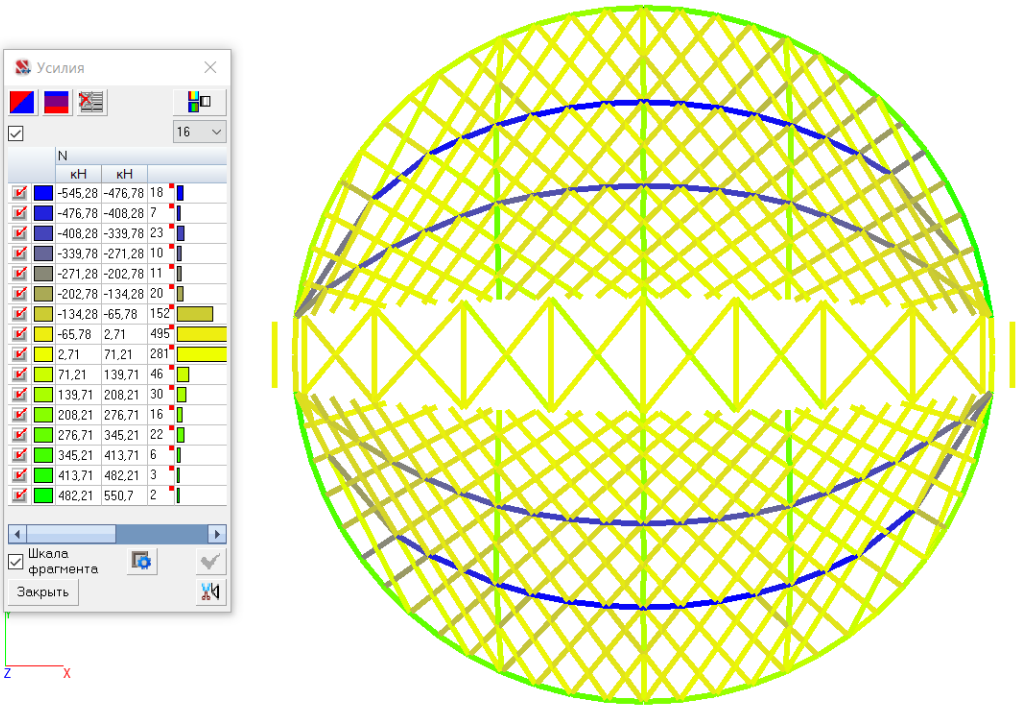


Рис. 2. Цветовое отображение значений продольных усилий в элементах покрытия и опорном кольце от комбинации загружений со снегом на все покрытие

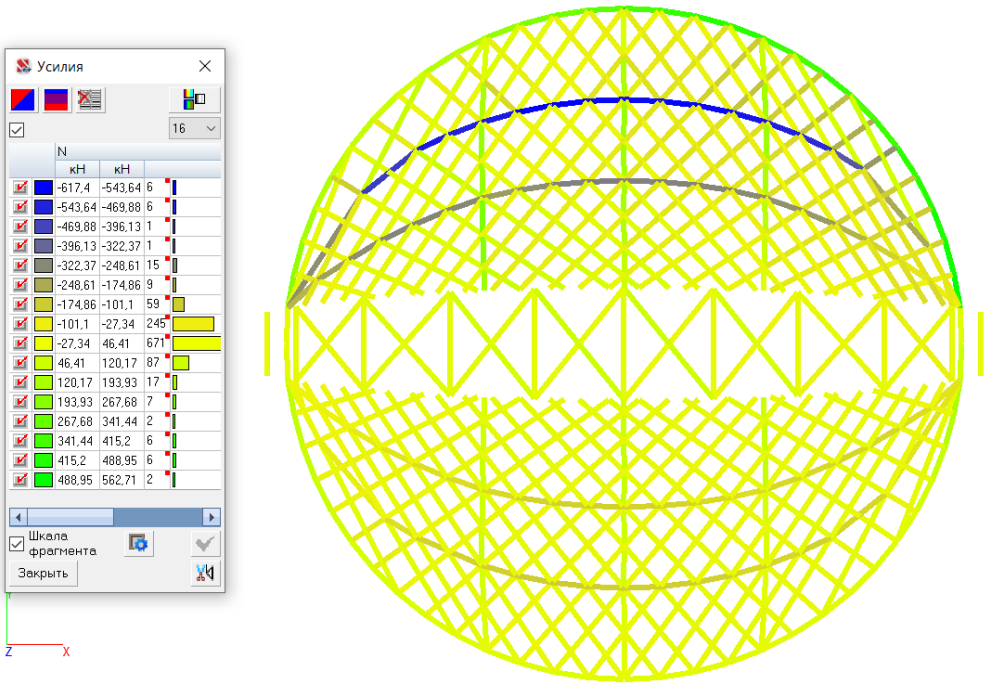


Рис. 3. Цветовое отображение значений продольных усилий в элементах покрытия и опорном кольце от комбинации загружений со снегом на верхнюю половину покрытия

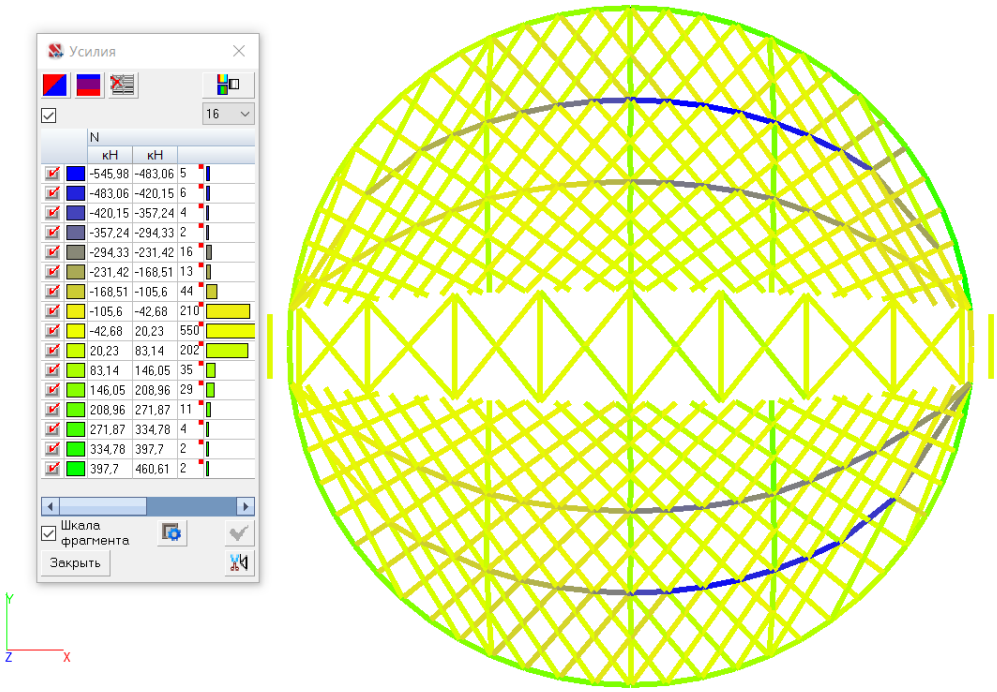


Рис. 4. Цветовое отображение значений продольных усилий в элементах покрытия и опорном кольце от комбинации загружений со снегом на правую половину покрытия

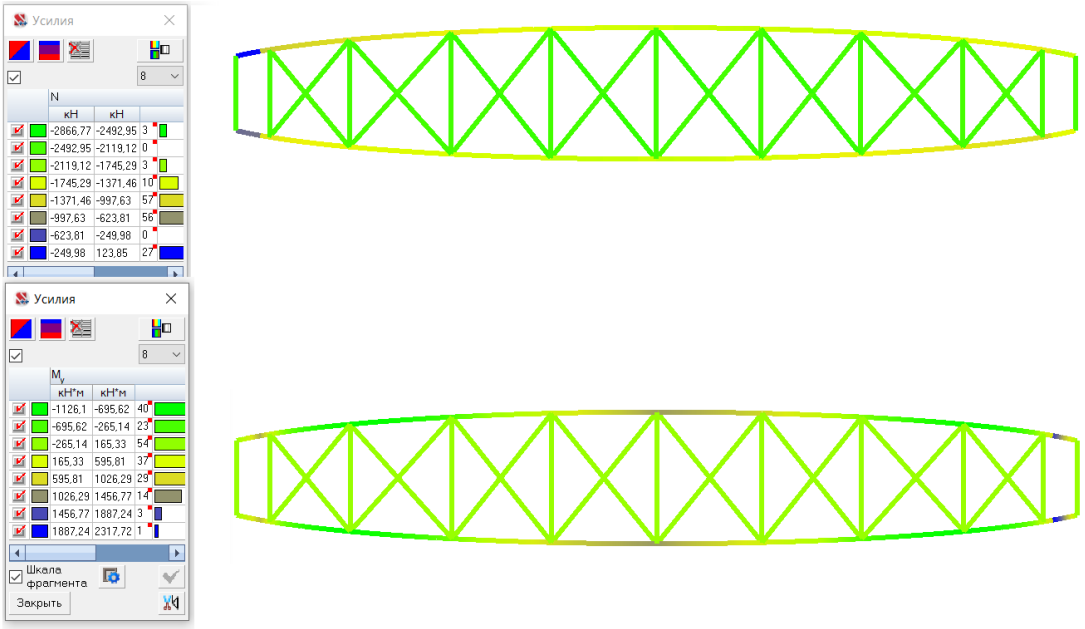


Рис. 5. Цветовое отображение значений продольных усилий и изгибающих моментов в арках при комбинации загружений со снегом на все покрытие

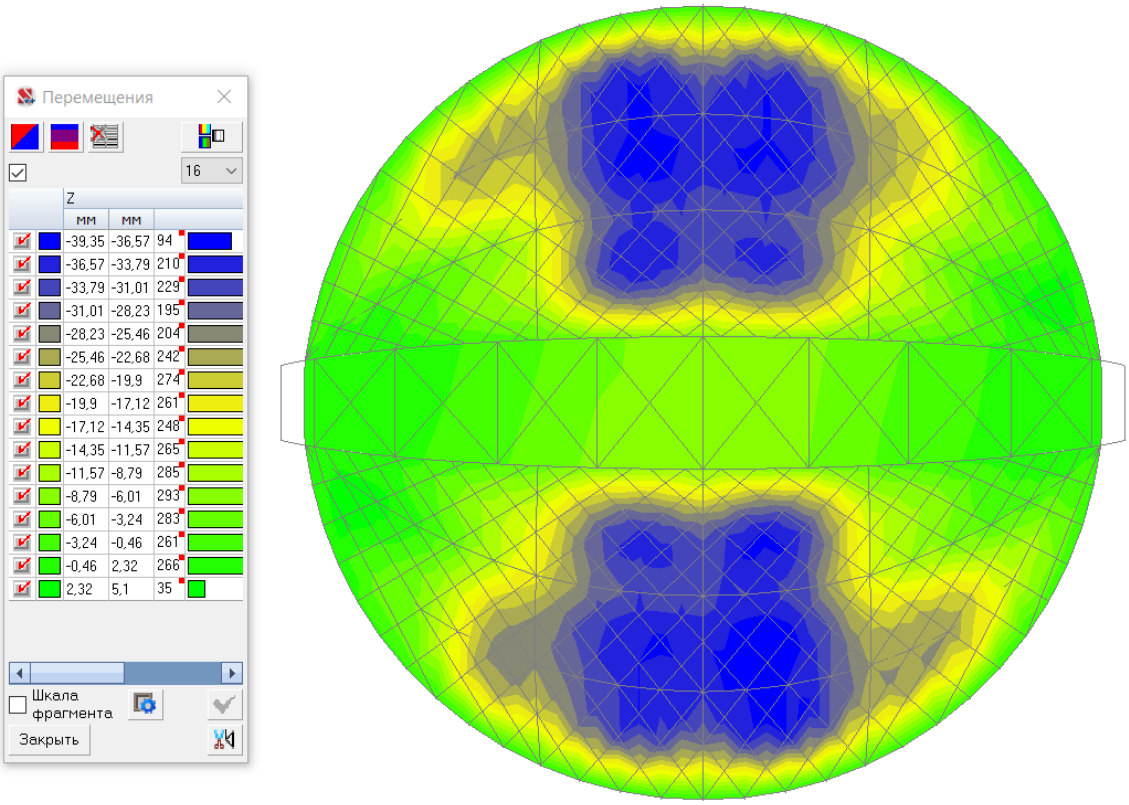


Рис. 6. Цветовое отображение значений перемещений от комбинации загружений со снегом на все покрытие

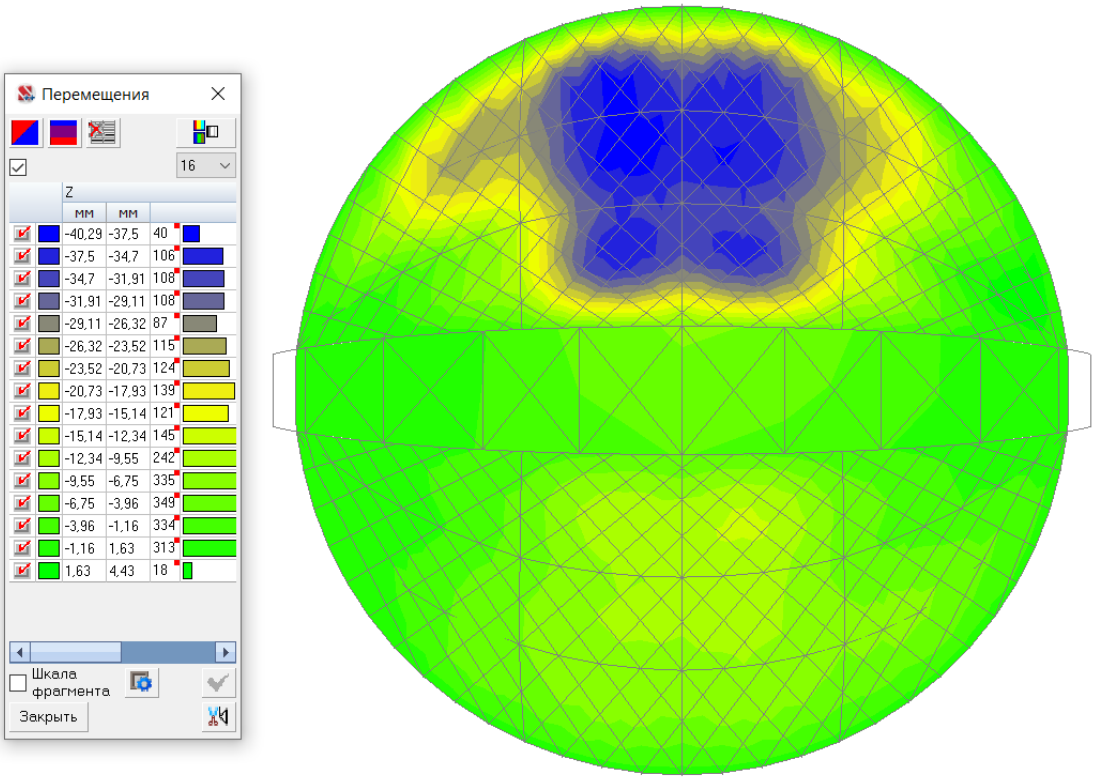


Рис. 7. Цветовое отображение значений перемещений от комбинации загружений при несимметричном загружении снегом на верхнюю половину покрытия

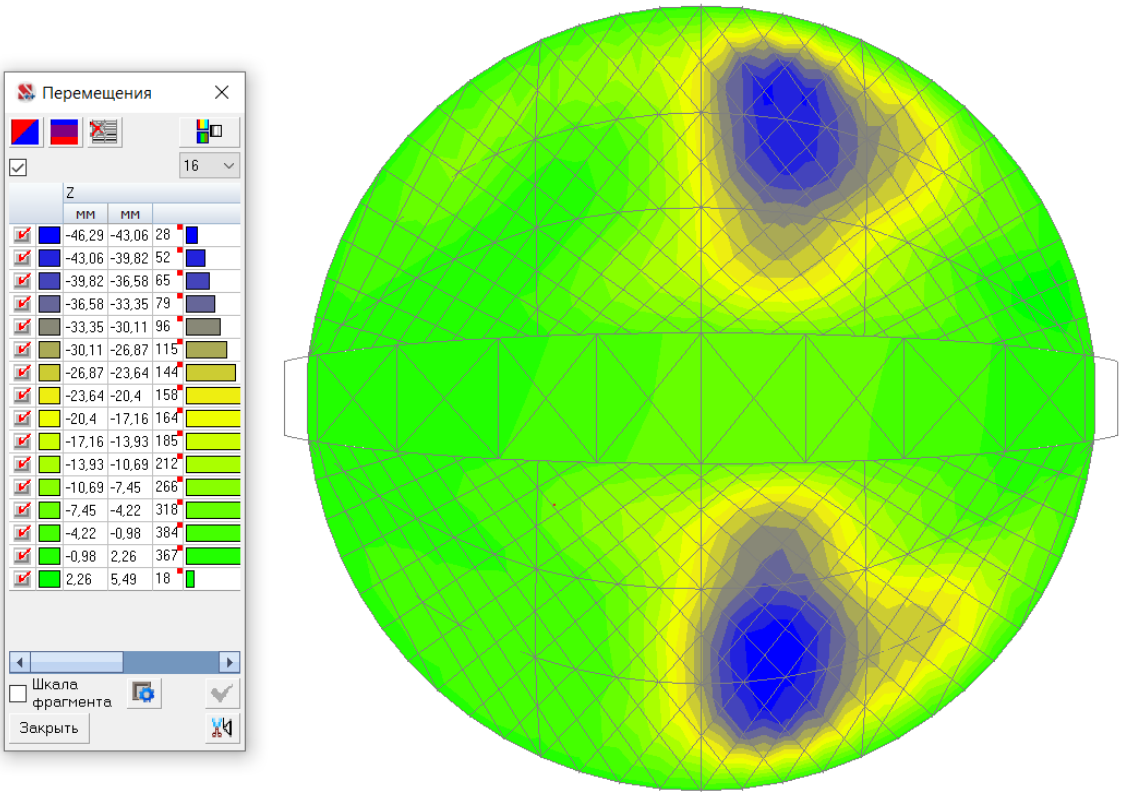


Рис. 8. Цветовое отображение значений перемещений от комбинации нагрузок при несимметричном загружении снегом на правую половину покрытия

растяжение, так и на сжатие. Во введенных поперечных стержнях возникают растягивающие усилия. Опорное кольцо растянуто.

На рис. 6–8 (цв. вклейки) представлено цветовое отображение значений перемещений от комбинации загружений со снегом на половину и на все покрытие в итоговом варианте усиления конструкции. Все значения перемещений получаются незначительные, гораздо меньше допустимых.

В заключение следует отметить, что подобная конструкция большепролетного здания является привлекательной и интересной не только с точки зрения архитектурного облика, но и с точки зрения ее работы на характерные виды загружений. Данное исследование является основой для дальнейшего изучения этого вида покрытия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трушин, С. И. Влияние морфологии сетчатого гиперболоида на его напряженно-деформированное состояние, устойчивость и собственные частоты колебаний / С. И. Трушин, Ф. И. Петренко. – Текст : непосредственный // Строительная механика и расчет сооружений. – 2014. – № 4. – С. 59–64.

2. Дыховичный, В. А. Большепролетные конструкции сооружений Олимпиады-80 в Москве / В. А. Дыховичный. – Стройиздат, 1982. – 277 с. – Текст : непосредственный.

3. Свод правил : СП 16.13330.2017. Стальные конструкции : актуализированная редакция СНиП II-23-81*. : заменяет СП 16.13330.2011. – Москва : МРРРФ «НИЦ «Строительство», 2017. – 151 с. – Текст : непосредственный.

4. Халаби, С. М. Численный расчет упругих тонких оболочек (с использованием проектно-вычислительного комплекса SCAD) : учебное пособие / С. М. Халаби, А. В. Макаров. – Москва : РУДН, 2008. – 131 с. (Приоритетные национальные проекты "Образование") (Инновационная образовательная программа / Российский университет дружбы народов). – Текст : непосредственный.

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

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

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

8. Лампси, Б. Б. Численное и физическое моделирование ветровых потоков на большепролетное покрытие / Б. Б. Лампси, С. С. Шилов, П. А. Хазов – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2022. – Том 17, № 1. – С. 21–31.

TRYANINA Nadezhda Yurevna, candidate of technical sciences, professor, the chair of theory of structures and technical mechanics; GOLITSYN Nikita Sergeevich, undergraduate student of the chair of theory of structures and technical mechanics

STRESS-STRAIN STATE OF A CONCAVE MESH SHELL WITH TWO SPINAL ARCHES AND A SUPPORT RING

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-96;
e-mail: nadial2005@mail.ru
Key words: mesh shell, spine arches, steel support ring, displacement of shell nodes, rectilinear rods.

The article presents the results of a numerical study of the operation of a steel coating, which is a mesh shell of double negative curvature, consisting of rectilinear rigid rods and a solid support ring resting on ridge arches. An assessment of the stress-strain state of the bearing elements of the coating is given.

REFERENCES

1. Trushin S. I., Petrenko F. I. Vliyanie morfologii setchatogo giperboloida na ego napryazhyonno-deformirovannoe sostoyanie, ustoychivost i sobstvennye chastoty kolebaniy [The influence of the morphology of a mesh hyperboloid on its stress-strain state, stability and natural frequencies of oscillations] // Stroitelnaya mekhanika i raschyot sooruzheniy [Structural Mechanics and Analysis of Constructions]. 2014. № 4. P. 59–64.

2. Dykhovichny V. A. Bolsheprolyotnye konstruktsii sooruzheniy Olimpiady-80 v Moskve [Large-span structures of the Olympic Games-80 in Moscow]. – Stroyizdat, 1982. – 277 p.

3. Svod pravil: SP 16.13330.2017. Stalnye konstruktsii [Steel constructions]. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP II-23-81* : zamenyaet SP 16.13330.2011. – Moscow: MRRRF «NITs «Stroitelstvo», 2017. – 151 p.

4. Svod pravil: SP 20.13330.2016. Nagruzki i vozdeystviya [Load and impact]. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.01.07-85*. – Moscow : Minstroy Rossii, 2016 – 80 p.

5. Khalabi S. M., Makarov A. V. Chislenny raschyot uprugikh tonkikh obolochek (s ispolzovaniem proektno-vychislitelnogo kompleksa SCAD) [Numerical calculation of elastic thin shells (using the SCAD design and computing complex)] : Uchednoe posobie. – Moscow : RUDN, 2008. – 131 p.

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

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

8. Lampsi B. B., Shilov S. S., Khasov P. A. Chislennoe i fizicheskoe modelirovanie vetrovykh potokov na bolsheprolyotnoe pokrytie [Numerical and physical modeling of wind flows on a long-span coating]/ Vestnik MGSU. 2022. Vol. 17. № 1. P. 21–31.

© Н. Ю. Трянина, Н. С. Голицын, 2023
Получено: 27.02.2023 г.

УДК 539.3

В. И. ЕРОФЕЕВ, д-р физ.-мат. наук, директор[1], проф. кафедры теоретической, компьютерной и экспериментальной механики[2]; А. А. АВДЕЕВА[2], студент; К. А. ГРОМОВА[2], студент

ПЕРЕНОС ЭНЕРГИИ ЛИНЕЙНЫМИ И НЕЛИНЕЙНЫМИ ПОПЕРЕЧНЫМИ ВОЛНАМИ, РАСПРОСТРАНЯЮЩИМИСЯ В ПЛАСТИНАХ, ЛЕЖАЩИХ НА УПРУГИХ ОСНОВАНИЯХ

[1]Институт проблем машиностроения РАН – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А. В. Гапонова-Грехова Российской академии наук»
Россия, 603024, г. Н. Новгород, ул. Белинского, д. 85. Тел.: (831) 432-03-00; эл. почта: erof.vi@yandex.ru
[2]ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского»
Россия, 603022, г. Н. Новгород, пр. Гагарина, д. 23. Тел.: (952) 445-35-76, (969) 606-12-34; эл. почта: a.a.avdeeva2001@gmail.com; KrGromova99@yandex.ru
Ключевые слова: перенос энергии, волна, пластина, мембрана, упругое основание.

Рассматриваются задачи о распространении поперечной волны в мембране, лежащей на упругом основании, и о распространении сдвиговой волны в пластине, лежащей на нелинейно-упругом основании. Основное внимание уделяется анализу особенностей переноса энергии волнами в линейных и нелинейных системах.

Введение

Пластина, лежащая на упругом основании и совершающая при этом поперечные колебания, является распространенным элементом многих машиностроительных конструкций [1], зданий и сооружений [2, 3]. Именно из теории сооружений пришел термин «упругое основание», под которым подразумевается расчетная механическая модель среды, сопротивляющейся деформированию конструкции, взаимодействующей с ней. В задачах строительной механики таким основанием выступает грунтовое основание. Исторически первая и самая распространенная ныне модель упругого основания базируется на гипотезе Винклера (1867 г.) [4], предполагающей, что зависимость между давлением на грунт (p) и осадкой точки (u), вызванной этим давлением, является прямо пропорциональной, т. е. $p \sim u$.

Вибрации, вызванные динамическими воздействиями внешних сил на пластины, могут распространяться в виде бегущих волн [1]. Важной характеристикой волнового поля, наряду с амплитудой и фазой, является количество переносимой волнами энергии.

Публикуемая работа посвящена изучению особенностей переноса энергии поперечными волнами в пластинах, лежащих на упругих основаниях. Рассмотрены две задачи: в двумерной постановке рассматривается мембрана (тонкая пластина с исчезающе малой жесткостью на изгиб [5]), по которой распространяется линейная поперечная волна; в одномерной постановке рассматривается пластина, лежащая на нелинейно-упругом основании, в которой распространяется плоская сдвиговая волна.

Поперечные волны в мембране, лежащей на линейно-упругом основании

С точки зрения аналитической механики мембрана, совершающая поперечные колебания, принадлежит к классу систем, имеющих лагранжиан вида: $L = L(u, u_t, u_x, u_y)$ и описываемых уравнением динамики:

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial L}{\partial u_t}\right) + \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial L}{\partial u_x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial L}{\partial u_y}\right) - \frac{\partial L}{\partial u} = 0. \quad (1)$$

Здесь $u(x, y, t)$ – обобщенная координата, в качестве которой выбрано поперечное перемещение частиц мембраны, индексами x, y, t обозначены частные производные по пространственным координатам и времени, соответственно.

Для мембраны лагранжиан, задаваемый как разность плотностей кинетической (W_k) и потенциальной (W_Π) энергий, имеет вид:

$$L = \frac{1}{2}\left(\rho u_t^2 - N\left(u_x^2 + u_y^2\right) - hu^2\right), \quad (2)$$

где $W_k = \frac{1}{2}\rho u_t^2$, $W_\Pi = \frac{1}{2}\left(N\left(u_x^2 + u_y^2\right) + hu^2\right)$.

Здесь введены обозначения: ρ – плотность материала, из которого изготовлена мембрана; h – коэффициент, характеризующий жесткость основания; N – натяжение.

Подставляя (2) в (1), получим уравнение колебаний мембраны, лежащей на упругом основании Винклера:

$$\rho u_{tt} - N u_{xx} - N u_{yy} + hu = 0\,. \quad (3)$$

Задавая решение уравнения (3) в виде бегущей гармонической волны

$$u(x, y, t) = Ae^{i(\omega t - k_x x - k_y y)} + A^* e^{-i(\omega t - k_x x - k_y y)}, \quad (4)$$

где A – комплексная амплитуда; k_x, k_y – компоненты волнового вектора; ω – частота волны, получим дисперсионное уравнение:

$$-\omega^2 + c^2 {k_x}^2 + c^2 {k_y}^2 + \frac{h}{\rho} = 0\,, \quad (5)$$

где $c = \sqrt{N/\rho}$ – скорость распространения возмущений при отсутствии упругого основания;

Далее находим как частота связана с компонентами волнового вектора

$$\omega = \pm\sqrt{c^2\left({k_x}^2 + {k_y}^2\right) + \frac{h}{\rho}}\,. \quad (6)$$

Из последнего соотношения видно, что искомая связь нелинейна, следовательно, поперечные волны в мембране, лежащей на упругом основании, обладают дисперсией. При этом наличие упругого основания приводит к существованию критической частоты $\omega_{kp} = \sqrt{h/\rho}$ (частота отсечки), при превышении которой колебания мембраны носят волновой характер. Волны распространяются в двух направлениях (на что указывают знаки перед радикалом).

Соотношение (6) позволяет вычислить фазовую и групповую скорости поперечной волны.

Фазовая скорость гармонической волны – это скорость перемещения в пространстве точки, в которой фаза остается постоянной [6].

Компоненты вектора фазовой скорости задаются соотношениями:

$$v_{ф(x)} = \frac{\omega}{k_x} = \frac{\sqrt{c^2\left(k_x{}^2 + k_y{}^2\right) + \omega_{kp}^2}}{k_x}\ , \tag{7}$$

$$v_{ф(y)} = \frac{\omega}{k_y} = \frac{\sqrt{c^2\left(k_x{}^2 + k_y{}^2\right) + \omega_{kp}^2}}{k_y}\ . \tag{8}$$

Групповая скорость – это скорость движения группы волн, которые образуют в каждый момент времени локализованный в пространстве волновой пакет [6].

Компоненты вектора групповой скорости задаются соотношениями:

$$v_{гр(x)} = \frac{d\omega}{dk_x} = \frac{c^2 k_x}{\sqrt{c^2\left(k_x{}^2 + k_y{}^2\right) + \omega_{kp}^2}}\ , \tag{9}$$

$$v_{гр(y)} = \frac{d\omega}{dk_y} = \frac{c^2 k_y}{\sqrt{c^2\left(k_x{}^2 + k_y{}^2\right) + \omega_{kp}^2}}\ . \tag{10}$$

Из (7) – (10) можно определить: как для мембраны компоненты вектора групповой скорости связаны с компонентами вектора фазовой скорости. Эта связь выглядит следующим образом:

$$v_{гр(x)} = \frac{c^2 k_x{}^2}{c^2\left(k_x{}^2 + k_y{}^2\right) + \omega_{kp}^2} v_{ф(x)}\ , \tag{11}$$

$$v_{гр(y)} = \frac{c^2 k_y{}^2}{c^2\left(k_x{}^2 + k_y{}^2\right) + \omega_{kp}^2} v_{ф(y)}\ . \tag{12}$$

Заметим, что групповая скорость меньше фазовой при любых значениях параметров, входящих в (11) и (12), а, это значит, что более длинные волны распространяются быстрее более коротких. Такой случай называют нормальной дисперсией.

Для систем, принадлежащих к классу $L = L\left(u, u_t, u_x, u_y\right)$, уравнение переноса энергии запишется в виде:

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial L}{\partial u_t} u_t - L\right) + \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial L}{\partial u_x} u_t\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial L}{\partial u_y} u_t\right) = 0, \tag{13}$$

которое удобно переписать в виде уравнения Умова – Пойнтинга [7]

$$\frac{\partial W}{\partial t} + \frac{\partial S_x}{\partial x} + \frac{\partial S_y}{\partial y} = 0, \tag{14}$$

где $\vec{S} = \left(S_x, S_y\right)$ – вектор плотности потока энергии, W – плотность энергии, связанные с лагранжианом формулами:

$$W = \frac{\partial L}{\partial u_t} u_t - L\ , \tag{15}$$

$$S_x = \frac{\partial L}{\partial u_x} u_t, \tag{16}$$

$$S_y = \frac{\partial L}{\partial u_y} u_t\ . \tag{17}$$

Для изучаемой мембраны соотношения (15) – (17) перепишутся в виде:

$$W = \frac{1}{2}\left(\rho u_t^2 + N\left(u_x^2 + u_y^2\right) + hu^2\right), \tag{18}$$

$$S_x = \frac{\partial L}{\partial u_x} u_t = -N u_x u_t \ , \tag{19}$$

$$S_y = \frac{\partial L}{\partial u_y} u_t = -N u_y u_t \ . \tag{20}$$

Для ответа на вопрос: с какой скоростью переносится энергия поперечных волн, распространяющихся в мембране, лежащей на упругом основании Винклера, кроме плотности энергии (18) и компонент плотности потока энергии (19), (20), нужно знать средние за период гармонической волны значения этих величин, поскольку скорость переноса энергии определятся как

$$\overrightarrow{v_{\text{эн}}} = \frac{\langle \vec{S} \rangle}{\langle W \rangle}, \tag{21}$$

где $\langle S_x \rangle = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} S_x \, d(\theta)$, $\langle S_y \rangle = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} S_y \, d(\theta)$, $\langle W \rangle = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} W \, d(\theta)$,

$\theta = \omega t - k_x x - k_y y$ – фаза бегущей гармонической волны.

Чтобы воспользоваться формулой (21), подставляем решение в виде (4), вычислив необходимые производные и произведя усреднение. Получим:

$$v_{\text{эн}(x)} = \frac{\langle S_x \rangle}{\langle W \rangle} = \frac{2Nk_x\omega}{\rho\omega^2 + Nk_x^2 + Nk_y^2 + h} = \frac{Nk_x}{\sqrt{\rho\left(N\left({k_x}^2 + {k_y}^2\right) + h\right)}} \ , \tag{22}$$

$$v_{\text{эн}(y)} = \frac{\langle S_y \rangle}{\langle W \rangle} = \frac{2Nk_y\omega}{\rho\omega^2 + Nk_x^2 + Nk_y^2 + h} = \frac{Nk_y}{\sqrt{\rho\left(N\left({k_x}^2 + {k_y}^2\right) + h\right)}}. \tag{23}$$

Здесь $\langle S_x \rangle = 2Nk_x\omega|A|^2$, $\langle S_y \rangle = 2Nk_y\omega|A|^2$, $\langle W \rangle = |A|^2\left(\rho\omega^2 + Nk_x^2 + \right.$ $\left. + Nk_y^2 + h\right)$, $|A|^2 = AA^*$.

Сравним (22), (23) с компонентами групповой скорости (9), (10), предварительно преобразовав последние

$$v_{\text{гр}(x)} = \frac{c^2 k_x}{\sqrt{c^2\left({k_x}^2 + {k_y}^2\right) + \omega_{kp}^2}} = \frac{Nk_x}{\sqrt{\rho\left(N\left({k_x}^2 + {k_y}^2\right) + h\right)}} \ , \tag{24}$$

$$v_{\text{гр}(y)} = \frac{c^2 k_y}{\sqrt{c^2\left({k_x}^2 + {k_y}^2\right) + \omega_{kp}^2}} = \frac{Nk_y}{\sqrt{\rho\left(N\left({k_x}^2 + {k_y}^2\right) + h\right)}} \ , \tag{25}$$

Из (22), (24) и (23), (25) легко заметить, что

$$v_{\text{гр}(x)} = v_{\text{эн}(x)} \ , \qquad v_{\text{гр}(y)} = v_{\text{эн}(y)} \ .$$

Итак, в линейном случае энергия переносится со скоростью движения волнового пакета – групповой скоростью волн. Скорость переноса энергии и групповая скорость волн зависят от компонент волнового вектора k_x , k_y и частоты колебаний ω и не зависят от амплитуды колебаний *A*.

Плоские сдвиговые волны в пластине, лежащей на нелинейно-упругом основании

С точки зрения аналитической механики исследуемый объект принадлежит к классу систем, имеющих лагранжиан вида: $L = L(u, u_t, u_x)$, описываемый уравнением динамики (1) при $\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial L}{\partial u_y}\right) = 0$, поскольку в этом случае $u = u(x, t)$.

Подставляя лагранжиан

$$L = \frac{1}{2}(\rho u_t^2 - G u_x^2 - h_1 u^2 - h_2 u^4), \tag{26}$$

где G – модуль сдвига; h_1 и h_2 – коэффициенты, характеризующие жесткость нелинейно-упругого основания; u – поперечное перемещение (в направлении оси oy) срединной плоскости пластины, получим уравнение, описывающее плоскую сдвиговую волну

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - G \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + h_1 u + 2h_2 u^3 = 0. \tag{27}$$

Задавая решение уравнения (27) в виде бегущей гармонической волны (3) при $k_x = k, k_y = 0$, получим нелинейное дисперсионное уравнение:

$$-\rho\omega^2 + Gk^2 + h_1 + 4h_2|A|^2 = 0. \tag{28}$$

Выразим из уравнения (28) частоту:

$$\omega = \sqrt{\frac{Gk^2 + h_1 + 4h_2|A|^2}{\rho}}. \tag{29}$$

Заметим, что в отличии от линейной задачи в нелинейной задаче частота ω зависит от амплитуды волны A.

Пользуясь формулой (29), найдем фазовую и групповую скорости:

$$v_{\text{ф}} = \frac{1}{k}\sqrt{\frac{Gk^2 + h_1 + 4h_2|A|^2}{\rho}}, \tag{30}$$

$$v_{\text{гр}} = \frac{Gk\sqrt{Gk^2 + h_1 + 4h_2|A|^2}}{\sqrt{\rho}(Gk^2 + h_1 + 4h_2|A|^2)}. \tag{31}$$

Для того чтобы определить вид дисперсии, необходимо найти отношение этих скоростей:

$$\frac{v_{\text{ф}}}{v_{\text{гр}}} = \frac{Gk^2 + h_1 + 4h_2|A|^2}{Gk^2}, \tag{32}$$

то есть

$$v_{\text{ф}} = \frac{Gk^2 + h_1 + 4h_2|A|^2}{Gk^2} v_{\text{гр}}. \tag{33}$$

Из формулы (33) следует, что фазовая скорость больше групповой скорости, а значит, дисперсия является нормальной.

Исходя из лагранжиана (26), определим среднюю плотность энергии и среднюю плотность потока энергии:

$$\langle W \rangle = |A|^2(\rho\omega^2 + Gk^2 + h_1 + 3h_2|A|^2), \tag{34}$$

$$\langle S \rangle = 2G\omega k|A|^2. \tag{35}$$

Вычислим скорость переноса энергии

$$v_{\text{эн}} = \frac{\langle S \rangle}{\langle W \rangle} = \frac{2G\omega k}{\rho\omega^2 + Gk^2 + h_1 + 3h_2|A|^2}. \tag{36}$$

Учитывая формулу (29), запишем скорость энергии в виде:

$$v_{\text{эн}} = \frac{Gk}{\sqrt{\rho}} \cdot \frac{\sqrt{Gk^2 + h_1 + 4h_2|A|^2}}{Gk^2 + h_1 + \frac{7}{2}h_2|A|^2}. \tag{37}$$

Из (37) очевидно, что скорость переноса энергии не равна групповой скорости.

Сравним групповую скорость и скорость переноса энергии волн. Найдем их отношение:

$$\frac{v_{\text{гр}}}{v_{\text{эн}}} = 1 - \frac{h_2|A|^2}{2\rho\omega^2}\,, \tag{38}$$

показывающее, что скорость переноса энергии больше групповой скорости.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие **выводы**: в нелинейной системе (27) присутствует нормальная дисперсия; скорость переноса энергии больше групповой скорости, при увеличении частоты отношение групповой скорости к скорости переноса энергии увеличивается, его предельное значение при частоте, стремящейся к бесконечности и фиксированной амплитуде, равно единице, то есть при большой частоте скорость переноса энергии и групповая скорость равны. При уменьшении частоты отношение групповой скорости к скорости переноса энергии уменьшается. При меньших частотах колебания не будут иметь волнового характера. При увеличении амплитуды колебаний значение отношения групповой скорости к скорости переноса энергии будет стремиться к 7/8, а при уменьшении амплитуды колебаний отношение этих скоростей будет стремиться к единице.

Работа выполнена в рамках государственного задания на фундаментальные научные исследования на 2021–2023 годы по теме № 0030-2021-0025.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вибрации в технике. Том 1. Колебания линейных систем / под редакцией В. В. Болотина. – Москва : Машиностроение, 1999. – 504 с. – Текст : непосредственный.
2. Расчет конструкций на упругом основании / М. И. Горбунов-Посадов, Т. А. Маликова, В. И. Соломин. – Москва : Стройиздат, 1984. – 679 с. – Текст : непосредственный.
3. Основы теории балок и плит на деформируемом основании / Н. Н. Леонтьев, А. Н. Леонтьев. Н. Н. Анохин, Д. Н. Соболев – Москва : МИСИ, 1982. – 120 с. – Текст : непосредственный.
4. Winkler E. Die Lehre von der Elastizitat und Festigkeit,. – Prague, 1867.
5. Большая российская энциклопедия. – Москва : Большая российская энциклопедия, 2012. – Том 19. – С. 704–705.
6. Физический энциклопедический словарь. – Москва : Советская энциклопедия, 1984. – 944 с. – Текст : непосредственный.
7. Задачи волновой динамики элементов конструкций : монография : в 2 частях. Часть 1 / С. И. Герасимов, В. И. Ерофеев ; ФГУП "Российский федеральный ядерный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики". – Саров : Изд-во РФЯЦ – ВНИИЭФ, 2015. – 254 с. – ISBN 978-5-9515-0278-0. – Текст : непосредственный.

EROFEEV Vladimir Ivanovich, doctor of physical and mathematical sciences, director[1], professor of the chair of theoretical, computer and applied mechanics[2], AVDEEVA Anastasiya Aleksandrovna, student[2], GROMOVA Kristina Aleksandrovna, student[2]

TRANSFER OF ENERGY BY LINEAR AND NONLINEAR SHEVER WAVES PROPAGATED IN PLATES LAYING ON ELASTIC FOUNDATIONS

[1]Mechanical Engineering Research Institute of the RAS – Branch of the "Federal Research Center A.V. Gaponov – Grekhov Institute of Applied Physics of the Russian Academy of Sciences"
85, Belinsky St., Nizhny Novgorod, 603024, Russia. Tel.: +7 (831) 432-03-00;
e-mail: erof.vi@yandex.ru
[2]National Research Lobachevsky Nizhny Novgorod State University
23, Gagarin Ave, Nizhny Novgorod, 603022, Russia. Tel.: +7 (952) 445-35-76; +7 (969) 606-12-34; e-mail: a.a.avdeeva2001@gmail.com ; KrGromova99@yandex.ru
Key words: energy transfer, wave, plate, membrane, elastic foundation.

The problems of propagation of a transverse wave in a membrane lying on an elastic foundation and on the propagation of a shear wave in a plate lying on a non-linear elastic foundation are considered. The main attention is paid to the analysis of peculiarities of energy transfer by waves in linear and nonlinear systems.

REFERENCES

1. Vibratsii v tekhnike. Tom 1. Kolebaniya lineynykh sistem [Vibrations in technology. Vol. 1. Oscillations of linear systems] / pod red. V.V. Bolotina. Moscow: Mashinostroenie. 1999. 504 p.

2. Gorbunov-Posadov M. I., Malikova T. A., Solomin V. I. Raschyot konstruktsiy na uprugom osnovanii [Calculation of structures on an elastic foundation]. Moscow: Stroiyizdat. 1984. 679 p.

3. Leontev N. N., Leontev A. N., Anokhin N. N., Sobolev D. N. Osnovy teorii balok i plit na deformiruemom osnovanii [Fundamentals of the theory of beams and slabs on a deformable foundation]. Moscow: MISI. 1982. 120 p.

4. Winkler E. Die Lehre von der Elastizitat und Festigkeit, Prague. 1867.

5. Bolshaya rossiyskaya entsiklopediya [Great Russian encyclopedia]. Moscow: Bolshaya Rossiyskaya Entsiklopediya, 2012. Vol. 19. P. 704–705.

6. Fizicheskiy entsiklopedicheskiy slovar [Physical Encyclopedic Dictionary]. Moscow: Sovetskaya entsiklopediya. 1984. 944 p.

7. Gerasimov S. I., Erofeev V. I. Zadachi volnovoy dinamiki konstruktsiy [Problems of wave dynamics of structural elements]. Ross. fed. yader. tsentr – Vseross. nauchno-issled. in-t eksperiment. Fiziki. – Sarov: Izd-vo RFYaTs – VNIIEF, 2015. 254 p. ISBN 978-5-9515-0278-0.

© В. И. Ерофеев, А. А. Авдеева, К. А. Громова, 2023
Получено: 05.04.2023 г.

УДК 539.3

В. И. ЕРОФЕЕВ, д-р физ.-мат. наук, директор[1], проф. кафедры теоретической, компьютерной и экспериментальной механики[2]; Д. А. БУТЫГИН[2], студент

ДИСПЕРСИЯ И ЗАТУХАНИЕ СДВИГОВОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ, РАСПРОСТРАНЯЮЩЕЙСЯ В ПЛАСТИНЕ, ЛЕЖАЩЕЙ НА ВЯЗКОУПРУГОМ ОСНОВАНИИ

[1]Институт проблем машиностроения РАН – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А. В. Гапонова-Грехова Российской академии наук»
Россия, 603024, г. Н. Новгород, ул. Белинского, д. 85. Тел.: (831) 432-03-00; эл. почта: erof.vi@yandex.ru
[2]ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского»
Россия, 603022, г. Н. Новгород, пр. Гагарина, д. 23. Тел.: (953) 551-54-72; эл. почта: danilbutygin3@gmail.com
Ключевые слова: пластина, вязкоупругое основание, сдвиговая волна, дисперсия, затухание.

Приводится постановка и решение задачи о распространении сдвиговой (антиплоской) волны в пластине, лежащей на вязкоупругом основании. На базе полученного решения проанализированы дисперсионные и диссипативные свойства рассматриваемой системы.

Введение

Многие элементы строительных и машиностроительных конструкций, подвергаемые поверхностной обработке (например, с целью упрочнения, повышения износостойкости), можно схематически представить в виде упругой пластины, лежащей на упругом или вязкоупругом основании [1, 2]. Знание особенностей распространения акустических волн в таких системах способствует разработке методов неразрушающего контроля качества наносимых покрытий, изменяющих свойства приповерхностных слоев конструкционных материалов [3].

В публикуемой работе исследуются особенности распространения поперечных волн в вязкоупругой пластине, лежащей на нелинейно-упругом основании.

Уравнение динамики и вывод дисперсионного уравнения

Распространение плоской сдвиговой волны в упругой пластине, лежащей на вязкоупругом основании, описывается уравнением:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{G}{\rho}\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{h}{\rho}u + \frac{\mu}{\rho}\frac{\partial u}{\partial t} = 0. \qquad (1)$$

Здесь $u(x,t)$ – поперечное перемещение частиц срединной плоскости пластины; $c_0 = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$ – скорость, с которой распространялась бы сдвиговая волна, если бы пластина не взаимодействовала с вязкоупругим основанием; G – модуль сдвига; ρ – плотность материала, из которого изготовлена пластина;

h, μ – коэффициенты, характеризующие упругие и вязкие свойства основания, соответственно.

Замены:

$$V = \frac{u}{u_0}, \xi = \frac{x}{X}, \tau = \frac{t}{T}, X^2 = c_0^2 T^2 = \frac{G\varepsilon}{h}, \frac{\mu T}{\rho} = 2\varepsilon' \quad (2)$$

приводят уравнение (1) к безразмерному виду:

$$V_{\tau\tau} - V_{\xi\xi} + \varepsilon V + 2\varepsilon' V_\tau = 0, \quad (3)$$

где индексами τ обозначены производные по безразмерному времени; ξ – по безразмерной координате; $\varepsilon < 1$, $\varepsilon' < 1$ – параметры, характеризующие упругость и вязкость внешней среды.

Будем искать решение уравнения (3) в виде гармонической волны в области $\tau > 0, \xi > 0$.

$$V = Re\left(Ae^{i(\omega\tau - k\xi)}\right), \quad (4)$$

где A – комплексная амплитуда, что позволяет получить дисперсионное уравнение (5), связывающее безразмерную частоту ω с безразмерным волновым числом k:

$$-\omega^2 + k^2 + \varepsilon + 2\varepsilon'\omega i = 0. \quad (5)$$

В общем случае k и ω являются комплексными величинами.

Анализ дисперсии и затухания волны при рассмотрении краевой задачи

Перепишем волновое число в виде:

$$k = k_1 + ik_2, \quad (6)$$

тогда решение уравнения (3) будет иметь вид:

$$V = ae^{k_2\xi}\sin(\omega\tau - k_1\xi + \varphi), \quad (7)$$

где $a = |A|$, $\varphi = \arg(A)$.

Из (7) очевидно, что при $k_2 < 0$ получим экспоненциально спадающую гармоническую волну, распространяющуюся в положительном направлении пространственной оси ξ.

Комплексному дисперсионному уравнению (5) эквивалентна система двух уравнений:

$$\begin{cases} -\omega^2 + k_1^2 - k_2^2 + 2ik_1k_2 + \varepsilon = 0, \\ k_1k_2 + \varepsilon'\omega = 0. \end{cases} \quad (8)$$

Решая систему (8), определим закон дисперсии, который задает связь между действительной частью волнового числа и частотой:

$$\omega = k_1\sqrt{\frac{k_1^2 + \varepsilon}{k_1^2 + \varepsilon'^2}}, \quad (9)$$

а также выявим частотную зависимость затухания, характеризуемого мнимой частью волнового числа

$$k_2(\omega) = -\sqrt{\frac{\left(\sqrt{\varepsilon^2 - 2\omega^2\left(\varepsilon - 2\varepsilon'^2\right) + \omega^4} + \varepsilon - \omega^2\right)}{2}}. \quad (10)$$

Частотная зависимость затухания сдвиговой волны приведена на рис. 1 цв. вклейки.

Расчеты производились при: $\varepsilon'^2 = 0{,}12$, $\varepsilon = 1$, $\varepsilon = 0{,}5$ и $\varepsilon = 0{,}1$.

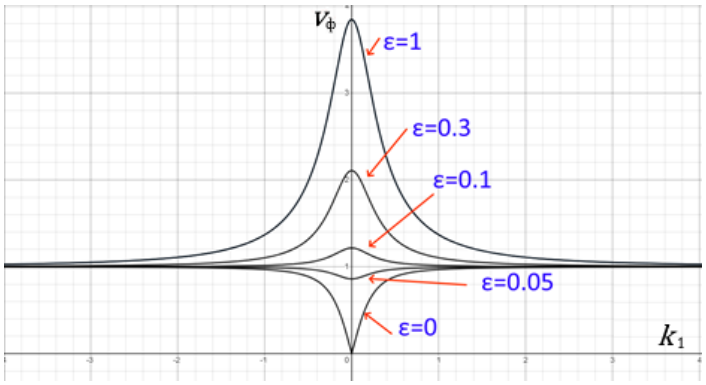


Рис. 1. Зависимость фазовой скорости сдвиговой волны от действительной части волнового числа

Закон дисперсии (9) позволяет вычислить фазовую $v_ф$ и групповую $v_{гр}$ скорости сдвиговой волны:

$$v_ф = \frac{\omega}{k_1} = \sqrt{\frac{k_1^2 + \varepsilon}{k_1^2 + \varepsilon'^2}}\,. \tag{11}$$

$$v_{гр} = \frac{d\omega}{dk_1} = \frac{\varepsilon\varepsilon'^2 + 2\varepsilon'^2 k_1^2 + k_1^4}{\left(\varepsilon'^2 + k_1^2\right)^{\frac{3}{2}}\sqrt{\varepsilon + k_1^2}}\,. \tag{12}$$

График зависимости $v_ф(k_1)$, построенный при $\varepsilon'^2 = 0{,}0676$, и при разных ε приведен на рис. 1. При изменении ε'^2 график качественно не меняется.

График зависимости $v_{гр}(k_1)$, построенный при $\varepsilon = 0.34$ и при разных ε'^2, приведен на рис. 2 цв. вклейки. При изменении ε график качественно не меняется.

Соотношение фазовой и групповой скоростей определяется формулой:

$$\frac{v_{гр}}{v_ф} = 1 + \frac{k_1^2\left(\varepsilon'^2 - \varepsilon\right)}{\varepsilon\varepsilon'^2 + k_1^4 + k_1^2(\varepsilon'^2 + \varepsilon)} \le 1\,. \tag{13}$$

Из (13) видно, что $\frac{v_{гр}}{v_ф} < 1$, т. е. дисперсия нормальная при $\varepsilon'^2 \le \varepsilon$ (упругость внешней среды преобладает над вязкостью), и $\frac{v_{гр}}{v_ф} > 1$, т. е. дисперсия аномальная при $\varepsilon'^2 > \varepsilon$ (вязкость внешней среды преобладает над упругостью).

Дисперсионный анализ задачи Коши

Перепишем частоту в виде:

$$\omega = \omega_1 + i\omega_2. \tag{14}$$

Тогда из уравнения (5) получим

$$\omega = \pm\sqrt{\varepsilon - \varepsilon'^2 + k^2} + i\varepsilon', \text{ при } \varepsilon'^2 - \varepsilon - k^2 < 0.$$

Решение уравнения (3) будет иметь вид:

$$V = ae^{-\varepsilon'\tau}\sin(\omega_1\tau - k_1\xi + \varphi). \tag{15}$$

Очевидно, что сдвиговая волна (15) является экспоненциально спадающей. Ее фазовая скорость задается выражением (рис. 2):

$$v_ф = \pm\frac{\sqrt{\varepsilon - \varepsilon'^2 + k^2}}{k}\,. \tag{16}$$

К СТАТЬЕ В. И. ЕРОФЕЕВА, Д. А. БУТЫГИНА
«ДИСПЕРСИЯ И ЗАТУХАНИЕ СДВИГОВОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ, РАСПРОСТРАНЯЮЩЕЙСЯ В ПЛАСТИНЕ, ЛЕЖАЩЕЙ НА ВЯЗКОУПРУГОМ ОСНОВАНИИ»

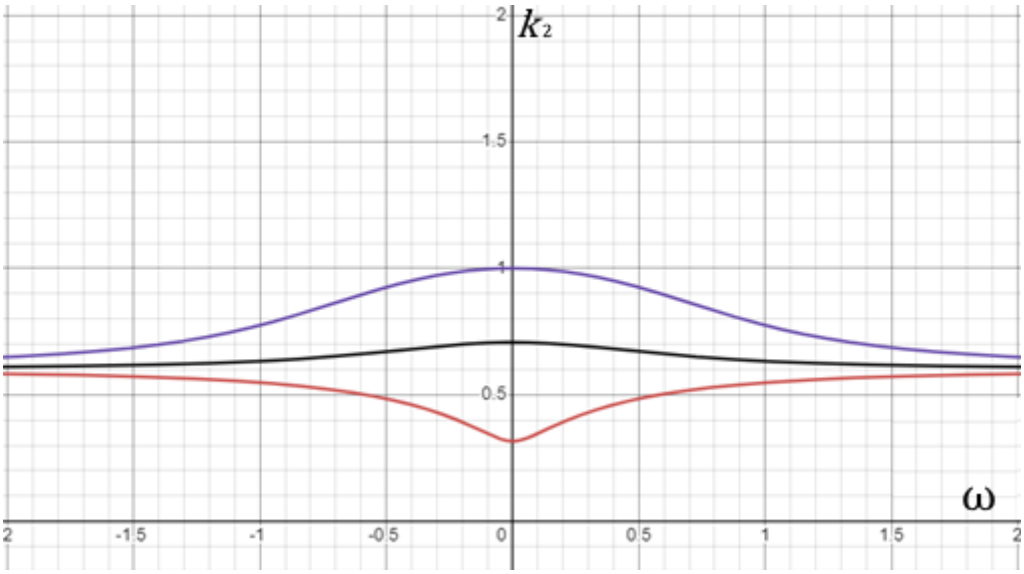


Рис. 1. Частотная зависимость затухания сдвиговой волны

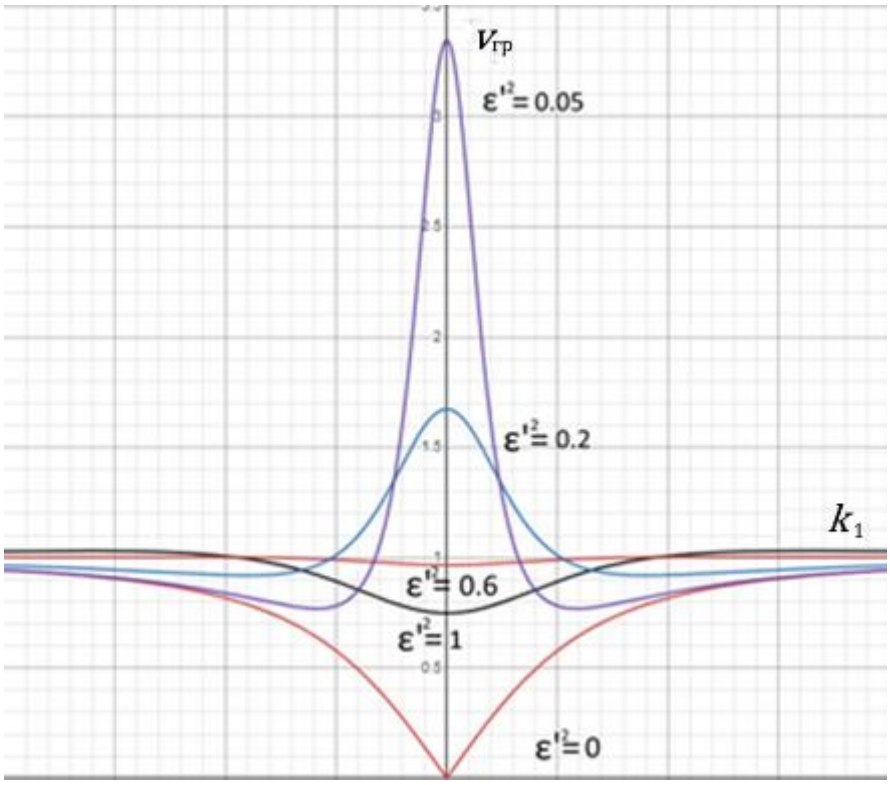


Рис. 2. Зависимость групповой скорости сдвиговой волны от действительной части волнового числа

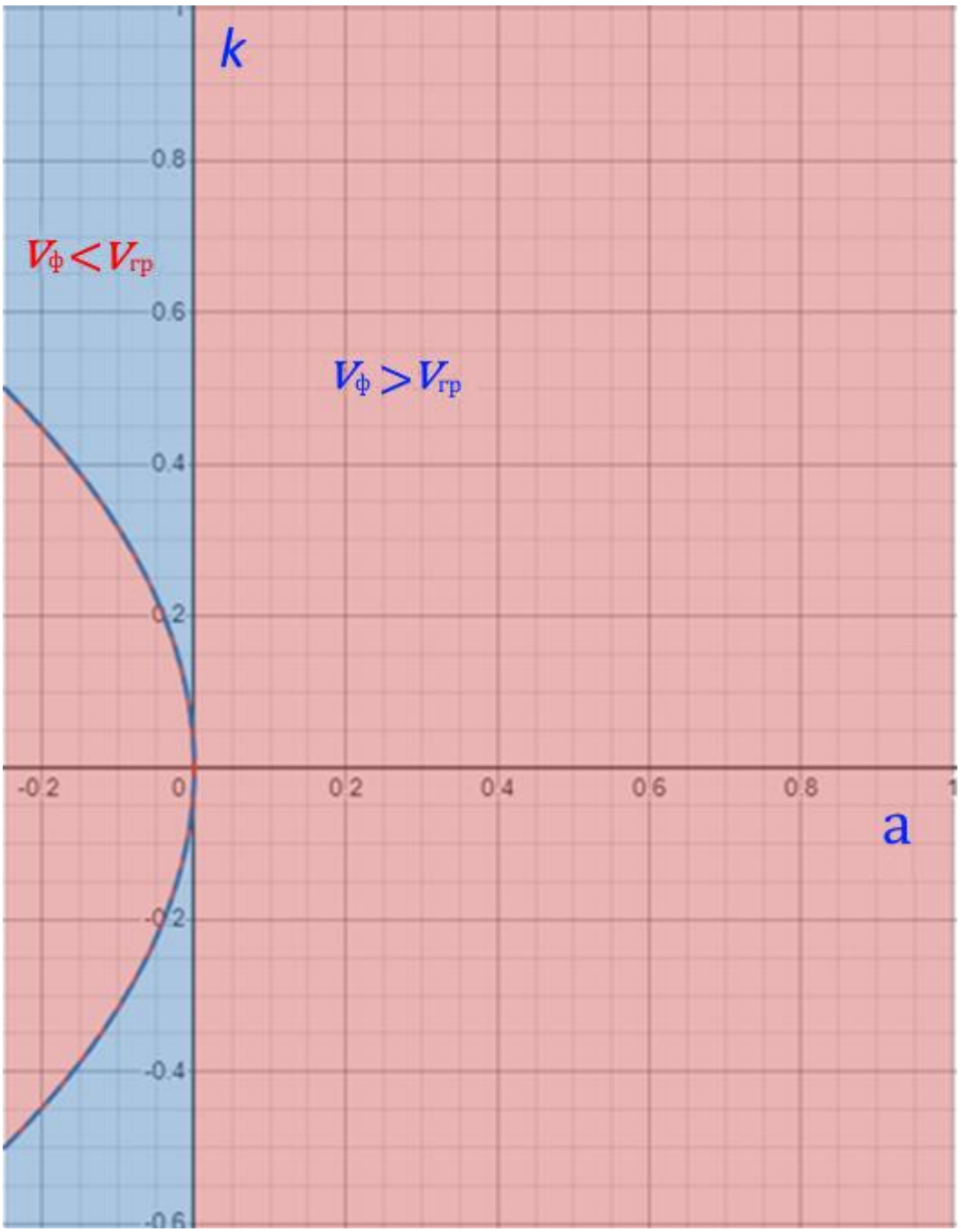


Рис. 3. Область параметров *k*(a)

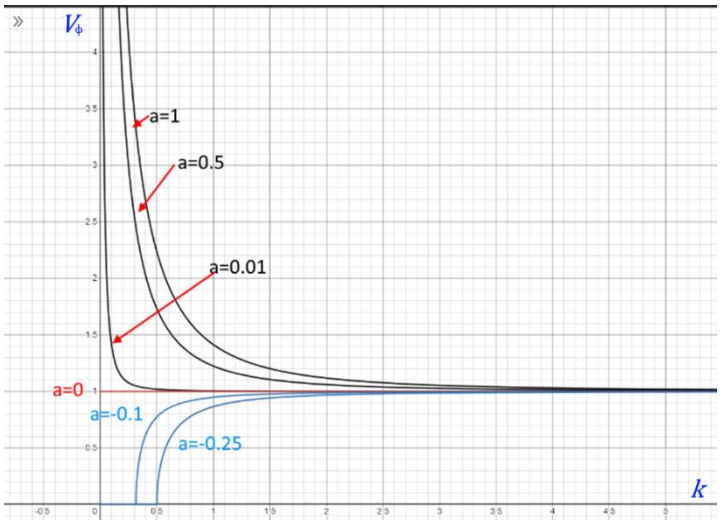


Рис. 2. Зависимость фазовой скорости сдвиговой волны от волнового числа

Для вычисления групповой скорости воспользуемся формулой Релея [4]:

$$v_{гр} = v_ф + \frac{dv_ф}{dk}k$$

и равна (рис. 3):

$$v_{гр} = \frac{k}{\sqrt{\varepsilon - \varepsilon'^2 + k^2}}. \qquad (17)$$

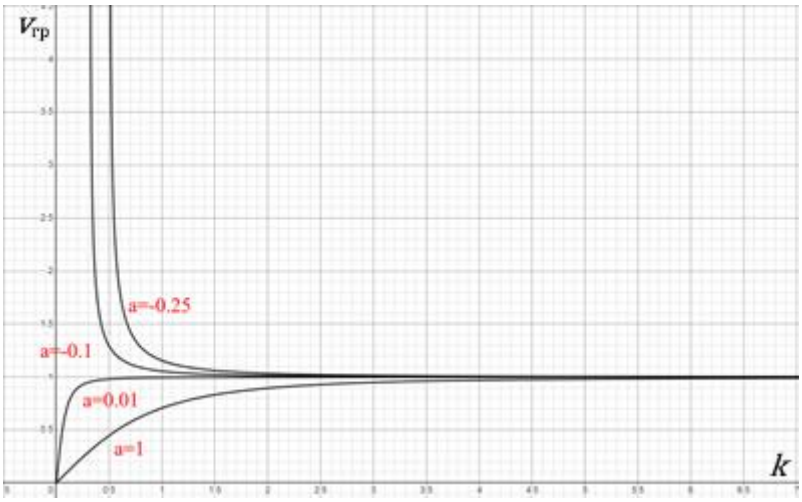


Рис. 3. Зависимость групповой скорости сдвиговой волны от волнового числа

При построении графиков для удобства введен параметр $a = \varepsilon - \varepsilon'^2$, заметим, что $-\frac{1}{4} < a < 1$.

Соотношение фазовой и групповой скоростей определяется формулой:

$$\frac{v_{гр}}{v_ф} = 1 - \frac{a}{a+k^2}.$$

На рис. 3 цв. вклейки представлен график области параметров $k(\mathrm{a})$. Красным выделена область нормальной дисперсии, синим – область аномальной дисперсии.

Заключение

В данной работе в качестве объекта исследования выбрана совершающая поперечные антиплоские колебания пластина, лежащая на вязкоупругом основании. Для бесконечной пластины, при отсутствии внешних сил, решение полученного уравнения отыскивается в виде бегущей гармонической волны, что позволяет получить дисперсионное уравнение, связывающее частоту с волновым числом алгебраическим уравнением с комплексными коэффициентами. Считая волновое число (или частоту) комплексной величиной, находим решение дисперсионного уравнения, т. е. закон дисперсии. Знание закона дисперсии позволяет вычислить фазовую и групповую скорости поперечной волны, представляющей собой бегущее возмущение, затухающее по гармоническому закону.

Работа выполнена в рамках государственного задания на фундаментальные научные исследования на 2021–2023 годы по теме № 0030-2021-0025.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лисовский, А. Л. Лазерное упрочнение штампового инструмента / А. Л. Лисовский, И. В. Плетенев. – Текст : непосредственный // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2008. – № 3(20). – С. 90–99.

2. Войтович, О. Н. Исследование влияния параметров лазерной термообработки на свойства упрочненных поверхностных слоев / О. Н. Войтович, И. О. Сокоров. – Текст : непосредственный // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2013. – № 2 (39). – С. 6–14.

3. Углов, А. Л. Акустический контроль при изготовлении и эксплуатации / А. Л. Углов, В. И. Ерофеев, А. Н. Смирнов. – Москва : Наука, 2009. – 280 с. – ISBN 978-5-02-035764-8. – Текст : непосредственный.

4. Рабинович, М. И. Введение в теорию колебаний и волн / М. И. Рабинович, Д. И. Трубецков. – Москва : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». – 2000. – 560 с. – ISBN 5-93972-012-9. – Текст : непосредственный.

EROFEEV Vladimir Ivanovich, doctor of physical and mathematical sciences, director[1], professor of the chair of theoretical, computer and applied mechanics[2], BUTYGIN Daniil Alekseevich, student[2]

DISPERSION AND ATTENUATION OF A SHEAR ACOUSTIC WAVE PROPAGATING IN A PLATE LAYING ON A VISCOELASTIC FOUNDATION

[1]Mechanical Engineering Research Institute of the RAS – Branch of “Federal Research Center A.V. Gaponov – Grekhov Institute of Applied Physics of the Russian Academy of Sciences”
85, Belinsky St., Nizhny Novgorod, Russia. Tel.: +7(831) 432-03-00;
e-mail: erof.vi@yandex.ru
[2]National Research Lobachevsky Nizhny Novgorod State University
23, Gagarin Ave, Nizhny Novgorod, 603022, Russia. Tel.: +7(953) 551-54-72;
e-mail: danilbutygin3@gmail.com
Key words: plate, viscoelastic foundation, shear wave, dispersion, attenuation.

The article deals with the statement and solution of the problem of propagation of a shear (antiplane) wave in a plate lying on a viscoelastic foundation. Based on the obtained solution, the dispersion and dissipative properties of the system under consideration are analyzed.

REFERENCES

1. Lisovsky A. L., Pletenev I. V. Lazernoe uprochnenie shtampovogo instrumenta [Laser hardening of press tools] // Vestnik Belorussko-Rossiyskogo Universiteta [Bulletin of the Belarusian – Russian University]. – 2008. – № 3(20). – P. 90–99.

2. Voytovich O. N., Sokorov I. O. Issledovanie vliyaniya parametrov lazernoy termoobrabotki na svoystva uprochnyonnykh poverkhnostnykh sloyov [The research into the influence of laser thermal processing parameters on the properties of strengthened surface layers] // Vestnik Belorussko-Rossiyskogo Universiteta [Bulletin of the Belarusian – Russian University]. – 2013. – № 2(39). – P. 6–14.

3. Uglov A. L., Erofeev V. I., Smirnov A. N. Akusticheskiy kontrol pri isgotovlenii i ekspluatatsii [Acoustic control during manufacture and operation]. Moscow: Nauka. 2009. 280 p. – ISBN 978-5-02-035764-8.

4. Rabinovich M. I., Trubetskov D. I. Vvedenie v teoriyu kolebaniy i voln [Introduction to the theory of oscillations and waves]. Moscow: NITz “Regulyarnaya i khaoticheskaya dinamika”. 2000. 560 p. – ISBN 5-93972-012-9.

© В. И. Ерофеев, Д. А. Бутыгин, 2023

Получено: 05.04.2023 г.

УДК 624.971: 693.564

Д. В. СТЕПАНОВ, ген. директор[1]; А. В. МАКАРОВ, зам. ген. директора[1]; Р. В. МАЕРШИН, гл. инженер проекта[1]; А. В. ВАЛОВ, ген. директор[2]; Е. С. ЗУБАНОВ, вед. инженер-проектировщик[1]; Е. Н. ОБЛЕТОВ, инженер-проектировщик[1], аспирант, асс. кафедры теории сооружений и технической механики[3]

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕНИЯ В ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННОМ РАСКОСЕ БАШНИ

[1]ООО «Союзстальконструкция»
Россия, 603155, г. Н. Новгород, ул. М. Горького, 262, оф. П250. Тел.: (831) 422-12-23; эл. почта: soyzstal@mail.ru
[2]ООО «Системы мониторинга»
Россия, 603152, г. Н. Новгород, ул. Ларина, 22, оф. 15; эл. почта: a_valov@mail.ru
[3]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
Ключевые слова: антенно-мачтовое сооружение, предварительное напряжение, гибкие раскосы, период колебаний, акселерометр, сейсмометр, ПО СМИК БЕССЕЛЬ.

Представлены результаты экспериментального исследования по определению зависимости периода собственных колебаний в гибком раскосе башни от преднапряжения элемента. Предложена методика по определению тяжений в предварительно напряженных раскосах антенно-мачтового сооружения.

На сегодняшний день в крупных городах РФ эксплуатируются 68 башен центрального телевещания высотой 180 и 150 м, возведенных по типовым проектам 3713КМ, 3803КМ, 38084КМ в период с 1955 по 1973 годы. Большая часть раскосов в указанных башнях выполнена из круглой стали с предварительным напряжением.

Применение гибких раскосов из круглой стали с предварительным напряжением в антенно-мачтовых сооружениях (рис. 1 цв. вклейки) продиктовано рядом причин. Во-первых, можно получить существенную экономию стали в сравнении с типовыми сечениями (круглые трубы, уголки); во-вторых, это снижение ветровой нагрузки на ствол конструкции; в-третьих, увеличение жесткости конструкции на изгиб [1, 2]. Недостатками данного решения являются: увеличение трудоемкости сборки конструкции (нагрев раскосов до требуемой температуры замыкания или изготовление стяжных муфт), перераспределение внутренних усилий в поясах и распорках конструкции, а также изменение предварительного напряжения при длительном сроке эксплуатации сооружения.

Приведенные объекты находятся в эксплуатации 50-70 лет. Отсутствует информация как о монтажных натяжениях в раскосах, так и фактических действующих на данный момент.

Получение информации о реальных преднапряжениях в раскосах является важным этапом проведения технического обследования сооружения, без которого невозможно корректно выполнить поверочный расчет эксплуатируемой

К СТАТЬЕ Д. В. СТЕПАНОВА, А. В. МАКАРОВА, Р. В. МАЕРШИНА, А. В. ВАЛОВА, Е. С. ЗУБАНОВА, Е. Н. ОБЛЕТОВА «МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕНИЯ В ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННОМ РАСКОСЕ БАШНИ»

Рис. 1. Фрагмент башенной конструкции высотой 180 м. Раскосы выполнены из круглой стали с преднапряжением 400 – 900 кг/см^2

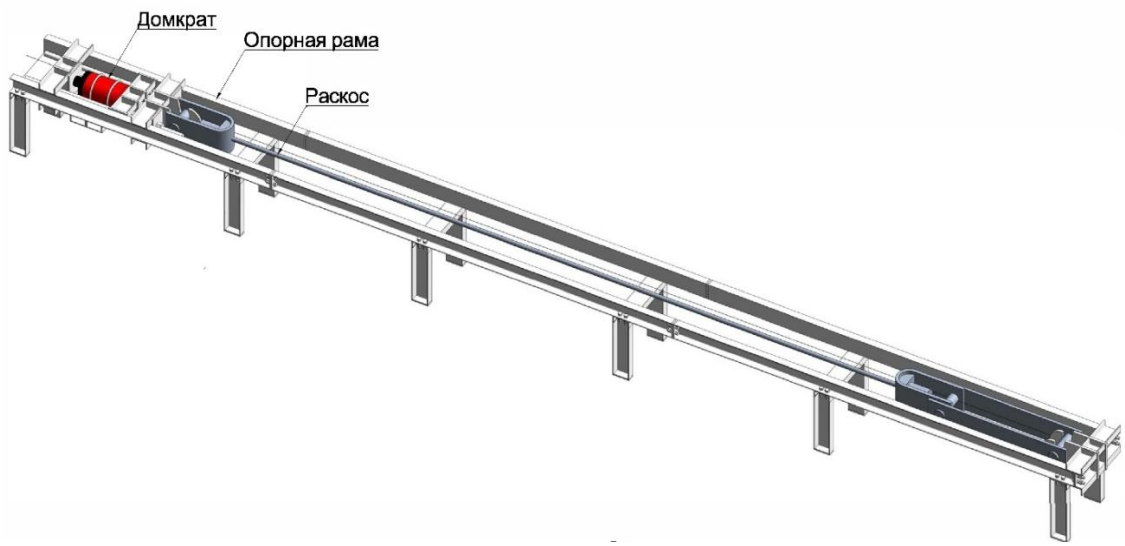


Рис. 2. Принципиальная схема стенда для эксперимента

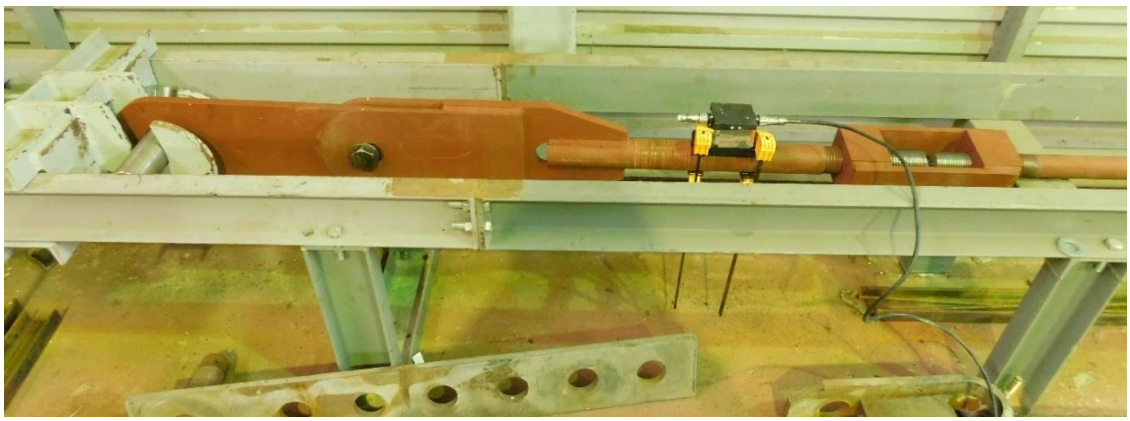


Рис. 3. Шарнирное закрепление раскоса на испытательном стенде

Рис. 4. Жесткое закрепление раскоса на испытательном стенде

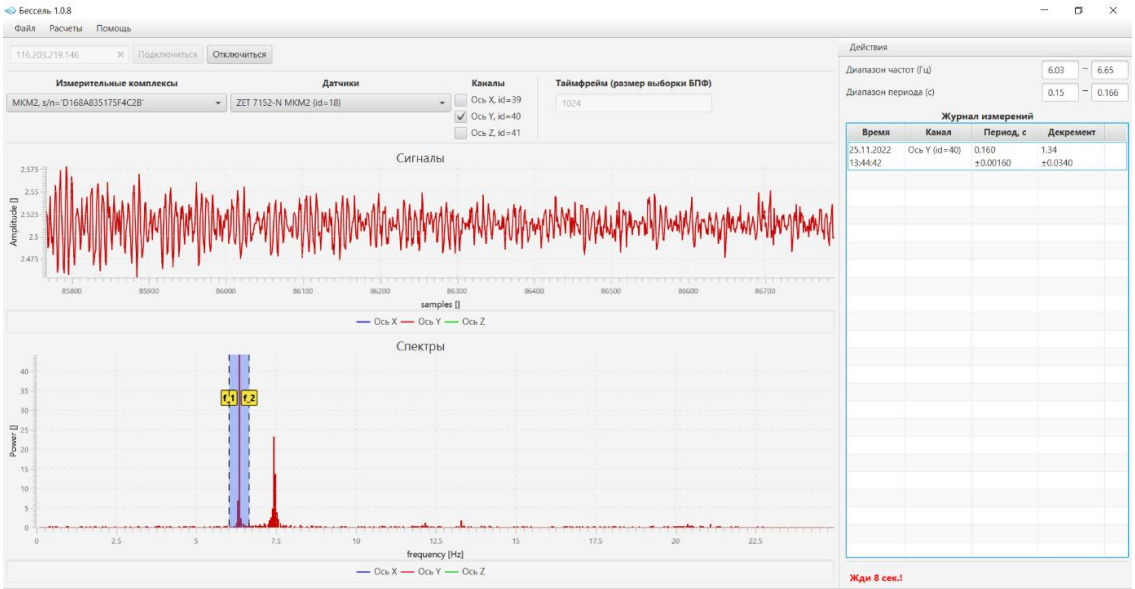


Рис. 5. Определение периода собственных колебаний раскоса при тяжении 8 тс по средствам датчиков и ПО СМИК БЕССЕЛЬ

конструкции и присвоить объекту категорию технического состояния, так как в зависимости от начального преднапряжения раскосов результаты поверочного расчета для отдельных элементов конструкции могут отличаться более чем на 30 %.

Теоретические и экспериментальные исследования зданий и сооружений на динамические воздействия были начаты в СССР в начале 60-х годов прошлого века. Это было продиктовано массовым строительством жилых и общественных зданий в городах, расположенных в районах с высокой сейсмической активностью, а также в связи со строительством уникальных и ответственных сооружений в тех же районах (высокие плотины, атомные электростанции, другие промышленные объекты).

Большой вклад в развитие теоретических и экспериментальных методов динамических исследований зданий и сооружений внесли Айзенберг Я. Н., Варданян Г. С., Калиберда Н. В, Мондрус В. Л., Пуховский А. Б., Селезнев Г. С., Шапиро Г. А. и др.

Исследование динамических параметров эксплуатируемых зданий и сооружений на сегодняшний день по-прежнему является актуальной задачей, что подтверждается большим количеством публикаций в этой области [3–6]. Публикация [7] посвящена проведению мониторинга технического состояния антенно-мачтовых сооружений в процессе технического переоснащения объекта. Проведен анализ изменения динамических параметров в процессе контроля технического состояния при разгрузке и нагружении антенного оборудования на примере реального объекта в реальном режиме времени.

Однако работы предлагают анализ колебаний и вибраций строительных конструкций в целом. Данная статья отражает применение накопленного опыта для измерения динамических параметров отдельных конструктивных элементов стального башенного сооружения.

Данное исследование, направленное на разработку методики по определению действующих тяжений в преднапряженных раскосах антенно-мачтовых сооружений, является актуальным, своевременным, отвечающим на запросы собственников и проектировщиков, а также имеющим практическую ценность.

Тяжение в гибком раскосе конструкции – усилие натяжения, численно равное равнодействующей нормальных напряжений, возникающих в сечении элемента под действием нагрузок, включая предварительное натяжение.

В качестве объекта исследования выступает гибкий раскос телевизионной башни H = 180 м (рис. 1), изготовленный по типовому проекту 34084КМ. Раскос закреплен на испытательном стенде (рис. 2 цв. вклейки) в двух вариантах: шарнирно и условно жестко (рис. 3, 4 цв. вклейки).

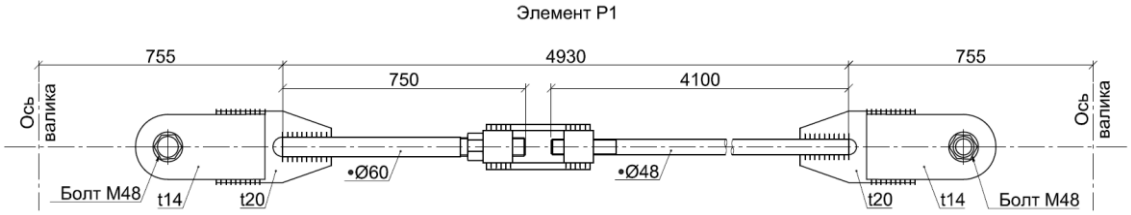


Рис. 1. Объект исследования

Порядок проведения эксперимента следующий: на установленный в испытательном стенде раскос закрепляются трехосевой акселерометр и трехосевой сейсмометр (далее – датчики) на краю и в середине пролета, затем датчики подключаются к удаленному серверу для фиксации динамических параметров; ручным гидравлическим насосом с манометром и домкратом задается поэтапное нагружение раскоса с шагом 1 тонна; на каждом этапе ударом по раскосу инициируется колебание и в режиме реального времени фиксируется период собственных колебаний элемента по средствам специализированного ПО СМИК БЕССЕЛЬ, разработанного ООО «Союзстальконструкция» и ООО «Системы мониторинга», (рис. 5 цв. вклейки) в соответствии с требованиями ГОСТ 34081-2017 [8].

Для верификации результатов эксперимента в ПВК *SCAD Office* 21 была создана стержневая модель раскоса, приложены действующие нагрузки (собственный вес и вес датчиков) и определены периоды собственных колебаний при различных преднапряжениях элемента в рамках модального анализа [9].

Согласно методики измерения тяжений в оттяжках мачты, предложенной Савицким Г. А. [2], тяжение в струне определяют по формуле:

$$P = \frac{(2nl)^2\rho}{t^2}, \quad (1)$$

где n – число отражений от другого конца струны; l – длина струны, м; t – время, с; ρ – погонная плотность струны, кг $\cdot$ с^2/м^2 [2, с. 156].

Выражая время t, определяем периоды собственных колебаний раскоса при различных тяжениях. Соответственно: n принято равным 1 (время t будет равно периоду одного колебания); l – расстояние между валиками закрепления раскосов; P – тяжение в элементе (задается от 3 до 12 тс).

Результаты исследования представлены на графике (рис. 2).

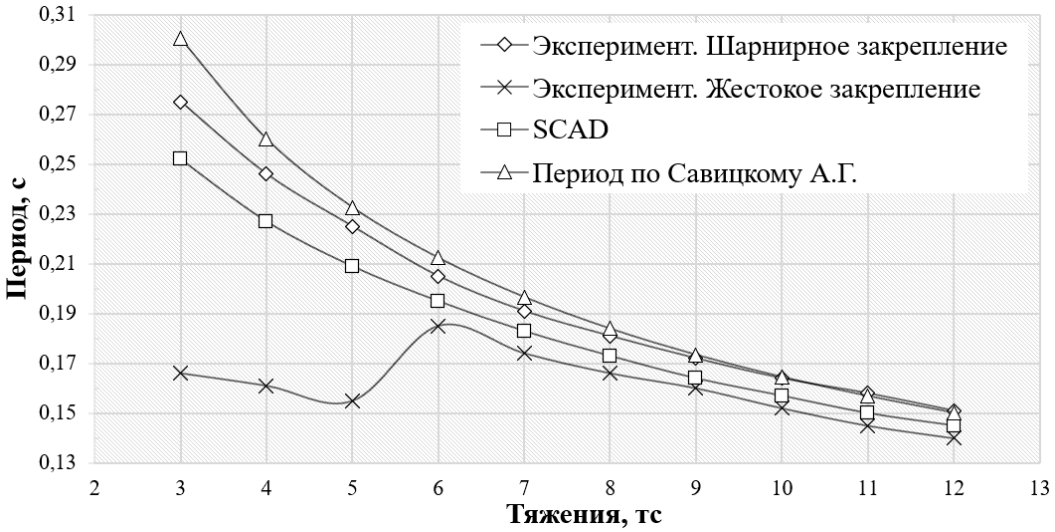


Рис. 2. График зависимости периода собственных колебаний раскоса от тяжения

Полученные результаты модельного эксперимента имеют хорошую сходимость с данными, полученными численно. В диапазоне от 6 до 12 тс предварительного натяжения погрешность не превышает 5 %. Данные тяжения являются проектными для рассмотренного конструктивного элемента. Заметное

отклонение периода колебаний раскоса, закрепленного условно жестко (диапазон от 3 до 5 тс), может быть вызвано конструктивными особенностями испытательного стенда.

При проведении испытаний было установлено, что жесткость соединения оказывает влияние на измеряемые частоты собственных колебаний. Рассмотренный жесткий узел (рис. 4 цв. вклейки) обеспечивает жесткое закрепление в горизонтальной плоскости и шарнирное закрепление в вертикальной плоскости, что соответствует фактическому узлу закрепления раскоса на башне согласно проекту 34084КМ. На спектре (рис. 5 цв. вклейки) отчетливо видны две частоты, соответствующие шарнирному и жесткому закреплению раскоса. При анализе и сравнении результатов использовались значения частот колебаний в шарнирной плоскости закрепления раскоса.

В ходе эксперимента установлено, что место установки датчика на раскосе не влияет на определяемые динамические параметры.

Предлагаемая методика определения тяжения в предварительно напряженном раскосе башни включает следующие этапы:

1. Обеспечение свободного колебания раскоса (открепление сторонних элементов: подвески, кабели, светотехническое оборудование и пр.).
2. Установка датчика на раскосе.
3. Подключение прибора к удаленному серверу.
4. Возбуждение колебания элемента.
5. Фиксирование динамических параметров колебания.
6. Повторное выполнение п. 4 и п. 5 (3-5 наблюдений).
7. Обработка результатов. Определение тяжения.
8. Оформление протокола по результатам измерения тяжений во всех преднапряженных элементах конструкции.

Предложенная методика дает возможность определять фактические тяжения в эксплуатируемых конструкциях и выполнять их контроль, что является решающим фактором для присвоения категории технического состояния сооружению.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Павловский, В. Ф. Стальные башни. Проектирование и монтаж / В. Ф. Павловский, М. П. Кондра. – Киев : Будівельник, – 1979. – 200 с. – Текст : непосредственный.

2. Савицкий, Г. А. Основы расчета радиомачт. Статика и динамика / Г. А. Савицкий. – Москва : Связьиздат, – 1953. – 276 с. – Текст : непосредственный.

3. Estimation of wind load pulsation coefficients on the long-span roof of sport entertainment facility / P. A. Khazov, B. B. Lampsi, T. S. Tsvetkova, E. S. Boriskina // Privolzhsky Scientific Journal. – 2021. – № 2 (58). – P. 16–25.

4. Хазов, П. А. Анализ экономической эффективности систем адаптивной сейсмозащиты на примере железобетонного рамного здания / П. А. Хазов, Е. Н. Григорьева, А. К. Ситникова. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2022. – № 2 (62). – С. 37–50.

5. Сравнение динамических расчетных моделей при определении частот и форм собственных колебаний большепролетной стальной фермы покрытия здания велодрома / П. А. Хазов, Н. И. Молодушная, Б. Б. Лампси (мл.) и [др.]. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, – 2019. – № 2. – С. 16–24.

6. Мониторинг вибросостояния здания плотной городской застройки с помощью микроволнового интерферометра / В. И. Ерофеев, И. В. Шкода, Е. Н. Облетов [и др.]. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2022. – № 2 (62). – С. 9–15.

7. Валов, А. В. Контроль состояния несущих конструкций антенно-мачтового сооружения при техническом переоснащении / А. В. Валов, А. В. Макаров, Д. В. Степанов. – Текст : непосредственный // Промышленное и гражданское строительство. – 2022. – № 2. – С. 14–16.

8. ГОСТ 34081-2017. Здания и сооружения. Определение параметров основного тона собственных колебаний : межгосударственный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 октября 2017 г. N 1449-ст : дата введения 1 ноября 2017 года. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_90914/ (дата обращения: 21.04.2023). – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф (ННГАСУ). – Текст : электронный.

9. Карпиловский, В. С. SCAD Office. Версия 21. Вычислительный комплекс SCAD++ : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям 08.03.01 и 08.04.01 "Строительство" / В. С. Карпиловский и [др.]. – Москва : СКАД СОФТ : Ассоциации строительных вузов, 2015. – 807 с. – ISBN 978-5-4323-0081-2. – Текст : непосредственный.

STEPANOV Dmitry Vladimirovich, general director[1]; MAKAROV Aleksandr Vladimirovich, deputy director general[1]; MAYORSHIN Roman Viktorovich, chief engineer of the project[1]; VALOV Andrey Viktorovich, general director[2]; ZUBANOV Evgeny Sergeevich, leading engineer-designer[1]; OBLETOV Evgeny Nikolaevich, engineer-designer[1], postgraduate student, assistant of the chair of theory of structures and technical mechanics[3].

METHODOLOGY FOR DETERMINING TENSION IN A PRESTRESSED TOWER STRUT

[1]JSC “Soyuzstalkonstruktsiya”
262, Gorky St., Nizhny Novgorod, 603155, Russia. Tel.: +7 (831) 422-12-23; e-mail: soyzstal@mail.ru
[2]JSC “Sistemy monitoringa”
22, Larin St., of. 15, Nizhny Novgorod, 603152, Russia; e-mail: a_valov@mail.ru
[3]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
Key words: antenna-mast structure, prestressing, flexible struts, oscillation period, accelerometer, seismometer, SMIC BESSEL software.

The article presents the results of an experimental study to determine the dependence of the period of natural vibrations in a flexible tower strut on the prestressing of the element. The method of determining the stresses in prestressed struts of antenna-mast structures is proposed.

REFERENCES

1. Pavlovskiy V. F., Kondra M. P. Stalnye bashni. Proektirovanie i montazh [Steel towers. Design and installation]. – Kiev : Budivelnik, 1979. – 200 p.

2. Savitskiy G. A. Osnovy raschyota radiomacht. Statika i dinamika [Fundamentals of calculation of radio masts. Statics and dynamics]. – Moscow : Svyazizdat, 1953. – 276 p.

3. Khazov P. A., Lampsi B. B., Tsvetkova T. S., Boriskina E. S. Otsenka koeffitsientov pulsatsii vetrovoy nagruzki na bolsheprolyotnoe pokrytie sportivno-zrelischnogo sooruzheniya [Estimation of wind load pulsation coefficients on the long-span roof of sport entertainment facility] / Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2021, № 2(58). – P. 16–25.

4. Khazov P. A., Grigoreva E. N., Sitnikova A. K. Analiz ekonomicheskoy effektivnosti sistem adaptivnoy seysmozaschity na primere zhelezobetonnogo ramnogo zdaniya [The economic efficiency analysis of adaptive seismic protection systems by the example of a reinforced concrete frame building]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2022, № 2(62). – P. 37–50.

5. Khazov P. A., Molodushnaya N. I., Lampsi B. B. (Jr.), et al. Sravnenie dinamicheskikh raschyotnykh modeley pri opredelenii chastot i form sobstvennykh kolebaniy bolsheprolyotnoy stalnoy fermy pokrytiya zdaniya velodroma [Comparison of dynamic computational models in determining frequencies and forms of natural vibration of the large-span steel truss of the velodrome building roofing]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2019, № 2. – P. 16–24.

6. Erofeev V. I., Shkoda I. V., Obletov E. N., et al. Monitoring vibrosostoyaniya zdaniya plotnoy gorodskoy zastroyki s pomoschyu mikrovolnovogo interferometra [Monitoring of the vibration state of a dense urban development using a microwave interferometer]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2022, № 2(62). – P. 9–15.

7. Valov A. V., Makarov A. V., Stepanov D. V. Kontrol sostoyaniya nesuschikh konstruktsiy antenno-machtovogo sooruzheniya pri tekhnicheskom pereosnaschenii [Monitoring the condition of the supporting structures of the antenna-mast structure during technical re-equipment]. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo [Industrial and civil engineering]. 2022, № 2. – P. 14–16.

8. GOST 34081-2017 Zdaniya i sooruzheniya. Opredelenie parametrov osnovnogo tona sobstvennykh kolebaniy [Buildings and structures. Determination of the parameters of the basic tone of natural vibrations]: mezhgosud. standart RF : utverzhdyon i vved. v deystvie Prikazom Fed. agentstva po tekhnich. regulirovaniyu i metrologii ot 19 oktyabrya 2017 g. № 1449-st : data vvedeniya 2017-10-01. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_90914/ (data obrascheniya: 21.04.2023). – Rezhim dostupa: KonsultantPlyus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf (NNGASU).

9. Karpilovskiy V. S., et al. SCAD Office. Versiya 21. Vychislitelny kompleks SCAD++ [SCAD Office. Version 21. SCAD++ computational complex]: uchebnoe posobie dlya studentov, obuchayuschikhsya po napravleniyam 08.03.01 i 08.04.01 "Stroitelstvo". – Moscow : SKAD SOFT : Assotsiatsiya stroitelnykh vuzov, 2015. – 807 p. ISBN 978-5-4323-0081-2.

© Д. В. Степанов, А. В. Макаров, Р. В. Маершин, А. В. Валов; Е. С. Зубанов, Е. Н. Облетов, 2023

Получено: 03.03.2023 г.

УДК 624.154.1

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

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ СВАЙ В ГОРИЗОНТАЛЬНО НАГРУЖЕННЫХ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТАХ

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

Ключевые слова: математические модели, свайные фундаменты, горизонтальные нагрузки, взаимное влияние свай, коэффициенты взаимного влияния, защемления и кустового эффекта.

Приводятся результаты исследований взаимного влияния свай в горизонтально нагруженных свайных фундаментах методом математического моделирования системы «свайный фундамент – грунтовое основание» в программном комплексе “MIDAS GTS NX”.

Сложное строение грунтовых оснований, разнообразие свойств физико-механических свойств грунтов, изменяющихся при погружении свай, зависимость этих изменений от технологии погружения свай в грунт, разнообразное расположение свай в рядах и в компактных группах, включение в работу свай низких ростверков, разнообразие нагрузок, передающихся на фундаменты, делает весьма сложными исследования взаимного влияния свай в свайных фундаментах – явления, требующего тщательного изучения.

Исследованиям взаимного влияния свай в вертикально и горизонтально нагруженных компактных группах свай посвящены работы многих специалистов [1, 3–6, 8, 9], при этом исследований взаимного влияния свай при горизонтальных нагрузках, действующих вдоль рядов свай, очень немного [2, 7].

Экспериментально установлено, что работа сваи в компактных группах и в рядах свай при горизонтальных нагрузках, действующих поперек ряда, отличается от работы одиночной сваи со свободной головой, что отражается в различной величине сопротивления свай действию горизонтальной нагрузки при одном и том же горизонтальном перемещении фундамента в уровне поверхности грунта. Так, испытаниями, выполненными в полевых условиях В. Н. Голубковым, было определено, что сопротивление отдельной сваи в компактной группе в 1,42–2,16 раза выше сопротивления одиночной сваи со свободной головой при одном и том же горизонтальном перемещении $\Delta_г$ = 10 мм [4]. Этот эффект был подтвержден результатами исследований компактных групп свай из 2, 4 и 5 свай, при высоком и низком положении ростверка, выполненных в полевых условиях В. В. Знаменским и Ю. П. Юрко, которые показали, что сопротивление сваи в составе куста в 1,20–2,25 раза выше сопротивления одиночной сваи со свободной головой [5]. Испытания рядов из 2 и 3 свай Л. Ш. Лундина и Е. А. Рабиновича, выполненные в полевых условиях при горизонтальных нагрузках, действующих вдоль ряда свай, показали, что сопротивление сваи в ряду в 1,31–1,71 раза выше сопротивления одиночной сваи со свободной головой [7].

В экспериментах, выполненных авторами настоящей работы, использовались математические модели горизонтально нагруженных свайных фундаментов с разным количеством и различным образом расположенных с шагом 0,9 м, 6-метровых свай, с сечением 0,3×0,3 м, с жестким и с шарнирным соединением свай с высокими ростверками (рис. 1–10). Для того чтобы выполнить исследования в условиях максимально приближенных к натурным, авторами использовалась неоднократно апробированная модель системы «свайный фундамент – грунтовое основание» [10–12].

Рис. 1. Схемы горизонтально нагруженных фундаментов: А – ряд из 2 свай; Б – ряд из 3 свай

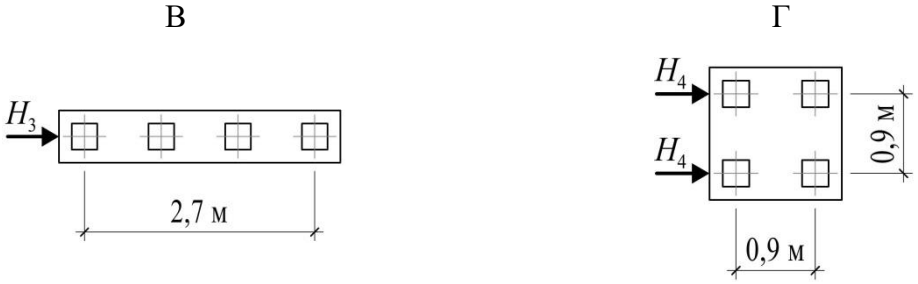


Рис. 2. Схемы горизонтально нагруженных фундаментов: В – ряд из 4 свай; Г – группа из 4 свай

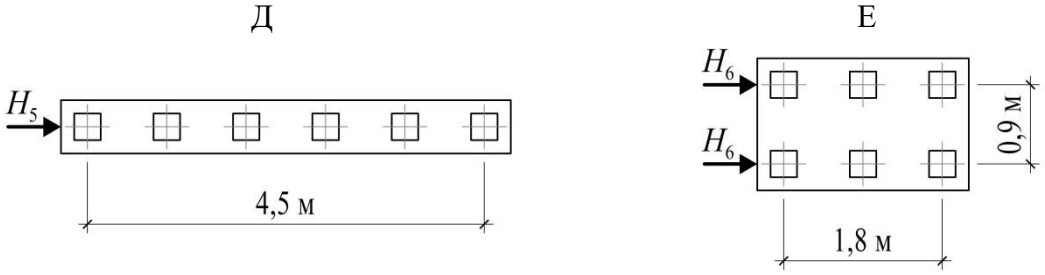


Рис. 3. Схемы горизонтально нагруженных фундаментов: Д – ряд из 6 свай; Е – группа из 6 свай

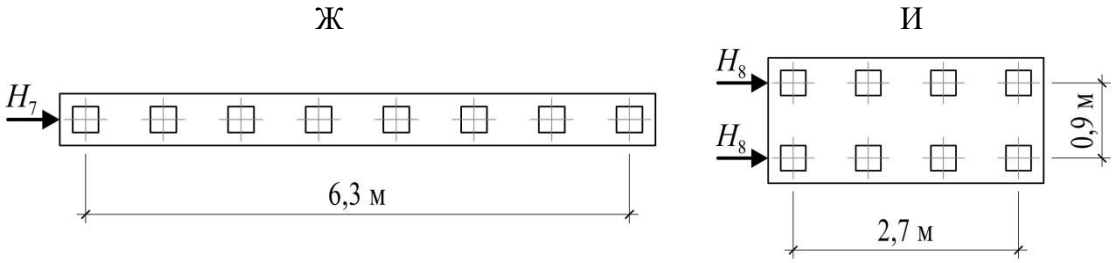


Рис. 4. Схемы горизонтально нагруженных фундаментов: Ж – ряд из 8 свай; З – группа из 8 свай

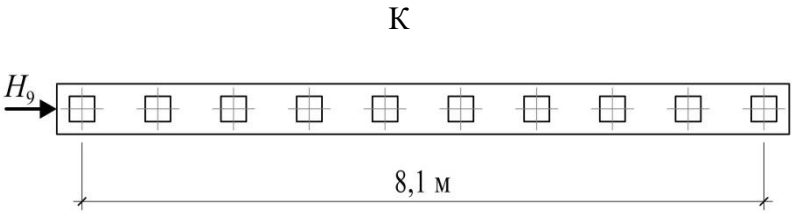


Рис. 5. Схема горизонтально нагруженного ряда из 10 свай

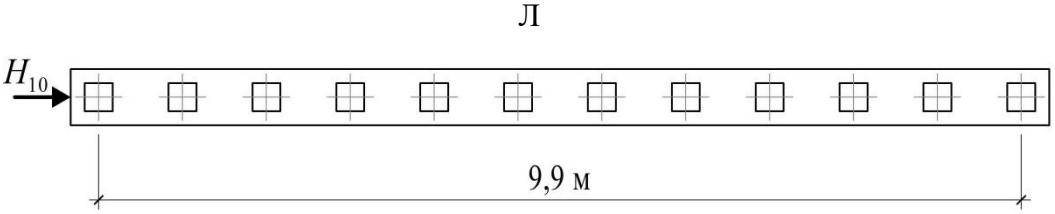


Рис. 6. Схема горизонтально нагруженного ряда из 12 свай

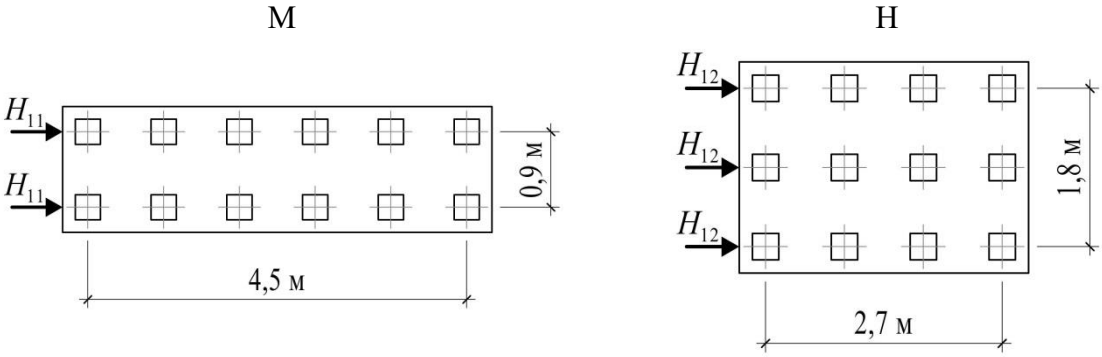


Рис. 7. Схемы горизонтально нагруженных фундаментов: М – двухрядная группа из 12 свай; Н – трехрядная группа из 12 свай

П

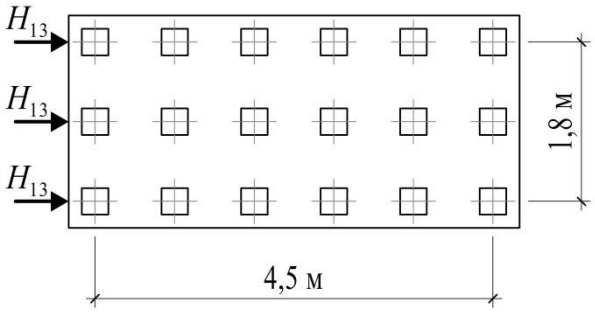


Рис. 8. Схема горизонтально нагруженного фундамента из 18 свай

В результате выполненных авторами исследований было установлено:

1. Коэффициент взаимного влияния свай $К_{вв}$ в горизонтально нагруженных фундаментах уменьшается с увеличением количества свай в фундаменте, причем эта зависимость имеет нелинейный характер (табл. 1, рис. 11, 12).

$$К_{вв} = H_{ш}/n \cdot H_{0,} \quad (1)$$

где $H_{ш}$ – сопротивление горизонтально нагруженного фундамента при шарнирном соединении голов свай с ростверком; H_0 – сопротивление горизонтальной нагрузке одиночной сваи со свободной головой; n – количество свай в фундаменте.

А Б В

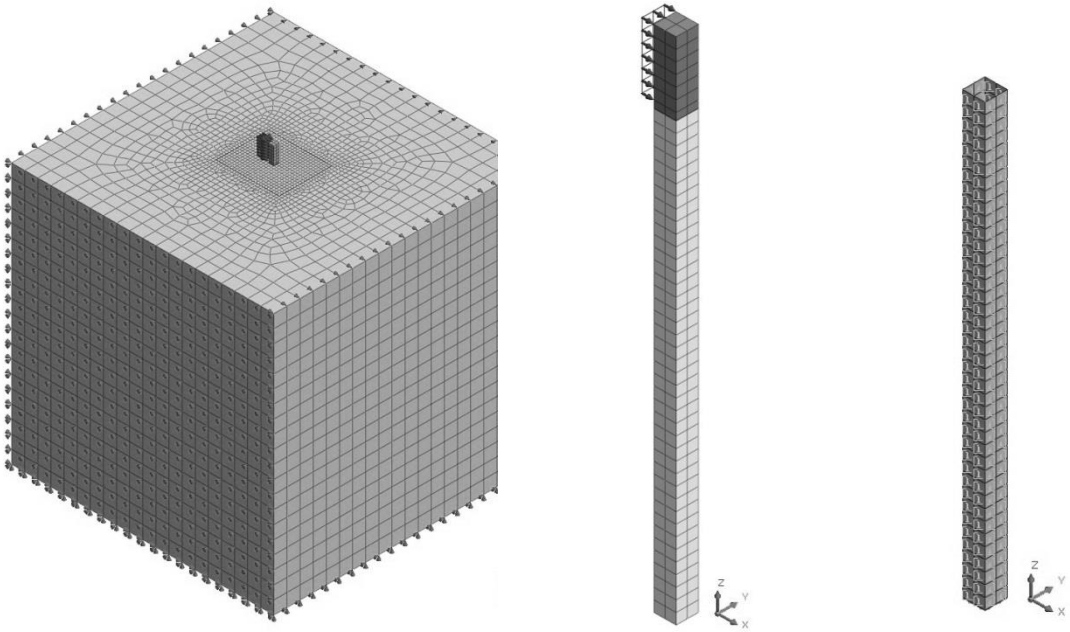


Рис. 9. Компьютерные модели, разработанные в “*MIDAS GTS NX*”: А – расчетная область грунтового массива, взаимодействующего с одиночной призматической сваей; Б – модель призматической сваи; В – интерфейсные элементы на контакте сваи с грунтом

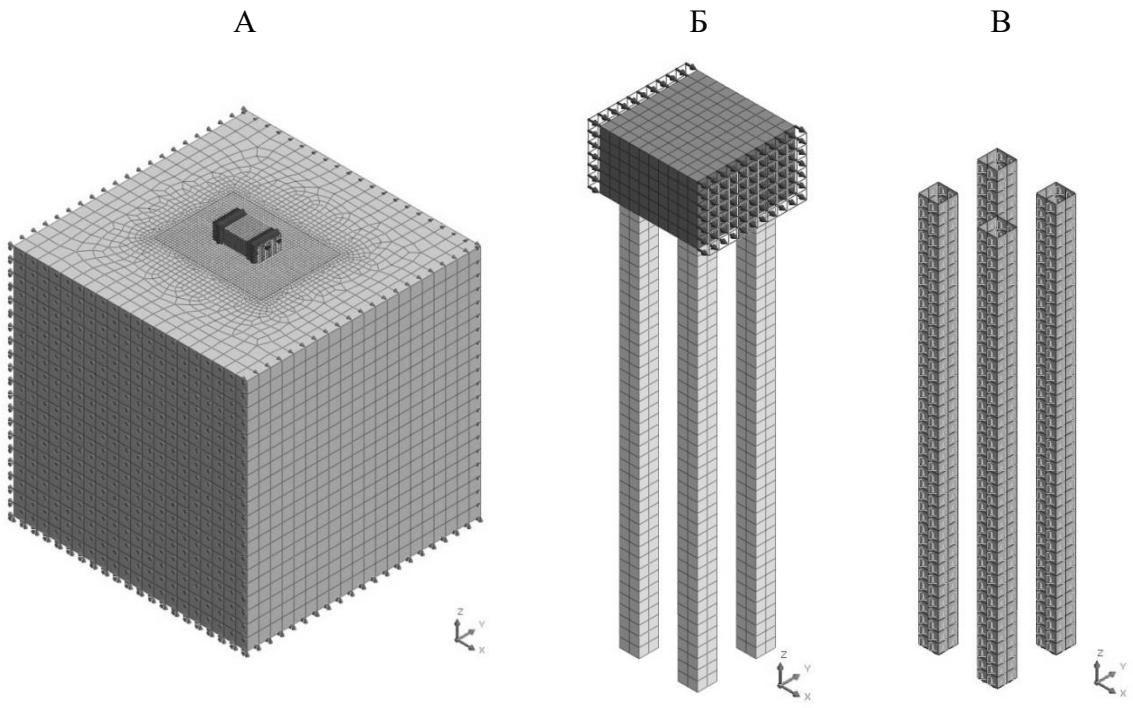


Рис. 10. Компьютерные модели, разработанные в “*MIDAS GTS NX*”: А – расчетная область грунтового массива, взаимодействующего с группой из 4 призматических свай; Б – модели ростверка и группы призматических свай; В – интерфейсные элементы на контакте свай с грунтом

Таблица 1

Коэффициенты взаимного влияния, защемления и кустового эффекта

Расположение свай в 1 ряд			
Расчетная модель	Коэффициент взаимовлияния $K_{кв}$, д. ед.	Коэффициент защемления $K_з$, д. ед.	Коэффициент кустового эффекта $K_{кэ}$, д. ед.
Ряд из 2 свай	1,10	1,151	1,266
Ряд из 3 свай	0,987	1,323	1,306
Ряд из 4 свай	0,921	1,398	1,288
Ряд из 6 свай	0,817	1,471	1,201
Ряд из 8 свай	0,764	1,506	1,150
Ряд из 10 свай	0,716	1,512	1,082
Ряд из 12 свай	0,688	1,523	1,048

Окончание табл. 1

Группы с расположением свай в 2 ряда			
Группа из 4 свай	0,892	1,135	1,013
Группа из 6 свай	0,762	1,268	0,966
Группа из 8 свай	0,685	1,334	0,914
Двухрядная группа из 12 свай	0,582	1,396	0,812
Группы с расположением свай в 3 ряда			
Трехрядная группа из 12 свай	0,569	1,293	0,736
Трехрядная группа из 18 свай	0,484	1,353	0,655

2. Величина коэффициента защемления $K_з$, позволяющего оценить степень влияния жесткой заделки головы сваи в ростверк на сопротивление сваи в горизонтально нагруженных фундаментах, нелинейно увеличивается по мере увеличения количества свай в горизонтально нагруженных фундаментах (табл. 1, рис. 11, 12).

$$K_з = H/H_ш, \quad (2)$$

где H и $H_ш$ – сопротивление горизонтально нагруженного фундамента соответственно с жестким и с шарнирным соединением свай с ростверком при одинаковой величине горизонтального перемещения свай в уровне поверхности грунта.

3. Взаимное влияние свай в горизонтально нагруженных фундаментах увеличивается с ростом количества свай в фундаментах, и это приводит к снижению сопротивления свай $H_{ср}$ в рядах и в группах свай независимо от способа взаимодействия свай с ростверком (табл. 1, рис. 5–10 цв. вклейки).

4. Жесткая заделка свай в ростверках приводит к увеличению сопротивления свай действию горизонтальной нагрузки по сравнению со сваями с шарнирным соединением (табл. 2, рис. 5–10 цв. вклейки).

Таблица 2

Результаты исследований работы свайных фундаментов на горизонтальные нагрузки в программном комплексе “*MIDAS GTS NX*”

Ряды свай			Группы свай		
Расчетная модель	Средняя несущая способность сваи в фундаменте $H_{ср}$, кН		Расчетная модель	Средняя несущая способность сваи в фундаменте $H_{ср}$, кН	
	Шарнирное сопряжение свай с ростверком	Жесткое сопряжение свай с ростверком		Шарнирное сопряжение свай с ростверком	Жесткое сопряжение свай с ростверком
ряд из 2 свай	57,46	66,12	группа из 4 свай	46,62	52,90
ряд из 3 свай	51,57	68,20	группа из 6 свай	39,80	50,46
ряд из 4 свай	48,13	67,28	группа из 8 свай	35,78	47,73
ряд из 6 свай	42,66	62,74	двухрядная группа из 12 свай	30,39	42,42
ряд из 8 свай	39,89	60,06	трехрядная группа из 12 свай	29,74	38,46
ряд из 10 свай	37,38	56,51	трехрядная группа из 18 свай	25,28	34,22
ряд из 12 свай	35,96	54,77			

К СТАТЬЕ Ю. С. ГРИГОРЬЕВА, В. В. ФАТЕЕВА «ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ СВАЙ В ГОРИЗОНТАЛЬНО НАГРУЖЕННЫХ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТАХ»

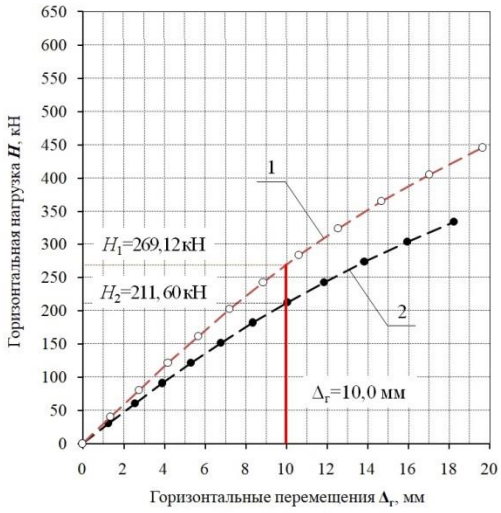


Рис. 1. Зависимость горизонтальных перемещений $\Delta_г$, мм от горизонтальных нагрузок ***H***, кН: 1 – ряд из 4 свай; 2 – группа из 4 свай; Δг =10 мм – предельная величина горизонтального перемещения свай

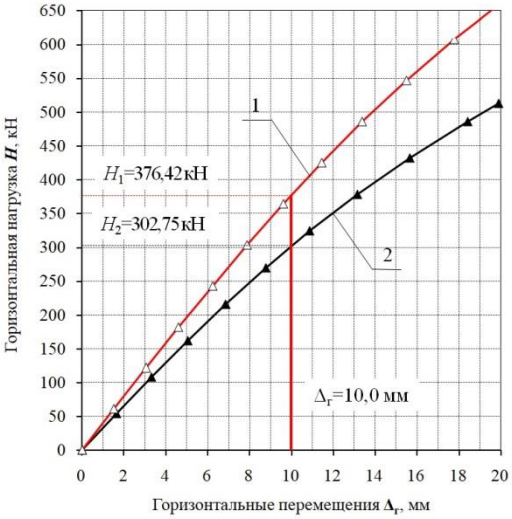


Рис. 2. Зависимость горизонтальных перемещений $\Delta_г$, мм от горизонтальных нагрузок ***H***, кН: 1 – ряд из 6 свай; 2 – группа из 6 свай

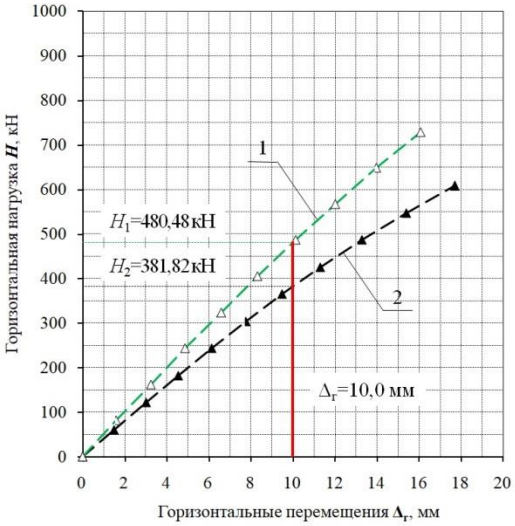


Рис. 3. Зависимость горизонтальных перемещений $\Delta_г$, мм от горизонтальных нагрузок ***H***, кН: 1 – ряд из 8 свай; 2 – группа из 8 свай

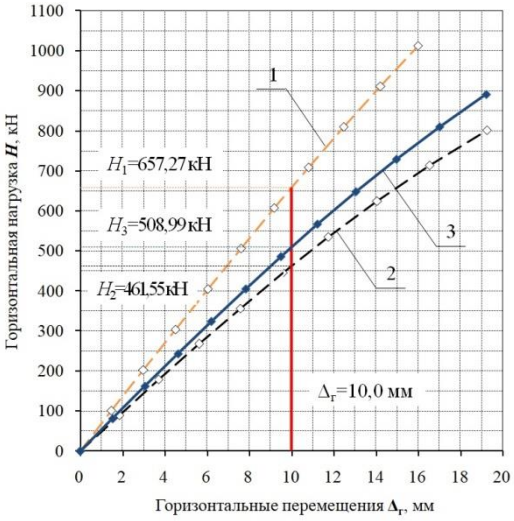


Рис. 4. Зависимость горизонтальных перемещений $\Delta_г$, мм от горизонтальных нагрузок ***H***, кН: 1 – ряд из 12 свай; 2 – трехрядная группа из 12 свай; 3 – двухрядная группа из 12 свай

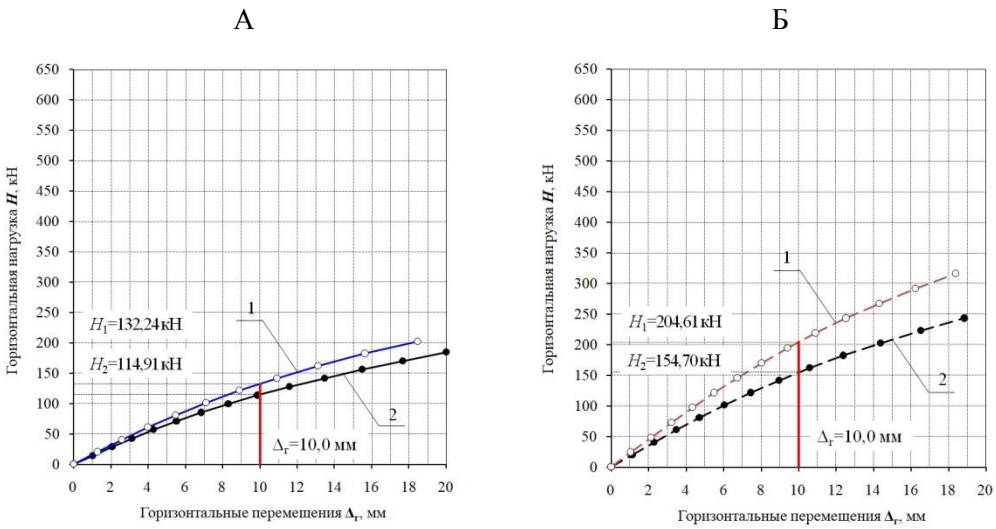


Рис. 5. Расчетные модели: А – ряд из 2 свай; Б – ряд из 3 свай. Зависимости горизонтальных перемещений $\Delta_г$, мм от горизонтальных нагрузок *H*, кН: 1 – жесткое сопряжение свай с ростверком; 2 – шарнирное сопряжение с ростверком; $\Delta_г$ =10 мм – предельная величина горизонтального перемещения свай

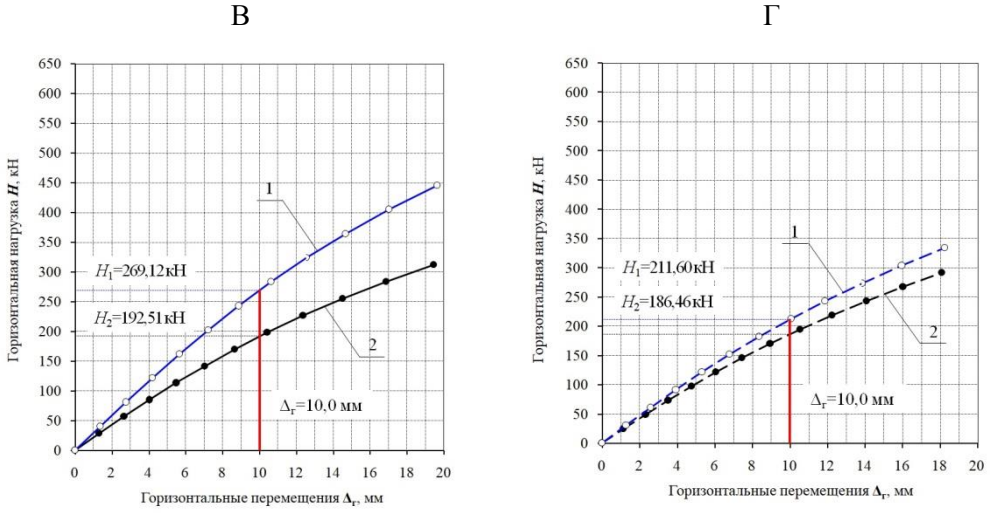


Рис. 6. Расчетные модели: В – ряд из 4 свай; Г – группа из 4 свай. Зависимости горизонтальных перемещений $\Delta_г$, мм от горизонтальных нагрузок *H*, кН: 1 – жесткое сопряжение свай с ростверком; 2 – шарнирное сопряжение с ростверком

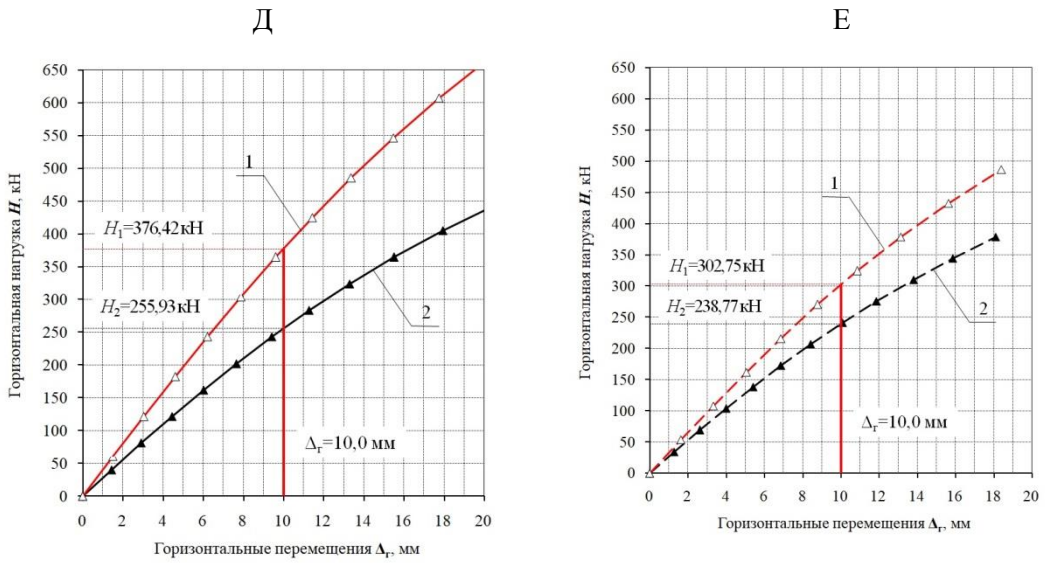


Рис. 7. Расчетные модели: Д – ряд из 6 свай; Е – группа из 6 свай. Зависимости горизонтальных перемещений $\Delta_г$, мм от горизонтальных нагрузок H, кН: 1 – жесткое сопряжение свай с ростверком; 2 – шарнирное сопряжение с ростверком

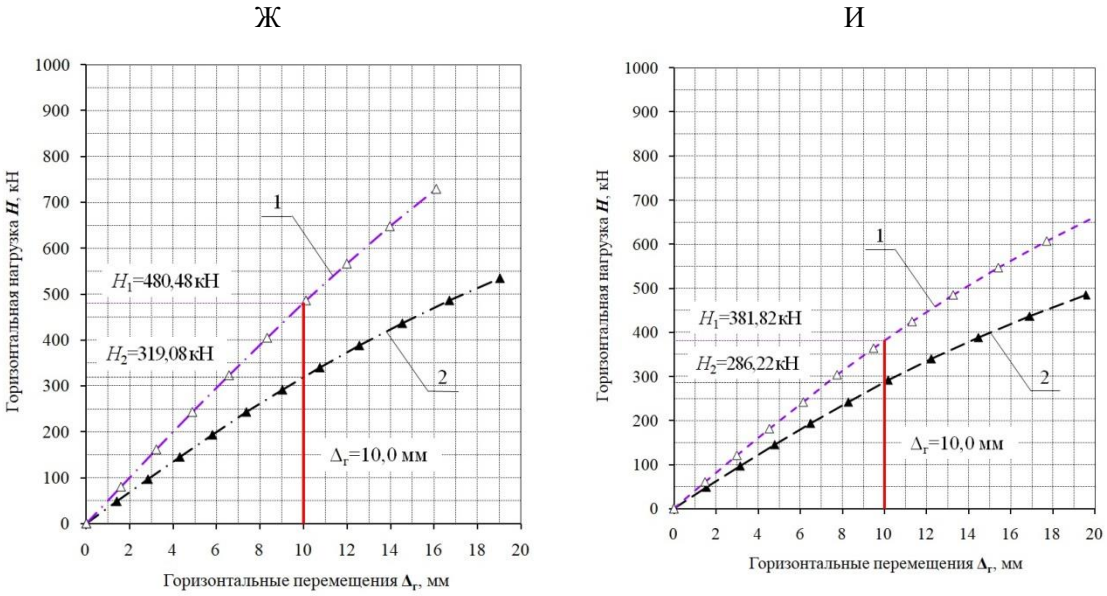


Рис. 8. Расчетные модели Ж – ряд из 8 свай; И – группа из 8 свай. Зависимости горизонтальных перемещений $\Delta_г$, мм от горизонтальных нагрузок H, кН: 1 – жесткое сопряжение свай с ростверком; 2 – шарнирное сопряжение с ростверком

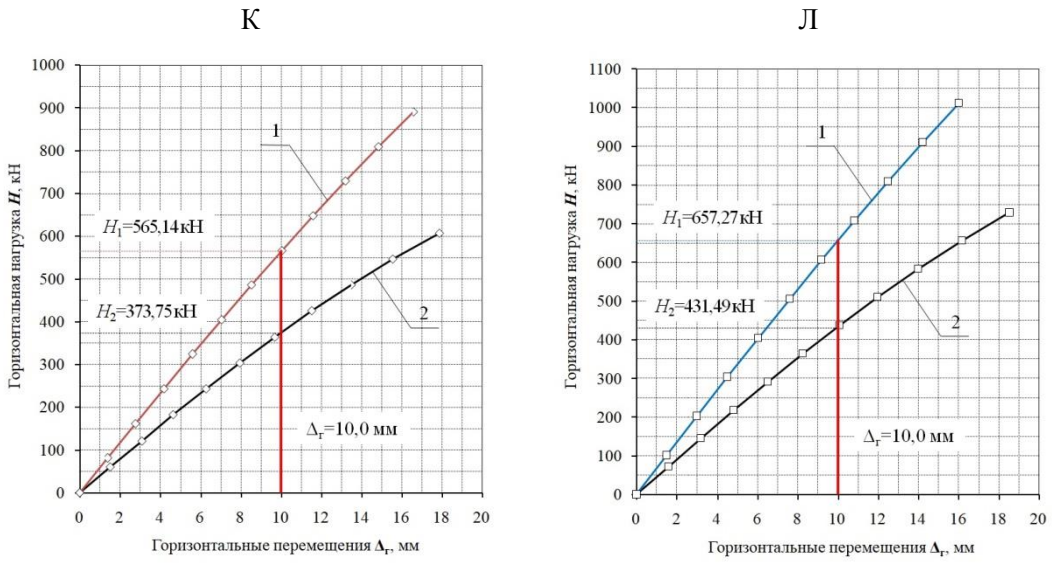


Рис. 9. Расчетные модели: К – ряд из 10 свай; Л – ряд из 12 свай. Зависимости горизонтальных перемещений $\Delta_г$, мм от горизонтальных нагрузок H, кН: 1 – жесткое сопряжение свай с ростверком; 2 – шарнирное сопряжение с ростверком

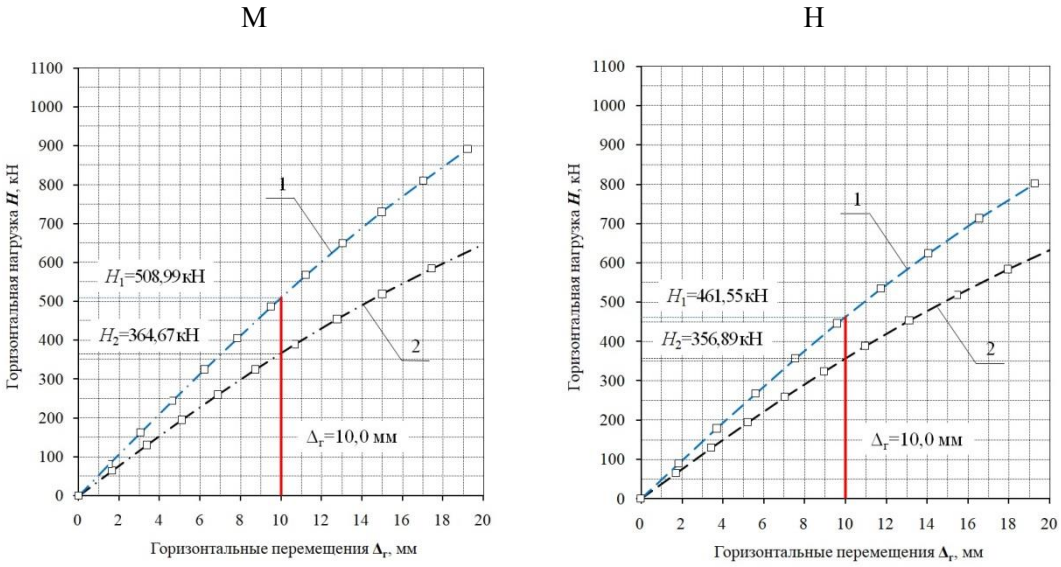


Рис. 10. Расчетные модели: М – двухрядная группа из 12 свай; Н – трехрядная группа из 12 свай. Зависимости горизонтальных перемещений $\Delta_г$, мм от горизонтальных нагрузок H, кН: 1 – жесткое сопряжение свай с ростверком; 2 – шарнирное сопряжении с ростверком

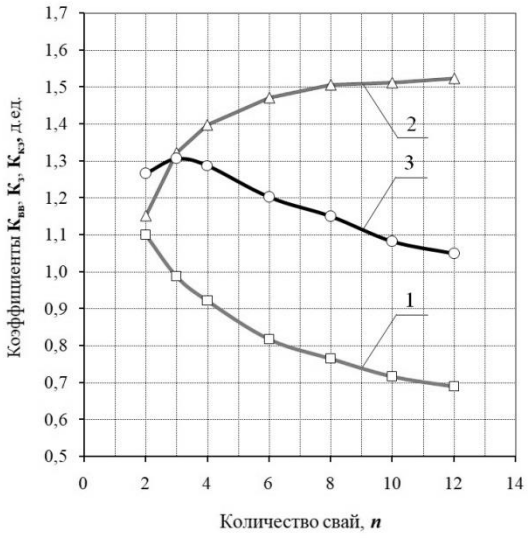


Рис. 11. Зависимости величины коэффициентов: 1 – взаимного влияния свай $K_{вв}$; 2 – защемления свай $K_з$; 3 – кустового эффекта $K_{кэ}$. от количества свай *n* в одном ряду

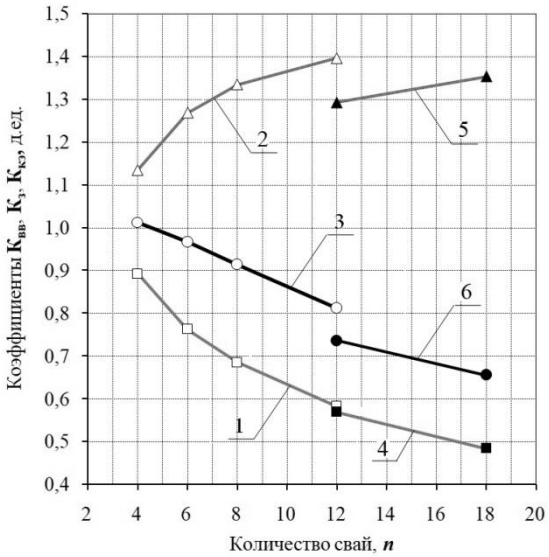


Рис. 12. Зависимости величины коэффициентов: 1 – взаимного влияния свай $K_{вв}$; 2 – защемления свай $K_з$; 3 – кустового эффекта $K_{кэ}$ в группах при 2-рядном расположении свай; 4, 5 и 6 – соответственно в группах при 3-рядном расположении свай от количества свай *n*

5. Величина коэффициента кустового эффекта $K_{кэ}$, учитывающего взаимное влияние свай при жесткой заделке их голов в ростверках и при однорядном расположении свай, больше единицы, однако по мере увеличения количества свай в фундаменте, величина $K_{кэ}$ постепенно снижается, асимптотически приближаясь к единице (табл. 1, рис. 11). Это означает, что увеличение количества свай в однорядных свайных фундаментах не приводит к снижению несущей способности свай по сравнению с одиночной сваей со свободной головой.

$$K_{кэ}=H/n\cdot H_0\,, \qquad (3)$$

где H – сопротивление горизонтально нагруженного фундамента и H_0 – сопротивление горизонтальной нагрузке одиночной сваи со свободной головой при предельном горизонтальном перемещении свай в уровне поверхности грунта; n – количество свай в фундаменте.

6. Коэффициент кустового эффекта $K_{кэ}$ в свайных группах при 2-рядном и 3-рядном расположении свай меньше единицы, за исключением компактной группы из 4 свай, для которой $K_{кэ}$ равен единице (табл. 1, рис. 12).

7. Средняя величина предельной горизонтальной нагрузки, воспринимаемой сваями в фундаментах при однорядном расположении свай, больше предельной нагрузки, воспринимаемой сваями в группах при двух и трехрядном расположении свай (рис. 1–4 цв. вклейки), что можно объяснить: 1) различным механизмом взаимодействия свай при их совместной работе в рядах и в компактных группах; 2) различным сопротивлением грунта по боковым поверхностям призм свайно-грунтовых массивов.

8. Средняя величина предельной горизонтальной нагрузки, воспринимаемой сваями в фундаментах с жестким сопряжением свай с ростверками, больше чем в фундаментах при шарнирном сопряжении свай (рис. 5–10 цв. вклейки).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бартоломей А. А. Исследование работы свайных фундаментов на внецентренные и горизонтальные нагрузки / А. А. Бартоломей, А. Л. Липатов, В. Л. Максимов // Вопросы совершенствования строительства / Пермский политехнический институт. – Пермь, 1972. – № 108. – С. 16–22.

2. Буслов, А. С. Исследование работы свай на горизонтальную нагрузку и влияния «кустового эффекта» в связных грунтах : 05.00.00 (481) : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Анатолий Семенович Буслов. – Хабаровск, 1969. – 355 с. : ил. – Текст : непосредственный.

3. Быков, В. И. Экспериментальные исследования работы горизонтально нагруженных свайных фундаментов / В. И. Быков // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1975. – № 2. – С. 14–15.

4. Голубков, В. Н. Экспериментальные исследования работы свай на горизонтальную нагрузку / В. Н. Голубков. – Текст : непосредственный // Сборник трудов Научно-исследовательского Института / Министерство строительства военных и военно-морских предприятий СССР. – Москва : Стройвоенмориздат, 1948. – № 11. – С. 5–34.

5. Знаменский, В. В. Исследование несущей способности свайных фундаментов при действии горизонтальной нагрузки / В. В. Знаменский, Ю. П. Юрко // Строительство в районах Восточной Сибири и Крайнего Севера / Проектный и научно-исследовательский институт «Красноярский Промстройниипроект». – Красноярск, 1971. – № 17. – С. 89–97.

6. Коннов, А. В. Влияние взаимодействия свай на несущую способность свайных фундаментов при действии горизонтальной нагрузки : 05.23.02 : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Коннов Алексей Васильевич. – Москва, 1984. – 181 с. : ил. – Текст : непосредственный.

7. Лундин, Л. Ш. Исследование работы забивных железобетонных свай в свайном ростверке на горизонтальные нагрузки / Л. Ш. Лундин, Е. А. Рабинович // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1977. – № 2. – С. 17–20.

8. Метелюк, Н. С. Влияние защемления головы сваи в ростверке на ее сопротивление горизонтальной нагрузке / Н. С. Метелюк, Г. Ф. Шишко, Г. Ф. Михайленко // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1971. – № 4. – С. 18–22.

9. Сафонов, А. П. Исследование работы свай в кусте при действии горизонтальной нагрузки / А. П. Сафонов, В. В. Павлов, О. А. Лисовой // Основания и фундаменты : межвузовский сборник научных трудов / Пермский политехнический институт. – Пермь, 1979. – С. 16–22.

10. Григорьев, Ю. С. Компьютерная модель работы висячей призматической сваи в массиве глинистого грунта / Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2022. – № 1 (61). – С. 36–41.

11. Григорьев, Ю. С. Верификация компьютерной модели забивной призматической сваи в многослойном грунтовом основании / Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2022. – № 2 (62). – С. 79–84.

12. Григорьев, Ю. С. Верификация и валидация геомеханической модели грунтового основания деформирующегося здания / Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2018. – № 3 (47). – С. 16–22.

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

STUDIES OF THE MUTUAL INFLUENCE OF PILES IN HORIZONTALLY LOADED PILE FOUNDATIONS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-19-57;
e-mail: yus-gri@rambler.ru, valeriy-fateev@rambler.ru
Key words: mathematical models, pile foundations, horizontal loads, mutual influence of piles, coefficients of mutual influence, pinching and bush effect.

The article presents the results of studies of the mutual influence of piles in horizontally loaded pile foundations by the method of mathematical modeling of the system "pile foundation - ground foundation" in the software package "MIDAS GTS NX".

REFERENCES

1. Bartolomey A. A., Lipatov A. L, Maksimov V. L. Issledovanie raboty svaynykh fundamentov na vnetsentrennye i gorizontalnye nagruzki [Investigation of the work of pile foundations under off-center and horizontal loads]. Voprosy sovershenstvovaniya stroitelstva [Issues of improving construction] / Permskiy politekhnicheskiy institut. Perm. 1972. № 108. P. 16–22.

2. Buslov A. S. Issledovanie raboty svay na gorizontalnuyu nagruzku i vliyaniya «kustovogo effekta» v svyaznykh gruntakh [Investigation of the work of piles under horizontal loading and the influence of the "bush effect" in connected soils] : 05.00.00 (481) : dissertatsiya na soiskanie uchyonoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. Khabarovsk. 1969. 355 p., il.

3. Bykov V. I. Eksperimentalnye issledovaniya raboty gorizontalno nagruzhennykh svaynykh fundamentov [Experimental studies of the operation of horizontally loaded pile foundations]. Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov [Foundations and soil mechanics]. 1975. № 2. P. 14–15.

4. Golubkov V. N. Eksperimentalnye issledovaniya raboty svay na gorizontalnuyu nagruzku [Experimental studies of the work of piles under horizontal load]. Sbornik trudov Nauchno-issledovatelskogo Instituta / Ministerstvo stroitelstva voennykh i voenno-morskikh predpriyatiy SSSR. Moscow : Stroyvoenmorizdat. 1948. № 11. P. 5–34.

5. Znamenskiy V. V., Yurko Yu. P. Issledovanie nesuschey sposobnosti svaynykh fundamentov pri deystvii gorizontalnoy nagruzki [Investigation of the bearing capacity of pile foundations under the action of horizontal load]. Stroitelstvo v rayonakh Vostochnoy Sibiri i Kraynego Severa / Proektny i nauchno-issledovatelskiy institut «Krasnoyarskiy Promstroyniiproekt». Krasnoyarsk. 1971. № 17. P. 89–97.

6. Konnov A. V. Vliyanie vzaimodeystviya svay na nesuschuyu sposobnost svaynykh fundamentov pri deystvii gorizontalnoy nagruzki [The effect of pile interaction on the bearing capacity of pile foundations under the action of horizontal load] : 05.23.02 : dissertatsiya na soiskanie uchyonoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. Moscow. 1984. 181 p., il.

7. Lundin L. Sh., Rabinovich E. A. Issledovanie raboty zabivnykh zhelezobetonnykh svay v svaynom rostverke na gorizontalnye nagruzki [Investigation of the work of driven reinforced concrete piles in a pile grillage for horizontal loads]. Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov [Foundations and soil mechanics]. 1977. № 2. P. 17–20.

8. Metelyuk N. S., Shishko G. F., Mikhaylenko G. F. Vliyanie zaschemleniya golovy svai v rostverke na eyo soprotivlenie gorizontalnoy nagruzke [The effect of pinching the pile head in

the grillage on its resistance to horizontal load]. Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov [Foundations and soil mechanics]. 1971. № 4. P. 18–22.

9. Safonov A. P., Pavlov V. V., Lisovoy O. A. Issledovanie raboty svay v kuste pri deystvii gorizontalnoy nagruzki [Investigation of the work of piles in the bush under the action of horizontal load]. Osnovaniya i fundamenty [Foundations] : Mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh trudov. Permskiy politekhnicheskiy institut. Perm. 1979. P. 16–22.

10. Grigorev Yu. S., Fateev V. V. Computernaya model raboty visyachey prismaticheskoy svai v massive glinistogo grunta [Computer model of the operation of a hanging prismatic pile in an array of clay soil]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2022. № 1 (61). P. 36–41.

11. Grigorev Yu. S., Fateev V. V. Verifikatsiya computernoy modeli zabivnoy prizmaticheskoy svai v mnogosloynom gruntovom osnovanii [Verification of a computer model of a driven prismatic pile in a multilayer soil base] Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit.un-t. Nizhny Novgorod. 2022. № 2 (62). P. 79–84.

12. Grigorev Yu. S., Fateev V. V. Verifikatsiya i validatsiya geomekhanicheskoy modeli gruntovogo osnovaniya deformiruyuschegosya zdaniya [Verification and validation of a geomechanical model of a soil basis of a deforming building]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit.un-t. Nizhny Novgorod. 2018. № 3. P. 16–22.

© Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев, 2023
Получено: 14.03.2023 г.

УДК 624.042.41

А. А. САТАНОВ[1], аспирант; А. А. МОЛЕВА[2], студент; Е. П. ИСАЕВА[2], магистрант кафедры теории сооружений и технической механики; Н. Г. АБРААМЯН[2], магистрант кафедры теории сооружений и технической механики

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПО ПОВЕРХНОСТЯМ УНИКАЛЬНОГО ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ

[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, +7(910)-133-38-66; эл. почта: andrewsatanov@gmail.com
[2]ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-96, +7 (903)-052-65-55; эл. почта: alina.moleva52@yandex.ru
Ключевые слова: уникальное высотное здание, ветровая нагрузка, аэродинамический коэффициент, экспериментальная установка.

Приводятся результаты исследования распределения ветрового давления на поверхностях высотного здания методом эксперимента в аэродинамической трубе. Показано, что для здания уникальной формы значения аэродинамических коэффициентов имеют сложный характер распределения, который может значительно отличаться от предложенного в действующих нормативных документах.

С каждым годом сфера строительства развивается все активнее, и вместе с этим стремительно возрастает сложность возводимых объектов. Появляется все больше требований, предъявляемых к зданиям, усложняются условия, в которых осуществляется их строительство, развиваются методы проектирования и возведения уникальных зданий, имеющих экстремальные габариты и требующие особых методик расчета.

Для высотных зданий характерно то, что их высота многократно превышает размеры в плане, в связи с чем в несущих конструкциях возникают значительные усилия, вызванные горизонтальными нагрузками. Важной задачей является прогнозирование взаимодействия таких зданий с ветровыми потоками. Широкий диапазон изменения форм уникальных сооружений, их взаимного расположения и рост высоты зданий стимулируют развитие аэродинамических исследований в интересах строительства. При этом определение ветровых нагрузок сводится к определению аэродинамических коэффициентов, учитывающих влияние формы объекта на изменение значений давления вследствие искажения воздушных потоков.

При проектировании уникальных высотных зданий индивидуальный подход играет важную роль, поскольку при применении стандартных методик правильный учет архитектурных особенностей сооружения является практически невыполнимой задачей [1–7].

В настоящее время опубликовано большое число работ, авторы которых стремились к корректному математическому описанию ветровых воздействий и разработке соответствующих инженерных методов расчета. Однако до сих пор существующие методики расчета не отражают в достаточной мере истинную картину распределения аэродинамических коэффициентов по поверхности нестандартной формы [8–17].

В соответствии с требованиями свода правил [1] в случае, когда принципиальная геометрическая схема здания не совпадает ни с одной из представленных в приложении В, аэродинамические коэффициенты устанавливаются на основе результатов математического или физического моделирования. Физическое моделирование подразумевает проведение эксперимента с уменьшенной моделью здания в аэродинамической установке [10–16].

Аэродинамическая установка является трубой большого диаметра, через которую продувается воздух. Она разработана для исследования эффектов, возникающих при обтекании твердых тел воздушным потоком. Фактически аэродинамическая установка моделирует воздействие окружающей среды на испытуемое тело, создавая равномерный поток в рабочей области.

В качестве объекта исследования выступает проектируемое в учебных целях 53-этажное высотное уникальное здание, высота которого вместе со шпилем от нулевой отметки составляет 263,5 м, а поперечные ×размеры здания в осях – 87,55×42,30 м. Для проведения экспериментальной оценки аэродинамических коэффициентов на 3D-принтере был изготовлен макет (рис. 1 цв. вклейки).

Эксперимент был проведен в лаборатории кафедры «Отопление и вентиляция» ННГАСУ. В рабочей зоне аэродинамической установки (рис. 1) был создан равномерный поток воздуха. С помощью микроманометра было измерено статическое давление на поверхности модели здания в характерных точках.

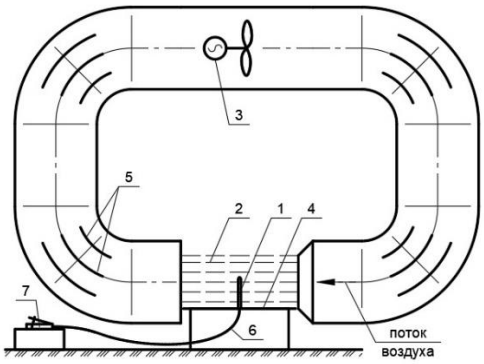


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – исследуемая модель; 2 – ветровой поток; 3 – аэродинамическая труба; 4 – подиум-подставка под макет здания; 5 – направляющие ребра; 6 – гибкая трубка; 7 – микроманометр

Средняя скорость равномерного потока воздуха, создаваемого в рабочей зоне аэродинамической установки, равнялась 12 м/с. Измерение скорости ветрового потока производилось чашечным анемометром МС-13 У1.1 ГОСТ 6376-74, статического давления на поверхности модели здания в характерных точках – микроманометром ММН-240(5)-1,0ТУ 25-01-816-79 для двух

К СТАТЬЕ А. А. САТАНОВА, А. А. МОЛЕВОЙ, Е. П. ИСАЕВОЙ, Н. Г. АБРААМЯН «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПО ПОВЕРХНОСТЯМ УНИКАЛЬНОГО ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ»

Рис. 1. Макет исследуемого здания

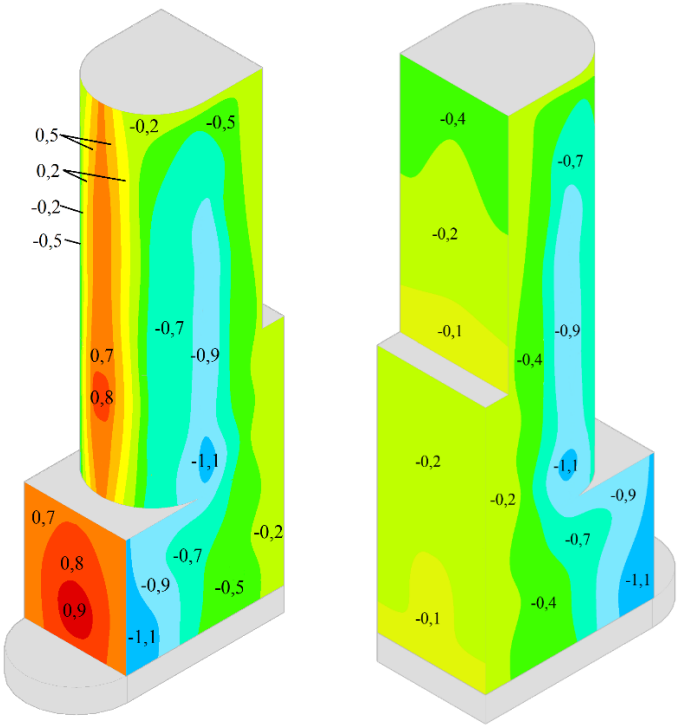


Рис. 2. Изополя распределения аэродинамических коэффициентов по результатам эксперимента для направления *1*

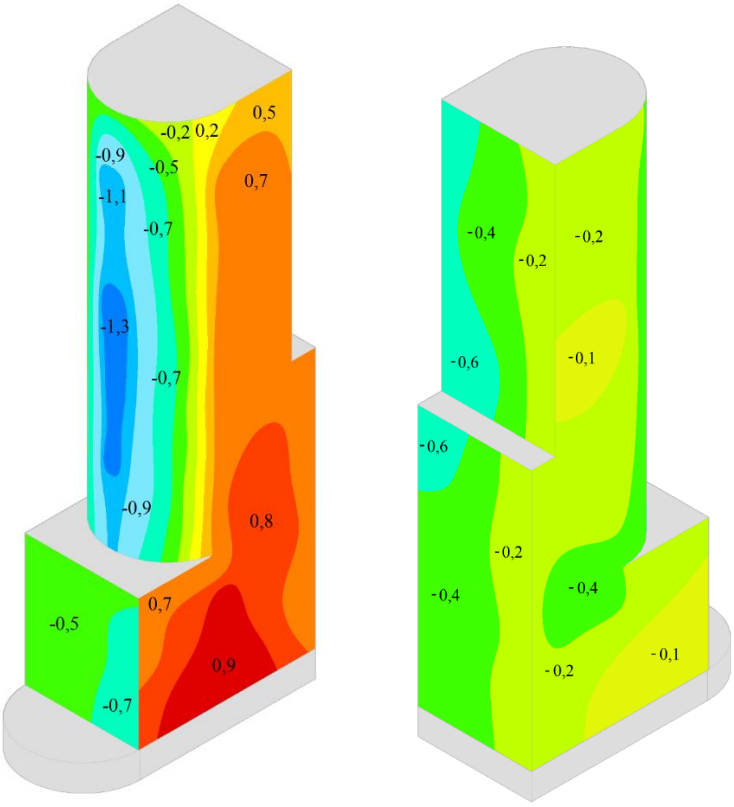
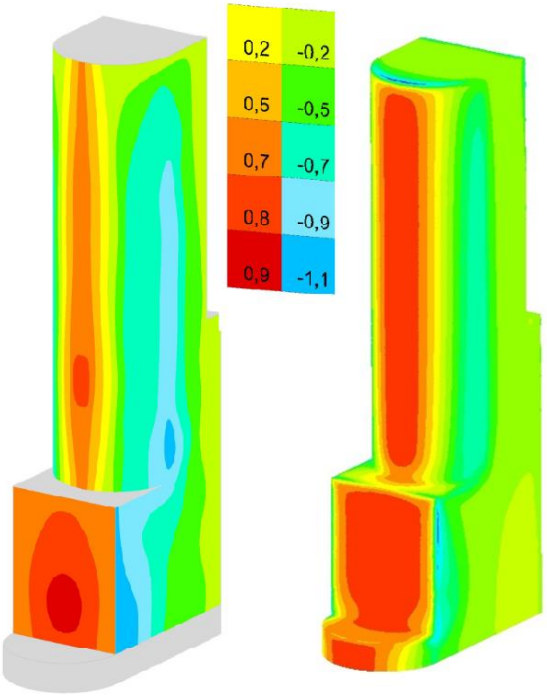


Рис. 3. Изополя распределения аэродинамических коэффициентов по результатам эксперимента для направления *2*



а *б*

Рис. 4. Аэродинамические коэффициенты, полученные экспериментально (*а*) и численно (*б*)

Таблица 3.1

Расчетные значения ветровой нагрузки *w*, кПа, по результатам эксперимента по направлению ветрового потока *1* для переднего фасада здания

Высота от земли *z*, м	Расчетные значения ветровой нагрузки *w*, кПа		
186	-0.42	0.55	-0.42
166,5	-0.46	0.62	-0.46
147,5	-0.46	0.59	-0.46
128	-0.40	0.50	-0.40
96,5	-0.39	0.53	-0.39
84,5	-0.41	0.48	-0.41
72,5	-0.42	0.40	-0.42
47,5	0.37	0.44	0.37
35	0.40	0.44	0.40
22,5	0.40	0.46	0.40

Таблица 3.2

Расчетные значения ветровой нагрузки *w*, кПа, по результатам эксперимента по направлению ветрового потока *1* для заднего фасада здания

Высота от земли *z*, м	Расчетные значения ветровой нагрузки w, кПа		
186	-0.19	-0.19	-0.19
166,5	-0.19	-0.14	-0.19
147,5	-0.13	-0.13	-0.13
128	-0.08	-0.08	-0.08
96,5	-0.11	-0.11	-0.11
84,5	-0.10	-0.10	-0.10
72,5	-0.10	-0.10	-0.10
47,5	-0.08	-0.06	-0.08
35	-0.08	-0.05	-0.08
22,5	-0.05	-0.05	-0.05

Таблица 3.3

Расчетные значения ветровой нагрузки *w*, кПа, по результатам эксперимента по направлению ветрового потока *1* для боковой стороны здания

Высота от земли *z*, м	Значение аэродинамического коэффициента c_e				
186	-	-0.24	-0.56	-	-
166,5	-	-0.24	-0.71	-	-
147,5	-	-0.26	-0.72	-	-
128	-	-0.28	-0.69	-	-
96,5	-0.15	-0.25	-0.65	-	-
84,5	-0.14	-0.21	-0.62	-	-
72,5	-0.13	-0.23	-0.66	-	-
47,5	-0.14	-0.17	-0.37	-0.37	-0.48
35	-0.11	-0.14	-0.27	-0.38	-0.52
22,5	-0.14	-0.16	-0.25	-0.41	-0.57

Таблица 4.1

Расчетные значения ветровой нагрузки *w*, кПа, по результатам эксперимента по направлению ветрового потока *2* для переднего фасада здания

Высота от земли *z*, м	Расчетные значения ветровой нагрузки w, кПа		
186	-0.38	-0.85	-0.28
166,5	-0.47	-0.90	-0.33
147,5	-0.52	-0.95	-0.33
128	**-0.53**	**-0.94**	**-0.33**
96,5	-0.40	-0.81	-0.29
84,5	-0.38	-0.70	-0.28
72,5	-0.33	-0.63	-0.30
47,5	-0.32	-0.26	-0.23
35	-0.32	-0.29	-0.26
22,5	-0.35	-0.29	-0.26

Таблица 4.2

Расчетные значения ветровой нагрузки *w*, кПа, по результатам эксперимента по направлению ветрового потока *2* для заднего фасада здания

Высота от земли *z*, м	Расчетные значения ветровой нагрузки w, кПа		
186	-0.47	-0.38	-0.24
166,5	-0.38	-0.28	-0.19
147,5	-0.47	-0.33	-0.19
128	-0.49	-0.41	-0.20
96,5	-0.37	-0.29	-0.18
84,5	-0.24	-0.21	-0.17
72,5	-0.20	-0.20	-0.17
47,5	-0.23	-0.26	-0.16
35	-0.23	-0.19	-0.16
22,5	-0.23	-0.19	-0.16

Таблица 4.3

Расчетные значения ветровой нагрузки w, кПа по результатам эксперимента по направлению ветрового потока *2* для боковой наветренной стороны

Высота от земли *z*, м	Значение аэродинамического коэффициента c_e				
186	-	0.47	0.54	-	-
166,5	-	0.54	0.57	-	-
147,5	-	0.57	0.57	-	-
128	-	0.52	0.55	-	-
96,5	0.47	0.50	0.50	-	-
84,5	0.47	0.47	0.50	-	-
72,5	0.45	0.50	0.47	-	-
47,5	0.48	0.48	0.51	0.48	0.46
35	0.44	0.48	0.53	0.51	0.48
22,5	0.46	0.51	0.53	0.48	0.51

Таблица 4.4

Расчетные значения ветровой нагрузки *w*, кПа, по результатам эксперимента по направлению ветрового потока *2* для боковой подветренной стороны

Высота от земли *z*, м	Значение аэродинамического коэффициента c_e				
186	-	-0.18	-0.18	-	-
166,5	-	-0.18	-0.18	-	-
147,5	-	-0.14	-0.18	-	-
128	-	-0.12	-0.12	-	-
96,5	-0.14	-0.14	-0.14	-	-
84,5	-0.13	-0.13	-0.13	-	-
72,5	-0.16	-0.16	-0.16	-	-
47,5	-0.15	-0.15	-0.15	-0.12	-0.17
35	-0.12	-0.12	-0.09	-0.09	-0.13
22,5	-0.12	-0.09	-0.09	-0.09	-0.13

направлений ветрового потока (рис. 2). Для этого каждая трубка из системы дренажей соединяется с микроманометром с помощью гибкой резиновой трубки [7].

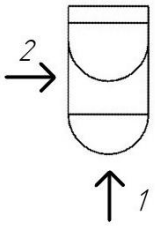


Рис. 2. Направления ветровых потоков, принятые при моделировании

По показаниям микроманометров были вычислены аэродинамические коэффициенты c_e:

$$c_e = p_{пов} / p_0, \quad (1)$$

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

По полученным значениям были построены изополя распределения аэродинамических коэффициентов передней, боковых и задней поверхностей исследуемого здания для двух направлений ветровых потоков (рис. 2, 3 цв. вклейки).

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

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

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

где w_0=0,3 КПа – нормативное значение ветрового давления для II ветрового района; c_e – аэродинамический коэффициент, определенный экспериментально; $k(z_e)$ – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте для типа местности В. Представлен в табл. 1.

Значения коэффициента $k(z_e)$

Таблица 1

Высота от земли z, м	Значения коэффициента $k(z_e)$ в зависимости от направления ветрового потока	
	для первого направления ветрового потока (со стороны переднего фасада)	для второго направления ветрового потока (с боковой стороны)
186	2,12	2,12
166,5	2,12	2,12
147,5	1,89	2,12
128	1,77	1,77
96,5	1,57	1,57
84,5	1,48	1,48
72,5	1,39	1,39
47,5	1,18	1,35
35	1,13	1,35
22,5	1,13	1,35

$$w_{\text{р}} = w_m \cdot \varsigma(z_e) \cdot \nu, \quad (4)$$

где $\varsigma(z_e)$ – коэффициент пульсации ветра. Значения представлены в табл. 2; ν – коэффициент пространственной корреляции пульсации давления ветра. Для первого направления ветрового потока $\nu_{1,\ фасад}$ = 0,5445 и $\nu_{1,\ бок}$= 0,5735, для второго $\nu_{2,\ фасад}$= 0,5941 и $\nu_{2,\ бок}$= 0,5114.

Значения коэффициента пульсации $\varsigma(z_e)$

Таблица 2

Высота от земли *z*, м	Значения коэффициента $\varsigma(z_e)$ в зависимости от направления ветрового потока	
	для первого направления ветрового потока (со стороны переднего фасада)	для второго направления ветрового потока (с боковой стороны)
186	0,578	0,578
166,5	0,578	0,578
147,5	0,6225	0,578
128	0,642	0,642
96,5	0,67525	0,675
84,5	0,69325	0,693
72,5	0,715	0,715
47,5	0,7775	0,726
35	0,791	0,726
22,5	0,791	0,726

Расчетные значения ветровой нагрузки, полученные в результате эксперимента, представлены в табличной форме (табл. 3, 4 цв. вклейки).

Для направления ветрового потока *1* было проведено численное моделирование в ПВК *Ansys CFX* (рис. 4 цв. вклейки). Анализ полученных значений показывает, что изополя распределения аэродинамических коэффициентов по результатам экспериментального и численного исследований во многом совпадают. На переднем и заднем фасадах исследуемого здания при проведении натурных испытаний и численного моделирования можно выделить одинаковые участки, в которых наблюдается высокая сходимость результатов как по характеру распределения ветрового давления, так и в численном эквиваленте.

На основании полученных экспериментально значений аэродинамических коэффициентов можно сделать следующие выводы:

1) С наветренной стороны осредненное значение аэродинамического коэффициента для обоих направлений ветровых потоков в целом соответствует предложенному в нормативных документах [1] значению, равному 0.8.

2) Для направления *1* в прямоугольной в плане нижней части здания на боковых поверхностях значения аэродинамических коэффициентов соответствуют нормативным, однако в верхней, скругленной в плане части, значительно отличаются, что необходимо учитывать при расчетах. Для подветренной задней части здания значения немного ниже нормативных, что объясняется сложной формой исследуемого здания.

3) Для направления *2* в прямоугольной в плане нижней части здания на боковых и задней поверхностях значения аэродинамических коэффициентов ниже нормативных, что также объясняется сложной формой исследуемого здания. В верхней, скругленной в плане части, значения аэродинамических коэффициентов имеют более сложный характер распределения и могут превышать нормативные, что необходимо учитывать при расчетах.

Работа выполнена в рамках государственного задания на проведение фундаментальных научных исследований по теме № 0030-2021-0025, регистрационный номер 1021060908990-9-2.3.2.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

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

2. Симиу, Э. Воздействия ветра на здания и сооружения / Э. Симмиу, Р. Сканлан. – Москва : Стройиздат, 1984. – 360 с. – Перевод изд.: WindEffectsonStructures / E. Simiu, R. Scanlan (1978). – Текст : непосредственный.

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

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

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

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

7. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / В. Н. Гордеев, А. И. Лантух-Лященко, В. А. Пашинский [и др.]. – Москва : АСВ, 2007. – 476 с. – ISBN 978-5-93093-404-5. – Текст : непосредственный.

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

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

10. Экспериментальное исследование распределения ветровой нагрузки на поверхность большепролетного здания / П. А. Хазов, А. В. Февральских, Б. Б. Лампси [и др.]. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2019. – № 2. – С. 9–16.

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

12. Экспериментальное исследование распределения аэродинамических коэффициентов на высотное здание / А. А. Сатанов, М. Л. Поздеев, А. В. Симонов [и др.] // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2022. – № 3 (63). – С. 43–51.

13. Шилов, С. С. Численное и физическое моделирование ветровых потоков на большепролетное покрытие / С. С. Шилов, Б. Б. Лампси, П. А. Хазов. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2022. – № 1. – С. 21–31.

14. Сатанов, А. А. Определение аэродинамических характеристик большепролетного здания экспериментальными методами / А. А. Сатанов, А. В. Симонов, П. А. Хазов. – Текст : непосредственный // Строительная механика и конструкции. – 2023. – № 1 (36). – С. 63–74.

15. Сатанов, А. А. Исследование обтекания потоками воздуха уникального высотного здания методом аэродинамического эксперимента / А. А. Сатанов, А. Д. Васин. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2021. – № 3. – С. 38–46.

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

17. Численное и физическое моделирование ветрового воздействия на группу высотных зданий / С. В. Гувернюк, О. О. Егорычев, С. А. Исаев [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2011. – Том 1, № 3. – С. 185–191.

SATANOV Andrey Andreevich[1], post-graduate student; MOLEVA Alina Aleksandrovna[2], student; ISAEVA Ekaterina Pavlovna[2], undergraduate student of the chair of theory of structures and technical mechanics; ABRAAMYAN Nelly Gaykovna[2], undergraduate student of the chair of theory of structures and technical mechanics

EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE DISTRIBUTION OF AERODYNAMIC COEFFICIENTS ON THE SURFACES OF A UNIQUE HIGH-RISE BUILDING

[1]Institute for Mechanical Engineering Problems of the Russian Academy of Sciences, branch of the “Federal Research Center Institute of Applied Physics of the Russian Academy of Sciences”
85, Belinsky St., Nizhny Novgorod, 603024, Russia. Tel.: +7 (831) 432-05-76, +7 (910) 133-38-66; e-mail: andrewsatanov@gmail.com
[2]Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-96, +7 (903)-052-65-55; e-mail: alina.moleva52@yandex.ru
Ключевые слова: unique high-rise building, wind load, aerodynamic coefficient, experimental installation.

The article presents the results of a research of the distribution of wind pressure on the surfaces of a high-rise building by an experiment in a wind tunnel. It is shown that for a building of a unique shape, the values of aerodynamic coefficients have a complex distribution, which may differ significantly from those proposed in the current regulatory documents.

REFERENCES

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

2. Simiu E., Scanlan R. Vozdeystviya vetra na zdaniya i sooruzheniya [Wind effects on structures]. Moscow, Stroyizdat. 1984. 360 p.

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

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

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

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

7. Gordeev V. N., Lantukh-Lyaschenko A. I., Pashinsky V. A., et al. Nagruzki i vozdeystviya na zdaniya i sooruzheniya [Loads and impacts on buildings and structures]. − Moscow: ASV, 2007. 476 p. – ISNB 978-5-93093-404-5.

8. Poddaeva O. I., Kubenin A. S., Churin P. S. Arkhitekturno-stroitelnaya aerodinamika [Architectural-construction aerodynamics]: uchebnoe posobie. – Moscow: NIU MGSU, 2015, 88 p. – ISNB 978-5-7264-1194-1.

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

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

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

12. Satanov A. A., Pozdeev M. L., Simonov A. V., et al. Eksperimentalnoe issledovanie raspredeleniya aerodinamicheskikh koeffitsientov na vysotnoe zdanie [Experimental study of the distribution of aerodynamic coefficients on a high-rise building]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2022. – № 3(63). – P. 43–51.

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

14. Satanov A. A., Simonov A. V., Khazov P. A. Opredelenie aerodinamicheskikh kharakteristik bolsheprolyotnogo zdaniya eksperimentalnymi metodami [Determination of aerodynamic characteristics of a large-span building by experimental methods]. Stroitelnaya mekhanika i konstruktsii [Structural mechanics and engineering constructions]. – 2023. – № 1(36). – P. 63–74.

15. Satanov A. A., Vasin A. D. Issledovanie obtekaniya potokami vozdukha unikalnogo vysotnogo zdaniya metodom aerodinamicheskogo eksperimenta [Experimental study of wind pressure distribution on a unique shape high-rise building]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal] / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod, 2021. – № 3. – P. 38–46.

16. Khazov P. A., Anuschenko A. M., Onischuk E. A., Schyolokova Yu. D. Chislennoe i ekperimentalnoe issledovanie raspredeleniya vetrovoy nagruzki na krivolineynoe bolsheprolyotnoe pokrytie [Numerical and experimental study of the distribution of the wind load on the curvilinear large-span covering]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky

Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2020. № 1. P. 16–21.

17. Guvernyuk S. V., Egorychev O. O., Isaev S. A., et al. Chislennoe i fizicheskoe modelirovanie vetrovogo vozdeystviya na gruppu vysotnykh zdaniy [Numerical and physical modeling of wind impact on a group of high-rise buildings]. Vestnik MGSU [MGSU Bulletin]. 2011. Vol. 1. № 3. P. 185–191.

© А. А. Сатанов, А. А. Молева, Е. П. Исаева, Н. Г. Абраамян, 2023
Получено: 28.03.2023 г.

УДК [691.3 +669.14]: 621.643+624.046.2

П. А. ХАЗОВ, канд. техн. наук, доц. кафедры теории сооружений и технической механики, зав. лабораторией непрерывного контроля технического состояния зданий и сооружений; О. И. ВЕДЯЙКИНА, канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры общей физики и теоретической механики; И. С. ХОХЛОВА, студент; Д. В. АРТЕМЬЕВА, студент

ДЕФОРМИРОВАНИЕ И РАЗРУШЕНИЕ ТРУБОБЕТОННЫХ ОБРАЗЦОВ ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ ИЗГИБЕ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-96, +7 (951) 919-0-919
Ключевые слова: трубобетон, напряженно-деформированное состояние, поперечный изгиб, прочность, деформирование, несущая способность.

Приведены результаты экспериментальных исследований деформирования трубобетонных образцов при трехточечном поперечном изгибе. Показано, что в сравнении с полой стальной трубой происходит определенный прирост общей изгибной жесткости. Анализируется характер разрушения образцов, обусловленный образованием трещины в растянутой зоне как бетона, так и стальной оболочки.

Развитие высотного строительства, наблюдаемое в настоящее время, требует разработки и внедрения технологий, позволяющих значительно повысить несущую способность материалов, применяемых в качестве несущих конструкций. При этом особое внимание уделяется рациональному использованию основных преимуществ отдельных материалов, объединенных в общий несущий элемент. Применение композитных конструкций во всех отраслях, связанных с термосиловыми нагружениями, позволяет значительно увеличить ресурс системы. В последнее время повышенный интерес вызывают сталежелезобетонные конструкции [1, 2], позволяющие нелинейно увеличить несущую способность дифференцированных составляющих системы [3]. В частности, достаточно серьезное внимание уделяется исследованию работы трубобетонных конструкций в условиях центрального и внецентренного сжатия экспериментальными и численным методами как в России [1–7], так и за рубежом [8–10]. Трубобетонная конструкция представляет собой композитную систему, образованную в результате заполнения стальной оболочки бетонной смесью и ее последующего затвердевания, набора прочности и образования единого конгломерата (рис. 1). Сердечник может состоять только из бетона (рис. 1*а*) или усиливаться продольной арматурой (рис. 1*б*). При этом суммарная (интегрированная) несущая способность трубобетона значительно превосходит сумму «отдельных» (дифференцированных) несущих способностей составляющих – трубы-оболочки и бетонного сердечника [3].

а *б* *в*

Рис. 1. Модели колонн: *а* – неармированная трубобетонная, *б* – армированная трубобетонная, *в* – железобетонная

Характер разрушения трубобетонного элемента отличается от железобетонного. Рассматривая работу бетона в составе трубобетонных колонн, можно отметить, что в нем создается трехосное напряженное состояние за счет наличия трубы-оболочки, ограничивающей поперечное деформирование (по Пуассону) и потенциальное разрушение в данном направлении (рис. 2).

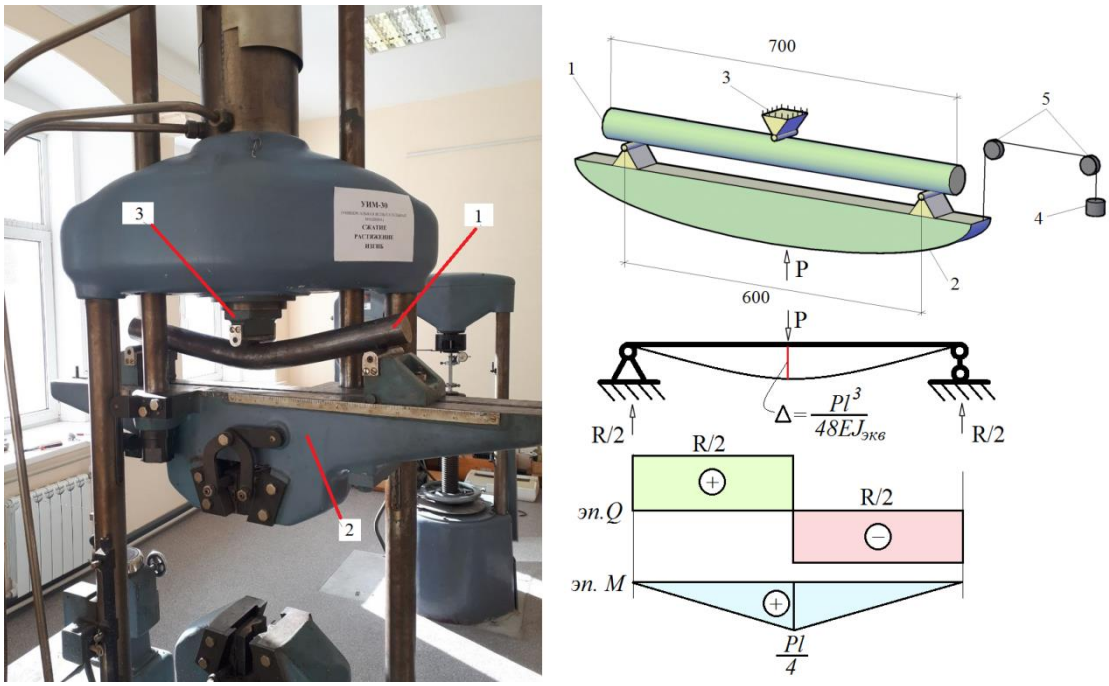
а *б* *в*

Рис. 2. Образцы трубобетонных конструкций после испытания на продольное деформирование: *а* – с хрупким разрушением оболочки, *б* – с пластическим деформированием обоймы, *в* – схема распределения радиальных напряжений, где $\sigma_{b,r}$ ($\sigma_{t,r}$) – радиальное напряжение в бетоне (трубе), вызванное стальной оболочкой (бетонным сердечником)

Несмотря на то, что трубобетонные элементы проектируются для работы в условиях сжатия и применяются, как правило, в качестве колонн, стоек, свай и пр., изучение их работы в условиях поперечного изгиба необходимо для создания адекватной расчетной схемы, поскольку изгибная жесткость стержневых элементов значительно влияет на последующее распределение усилий.

В настоящей работе приводятся результаты испытаний трубобетонных стержней при трехточечном изгибе. Для этого были изготовлены трубчатые образцы (Ø60×2 мм, l = 700 мм) из стали 09Г2С, заполненные бетоном марки В12,5. Марка стали и бетона были определены на контрольных образцах прессом П-125 [3].

Для построения диаграммы деформирования при изгибе, определения приведенной изгибной жесткости и анализа характера разрушения трубобетонного образца при изгибе была реализована испытательная установка с применением универсальной испытательной машины УИМ-30 (рис. 3).



а *б*

Рис. 3. Общий вид испытательной установки (*а*) и расчетная схема эксперимента (*б*); 1 – исследуемый образец, 2 – подвижная грузовая траверса, 3 – неподвижная траверса, 4 – груз для работы системы блоков 5, регистрирующих сближение траверс. *P* – внешняя нагрузка (кН), *l* (м) – пролет, $EJ_{экв}$ (кНм^2) – эквивалентная изгибная жесткость образца

Эквивалентная изгибная жесткость может быть определена по формуле: $EJ_{экв} = Pl^3/(48\Delta)$, где Δ – прогиб образца, соответствующий нагрузке *P*; *l* – пролет между опорами. На рис. 4 представлены диаграммы деформирования, согласно которым изгибная жесткость системы составляет 40,2 кНм^2.

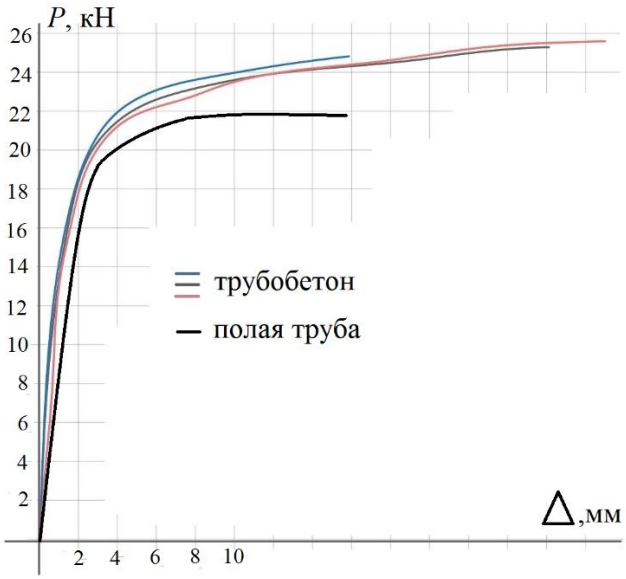


Рис. 4. диаграммы деформирования трубобетонных образцов и стальной трубы того же диаметра при изгибе

Для количественной оценки вклада бетона в работу конструкции выполнено сравнение обобщенной диаграммы деформирования при изгибе трубобетонных образцов с аналогичной диаграммой деформирования стальной трубы (рис. 4). Прирост изгибной жесткости за счет введения бетонного сердечника составил примерно 26 %.

На рис. 5 показан внешний вид разрушенного образца после испытаний. Несмотря на то, что в растянутой зоне стальной оболочки образовалась трещина, разрушение и потеря несущей способности происходит достаточно плавно, что может оказаться немаловажным при наступлении аварийной ситуации в реальном режиме эксплуатации. Введение бетонного сердечника позволило увеличить несущую способность по сравнению с полой трубой примерно на 10 %. Скорее всего это произошло за счет усиления сжатой зоны образца. Такое изменение вряд ли может считаться значительным для использования трубобетона в балочных конструкциях, работающих преимущественно на изгиб, особенно учитывая утяжеление элемента. Поэтому, как было сказано ранее, трубобетонные стержни используются в основном как центрально и внецентренно, сжатые с преобладанием продольных усилий и деформаций.

Рис. 5. Диаграммы деформирования трубобетонных образцов и стальной трубы того же диаметра при изгибе

Изгибная жесткость требуется в первую очередь для грамотного определения усилий и впоследствии − расчета несущей способности элементов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кришан, А. Л. Новое конструктивное решение трубобетонных колонн / А. Л. Кришан. – Текст : непосредственный // III тысячелетие – новый мир : труды международного форума по проблемам науки, техники и образования. – Москва, 2006. – Том 2. – С. 81–84.

2. О проблеме расчета трубобетонных конструкций с оболочкой из разных материалов. Часть 1. Опыт применения трубобетона с металлической оболочкой / И. И. Овчинников, И. Г. Овчинников, Г. В. Чесноков, Е. С. Михалдыкин. – Текст : электронный // Науковедение : Интернет-журнал. – 2015. – Том 7, № 4. – URL: http://naukovedenie.ru/PDF/95TVN415.pdf (дата обращения: 28.07.2022).

3. Экспериментальное исследование прочности композитных трубобетонных образцов малогабаритных сечений / П. А. Хазов, В. И. Ерофеев, Д. М. Лобов,

А. К. Ситникова. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2022. – № 3. – С. 36−43.

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

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

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

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

8. Mesnager, A. Le pont des Ibis, an vesinet (seine-et-oise) / A. Mesnager, F. Barthes, I. Vevrier // Le Genie Civil. – 1931. – N 2527/3.

9. Morino, S. Design and Construction of Concrete-Filled Steel Tube Column System in Japan / S. Morino, K. Tsuba // Earthquake and Engineering Seismology. – 2005. – Vol. 4, № 1. – P. 51–73.

10. Cai S.-H. Modern Street Tube Confined Concrete Structures / Cai S.-H. – China : Communication Press, 2003. – 358 p.

KHAZOV Pavel Alekseevich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of theory of structures and technical mechanics, head of the laboratory of continuous monitoring of the technical condition of buildings and structures; VEDYAYKINA Olga Ivanovna, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the chair of general physics and theoretical mechanics; KHOKHLOVA Irina Sergeevna, student; ARTEMYEVA Diana Vladimirovna, student

DEFORMATION AND DESTRUCTION OF CONCRETE-FILLED STEEL TUBE SAMPLES DURING TRANSVERSE BENDING

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-96, +7 (951) 919-0-919; e-mail: khazov.nngasu@mail.ru

Key words: steel tube confined concrete structures, stress-strain state, transverse bending, strength, deformation, bearing capacity.

The article presents the results of experimental studies of deformation of concrete-filled steel tube samples at three-point transverse bending. The total bending stiffness of the sample increases compared to a hollow steel tube. The nature of the destruction of samples caused by the formation of a crack in the stretched zone of concrete and steel shell is analyzed.

REFERENCES

1. Krishan A. L. Novoe konstruktivnoe reshenie trubobetonnykh kolonn [New constructive solution for steel tube confined concrete columns] // III tysyacheletie – novy mir: Trudy mezhdunarodnogo foruma po problemam nauki, tekhniki i obrazovaniya [III millennium − a new world: Proceedings of the international forum on problems of science, technology and education]. – 2006. – Vol. 2. – P. 81–84.

2. Ovchinnikov I. I., Ovchinnikov I. G., Chesnokov G. V., Mikhaldykin E. S. O probleme raschyota trubobetonnykh konstruktsiy s obolochkoy iz raznykh materialov. Chast 1. Opyt primeneniya trubobetona s metallicheskoy obolochkoy [On the problem of calculating steel tube confined concrete structures with a shell of different materials. Part 1. Experience with steel tube confined concrete] // Naukovedenie : Internet-zhurnal. – 2015 – Vol. 7, № 4. – URL: http://naukovedenie.ru/PDF/95TVN415.pdf (data obrascheniya: 28.07.2022).

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

4. Kanischev R. A. Analiz mestnoy ustoychivosti trubobetonnykh konstruktsiy pryamougolnogo secheniya [Analysis of local stability of pipe-concrete structures of rectangular section] // Inzhenerno-stroitelny zhurnal [Magazine of Civil Engineering]. 2016. № 4(64). P 59–68.

5. Lapshin A. A., Khazov P. A., Kozhanov D. A. , Likhachyova S. Yu. Otsenka prochnosti i ustoychivosti kompozitnykh stalezhelezobetonnykh elementov s sovmestnym primeneniem sterzhnevykh i tverdotelnykh raschyotnykh modeley [Assessment of the strength and stability of composite steel-reinforced concrete elements with joint use of rod and solid-state calculation models] / Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal] / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod, 2021. – № 3. – P. 9–16.

6. Bely G. I., Vedernikova A. A. Issledovanie prochnosti i ustoychivosti trubobetonnykh elementov konstruktsiy obratnym chislenno-analiticheskim metodom [Investigation of the strength and stability of pipe-concrete structural elements by the inverse numerical-analytical method] / Vestnik grazhdanskikh inzhenerov [Bulletin of Civil Engineers]. – 2021. – № 2(85). – P. 26–35.

7. Tamrazyan A. G., Manaenkov I. K. Ispytanie trubobetonnykh obraztsov malogo diametra s vysokim koeffitsientom armirovaniya [Testing small diameter pipe concrete samples with a high coefficient of reinforcement] // Stroitelstvo i rekonstruktsiya [Building and Reconstruction]. 2017. № 4 (72). – P. 57–62.

8. Mesnager A., Barthes F., Vevrier I. Le pont des Ibis, an vesinet (seine-et-oise). // Le Genie Civil – 1931. – N. 2527/3.

9. Morino S., Tsuba K. Design and Construction of Concrete-Filled Steel Tube Column System in Japan // Earthquake and Engineering Seismology. – 2005. – Vol. 4, № 1. – P. 51–73.

10. Cai S.-H. Modern Street Tube Confined Concrete Structures. // Communication Press China. – 2003. – 358 p.

© П. А. Хазов, О. И. Ведяйкина, И. С. Хохлова, Д. В. Артемьева, 2023
Получено: 28.03.2023 г.

УДК [691.3 +669.14] : 624.046

А. П. ПОМАЗОВ[1], аспирант кафедры теории сооружений и технической механики, ассистент кафедры строительных конструкций; Е. А. НИКИТИНА[2], канд. техн. наук, доц., ст. науч. сотр.; О. И. ВЕДЯЙКИНА[1], канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры общей физики и теоретической механики; К. В. ТОРОПОВА[1], студент

ВЛИЯНИЕ СЛУЧАЙНОГО ЭКСЦЕНТРИСИТЕТА НА УСТОЙЧИВОСТЬ КРУГЛОЙ ТРУБОБЕТОННОЙ КОЛОННЫ

[1]ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-96, +7 (915) 947-36-25; эл. почта: pomazov.a.p@mail.ru
[2]Институт проблем машиностроения РАН – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук»
Россия, 603024, г. Н. Новгород, ул. Белинского, д. 85. Тел.: (831) 432-05-76
Ключевые слова: трубобетон, экспериментальные исследования, продольный изгиб, устойчивость, напряженно-деформированное состояние, малогабаритные сечения, осевое сжатие, случайный эксцентриситет.

Приведены результаты экспериментальных исследований длинных трубобетонных стержней малогабаритного сечения под действием осевой сжимающей нагрузки. В результате потери устойчивости определены критические силы и построены диаграммы продольного и поперечного деформирования для центрально сжатой стойки и для стойки, сжатой со случайным эксцентриситетом. Сделаны выводы о влиянии случайного эксцентриситета на деформативность и устойчивость трубобетонного стержня.

В последние десятилетия большое внимание в строительстве уделяется композитным материалам и сталежелезобетонным конструкциям, в связи с чем стремительно развиваются технологии возведения зданий, сокращаются сроки строительства, снижается общая масса здания, по сравнению с применением классического железобетона. В связи с этим активно проводятся экспериментальные и численные исследования прочности, жесткости и устойчивости как российскими учеными [1–5], так и зарубежными [6, 7]. Несмотря на это, открытым остается вопрос совместной работы трубы-оболочки и бетонного наполнителя [3], отсутствуют методики определения напряженно-деформированного состояния трубобетонных конструкций, что затрудняет процесс расчета и не позволяет реализовать весь потенциал представляемого типа конструкций с целью экономичного проектирования зданий без понижения требуемых для их эксплуатации качеств.

Согласно действующим нормативным методикам при расчете прочности сжатых железобетонных и сталежелезобетонных элементов необходимо учитывать случайный эксцентриситет, который возникает в конструкции за счет неучтенных факторов (неоднородность бетонного сечения, неточность центровки элемента, неровность торцевых поверхностей образца).

Значение случайного эксцентриситета принимается по наибольшему из следующих величин: 1/600 от длины элемента; 1/30 от высоты сечения или 10 мм. Т. е. e_a = max (L/600; D/30; 10 мм) = 10 мм.

Аналитические расчеты влияния случайного эксцентриситета трубобетонных стоек на их несущую способность по отечественным и зарубежным методикам приводятся в [4]. В связи с отсутствием методики расчета внецентренно сжатых трубобетонных элементов авторами предлагается считать, что при внецентренном сжатии нормальная сила воспринимается композитным сечением, а изгибающий момент воспринимается только трубой-оболочкой, что идет в запас прочности колонны [4]. Действительно, вклад бетона в несущую способность при наличии момента составляет порядка 10 % [8].

Для исследования вопросов устойчивости трубобетонных стержней была изготовлена серия образцов, представляющих собой стальные трубы диаметром 60 мм с толщиной стенки 2 мм с неармированным бетонным сердечником. Изготовление сердечника осуществлялось из высокоподвижной бетонной смеси с крупным заполнителем из гравия мелкой фракции (до 5 мм). Фактическая прочность полученного бетона определялась путем разрушения контрольных образцов и составила 11 МПа. Марка стали трубы-оболочки была определена разрушением короткого образца трубы соответствующего диаметра – 09Г2С с условным пределом текучести 350 МПа [9].

Осевая сжимающая нагрузка прикладывалась к образцам при помощи загружающих пластин пресса П-125. Шарнирное опирание колонн осуществлялось посредством их установки на загружающие пластины через опорные цилиндрические шарниры. Измерение продольных деформаций осуществлялось путем регистрации сближения пластин индикатором часового типа, поперечные деформации фиксировались прогибомерами, установленными в средней части образца в плоскости и из плоскости потери устойчивости. Экспериментальная установка для испытания трубобетонных колонн на устойчивость приведена на рис. 1.

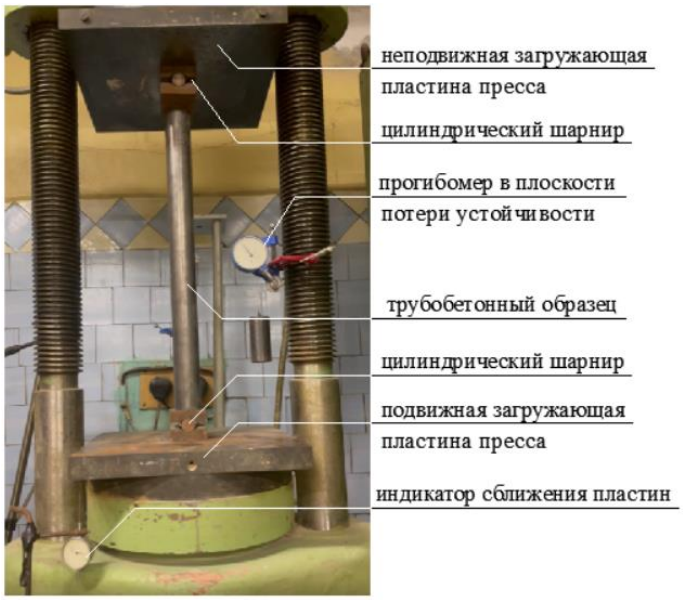


Рис. 1. Экспериментальная установка для испытаний трубобетонных колонн длиной 700 мм осевой сжимающей нагрузкой на устойчивость

На рис. 2 приведены диаграммы продольных и поперечных деформаций образцов в плоскости потери устойчивости, из которых видно, что для стойки, сжатой со случайным эксцентриситетом продольной силы, возникшем в результате неточности центровки образца и шарнирных опор, наблюдается рост поперечных деформаций на первых этапах приложения нагрузки. При этом значение критической силы, при которой возникает потеря устойчивости для трубобетонных обоих образцов близко к 130 кН, для стальной трубы критическая сила равна 103 кН.

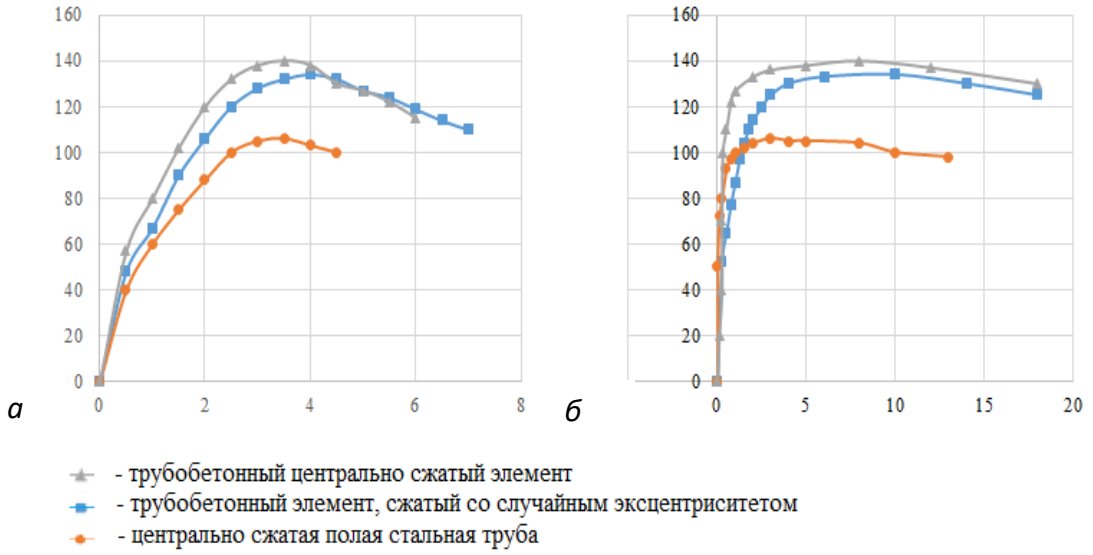


Рис. 2. Диаграммы продольных деформаций (*а*) и поперечных деформаций в плоскости потери устойчивости образцов (*б*) для полой стальной трубы, центрально сжатой трубобетонной стойки и трубобетонной стойки, сжатой со случайным эксцентриситетом

Для полой стальной трубы также существует нормативная методика расчета при центральном сжатии. Полученная экспериментально разрушающая нагрузка отличается от теоретической не более 5 %, что на практике учитывается коэффициентами условий работы и надежности по нагрузке [10].

Таким образом, в ходе экспериментального исследования устойчивости трубобетонных стержней были получены диаграммы деформирования для центрально сжатого и сжатого со случайным эксцентриситетом образцов, а также для полой стальной трубы. Общий характер деформирования сжатого трубобетонного образца аналогичен деформированию полой стальной трубы, упругая стадия работы материала переходит в пластическую при одинаковых значениях деформаций. Наличие случайного эксцентриситета влияет на общую деформативность сжатого трубобетонного стержня, но тем не менее итоговая несущая способность меняется несущественно, и конструкция способна выдерживать большую нагрузку.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИПФ РАН на фундаментальные научные исследования на 2021–2023 годы по теме № 0030-2021-0025 и при поддержке РФФИ (грант № 20-07-00914).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кришан, А. Л. Экспериментальные исследования прочности гибких трубобетонных колонн / А. Л. Кришан, М. М. Суровцев. – Текст : непосредственный // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова. Строительные материалы и технологии. – 2013. – № 1. – С. 90–92.

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

3. Овчинников, И. И. О проблеме расчета трубобетонных конструкций с оболочкой из разных материалов. Часть 2. Расчет трубобетонных конструкций с металлической оболочкой / И. И. Овчинников, И. Г. Овчинников, Г. В. Чесноков, Е. С. Михалдыкин. – Текст : электронный // Науковедение : Интернет-журнал. – 2015. – Том 7, № 4. – URL: https://naukovedenie.ru/PDF/112TVN415.pdf (дата обращения: 21.11.2022).

4. Стороженко, Л. И. Сравнение методик расчета трубобетонных конструкций / Л. И. Стороженко, А. В. Семко. – Текст : непосредственный // Коммунальное хозяйство городов. Научно-технический сборник. – 2005/9/22. – № 63. – С. 59–67.

5. Исследования несущей способности внецентренно сжатых сталетрубобетонных колонн / В. И. Римшин, М. Н. Семенова, И. Л. Шубин [и др.] // Строительные материалы. – 2022. – № 6. – С. 8–14.

6. Structural Behaviour of Axially Loaded Concrete-Filled Steel Tube Columns during the Top-Down Construction Method / M. M. Lazovic Radovanovic, J. Z. Nikolic, J. R, Radovanovic, S. M. Kostic. // Applied sciences. – 2022. – № 12. – 18 p.

7. Jing Dong. Research on Dynamic Response of Concrete-Filled Steel Tube Columns Confined with FRP under Blast Loading / Jing Dong, Junhai Zhao, Dongfang Zhang, Yingping Li // Shock and Vibration. – Hindawi, 2019. – 18 p.

8. Хазов, П. А. Деформирование и разрушение трубобетонных образцов при поперечном изгибе / П. А. Хазов, О. И. Ведяйкина, И. С. Хохлова, Д. В. Артемьева – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2023. – № 2. – С. 69–74.

9. Экспериментальное исследование расчетных длин и коэффициентов продольного изгиба композитных трубобетонных образцов / П. А. Хазов, В. И. Ерофеев, Д. М. Лобов [и др.]. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2022. – № 4. – С. 16–24.

10. Экспериментальная оценка нормативных методик расчета устойчивости центрально-сжатых стержней / П. А. Хазов, Е. А. Чибакова, Г. А. Калинина, А. П. Помазов. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2023. – № 1. – С. 34–42.

POMAZOV[1] Artyom Pavlovich, postgraduate student of the chair of theory of structures and technical mechanics, assistant of the chair of building structures; NIKITINA[2] Elena Aleksandrovna, candidate of technical sciences, associate professor, senior researcher; VEDYAYKINA[1] Olga Ivanovna, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the chair of general physics and theoretical mechanics; TOROPOVA[1] Kseniya Vladimirovna, student

THE EFFECT OF ACCIDENTAL ECCENTRICITY ON THE STABILITY OF A CIRCULAR TUBE CONCRETE COLUMN

[1] Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-96, +7 (915) 947-36-25; e-mail: pomazov.a.p@mail.ru
[2] 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
Key words: concrete-filled steel tube, experimental research, longitudinal bending, stability, stress-strain state, small-sized sections, axial compression, accidental eccentricity.

The article presents the results of experimental studies of long concrete-filled steel tube rods of small-sized cross-section under the action of an axial compressive load. As a result of the loss of stability, critical forces were determined and diagrams of longitudinal and transverse deformation were constructed for a centrally compressed column and for a column compressed with random eccentricity. Conclusions are drawn about the influence of accidental eccentricity on the deformability and stability of a tube-concrete rod.

REFERENCES

1. Krishan A. L., Surovtsev M. M. Eksperimentalnye issledovaniya prochnosti gibkikh trubobetonnykh kolonn [Experimental studies of the strength of flexible concrete-filled steel tubes]. Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G. I. Nosova. Stroitelnye materialy i tekhnologii [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University. Construction materials and technologies]. 2013. № 1(41). P. 90–92.

2. Bely G. I., Vedernikova A. A. Issledovanie prochnosti i ustoychivosti trubobetonnykh elementov konstruktsiy obratnym chislenno-analiticheskim metodom [Investigation of strength and stability of concrete-filled steel tubes structural elements by the inverse numerical-analytical method]. Vestnik grazhdanskikh inzhenerov [Bulletin of Civil Engineers]. 2021. № 2(85). P. 26–35.

3. Ovchinnikov I. I., Ovchinnikov I. G., Chesnokov G. V., Mikhaldykin E. S. O probleme raschyota trubobetonnykh konstruktsiy s obolochkoy iz raznykh materialov. Chast 1. Opyt primeneniya trubobetona s metallicheskoy obolochkoy [On the problem of calculating steel tube confined concrete structures with a shell of different materials. Part 1. Experience with steel tube confined concrete] // Naukovedenie [Science]: Internet-zhurnal. – 2015 – Vol. 7, № 4. – URL: http://naukovedenie.ru/PDF/95TVN415.pdf (data obrascheniya: 28.07.2022).

4. Storozhenko L. I., Semko A. V. Sravnenie metodik raschyota trubobetonnykh konstruktsiy [Comparison of methods of calculation of tube-concrete structures] // Kommunalnoe khozyaystvo gorodov [Municipal services of cities]. Nauchno-tekhnicheskiy sbornik. – 2005/9/22. – № 63 – P. 59–67.

5. Rimshin V. I., Semyonova M. N., Shubin I. L. [et al.]. Issledovaniya nesuschey sposobnosti vnetsentrenno szhatykh staletrubobetonnykh kolonn [Studies of the bearing capacity of non-centrally compressed concrete-filled steel tubes]. Stroitelnye materialy [Building Materials]. 2022. № 6. P. 8–14.

6. Lazovic Radovanovic M. M., Nikolic J. Z., Radovanovic J. R., Kostic S. M. Structural Behaviour of Axially Loaded Concrete-Filled Steel Tube Columns during the Top-Down Construction Method // Applied sciences. – 2022 – № 12. – 18 p.

7. Jing Dong, Junhai Zhao, Dongfang Zhang, Yingping Li. Research on Dynamic Response of Concrete-Filled Steel Tube Columns Confined with FRP under Blast Loading // Shock and Vibration. Hindawi, 2019. – 18 p.

8. Khazov P. A., Vedyaykina O. I., Khokhlova I. S., Artemyeva D. V. Deformirovanie i razrushenie trubobetonnykh obraztsov pri poperechnom izgibe [Deformation and destruction of concrete-filled steel tube samples during transverse bending] // Privolzhskiy nauchny zhurnal

[Privolzhsky Scientific Journal] / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod, 2023. – № 2. – P. 69–74.

9. Khazov P. A., Erofeev V. I., Lobov D. M., [et al]. Eksperimentalnoe issledovanie raschyotnykh dlin i koeffitsientov prodolnogo izgiba kompozitnykh trubobetonnykh obraztsov [Experimental study of reduced lengths and longitudinal bending coefficients of composite concrete-filled steel tube samples] // Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal] / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod, 2022. – № 4. – P. 16–24.

10. Khazov P. A., Chibakova E. A., Kalinina G. A., Pomazov A. P. Eksperimentalnaya otsenka normativnykh metodik raschyota ustoychivosti tsentralno-szhatykh sterzhney [Experimental evaluation of normative methods for calculation of the stability of centrally compressed rods] // Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal] / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod, 2023. – № 1. – P. 34–42.

© А. П. Помазов, Е. А. Никитина, О. И. Ведяйкина, К. В. Торопова, 2023
Получено: 31.03.2023 г.

УДК 624.131.3

Д. И. КИСЛИЦЫН, канд. техн. наук, зав. кафедрой информационных систем и технологий; П. М. БОКОВАЯ, студент; И. С. ЖИЛЬЦОВ, студент

МЕТОД РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ КАРСТОВОГО ПРОВАЛА ПОД СТРОИТЕЛЬНЫМ ОБЪЕКТОМ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 433-19-20; эл. почта: kislitsyn@nngasu.ru

Ключевые слова: карстовая опасность, раннее обнаружение карстового провала, метод триангуляции.

Приведено описание метода, позволяющего по малым вертикальным перемещениям в основании элементов несущих конструкций определить расположение и площадь карстового провала даже на этапе, когда провал небольшого размера еще не привел к обрушению строительной конструкции, под которой он находится. Показаны результаты численных экспериментов, подтверждающие результативность разработанного метода.

Карстовый процесс является одним из опаснейших геологических процессов как по степени опасности и внезапности его проявления в виде провалов и оседаний земной поверхности, так и по масштабам и степени угрозы для урбанизированных территорий [1]. В связи с этим исследования карста для разных сторон практической деятельности человеческого общества и изучения обратной связи при возрастающем прогрессе техносферы становятся актуальными задачами современной инженерной геологии. Поэтому следует обратить особое внимание на развитие систем мониторинга состояния строительных объектов, позволяющих своевременно предсказывать возможность проявлений карстовых провалов, так как обрушение возможно только при достижении карстовой полостью предельных размеров [2]. Раннее обнаружение этих явлений в настоящее время является актуальной задачей, т. к. при выявлении ранних признаков могут быть обнаружены причины, которые могут приостановить развитие карстового процесса.

Одним из наиболее предпочтительных способов определения карстовых процессов является использование автоматизированных систем мониторинга негативных процессов. Современные системы автоматизированного проектирования должны обеспечивать в режиме реального времени измерение напряженно-деформированного состояния объектов с их последующей математической обработкой, представляя обработанные данные в понятном для пользователя виде, а также прогнозировать дальнейшее поведение наблюдаемого объекта [3].

Ранее было обнаружено влияние расположения и размера карстового провала на вертикальные перемещения фундаментной плиты [4].

Ниже описан метод, позволяющий определить примерное местоположение и размер карстового провала даже на этапе, когда провал небольшого размера и еще не привел к обрушению строительной конструкции, под которой он находится.

Пусть $\Delta z = |zk - z0|$ – разница вертикальных перемещений в основании элементов несущих конструкций рассматриваемого строительного объекта на

заданном грунте (с карстом и без), где *z0* – вертикальное перемещение в точке грунта без карста от собственного веса здания, *zk* – вертикальное перемещение в точке грунта с карстом от собственного веса здания. Тогда разница вертикальных перемещений Δ*z* в точке *K* будет зависеть от расстояния *L* до центра карстовой воронки размером *R*, параметров грунта *G* и параметров строительного объекта *O*, т. е. Δ*z* = *f(L, R, G, O)*. При этом для одного и того же строительного объекта *O* функцию *f* можно упростить до трех параметров, т. е. *f(L, R, G)*. Функцию *f* можно дискретно определить, моделируя карстовые провалы разного размера *R* на разном расстоянии от точки *K* на заданном грунте *G* для конструкции *O*. Полученный на основе такого моделирования набор данных будем называть матрицей перемещений *M*. Величину *z0* можно определить либо по датчику вертикальных перемещений заранее до образования карста, либо используя КЭ-модель здания; величину *zk* можно определить по датчику вертикальных перемещений.

Далее по полученным с датчиков, расположенных в основании несущих конструкций (например, на колоннах, далее «опорные точки») вертикальным перемещениям, будем последовательно перебирать возможные размеры карстового провала, учтенные в матрице перемещений, и для каждого варианта размера будем для каждой опорной точки по матрице перемещений определять расстояние от этой точки до предполагаемого центра провала. Используя метод триангуляции, по полученным расстояниям будем проверять существует ли такая точка, где пересекаются радиальные расстояния опорных точек (рис. 1). Точка пересечения окружностей и является центром карстового провала, а размер провала будет равен рассматриваемому варианту размера.

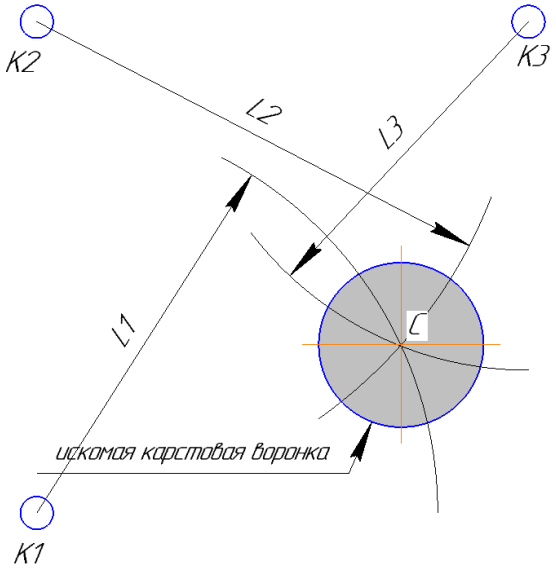


Рис. 1. Определение центра карстовой воронки: *K1, K2, K3* – колонны, с которых снимаются данные вертикальных перемещений; *C* – центр искомой карстовой воронки; *L1, L2, L3* – соответственно расстояния от колонн *K1, K2, K3* до центра *C* воронки

Пример схемы моделирования карстовых провалов заданного размера на однородном грунте (постоянный коэффициент постели грунта для всей рассматриваемой строительной площадки) показан на рис. 2. Размеры воронок *V*

одинаковые. Воронки моделируем не все сразу, а последовательно. В этом случае для каждой точки *K* мы последовательно от каждой воронки *V* получим свою пару значений: Δz и *L*.

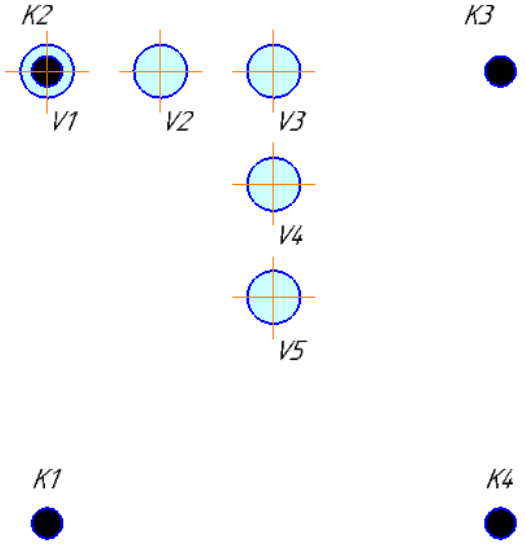


Рис. 2. Пример расположения моделируемых воронок *V*

Выполнив для рассматриваемого на рис. 2 случая расчеты шести КЭ-моделей (одна модель без карстовой воронки и пять моделей с разным расположением воронки диаметром 2,4 м) мы получим 12 различных пар значений Δz и *L* (рис. 3).

Сведем их в таблицу (табл. 1).

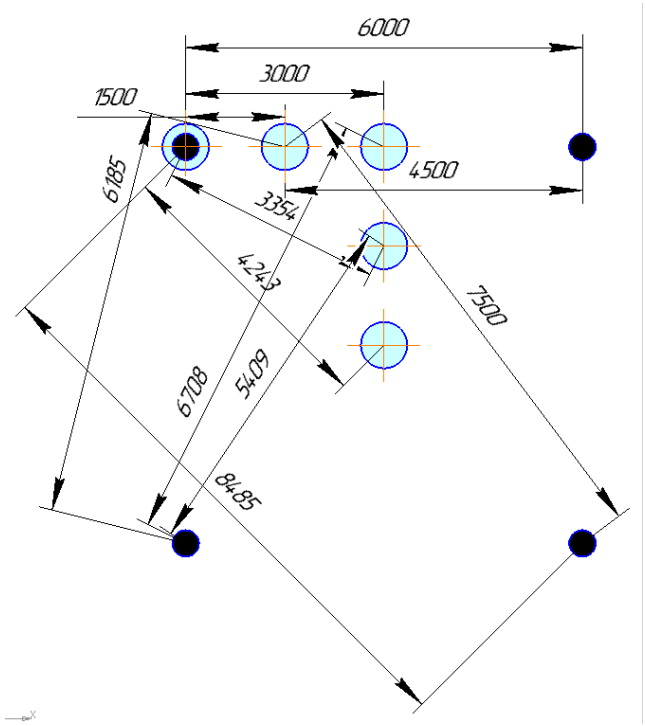


Рис. 3. Нахождение величин Δz и *L*

Таблица 1

Зависимость между величинами Δ*z* и *L*

Δ*z*, мм	*L*, м
0.010	8.485
0.024	7.500
0.034	6.708
0.054	6.185
0.066	6.000
0.074	5.409
0.114	4.500
0.155	4.243
0.184	3.354
0.214	3.000
0.334	1.500
0.427	0.000

По полученным значениям строим график зависимости *L(Δz)* (рис. 4).

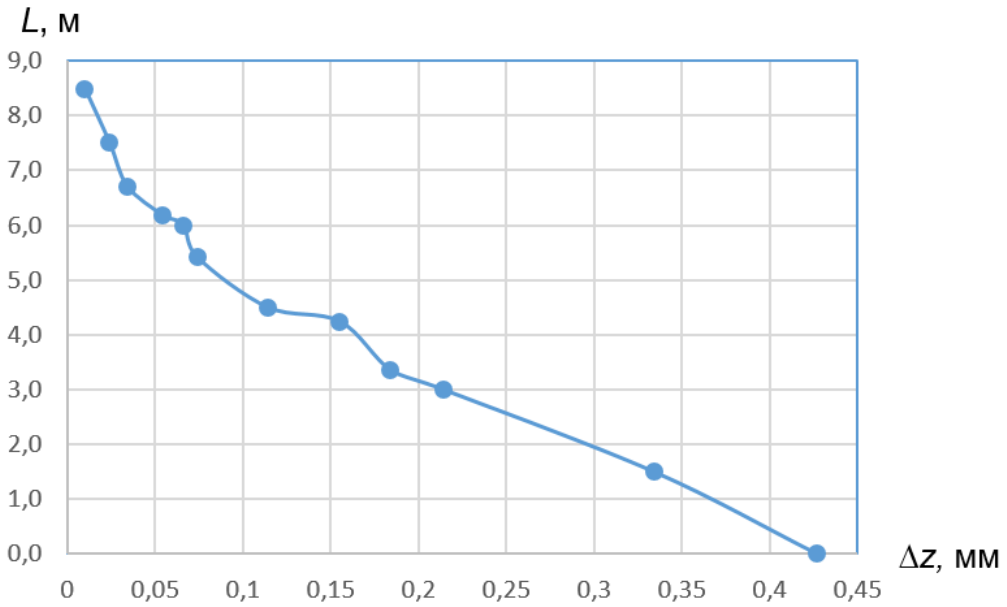


Рис. 4. График искомой зависимости

По построенному по точкам на рис. 4 графику с помощью средств *MS Excel* определяем аппроксимирующую кривую. Аппроксимирующая кривая должна максимально точно повторять график. Для данного случая в качестве аппроксимирующей кривой выбираем полином четвертой степени с величиной достоверной аппроксимации равной 0,9944 (рис. 5).

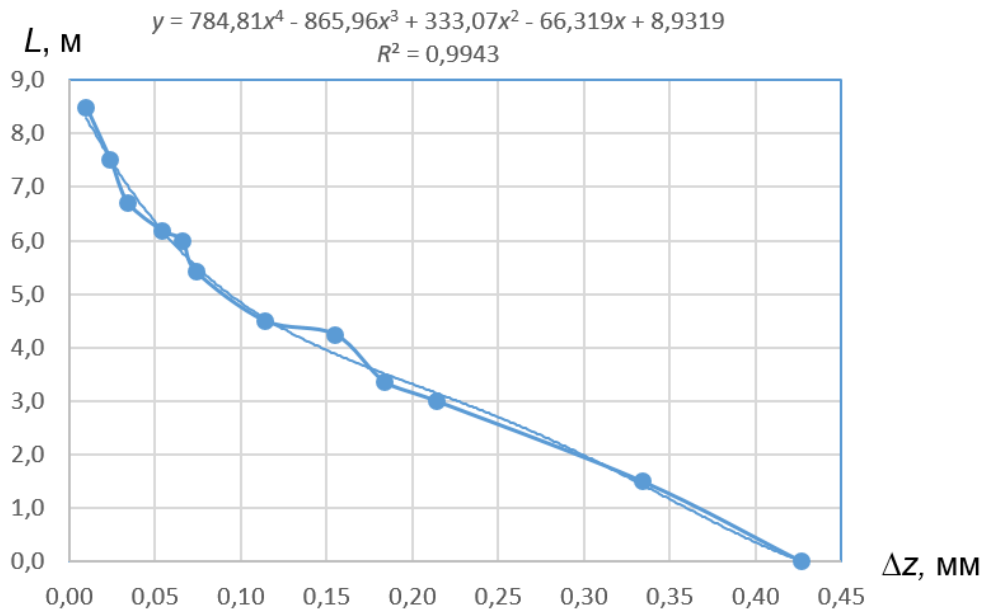


Рис. 5. Построение аппроксимирующей кривой

Получив аппроксимирующую кривую, можно определить центр искомой карстовой воронки. В качестве примера в табл. 2 показаны перемещения Δz и расстояния L для колонн *К1*, *К2*, *К3*, *К4*.

Таблица 2

Перемещения и расстояния для различных колонн

Колонна	Δz, мм	L, м
К1	0.254	2.646007
К4	0.104	4.76109
К3	0.054	6.195651
К2	0.114	4.555155

По данным табл. 2 пунктирной линией построим карстовую воронку диаметром 2,4 м (рис. 6). Здесь же сплошной линией построим воронку по данным из КЭ-модели.

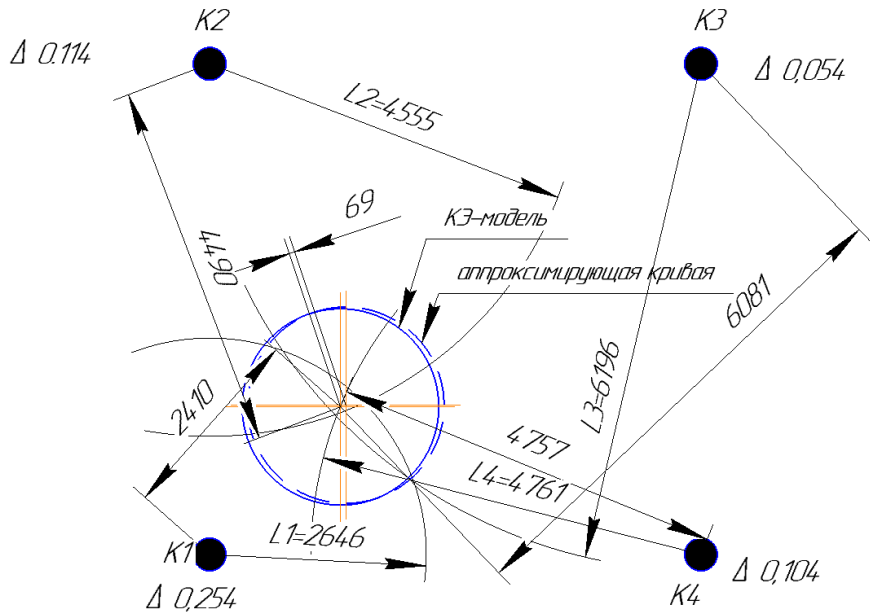


Рис. 6. Нахождение искомой карстовой воронки

Из рис. 6 можно видеть, что воронки почти наложились друг на друга. Расхождение равно 69 мм, что для площадки 6×6 м составляет порядка 1 %.

Результаты проведенного на данном этапе численного эксперимента подтвердили корректность предложенного метода. Конечно, в рассматриваемом примере размер воронки был фиксирован. В реальности же ее размер не известен, поэтому для построения матрицы перемещений необходимо также смоделировать воронки разного размера, что и будет выполнено в дальнейших исследованиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Некоторые данные о существовании в зарубежных странах закарстованных территорий / А. Н. Супрун, Д. И. Кислицын, А. А. Егорова, А. С. Мигунова, А. А. Коен, Д. А. Максимов // Труды научной конференции 17-го Российского архитектурно-строительного форума / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2019. – С. 11–14.

2. Мельник, В. В. Обоснование геомеханических факторов для диагностики опасности карстопроявлений при недропользовании : специальность 25.00.20 : автореферат диссертации кандидата технических наук / Мельник Виталий Вячеславович. – Екатеринбург, 2010. – 21 с.

3. Хромых, В. Е. Компьютерное моделирование катастрофических карстовых провалов в основании строительных объектов / В. Е. Хромых, А. Н. Супрун, Д. И. Кислицын // Труды научной конференции 17-го Российского архитектурно-строительного форума / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2019. – С. 14–16.

4. Супрун, А. Н. Модернизация современных IT-систем мониторинга технических состояний уникальных зданий и сооружений для раннего обнаружения негативных процессов / А. Н. Супрун, Д. И. Кислицын, В. Е. Хромых // Труды научно-практической конференции в рамках 16-го Российского архитектурно-строительного форума / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2018. – С. 31–36.

KISLITSYN Dmitriy Igorevich, candidate of technical sciences, holder of the chair of information systems and technologies; BOKOVAYA Polina Maksimovna, student; ZHILTSOV Ivan Sergeevich, student

METHOD FOR EARLY DETECTION OF A CARST SINK UNDER A CONSTRUCTION SITE

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 433-19-20; e-mail: kislitsyn@nngasu.ru
Key words: karst hazard, early detection of a karst sinkhole, triangulation method.

The article presents the description of a method, which allows to determine the location and area of a karst sinkhole by small vertical displacements at the base of the elements of the supporting structures, even at the stage when the sinkhole is small and has not yet led to the collapse of the building structure under which it is located. The results of numerical experiments are shown, confirming the effectiveness of the developed method.

REFERENCES

1. Suprun A. N., Kislitsyn D. I., Egorova A. A., Migunova A. S., Koen A. A., Maksimov D. A. Some data on the existence of karst territories in foreign countries / Trudy nauchnoy konferentsii 17-go Rossiyskogo arkhitekturno-stroitelnogo foruma [Proceedings of the Scientific Conference of the 17th Russian Architecture and Construction Forum] / Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod, 2019. – P. 11–14.

2. Melnik V. V. Obosnovanie geomekhanicheskikh faktorov dlya diagnostiki opasnosti karstoproyavleniy pri nedropolzovanii [Substantiation of geomechanical factors for diagnosing the danger of karst manifestations during subsoil use]: spetsialnost 25.00.20 : avtoref. diss. cand. tekh. nauk. – Ekaterinburg, 2010. – 21 p.

3. Khromykh V. E., Suprun A. N., Kislitsyn D. I. Komputernoe modelirovanie katastroficheskikh karstovykh provalov v osnovanii stroitelnykh obektov [Computer modeling of catastrophic karst sinkholes at the base of construction objects] / Trudy nauchnoy konferentsii 17-go Rossiyskogo arkhitekturno-stroitelnogo foruma [Proceedings of the Scientific Conference of the 17th Russian Architecture and Construction Forum] / Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod, 2019. – P. 14–16.

4. Suprun A. N., Kislitsyn D. I., Khromykh V. E. Modernizatsiya sovremennykh IT-sistem monitoringa tekhnicheskikh sostoyaniy unikalnykh zdaniy i sooruzheniy dlya rannego obnaruzheniya negativnykh protsessov [Modernization of modern IT systems for monitoring technical conditions of unique buildings and structures for early detection of negative processes] / Trudy nauchnoy konferentsii 16-go Rossiyskogo arkhitekturno-stroitelnogo foruma [Proceedings of the scientific and practical conference within the framework of the 16th Russian Architecture and Construction Forum] / Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod, 2018. – P. 31–36.

© **Д. И. Кислицын, П. М. Боковая, И. С. Жильцов, 2023**
Получено: 20.04.2023 г.

УДК 628.543

Э. Р. МИХЕЕВА[1], канд. биолог. наук, науч. сотр. лаборатории ресурсосберегающих биотехнологий; И. В. КАТРАЕВА[2], канд. техн. наук, доц. кафедры водоснабжения, водоотведения, инженерной экологии и химии; Д. Л. ВОРОЖЦОВ[1], канд. хим. наук, науч. сотр. лаборатории ресурсосберегающих биотехнологий

ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ В АППАРАТЕ ВИХРЕВОГО СЛОЯ СТОЧНОЙ ВОДЫ КОНДИТЕРСКОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ВЫХОД БИОВОДОРОДА ПРИ ТЕМНОВОМ АНАЭРОБНОМ СБРАЖИВАНИИ

[1]ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского»
Россия, 603022, г. Н. Новгород, пр. Гагарина, д. 23
[2]ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-79;
эл. почта: eco-nngasu@yandex.ru; lab4-5@mail.ru
Ключевые слова: сточная вода кондитерского производства, биоводород, биогаз, аппарат вихревого слоя, предобработка, темновое анаэробное сбраживание.

В представленной работе впервые исследовано влияние предобработки реальной сточной воды производства конфитюра в аппарате вихревого слоя ферромагнитных частиц (АВС) на свойства отхода и выход биоводорода при анаэробном сбраживании в реакторе непрерывного действия с иммобилизующим агентом (пенополиуретан).

Водород считается энергоносителем будущего из-за его высокой энергоемкости и экологичности, поскольку при сжигании образуется водяной пар. Анаэробное сбраживание органических отходов с получением биоводорода является перспективным методом их переработки.

В зарубежной литературе сообщается о производстве водорода из различных промышленных сточных вод, богатых углеводами, таких как сточные воды переработки крахмала маниоки, производства коричневого сахара, завода по производству картона, производства этанола [1–7]. Обогащенные сахарами сточные воды, такие как сточные воды производства мелассы, переработки сахарной свеклы, сахарного тростника способны давать высокие выходы водорода, составляющие около 3,2 моль/моль глюкозы [8]. Крахмалистые сточные воды обычно приводят к относительно низким выходам водорода, составляющим около 1,9 моль/моль глюкозы [9–10].

В настоящее время производство водорода основано на таких процессах, как паровой риформинг метана (невозобновляемого источника ископаемого топлива), электролиз воды и другие. Производство водорода с использованием биологических методов, в частности путем темновой ферментации органических отходов и сточных вод рассматривается как потенциально более экологичный процесс по сравнению с традиционными технологиями, поскольку не требует высоких температур и давления и, следовательно, является менее энергоемким.

Технология темновой анаэробной ферментации (ТАФ) с практической точки зрения оказалась более перспективной и осуществимой в промышленном масштабе, чем фото-ферментация (с помощью фотосинтетических бактерий) поскольку не требует дополнительного мощного освещения, характеризуется более высокой скоростью и эффективностью синтеза водорода, низкими эксплуатационными расходами и возможностью интеграции с технологиями топливных элементов [11]. Экспериментальные исследования производства водорода методом ТАФ в основном проводились с использованием реакторов непрерывного действия с мешалкой (*CSTR*). Кроме того, применялись относительно высокие нагрузки по органическому веществу и низкие значения гидравлического времени удержания субстрата в аппарате (ГВУ), в связи с чем наблюдалась значительная потеря микроорганизмов из реактора. Использование иммобилизующих материалов позволило избежать вымывание микроорганизмов из реактора и повысить выход водорода [12–15]. В качестве иммобилизующего агента нами были использованы кусочки полиуретановой пены, зарекомендовавшие себя в качестве нетоксичного носителя для микроорганизмов [16].

Для ускорения процесса переработки отходов и повышения выхода водорода известны различные способы предобработки субстрата: физические, химические, физико-химические и биологические [17–20]. Преимуществом аппарата вихревого слоя ферромагнитных частиц (АВС) являются более низкие энергозатраты на обработку отходов по сравнению, например, с ультразвуковой предобработкой. Измельчение осуществляется ферримагнитными рабочими телами цилиндрической формы, помещенными в трубу из немагнитного материала, в которой создается вращающееся магнитное поле. Из-за высокой скорости вращения поля (3600 об/мин) начинают двигаться и соударяться рабочие тела (ферромагнитные стержни), вызывая диспергирование обрабатываемого материала, находящегося в рабочем пространстве аппарата. Кроме ударного воздействия ферромагнитных частиц интенсивному диспергированию материала способствуют и кавитационные явления, также возникающие в процессе работы аппарата.

Целью данной работы являлось изучение влияния предварительной обработки сточной воды кондитерского производства в АВС на выход биоводорода при темновом анаэробном сбраживании.

Материалы и методы

Для эксперимента был использован инокулят из реактора, анаэробно сбраживающего молочную сыворотку с получением биоводорода [16], который имел следующие характеристики: содержание сухих веществ (СВ) составило 3,92 %, содержание органических сухих веществ (оСВ) – 55,76 %СВ. Предварительно инокулят был подвергнут термической обработке в течение 30 мин при 90 ºС с целью инактивации метаногенов.

В качестве сбраживаемого субстрата использовали сточную воду кондитерской фабрики после производства конфитюра. Физико-химические характеристики сточной воды представлены в таблице.

Сточная вода кондитерского производства подвергалась предварительной обработке в АВС (ООО «Регионметтранс») в проточном режиме с использованием ферромагнитных тел диаметром 2,1 мм и длиной 19 мм. Обработку проводили в двух режимах:

- 1 минута обработки, мощность 4 кВт;
- 3 минуты обработки, мощность 4 кВт.

Основные характеристики сточной воды кондитерского производства

Номер	Характеристика	Ед. измерения	Значение	Методика, прибор
1	pH	ед. pH	6,34	pH метр *WTW* pH 3110 *SET*
2	СВ	%	1,11	сушка при 105 ºС, сушильный шкаф *ES*-4610, весы аналитические *HT 224 RCE*
3	Зольность	%СВ	6,40	сжигание при 600 ºС, муфельная печь *LF-5/13-G1*
4	оСВ	%	1,04	атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой (*ICP*-спектрометр) *PRODIGY*
5	Na	масс.%	0,01	
6	Mg	масс.%	0,03	
7	K	масс.%	0,08	
8	Ca	масс.%	0,18	
9	Ti	масс.%	$1*10^{-4}$	
10	Mn	масс.%	$1*10^{-4}$	
11	Fe	масс.%	0,003	
12	Cu	масс.%	-	
13	Zn	масс.%	0,002	
14	B	масс.%	0,0001	
15	ХПК (фильтрованная проба)	мг/л	12 140	ПНД Ф 14.1:2.100-97
16	C	% СВ	33	Элементный анализатор *vario ELcube* одновременного определения *CHNS(O)*
17	H	% СВ	7,2	
18	N	% СВ	менее 0,3	
19	S	% СВ	менее 0,3	
20	C/N	-	109,9/1	
21	NH_4^+	мг/л	37,0	ПНД Ф 14.1:2:3.1-95, спектрофотометр В-1100
22	PO_4^{3-}	мг/л	2,31	ПНД Ф 14.1:2:4.112-97, спектрофотометр В-1100
23	Жиры	мг/л	14,2	ПНД Ф 14.1:2.122-97
24	Фруктоза	масс.%	0,085	Хроматограф жидкостный *LC-20AD Prominence* (*Shimadzu*, Япония)
25	Глюкоза	масс.%,	0,064	
26	Сахароза	масс.%,	0,395	

Изучение процесса ТАФ с получением биоводорода проводили в мезофильных условиях при (37±1) ºС.

Для исследований были использованы три идентичных аппарата из полипропилена, имеющие рабочий объем 760 мл, два из которых были помещены

в суховоздушный шкаф с принудительной конвекцией *FD* 53 (*Binder*, Германия), оборудованный шлюзом в верхней части для вывода шлангов и кабелей; в третьем аппарате требуемые условия поддерживались с помощью водяной рубашки (рис. 1).

Рис. 1. Внешний вид установки для проведения процесса ТАФ с получением биоводорода

Реакторы работали как затопленные биофильтры круглосуточно в автоматическом режиме, требуемая скорость восходящего потока жидкости (3 м/ч) обеспечивалась за счет насосов рециркуляции (*Etatron B3-V PER, Jesco*). Для иммобилизации биомассы были использованы кусочки пенополиуретана, объем загрузочного материала составлял 260 мл в каждом из реакторов, для удержания загрузочного материала были установлены сетки. Подача субстрата и откачка сброженного эффлюента осуществлялись автоматически с помощью перистальтических насосов (*Etatron B3-V1-3*).

В реактор *R*1 осуществлялась подача сточной воды без предварительной обработки – контроль; в *R*2 – после 1 минуты предобработки в АВС, в *R*4 – после 3 минут предобработки в АВС. Для обеспечения необходимого количества биогенных веществ в каждый реактор вносили по 1 мл/л питательного раствора: KH_2PO_4 (3 г/л), K_2HPO_4 (7 г/л), $MgSO_4$ (1 г/л), $(NH_4)_2SO_4$ (1 г/л). Реакторы работали при *HRT* от 1,1 до 9,0 сут. и *OLR* от 0,92 до 7,36 кг ХПК/м^3·сут.

Результаты и их обсуждение

Эксперимент по предобработке сточной воды кондитерского производства в АВС

После обработки образцов в АВС наблюдали некоторое увеличение ХПК по сравнению с контролем и снижение значения pH (рис. 2).

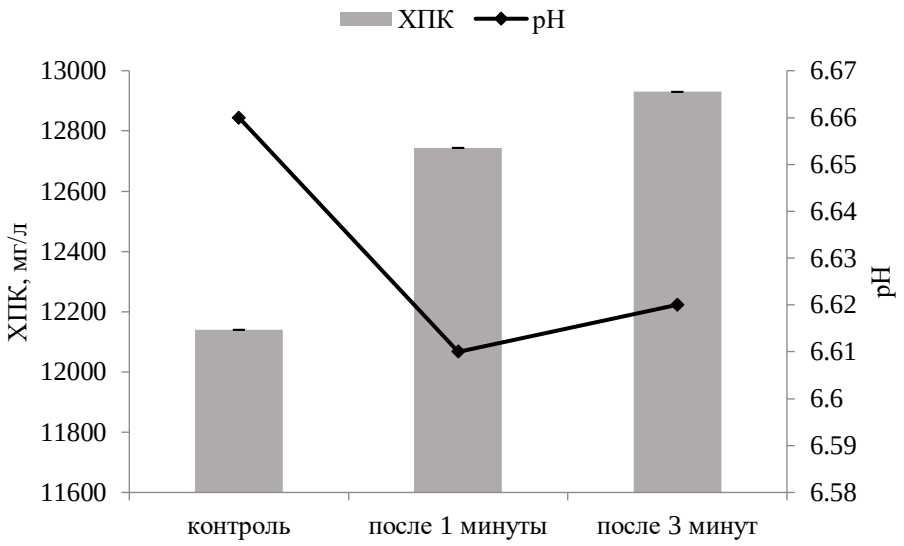


Рис. 2. Изменение значений ХПК и pH до и после обработки сточной воды кондитерского производства в АВС

Обработка в АВС способствовала увеличению содержания сахаров (глюкозы, фруктозы и сахарозы) (рис. 3), содержание общего сахара после 1 мин обработки увеличилось на 62 %, после 3 мин – на 22 % по сравнению с контрольной необработанной пробой.

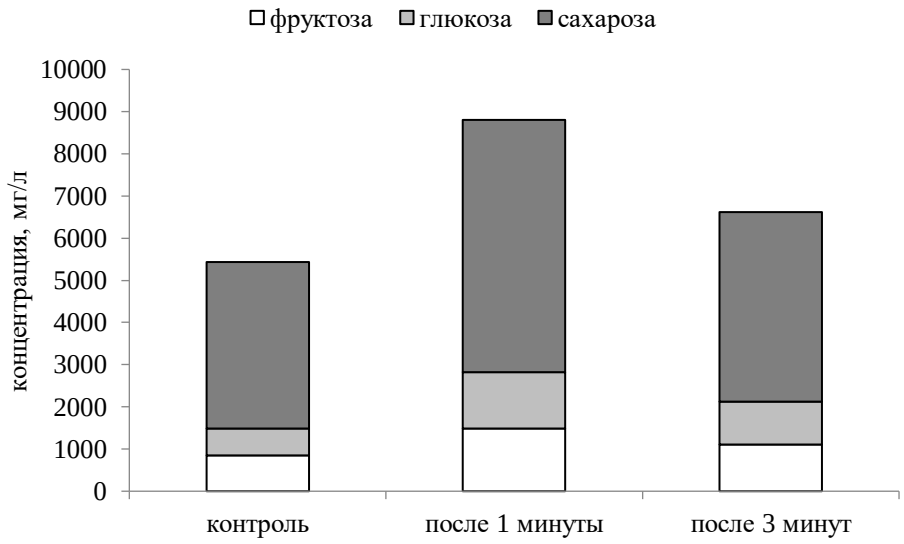


Рис. 3. Содержание сахаров в сточной воде кондитерского производства до и после обработки в АВС

Таким образом, предобработка в АВС сточной воды кондитерского производства позволила увеличить содержание простых сахаров уже после 1 минуты экспозиции в АВС на 62 % и ХПК на 14,9 %.

Эксперимент по ТАФ сточной воды кондитерского производства

Мониторинг непрерывного процесса темнового анаэробного сбраживания позволил выявить снижение pH до 4,88–5,04 при уменьшении ГВУ до 1,8–2,0 сут. В реакторах с предобработанным субстратом снижение pH происходило

медленнее несмотря на то, что обработка в АВС способствовала, как показали результаты анализа, некоторому увеличению содержания растворенных веществ, что могло бы стать причиной резкого понижения pH, однако этого не наблюдали (рис. 4).

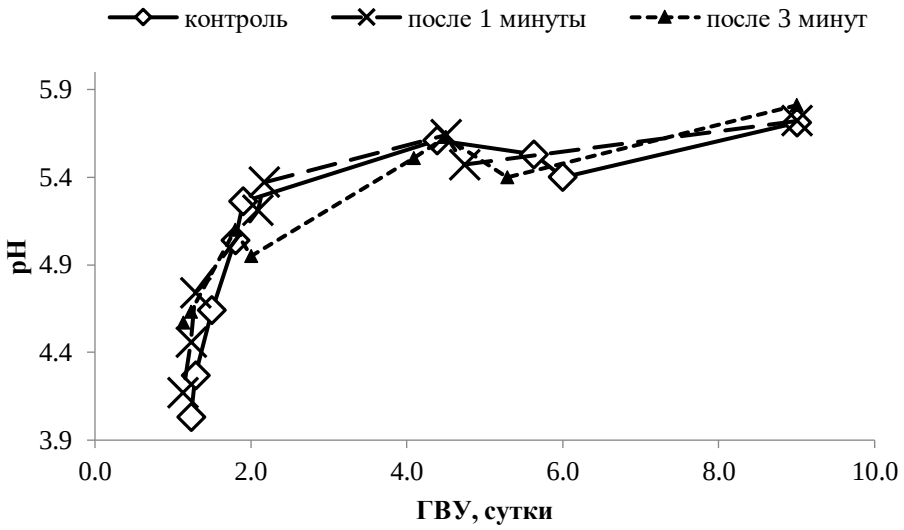


Рис. 4. Изменение pH в процессе ТАФ сточной воды кондитерского производства при изменении ГВУ

Наибольшее количество водорода в биогазе (рис. 5) наблюдали в контроле. Однако, анализируя состав биогаза, было выявлено, что наибольшее количество метана образовывалось в реакторе, который сбраживал кондитерскую воду, предобработанную в АВС 3 минуты, что могло стать причиной значительного снижения количества водорода в составе биогаза (рис. 6) из-за развития в нем гидрогенотрофных метаногенов. Для двух других реакторов содержание метана в биогазе было не более 5,2 об% для реактора, в котором сбраживали кондитерскую воду, предобработанную в АВС 1 минуту и не более 1,9 об% для контрольного реактора.

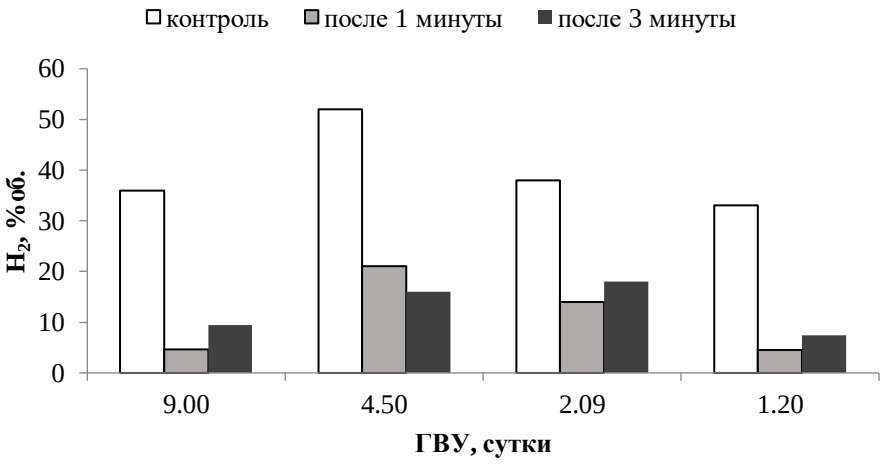


Рис. 5. Концентрация биоводорода, образующегося в реакторах при ТАФ сточной воды кондитерского производства, при изменении ГВУ

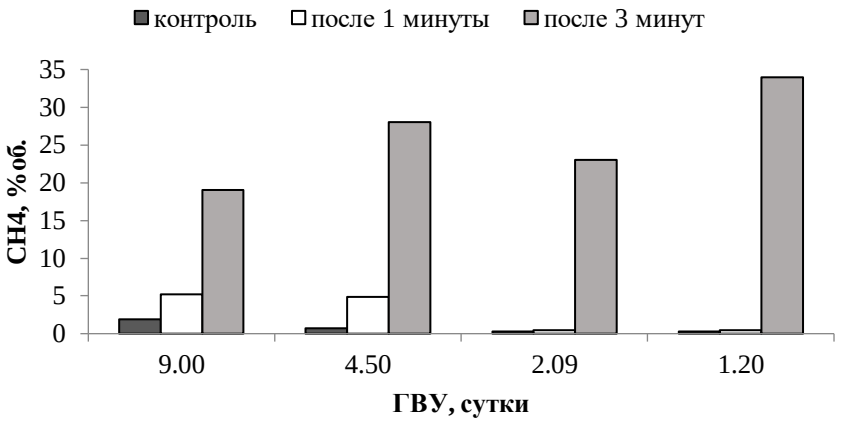


Рис. 6. Концентрация метана в биогазе, образующегося в реакторах при ТАФ сточной воды кондитерского производства, при изменении ГВУ

Известно, что изменения в значениях pH могут быть критическими для функционирования метаногенного сообщества. Оптимальными для развития метаногенов приняты нейтральные pH. Из литературы известно, что снижение pH ниже примерно 5,5 ингибирует метаногенез. Снижение pH примерно до 3,5 приводит к полному подавлению производства метана. Было показано, что подкисление до pH 4,8 приводило к неполному ингибированию метаногенеза и снижало скорость продукции метана примерно на 50 % по сравнению с контролем [21]. В то же время Ким и соавт. [22] показали, что при культивировании мезофильного метаногенного сообщества в полунепрерывном режиме ферментации с глюкозой в качестве субстрата и ГВУ 9 сут. низкий pH (4,5) не оказывал ингибирующего влияния на процесс гидрогенотрофного метаногенеза. Полученные нами результаты также показали активное образование метана в реакторе *R*4 даже при значениях pH менее 5,0 (4,63) при ГВУ 1,2 суток, при этом в составе биогаза было выявлено 34 об. % метана (рис. 7).

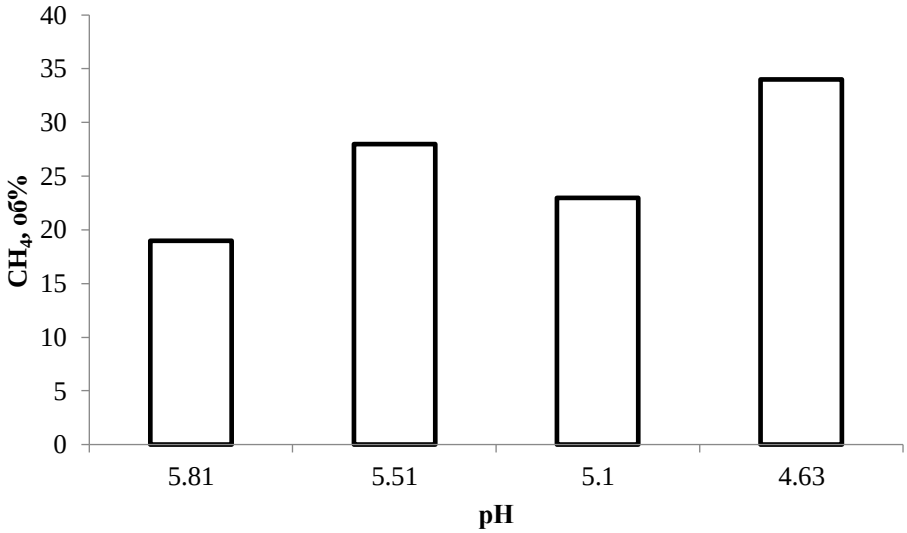


Рис. 7. Выделение метана при низких значениях pH в реакторе с предобработанной в течение 3 минут в АВС сточной воды кондитерского производства

Использование в реакторах пористого иммобилизующего материала (пенополиуретана) позволяет сделать предположение, что внутри пор существуют ниши с приемлемыми для метаногенов значениями pH – своеобразные центры инициирования метаногенеза. Наличие градиента значений pH, влажности и концентрации ЛЖК в разных зонах реактора способствуют проявлению метаногенной активности и при низких pH на выходе из реактора. К тому же известно, что как только pH достигает нейтральных значений, активность метаногенеза увеличивается в несколько раз [23]. Поэтому показатели pH ниже 5,5 не являются исчерпывающим аргументом, позволяющим сделать вывод об ингибировании активности метаногенов в реакторах непрерывного действия за счет pH. Следовательно, в реакторах непрерывного действия с иммобилизующими агентами для получения биоводорода является необходимым процесс предобработки и предварительной инактивации метаногенов. Однако из полученных результатов видно, что проведенная предварительная термическая инактивация инокулята может быть недостаточной для реакторов непрерывного действия с иммобилизующим материалом.

Проведенный эксперимент показал, что, несмотря на повышение биодоступности субстрата за счет обработки в АВС (увеличение ХПК и сахаров), оценить увеличение производства водорода было невозможно в связи с активностью метаногенов – его потребителей. Следует также отметить недостаточную эффективность метода термической предобработки инокулята с целью инактивации метаногенов, с одной стороны, и возможное создание зон активности метаногенов в порах иммобилизующего загрузочного материала (пенополиуретана), а также увеличение концентрации железа в образце после предобработки в АВС (данные не представлены), с другой стороны − как причину активности метаногенов.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 21-79-10153.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Wastewater: A Potential Bioenergy Resource / J. Prakash, R. Sharma, S. Ray [et al.] // Indian J. Microbiol. – 2018. – № 58 (2). – P. 127–137.
2. Biological fermentative methane production from brown sugar wastewater in a two-phase anaerobic system / N. Li, J. Zhao, R.-N. Liu [et al.] // J. Fundam. Renewable Energy Appl. – 2015. – № 5. – DOI: 10.4172/2090-4541.1000181.
3. Farghaly, A. Inoculation of paperboard mill sludge versus mixed culture bacteria for hydrogen production from paperboard mill wastewater / A. Farghaly, A. Tawfik, A. Danial // Environ. Sci. Pollut. Res. – 2016. – № 23. – P. 3834–3346. – DOI: 10.1007/s11356-015-5652-7.
4. Intanoo, P. Hydrogen and methane production from cassava wastewater using two-stage upflow anaerobic sludge blanket reactors (UASB) with an emphasis on maximum hydrogen production / P. Intanoo, P. Chaimongkol, S. Chavadej // Int. J. Hydrogen Energy. – 2016. – № 41. – P. 6107–6114. – DOI: 10.1016/j.ijhydene.2015.10.125.
5. Integrated ecotechnology approach towards treatment of complex wastewater with simultaneous bioenergy production / M. Hemalatha, J. S. Sravan, D. K. Yeruva, S. V. Mohan // Bioresour. Technol. – 2017. – Vol. 242. – P. 60–67. – DOI: 10.1016/j.biortech.2017.03.118.
6. Jaikeaw, S. Separate production of hydrogen and methane from ethanol wastewater using two-stage UASB: micronutrient transportation / S. Jaikeaw, S. Chavadej // Int. J. Chem. Mol. Eng. – 2017. – Vol. 11. – DOI: 10.1999/1307-6892/66190.

7. Continuous hydrogen production from cassava starch processing wastewater by two-stage thermophilic dark fermentation and microbial electrolysis / P. Khongkliang, P. Kongjan, B. Utarapichat // Int. J. Hydrogen Energy. – 2017. – № 42. – P. 27584–27592. – DOI: 10.1016/j.ijhydene.2017.06.145.

8. Bio-hydrogen production by co-digestion of domestic wastewater and biodiesel industry effluent / J. Prakash, R. Sharma, S. K. S. Patel // PLoS One. – 2018. – № 13 (7). – DOI: 10.1371/journal.pone.0199059. Collection 2018.

9. Nunes Ferraz Júnior, A. D. Mesophilic hydrogen production in acidogenic packed-bed reactors (APBR) using raw sugarcane vinasse as substrate: Influence of support materials / A. D. Nunes Ferraz Júnior, C. Etchebehere, M. Zaiat // Anaerobe. – 2015. – № 34. – P. 94–105. – DOI: 10.1016/j.anaerobe.2015.04.008.

10. Wang, S. Enhanced hydrogen production from corn starch wastewater as nitrogen source by mixed cultures / S. Wang, T. Zhang, H. Su H // Renew. Energy. – 2016. – № 96. – P. 1135–1141. – DOI: 10.1016/j.renene.2015.11.072.

11. Won, S. G. Optimal operational conditions for biohydrogen production from sugar refinery wastewater in an ASBR / S. G. Won [et al.] // International Journal of Hydrogen Energy. – 2013. – http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhydene.2013.08.071.

12. Akinbomi, J. Enhanced fermentative hydrogen and methane production from an inhibitory fruit-flavored medium with membrane-encapsulated cells / J. Akinbomi, R. Wikandari, M. J. Taherzadeh // Membranes. – 2015. – № 5 (4). – P. 616–631. – https://doi.org/10.3390/membranes5040616.

13. Hydrogen production from processing wastewater in an anaerobic fixed bed reactor with bamboo as a support material / C. L. Andreani, D. G. Torres, L. Schultz [et al.] // Eng. Agríc. – 2015. – № 35(3). – P. 578–587. – http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430Eng.Agric.v35n3p578-587/2015.

14. Kirli, B. Selection of microorganism immobilization particle for dark fermentative biohydrogen production by repeated batch operation / B. Kirli B, I. K. Kapdan // Renew. Energy. – 2016. – № 87 (1). – P. 697–702. – https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.11.003.

15. Gokfiliz, P. The effect of support particle type on thermophilic hydrogen production by mobilized batch dark fermentation / P. Gokfiliz, I. Karapinar // Int. J. Hydrogen Energy. – 2017. –№ 42 (4). – P. – 2553 - 2561. – https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.03.041 12.

16. The Start-Up of Continuous Biohydrogen Production from Cheese Whey: Comparison of Inoculum Pretreatment Methods and Reactors with Moving and Fixed Polyurethane Carriers / E. R. Mikheeva, I. V. Katraeva, A. A. Kovalev A [et al.] // Appl. Sci. – 2021. – № 11. – 510 p. – https://doi.org/10.3390/app11020510.

17. Pretreatment of second and third generation feedstock for enhanced biohythane production: Challenges, recent trends and perspectives / Sabarathinam Shanmugam, Manigandan Sekar, Ramachandran Sivaramakrishn [et al.] // International Journal of Hydrogen Energy. – 2021. – Vol. 46 (20). – P. 11252–11268. – DOI: org/10.1016/j.ijhydene.2020.12.083.

18. Pretreatment of polysaccharidic wastes with cellulolytic Aspergillus fumigatus for enhanced production of biohythane in a dual-stage process / Bikram Basak, Shouvik Saha, Pradip K. Chatterjee [et al.] // Bioresource Technology. – 2020. – Vol. 299. – https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122592.

19. Bio-hythane production from residual biomass of Chlorella sp. biomass through a two-stage anaerobic digestion / Siriporn Lunprom, Orawan Phanduang, Apilak Salakkam [et al.] // International Journal of Hydrogen Energy. – 2019. – Vol. 44(6). – P. 3339–3346. – https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.09.064.

20. Kumari, S. Biologically pretreated sugarcane top as a potential raw material for the enhancement of gaseous energy recovery by two stage biohythane process / Sinu Kumari, Debabrata Das // Bioresource Technology. – 2016. – Vol. 218. – P. 1090–1097. – https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.07.070.

21. Walichnowski, A. Z. Studies into the effects of cadmium and low pH upon methane production / A. Z. Walichnowski, S. G. Lawrence // Part of the Developments in Hydrobiology book series. – 1982. – Vol. 9. – P. 559–569.

22. Effect of low pH on the activity of hydrogen utilizing methanogen in bio-hydrogen process / I. S. Kim, M. H. Hwang, N. J. Jang [et al.] // International Journal of Hydrogen Energy. – 2004. – Vol. 29, № 11. – P. 1133–1140.

23. Цавкелова, Е. А. Получение биогаза из целлюлозосодержащих субстратов (обзор) / Е. А. Цавкелова, А. И. Нетрусов. – Текст : непосредственный // Прикладная биохимия и микробиология. – 2012. – Том 48, № 5.

MIKHEEVA Elza Ravilevna[1], candidate of biological sciences, researcher of the laboratory of resource-saving biotechnologies; KATRAEVA Inna Valentinovna[2], candidate of technical sciences, associate professor of the chair of water supply, sewage, engineering ecology and chemistry; VOROZHTSOV Dmitry Leonidovich[1], candidate of chemical sciences, researcher of the laboratory of resource-saving biotechnologies

INFLUENCE OF CONFECTIONERY WASTEWATER PRETREATMENT IN A VORTEX LAYER APPARATUS ON BIOHYDROGEN PRODUCTION BY DARK ANAEROBIC FERMENTATION

[1]National Research Nizhny Novgorod State University named after N. I. Lobachevsky
23, Gagarin Ave., Nizhny Novgorod, 603022, Russia
[2]Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-79;
e-mail: eco-nngasu@yandex.ru; lab4-5@mail.ru
Key words: confectionery wastewater, biohydrogen, biogas, vortex layer apparatus, pretreatment, dark anaerobic fermentation.

The article, for the first time, presents the effect of pretreatment of real wastewater from the production of confiture in the apparatus of a vortex layer of ferromagnetic particles (ABC) on the properties of the waste and the yield of biohydrogen during anaerobic digestion in a continuous reactor with an immobilizing agent (polyurethane foam).

REFERENCES

1. Prakash J., Sharma R., Ray S., [et al.]. Wastewater: A Potential Bioenergy Resource / Indian J. Microbiol. 2018. № 58(2). P. 127–137.

2. Li N., Zhao J., Liu R.-N., [et al.]. Biological fermentative methane production from brown sugar wastewater in a two-phase anaerobic system. / J. Fundam. Renewable Energy Appl. 2015. № 5. DOI: 10.4172/2090-4541.1000181.

3. Farghaly A., Tawfik A., Danial A. Inoculation of paperboard mill sludge versus mixed culture bacteria for hydrogen production from paperboard mill wastewater. / Environ. Sci. Pollut. Res. 2016. 23. 3834–3346. DOI: 10.1007/s11356-015-5652-7.

4. Intanoo P., Chaimongkol P., Chavadej S. Hydrogen and methane production from cassava wastewater using two-stage upflow anaerobic sludge blanket reactors (UASB) with an emphasis on maximum hydrogen production. / Int. J. Hydrogen Energy. 2016. № 41. P. 6107–6114. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2015.10.125.

5. Hemalatha M., Sravan J. S., Yeruva D. K., Mohan S. V. Integrated ecotechnology approach towards treatment of complex wastewater with simultaneous bioenergy production / Bioresour. Technol. 2017. Vol. 242. P. 60–67. DOI: 10.1016/j.biortech.2017.03.118.

6. Jaikeaw S., Chavadej S. Separate production of hydrogen and methane from ethanol wastewater using two-stage UASB: micronutrient transportation. / Int. J. Chem. Mol. Eng. 2017. Vol. 11. DOI: 10.1999/1307-6892/66190.

7. Khongkliang P., Kongjan P., Utarapichat B. Continuous hydrogen production from cassava starch processing wastewater by two-stage thermophilic dark fermentation and microbial electrolysis. / Int. J. Hydrogen Energy. 2017. № 42. P. 27584–27592. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2017.06.145.

8. Prakash J., Sharma R., Patel S. K. S. Bio-hydrogen production by co-digestion of domestic wastewater and biodiesel industry effluent/ PLoS One. 2018. № 13(7). DOI: 10.1371/journal.pone.0199059. eCollection 2018.

9. Nunes Ferraz Júnior A. D., Etchebehere C., Zaiat M. Mesophilic hydrogen production in acidogenic packed-bed reactors (APBR) using raw sugarcane vinasse as substrate: Influence of support materials / Anaerobe. 2015. № 34. P. 94-105. DOI: 10.1016/j.anaerobe.2015.04.008.

10. Wang S., Zhang T., Su H. Enhanced hydrogen production from corn starch wastewater as nitrogen source by mixed cultures / Renew. Energy. 2016. № 96. P. 1135–1141. DOI: 10.1016/j.renene.2015.11.072.

11. Won SG, [et al.]. Optimal operational conditions for biohydrogen production from sugar refinery wastewater in an ASBR, International Journal of Hydrogen Energy (2013), http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhydene.2013.08.071.

12. Akinbomi J., Wikandari R., Taherzadeh M. J. Enhanced fermentative hydrogen and methane production from an inhibitory fruit-flavored medium with membrane-encapsulated cells. Membranes. 2015. № 5(4). P. 616 - 631. https://doi.org/10.3390/membranes5040616.

13. Andreani C. L., Torres D. G., Schultz L., [et al.]. Hydrogen production from processing wastewater in an anaerobic fixed bed reactor with bamboo as a support material. Eng. Agríc. 2015. № 35(3). P. 578–587. http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430Eng.Agric.v35n3p578-587/2015.

14. Kirli B., Kapdan I. K. Selection of microorganism immobilization particle for dark fermentative biohydrogen production by repeated batch operation. Renew. Energy. 2016. № 87(1). P. 697– 702. https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.11.003.

15. Gokfiliz P., Karapinar I. The effect of support particle type on thermophilic hydrogen production by mobilized batch dark fermentation. Int. J. Hydrogen Energy. 2017. № 42(4). P. 2553 − 2561. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.03.041 12.

16. Mikheeva E. R., Katraeva I. V., Kovalev A. A., [et al.]. The Start-Up of Continuous Biohydrogen Production from Cheese Whey: Comparison of Inoculum Pretreatment Methods and Reactors with Moving and Fixed Polyurethane Carriers / Appl. Sci. 2021, № 11, 510 p.; https://doi.org/10.3390/app11020510.

17. Sabarathinam Shanmugam, Manigandan Sekar, Ramachandran Sivaramakrishn, [et al.]. Pretreatment of second and third generation feedstock for enhanced biohythane production: Challenges, recent trends and perspectives // International Journal of Hydrogen Energy. – 2021. – Vol. 46 (20). – P. 11252–11268. – DOI.org/10.1016/j.ijhydene.2020.12.083.

18. Bikram Basak, Shouvik Saha, Pradip K. Chatterjee, [et al.]. Pretreatment of polysaccharidic wastes with cellulolytic Aspergillus fumigatus for enhanced production of biohythane in a dual-stage process // Bioresource Technology. 2020. Vol. 299, https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122592.

19. Siriporn Lunprom, Orawan Phanduang, Apilak Salakkam, [et al.]. Bio-hythane production from residual biomass of Chlorella sp. biomass through a two-stage anaerobic digestion // International Journal of Hydrogen Energy. 2019. Vol. 44(6). P. 3339–3346. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.09.064.

20. Sinu Kumari, Debabrata Das. Biologically pretreated sugarcane top as a potential raw material for the enhancement of gaseous energy recovery by two stage biohythane process // Bioresource Technology. 2016. Vol. 218. P. 1090–1097. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.07.070.

21. Walichnowski A. Z., Lawrence S. G. Studies into the effects of cadmium and low pH upon methane production. / Part of the Developments in Hydrobiology book series 1982. Vol. 9. P. 559–569.

22. Kim I. S., Hwang M. H, Jang N. J., [et al.]. Effect of low pH on the activity of hydrogen utilizing methanogen in bio-hydrogen process / Int. J. Hydr. Energ. 2004. Vol. 29. № 11. P. 1133–1140.

23. Tsavkelova E. A., Netrusov A. I. Poluchenie biogaza iz tsellyulozosoderzhaschikh substratov (obzor) [Obtaining biogas from cellulose-containing substrates (review)]. Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya [Applied Biochemistry and Microbiology]. 2012. Vol. 48. № 5.

© Э. Р. Михеева И. В. Катраева, Д. Л. Ворожцов, 2023

Получено: 31.03.2023 г.

УДК 628.38

А. А. ВЕКШИН, магистрант кафедры водоснабжения и водоподготовки; Е. В. РАССОХИНА, магистрант кафедры водоснабжения и водоподготовки; М. Ю. ДЯГЕЛЕВ, канд. техн. наук, доц. кафедры водоснабжения и водоподготовки; В. Г. ИСАКОВ, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой водоснабжения и водоподготовки

СЖИГАНИЕ ОСАДКА КАК БЕЗОТХОДНЫЙ СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД

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

Рассматривается метод утилизации осадка сточных вод – сжигание. Наибольшее распространение получил процесс сжигания в псевдоожиженном слое песка, преимуществами которого является отсутствие механических движущихся частей.

Одной из основных задач практически любого сооружения очистки городских сточных вод – это утилизация осадка городских сточных вод. К сожалению, в большинстве водоканалов России эта задача решается неудовлетворительно. Причиной этому являются законодательные нормы, создающие почти непреодолимые препятствия для любых методов утилизации осадка. В результате этого подавляющая часть осадка (по документам) размещается на полигонах отходов либо складируется на территории существующих иловых площадок. Вывоз на полигоны ТБО требует значительных транспортных затрат, а также внесения платы за размещение отходов с длительным периодом эксплуатации, поскольку процесс биодеградации отхода является продолжительным во времени. Технология сжигания осадков сточных вод известна уже много десятилетий как рациональный метод решения проблемы утилизации осадка, сопровождающийся получением тепловой энергии. Но такие установки не распространены в большом количестве из-за экономических перспектив и законодательных норм.

В настоящее время утилизация осадков очистных сооружений бытовых сточных вод является серьезной проблемой. В мире активно функционируют системы водоснабжения, возникают сточные воды, при очистке которых только в России ежегодно образуется около 2 млн тонн осадков в пересчете на сухое вещество. Исходная влажность осадков 98 %, соответственно их масса составляет порядка 100 млн тонн [1]. Доля минерального вещества в осадке (зольность) составляет 30–35 %. В состав органической части осадков входят белково-, жиро- и углеводоподобные вещества. В сыром остатке преобладают жиры и углеводы, а в активном иле – белки (микроорганизмы) [1].

Управление осадком сточных вод (ОСВ) является глобальной проблемой из-за того, что очистные сооружения постоянно производят большое количество осадка. Многие исследования [2–9] сосредоточены на разработке и оптимизации

различных технологий обращения с ОСВ для экологически безвредной обработки или утилизации. Термическая обработка ОСВ вызывает все больший интерес, в частности в крупных городских районах с большим количеством осадка и там, где другие технологии обработки и утилизации могут быть затруднены из-за ограничений в площадях и других сопутствующих проблемах. Сжигание ОСВ, при котором сжигание происходит при высоких температурах с избытком кислорода, является хорошо зарекомендовавшей себя технологией и доказала свою эффективность во многих городах. Также появляются новые технологии термической обработки ОСВ, в которых используются технологии ограничения подачи кислорода или полное его отсутствие (пиролиз), а также есть различные данные по вариации температуры для термической обработки ОСВ.

Эти технологии имеют уникальные особенности. Сжигание может извлекать энергию из сгорания в виде электричества и тепла, в то время как газификация и пиролиз генерируют богатые энергией продукты, такие как смола и синтетический газ, которые потенциально могут быть очищены или использованы в качестве топлива. В результате пиролиза также образуется уголь, который потенциально можно использовать в качестве активированного угля. Например, *Ronda A., Gómez-Barea A., Haro P., Almeida V. F., Salinero J.* [10] обнаружили, что 35 % углерода присутствует в полукоксе после пиролиза ОСВ при 500 °С.

Помимо питательных веществ, таких как фосфор, азот, калий и гумусообразующая органика, осадок сточных вод содержит тяжелые металлы, органические остатки (например, фармацевтические остатки, гормонально активные вещества [11]), наноразмерные вещества, микропластик и различные возбудители. Если осадок сточных вод обрабатывается термически, т. е. сжигая, многие из этих веществ, в частности органика, разрушается.

Наиболее распространенная в России схема обработки осадков биологических очистных сооружений включает стабилизацию (окисление и частичную минерализацию органического вещества) осадков, уплотнение в отстойниках, обезвоживание на фильтр-прессах или центрифугах до влажности 70–80 % и складирование на полигонах [12–13]. Также, кроме механического обезвоживания, все еще остается широко применяемой технология обезвоживания осадка на иловых площадках. Существенный недостаток такой схемы в том, что складируемый на полигонах и иловых площадках осадок никак не используется, места складирования занимают огромные территории и представляют угрозу в санитарном отношении из-за высокого содержания патогенных бактерий, вредных газов и опасных химических соединений [12].

Для решения данной проблемы в России и за рубежом разрабатываются и внедряются различные способы переработки и дальнейшего использования осадков городских сточных вод. Основными перспективными направлениями утилизации осадка являются сжигание, анаэробное сбраживание с получением биогаза, пиролиз и использование в сельском хозяйстве и рекультивации почв [1]. В данной работе авторы рассматривают такой метод утилизации осадка сточных вод, как сжигание.

Сжигание всегда было весьма дорогостоящим решением, доступным, в основном, для наиболее крупных станций в развитых странах. Эти установки применяются в основном за рубежом в странах Северной Европы, во Франции, Японии, США, в таких мегаполисах как Берлин, Мюнхен, Париж, Вена, Лондон, Манчестер и т. д. [12, 14–16].

По стоимости это один из наиболее дорогостоящих методов обработки осадка. В частности, это связано с тем, что оборудование для его реализации выпускается очень немногими компаниями, что способствует поддержанию высоких цен. Согласно Информационно-техническому справочнику по НДТ ИТС 10-2019, по имеющимся данным (по данным трех существующих объектов, включающих установки сушки, сжигания, а также сушки и сжигания совместно), стоимость по релевантному диапазону капитальных вложений установки по сжиганию для крупных станций в расчете на 1 м^3/сут суточной производительности составляет 5–7 тыс. руб., что сопоставимо со стоимостью комплексной реконструкции самих очистных сооружений с переводом на технологию удаления азота и фосфора [12].

В ИТС 10-2019 приведен анализ доступности работ по внедрению НДТ, согласно которой соотношение стоимости работ с доходом от деятельности по очистке сточных оценивается в 2,3–3,6 объема годовой выручки предприятия и оценивается в 800 млн руб. необходимых инвестиций. Это делает данную технологию финансово недоступной для российских водоканалов без преимущественного участия внешних инвестиций.

Хорошей иллюстрацией все большего использования термического обезвреживания осадка является пример очистных сооружений Германии. Около двух третей осадка сточных вод в настоящее время обрабатывается термически в виде совместного или моносжигания, при этом только 24 % общего объема осадка сточных вод используется непосредственно в сельском хозяйстве. Также следует отметить, что после переработки осадок также используется для ландшафтного дизайна или рекультивации, которые в совокупности составляют около 12 % от общего объема удаления осадка сточных вод.

По данным Евростата [17], к термической утилизации осадков сточных вод перешли большинство стран ЕС: Недерланды, Австрия, Бельгия, Польша, Турция, Чехия и т. д. Однако статистика объемов сжигаемого осадка неоднозначна. Например, из рис. 1 видно, что количество утилизируемого осадка в Нидерландах с 2009 по 2020 г. снизилось с 336 тыс. т. в год до 294 тыс. т., а в Польше повысилось почти в 11 раз за этот же период.

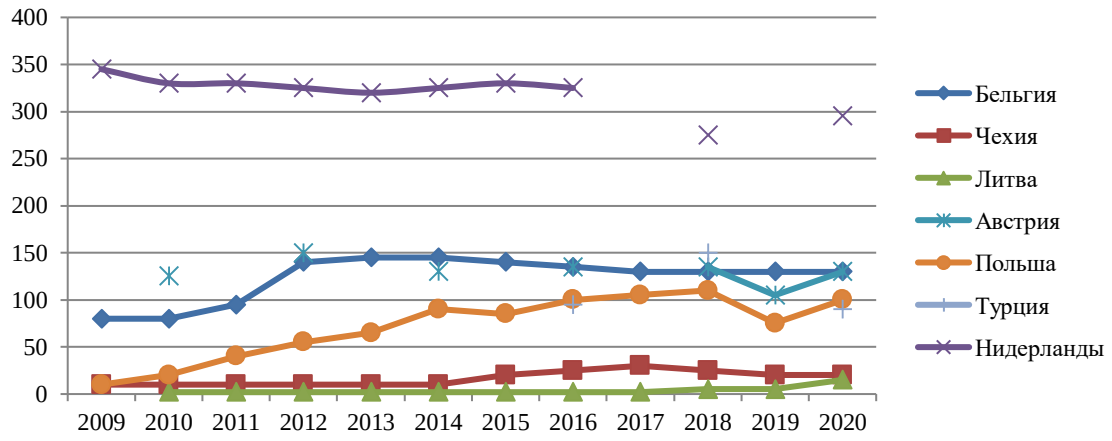


Рис. 1. Количество сжигамего осадка сточных вод в пересчете на сухое вещество, тыс. т

На сегодняшний день существует несколько доступных технологий термической обработки осадка сточных вод. Эти технологии можно классифицировать по-разному. В данной статье методы термической обработки были сгруппированы в три категории: моносжигание, совместное сжигание, новые и альтернативные термические процессы (рис. 2)

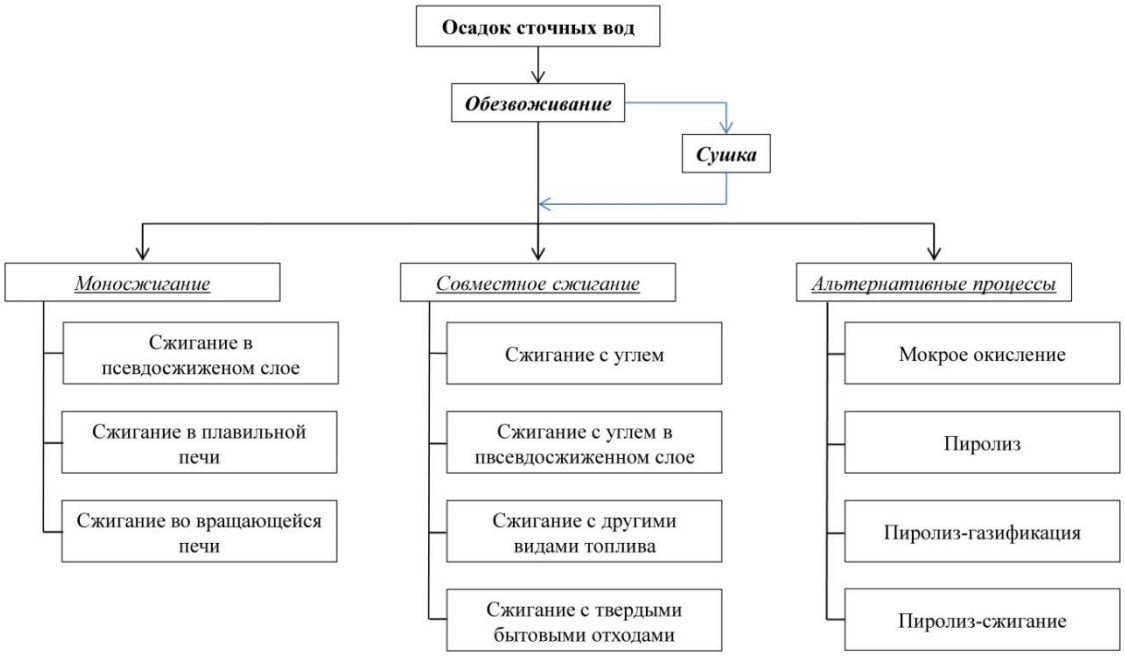


Рис. 2. Виды установок термической обработки осадка

Заключение

При применении технологий термической обработки осадков сточных вод необходимо учитывать следующее:

1. После сжигания до 50 % вводимой сухой массы осадков сточных вод остается в виде золы, а большая часть токсичных тяжелых металлов в осадках сохраняется, что усложняет золоудаление.

2. Во время сушки осадок сточных вод проходит через фазу, при которой содержание сухого вещества составляет около 50–60 %, и осадок уже не текучий, что усложняет процесс сушки осадка.

3. Азот, хлор, сера, диоксины, фураны и другие газы, присутствующие в осадке, высвобождаются в виде газообразных загрязняющих веществ в различных формах во время сжигания, что требует очистки дымовых газов.

4. При влажности 70–80 % чистой теплотворной способности механически обезвоженного шлама недостаточно для автотермического сжигания, и может потребоваться дополнительное топливо.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ручкинова, О. И. Методы утилизации осадков городских очистных сооружений / О. И. Ручкинова, А. Н. Зверева. – Текст : непосредственный // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. – 2020. – Том 1. – С. 192–196.

2. Wastewater generation and treatment by various eco-friendly technologies: Possible health hazards and further reuse for environmental safety / B. Pratap, S. Kumar, S. Nand [et al.] // Chemosphere. – 2023. – Vol. 313. – P. 137547. – DOI: 10.1016/j.chemosphere.2022.137547.

3. Patent analysis of chemical treatment technology for wastewater: Status and future trends / X. Sun, L. Jin, F. Zhou [et al.] // Chemosphere. – 2022. – Vol, 307 (4). – P. 135802. – DOI: org/10.1016/j.chemosphere.2022.135802.

4. Технологии очистки сточных вод малых населенных пунктов: модели и методики расчета : монография / А. М. Непогодин, М. Ю. Дягелев, А. А. Абрамова, А. М. Пантюхина ; Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова. – Ижевск : ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2021. – 75 с. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47199783&ysclid=lh60olzeuv75466252. – Текст : электронный.

5. Белоногова, П. И. Малоотходные технологии биологической очистки сточных вод / П. И. Белоногова, М. Ю. Дягелев – Текст : электронный // Экология и безопасность в техносфере : современные проблемы и пути решения : сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, г. Юрга, 23–25 ноября 2017 г. / Юргинский технологический институт. – Томск : ТПУ, 2017. – С. 143–145. – URL : https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=rvpthh&ysclid=lh62m5atkc395273495.

6. Анализ методов очистки иловых вод после обезвоживания осадка городских сточных вод / А. Л. Васильев, С. М. Гусейнова, С. А. Луков, Т. Л. Боровкова. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2020. – № 3 (55). – С. 58–63.

7. Губанов, Л. Н. Компостирование осадков сточных вод, обработанных аминокислотными реагентами / Л. Н. Губанов, Д. В. Бояркин. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2008. – № 2. – С. 126–131.

8. Анализ и обоснование методов обезвреживания и утилизации осадков сточных вод биологических очистных сооружений / И. С. Гуляева, М. С. Дьяков, Я. Н. Савинова [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности. – 2012. – № 2. – С. 18–32.

9. Review of inventory data for the thermal treatment of sewage sludge / H. Chang, Y. Zhao, S. Zhao [et al.] // Waste Management. – 2022. – Vol. 146. – P. 106–118. – DOI: org/10.1016/j.wasman.2022.05.002.

10. Elements partitioning during thermal conversion of sewage sludge / A. Ronda, A. Gómez-Barea, P. Haro [et al.] // Fuel Processing. – 2019. – Vol. 186. – P. 156–166. – DOI: org/10.1016/j.fuproc.2019.01.001.

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

12. Данилович, Д. А. Сжигание осадков сточных вод становится доступным для водоканалов / Д. А. Данилович, А. В. Макрушин. – Текст : непосредственный // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. – 2017. – № 3. – С. 40–48.

13. Дягелев, М. Ю. Седиментационные характеристики сброженного осадка при центрифугировании / М. Ю. Дягелев, Ф. Пильц // Яковлевские чтения-2022: Системы водоснабжения и водоотведения. Современные проблемы и решения: сборник докладов участников XVII Международной научно-технической конференции, посвященной памяти академика РАН С. В. Яковлева, Москва, 17–18 марта 2022 года / Национальный

исследовательский Московский государственный строительный университет. – Москва, 2022. – С. 73–79.

14. Schnell, M. Thermal treatment of sewage sludge in Germany: A review / M. Schnell, T. Horst, P. Quicker // Journal of Environmental Management. – 2020. – Vol. 263. – P. 110367. – DOI: org/10.1016/j.jenvman.2020.110367.

15. Donatello, S. Recycling and recovery routes for incinerated sewage sludge ash (ISSA): A review / S. Donatello, C.R. Cheeseman // Waste Management. – 2013. – Vol. 33 (11). – P. 2328–2340. – DOI: org/10.1016/j.wasman.2013.05.024.

16. Thermodynamic and economic analyses of sewage sludge resource utilization systems integrating Drying, Incineration, and power generation processes / Z. Chen, Y. Hou, M. Liu [et al.] // Applied Energy. – 2022. – Vol. 327. – P. 120093. – DOI: org/10.1016/j.apenergy.2022.120093.

17. Sewage sludge production and disposal from urban wastewater (in dry substance (d.s)). – 2022. – URL: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/.

VEKSHIN Anton Andreevich, undergraduate student of the chair of water supply and water treatment; RASSOKHINA Evgeniya Vadimovna, undergraduate student of the chair of water supply and water treatment; DYAGELEV Mikhail Yurevich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of water supply and water treatment; ISAKOV Vitaly Germanovich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of water supply and water treatment

SLUDGE INCINERATION AS A NON-WASTE METHOD OF SEWAGE SLUDGE DISPOSAL

Kalashnikov Izhevsk State Technical University
7, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russia. Tel.: +7(3412) 77-60-55 ext. 3270;
e-mail: m.yu.dyagelev@istu.ru
Key words: sewage sludge, sludge incineration, mono-combustion, pyrolysis.

The article considers a method of waste water sludge disposal, i.e. incineration. The most widespread is the fluidized bed sand incineration process, which has the following advantages: no mechanical moving parts.

REFERENCES

1. Ruchkinova O. I., Zvereva A. N. Metody utilizatsii osadkov gorodskikh ochistnykh sooruzheniy [Methods of utilization of sludge of municipal sewage treatment plants]. Sovremennye tekhnologii v stroitelstve. Teoriya i praktika [Modern technologies in construction. Theory and practice]. 2020. Vol. 1. P. 192–196.

2. Pratap B., Kumar S., Nand S., Azad I., Bharagava R. N., Ferreira L. F. R., Dutta V. Wastewater generation and treatment by various eco-friendly technologies: Possible health hazards and further reuse for environmental safety. Chemosphere, 2023. Vol. 313. P. 137547. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2022.137547.

3. Sun X., Jin L., Zhou F., Jin K., Wang L., Zhang X., Ren H., Huang H. Patent analysis of chemical treatment technology for wastewater: Status and future trends. Chemosphere, 2022. Vol. 307(4). P. 135802. DOI: org/10.1016/j.chemosphere.2022.135802.

4. Nepogodin A. M., Dyagelev M. Yu., Abramova A. A., Pantyukhina A. M. Tekhnologii ochistki stochnykh vod malykh naselyonnykh punktov: modeli i metodiki raschyota [Technologies of wastewater treatment of small settlements: models and calculation methods] : monografiya. Izhevsk State Technical University named after

M. T. Kalashnikov Izhevsk, 2021. 75 p. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47199783&ysclid=lh60olzeuv75466252.

5. Belonogova P. I., Dyagelev M. Yu. Malootkhodnye tekhnologii biologicheskoy ochistki stochnykh vod [Low-waste technology of biological wastewater treatment]. Ekologiya i bezopasnost v tekhnosfere: sovremennye problemy i puti resheniya [Ecology and safety of technosphere: modern problems and solutions] : Sbornik trudov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchyonykh, aspirantov i studentov, g. Yugra, 23–25 noyabrya 2017 goda / Iurginskiy tekhnologicheskiy institut. Tomsk: National Research Tomsk Polytechnic University, 2017. P. 143–145. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=rvpthh&ysclid=lh62m5atkc395273495.

6. Vasilev A. L., Guseynova S. M., Lukov S. A., Borovkova T. L. Analiz metodov ochistki ilovykh vod posle obezvozhivaniya osadka gorodskikh stochnykh vod [Analysis of methods of purification of sludge water after dehydration of urban wastewater sludge]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. 2020, № 3(55). P. 58–63.

7. Gubanov L. N., Boyarkin D. V. Kompostirovanie osadkov stochnykh vod, obrabotannykh aminokislotnymi reagentami [The composting of sewage sludge treated with aminoacidic reagents]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. 2008, № 2. P. 126–131.

8. Gulyaeva I. S., Dyakov M. S., Savinova Ya. N. [et al]. Analiz i obosnovanie metodov obezvrezhivaniya i utilizatsii osadkov stochnykh vod biologicheskikh ochistnykh sooruzheniy [Analysis and justification of methods of neutralization and utilization of sewage sludge of biological treatment plants]. Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatelskogo politekhnicheskogo universiteta. Okhrana okruzhayuschey sredy, transport, bezopasnost zhiznedeyatelnosti [Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Environmental Protection, Transportation, Life Safety]. 2012, № 2. P. 18–32.

9. Chang H., Zhao Y., Zhao S., Damgaard A., Christensen T. H. Review of inventory data for the thermal treatment of sewage sludge. Waste Management. 2022. Vol. 146. P. 106–118. DOI: org/10.1016/j.wasman.2022.05.002.

10. Ronda A., Gómez-Barea A., Haro P., de Almeida V. F., Salinero J. Elements partitioning during thermal conversion of sewage sludge. Fuel Processing Technology. 2019. Vol. 186. P. 156–166. DOI: org/10.1016/j.fuproc.2019.01.001.

11. Mezrin N. M., Abramova A. A., Gyagelev M. Yu., Isakov V. G. Otsenka spetsificheskikh zagryazneniy v sostave gorodskikh stochnykh vod [Assessment of specific pollutants in urban wastewater]. Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika [Water supply and sanitary engineering], 2022, № 7. P. 34–41. DOI 10.35776/VST.2022.07.05.

12. Danilovich D. A., Makrushin A. V. Szhiganie osadkov stochnykh vod stanovitsya dostupnym dlya vodokanalov [Combustion of sewage sludge becomes available for water utilities]. Nailuchshie dostupnye tekhnologii vodosnabzheniya i vodootvedeniya [The best available technologies of water supply and sanitation]. 2017, № 3. P. 40–48.

13. Dyagelev M. Yu., Pilz F. Sedimentatsionnye kharakteristiki sbrozhennogo osadka pri tsentrifugirovanii [Sedimentation characteristics of digested sludge during centrifugation]. Yakovlevskie chteniya-2022: Sistemy vodosnabzheniya i vodootvedeniya. Sovremennye problemy i resheniya goda [Yakovlevsky readings-2022: Systems of water supply and sanitation. Modern problems and solutions] : Sbornik dokladov uchastnikov XVII Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, posvyaschyonnoy pamyati akademika RAN S. V. Yakovleva, Moscow, 17–18 marta 2022. Nats. Issled. Mosk. Gos. Stroit. Un-t. Moscow, 2022. P. 73–79.

14. Schnell M., Horst T., Quicker P. Thermal treatment of sewage sludge in Germany: A review. Journal of Environmental Management. 2020. Vol. 263. P. 110367. DOI:org/10.1016/j.jenvman.2020.110367.

15. Donatello S., Cheeseman C. R. Recycling and recovery routes for incinerated sewage sludge ash (ISSA): A review. Waste Management. 2013. Vol. 33(11). P. 2328–2340. DOI: org/10.1016/j.wasman.2013.05.024.

16. Chen Z., Hou Y., Liu M., Zhang G., Zhang K., Zhang D., Yang L., Kong Y., Du X. Thermodynamic and economic analyses of sewage sludge resource utilization systems integrating Drying, Incineration, and power generation processes. Applied Energy. 2022. Vol. 327. P. 120093. DOI: org/10.1016/j.apenergy.2022.120093.

17. Sewage sludge production and disposal from urban wastewater (in dry sub-stance (d.s)). 2022. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ TEN00030__ custom_3980828/default/table?lang=en (data obrascheniya: 27.12.2022).

© А. А. Векшин, Е. В. Рассохина, М. Ю. Дягелев, В. Г. Исаков, 2023
Получено: 02.03.2023 г.

УДК 628.16 (470.341)

А. Л. ВАСИЛЬЕВ, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой водоснабжения, водоотведения, инженерной экологии и химии; Е. В. ВОРОБЬЕВА, ст. преп. кафедры водоснабжения, водоотведения, инженерной экологии и химии

МОДЕРНИЗАЦИЯ ВОДООЧИСТНОЙ СТАНЦИИ ГОРОДА КСТОВО

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

Ключевые слова: питьевая вода, водоочистная станция, коагулирование, смеситель, осветлитель со слоем взвешенного осадка, фильтрование, скорый фильтр, промывная вода, осадок.

Рассмотрена возможность дальнейшей эксплуатации двух водоочистных станций г. Кстово. Выявлены и представлены нарушения в ходе эксплуатации водоочистных станций, а также показан физический износ трубопроводов и строительных конструкций на станциях. Разработано и предложено предпроектное технологическое решение по строительству новой водоочистной станции, производительностью 40 000 м^3/сут, с предполагаемым размещением на территории одной из действующих водоочистных станций г. Кстово.

В настоящее время снабжение населения г. Кстово питьевой водой обеспечивают две водоочистные станции ВОС-1 и ВОС-2. Суммарная полная суточная производительность составляет 25 000 м^3/сут. Исходным сырьем для получения воды питьевого качества является вода реки Волги. Исходная речная вода относится ко 2-му классу по загрязненности, согласно ГОСТ 2761-84 [1]. Показатели качества воды в источнике водоснабжения реки Волги за 2020–2022 гг. представлены в таблице.

Водоочистная станция (ВОС-1) пущена в эксплуатацию в 1958 г., проектная производительность станции 20 000 м^3/сут. Речная вода поступает в распределительные камеры, куда вводятся жидкий хлор (первичное хлорирование), коагулянт (сульфат алюминия) и флокулянт (ПАА). Вода, смешенная с реагентами, поступает на осветлители со слоем взвешенного осадка.

Осадкоуплотнители в осветлителях оборудованы трубопроводами для принудительного отсоса осадка. В настоящий момент сброс осадка осуществляется на рельеф местности. Осветленная вода после осветлителей по общему трубопроводу подается на скорые фильтры с однослойной загрузкой. Промывная вода от фильтров отводится на рельеф местности. Очищенная вода после процесса фильтрования вторично хлорируется и поступает в резервуары чистой воды.

Водоочистная станция (ВОС-2) пущена в эксплуатацию в 1975 г., проектная производительность станции 31 500 м^3/сут. Речная вода поступает в трубопровод перед смесителями, где вводятся реагенты (жидкий хлор, коагулянт, флокулянт). После смесителя вода, смешанная с реагентами, по трубопроводу направляется в камеры хлопьеобразования, совмещенные с горизонтальными отстойниками. Удаление осадка из отстойников – гидравлическое, через короба с отверстиями. В

настоящий момент сбор осадка осуществляется на рельеф местности. Из отстойников вода переливается в сборный карман и далее по трубопроводу отводится на скорые фильтры с однослойной загрузкой. Промывная вода отводится на рельеф местности. Очищенная вода после процесса фильтрования вторично хлорируется и поступает в резервуары чистой воды.

Средние показатели качества воды в источнике водоснабжения р. Волги

Номер	Наименование показателя	Единицы измерения	Исходная вода. Значения за 2020–2022 гг.
1.	Цветность	градус	33-66
2.	Мутность	мг/дм^3	1-15,1
3.	Вкус, привкус	балл	0 (1)
4.	Запах	балл	0 (1)
5.	Водородный показатель pH	ед. pH	7,95
6.	Жесткость общая	^{0}Ж	4,1
7.	Железо	мг/дм^3	0,70
8.	Аммиак	мг/дм^3	0,50
9.	Сухой остаток	мг/дм^3	327
10.	Окисляемость	мгО/дм^3	8,1-12,5
11.	АПАВ	мг/дм^3	0,025
12.	Нефтепродукты	мг/дм^3	0,009
13.	Фенол	мг/дм^3	< 0,0005
14.	ОКБ	КОЕ в 100 мл	5000
15.	ТКБ	КОЕ в 100 мл	5000
16.	Споры сульфитредуцирующих клостридий	КОЕ в 10 мл	270
17.	Фитопланктон	кл/мл	достигает значений 70 000

Качество очищенной питьевой воды на ВОС-1 и ВОС-2 в целом соответствует требованиям СанПиН 2.1.3684-21 [2], при этом реальная производительность станций примерно в два раза меньше проектной.

С целью определения состояния водоочистных станций, оценки их надежности и дальнейшей эксплуатации авторами проведено обследование технологической части станций ВОС-1 и ВОС-2 г. Кстово. В ходе обследования выявлены недостатки и нарушения, рассмотренные далее:

1. Со времени пуска в эксплуатацию ВОС-1 и ВОС-2 были изменены нормы проектирования водопроводных очистных сооружений. Во время проектирования и строительства водопроводных станций основным документом являлся сначала СНиП II-Г.1 «Наружный водопровод», потом СНиП II-Г.3-62 «Водоснабжение. Нормы проектирования». С 1974 г. действовал СНиП II-31-74 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», с 1985 г. действовал СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения». С 2013 г. проектирование сооружений ведется по рекомендациям СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», актуализированного в 2022 г. с введением СП 31.13330.2021 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

Многие положения в части проектирования сооружений водоподготовки отличаются от действовавших ранее.

Согласно табл. 11 СП 31.13330.2021 [3] технологическая схема с осветлителями со слоем взвешенного осадка рекомендована к применению при мутности исходной воды не менее 50 мг/л. На ВОС-1 в качестве первой ступени очистки используются осветлители со слоем взвешенного осадка. Даже в паводок мутность исходной воды не превышает 35 мг/л, поэтому работа этих сооружений не эффективна. В связи с несовершенной работой сооружений первой ступени нагрузка по загрязнениям приходится на вторую ступень – скорые фильтры, из-за чего значительно возрастает расход промывной воды, вследствие чего увеличиваются затраты на электроэнергию, ухудшается экологическая ситуация. Возможно ухудшение качества питьевой воды, особенно в паводковый период.

Согласно примечанию 3 к табл. 11 СП 31.13330.2021 [3] на станциях водоподготовки необходимо предусматривать установку микрофильтров, при среднемесячном содержании в воде планктона более 1000 кл/мл (на ВОС-1, ВОС-2 отсутствует блок микрофильтров).

Согласно п. 9.35 СП 31.13330.2021 [3] число смесителей на станции следует принимать не менее двух. На ВОС-1 смесители отсутствуют. Согласно запроектированной технологии роль смесителей выполняют распределительные камеры, в которых не обеспечивается должное перемешивание реагентов с обрабатываемой водой. На ВОС-2 устройство, выполняющее роль смесителя, не эффективно.

Согласно табл. 21 СП 31.13330.2021 [3] определена строгая последовательность и временной разрыв ввода реагентов: сначала осуществляется первичное хлорирование, через 2-3 мин – коагулирование. На ВОС-1, ВОС-2 отсутствует техническая возможность осуществить временной разрыв между вводом окислителя и коагулянта.

Согласно п. 9.4 СП 31.13330.2021 [3] рекомендуется предусматривать повторное использование промывных вод фильтров (на ВОС-1, ВОС-2 промывная вода отводится на рельеф местности).

Согласно п. 9.163 СП 31.13330.2021 [3] осадок от всех отстойных сооружений следует направлять на обезвоживание и складирование с предварительным сгущением (на ВОС-1, ВОС-2 осадок сбрасывается на рельеф местности).

Согласно п. 9.5 СП 31.13330.2021 [3] при проектировании оборудования, арматуры и трубопроводов станции водоподготовки должны быть учтены требования раздела 13 «Размещение оборудования, арматуры и трубопроводов». На ВОС-1, ВОС-2 не были учтены при проектировании и строительстве данные требования, что делает невозможным замену трубопроводов, арматуры на некоторых участках без полной остановки водоочистных станций. На рис. 1 приведен пример расположения задвижки на трубопроводе (ВОС-1).

2. Со времени пуска в эксплуатацию ВОС-1 и ВОС-2 были изменены требования к качеству очищенной воды, подаваемой в систему централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. С введением в 2021 г. новых требований к качеству питьевой воды СанПиН 2.1.3684-21 [2] расширился перечень контролируемых видов микробиологических показателей и установлены жесткие нормативы полного их отсутствия в питьевой воде. Повысились требования к содержанию в питьевой воде органических веществ,

предельно-допустимая величина показателя перманганатной окисляемости ограничена 5 мгО/л, для обеспечения данного норматива на станциях требуется применение повышенных доз реагентов. Также повысились требования к содержанию в питьевой воде остаточного алюминия, предельная концентрация снижена до 0,2 мг/л, что влечет за собой строгое регулирование введения алюминий содержащего коагулянта. Более жесткие требования, предъявляемые к питьевой воде, создали основу для перестройки технологических процессов на более глубокую очистку воды, что не всегда возможно на уже действующих водоочистных станциях.

3. При существующей эксплуатации ВОС-1 и ВОС-2 в полном объеме не осуществляется автоматизация и диспетчеризация основных процессов очистки и обеззараживания воды, контроля качества исходной и очищенной воды, а также расхода реагентов, согласно п. 14.6 СП 31.13330.2021 [3].

4. При обследовании ВОС-1, ВОС-2 выявлено, что физический износ трубопроводов, арматуры, конструкций и сооружений достигает 100 %. Металлические конструкции и трубопроводы имеют коррозионные повреждения. На рис. 2–3 приведены примеры эксплуатируемых трубопроводов и сооружений, которые местами имеют участки со следами сильной коррозии, а также разрушающиеся строительные конструкции.

5. В соответствие с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [4] на ВОС-1, ВОС-2 не соблюдается размер санитарно-защитной зоны от расходного склада хлора, расположенного на территории станций, до жилых и общественных зданий. Следовательно, использование для обеззараживания воды газообразного хлора на ВОС-1 и ВОС-2, расположенных в районах жилой застройки, создает опасность для населения города.

6. Учитывая перспективу развития г. Кстово и возможность увеличения водопотребления, существующих суммарных мощностей ВОС-1, ВОС-2 будет недостаточно для удовлетворения нужд населения. В настоящее время качество очищенной питьевой воды на ВОС-1 и ВОС-2 соответствует требованиям СанПиН 2.1.3684-21 [2] только за счет того, что нагрузка на действующие ВОС снижена, т. е. реальная производительность станции в два раза меньше проектной. При увеличении нагрузки (производительности) возрастает риск необеспечения потребителей качественной и безопасной питьевой водой.

7. В настоящее время для обеспечения населения г. Кстово питьевой водой в необходимых количествах вынуждены работать две станции (ВОС-1 и ВОС-2), территориально расположенные на разных площадках.

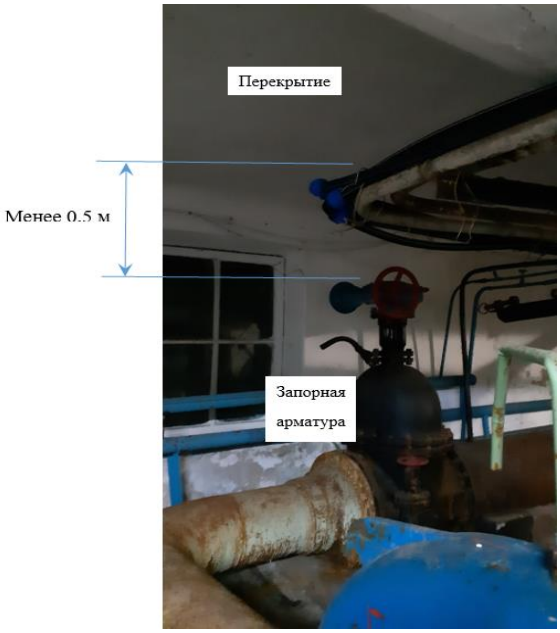


Рис. 1. Расположение запорной арматуры
на трубопроводе (ВОС-1), демонтаж которой невозможен
без остановки станции

Рис 2. Стальной трубопровод на ВОС-1

Рис. 3. Ввод воды в распределительные камеры на ВОС-1

Данная ситуация усложняет эксплуатацию, увеличивает обслуживающий персонал, наблюдается неудобство завоза и хранения расходных материалов. С целью экономии средств и упрощения эксплуатации целесообразно сосредоточить

производство целевого продукта, питьевой воды на одной территориально расположенной площадке.

В результате проведенного обследования авторами сделан вывод, что дальнейшая эксплуатация и реконструкция ВОС-1 и ВОС-2 г. Кстово не целесообразна с технической и экономической точек зрения.

Руководствуясь рекомендациями СП 31.13330.2021 [3], исходным качеством воды в источнике водоснабжения (см. таблицу), а также требованиями к качеству очищенной воды, согласно СанПиН 2.1.3684-21 [2] авторами выполнена разработка предпроектных технологических решений по строительству новой водоочистной станции, производительностью 40 000 м^3/сут, с предполагаемым размещением на территории действующей ВОС-2 г. Кстово. Принципиальная технологическая схема представлена на рис. 4. Вариант размещения проектируемых зданий и сооружений на существующей площадке ВОС-2 представлен на рис. 5.

Речная вода от водозабора р. Волги поступает в существующую насосную станцию подкачки сырой воды и далее под необходимым напором подается на микрофильтры. После предварительной очистки на микрофильтрах в воду предусмотрен ввод гипохлорита натрия (первичное окисление), через 2–3 минуты предусмотрен ввод коагулянта, и вода поступает в смесители для смешения реагентов с обрабатываемой водой. Далее вода направляется на первую ступень очистки в горизонтальные отстойники, совмещенные с камерами хлопьеобразования. Первая ступень предназначена для предварительного осветления воды. После отстаивания вода поступает на вторую ступень очистки – скорые фильтры, где доводится до требований, предъявляемых к качеству питьевой воды.

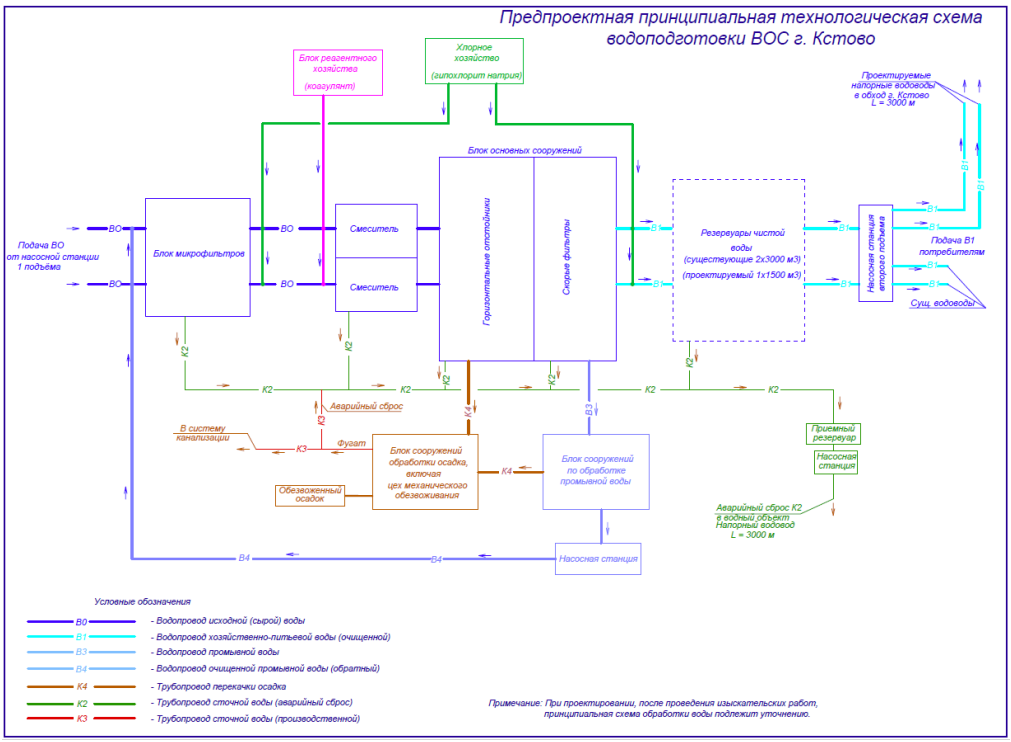


Рис. 4. Предпроектная принципиальная технологическая схема водоподготовки ВОС г. Кстово

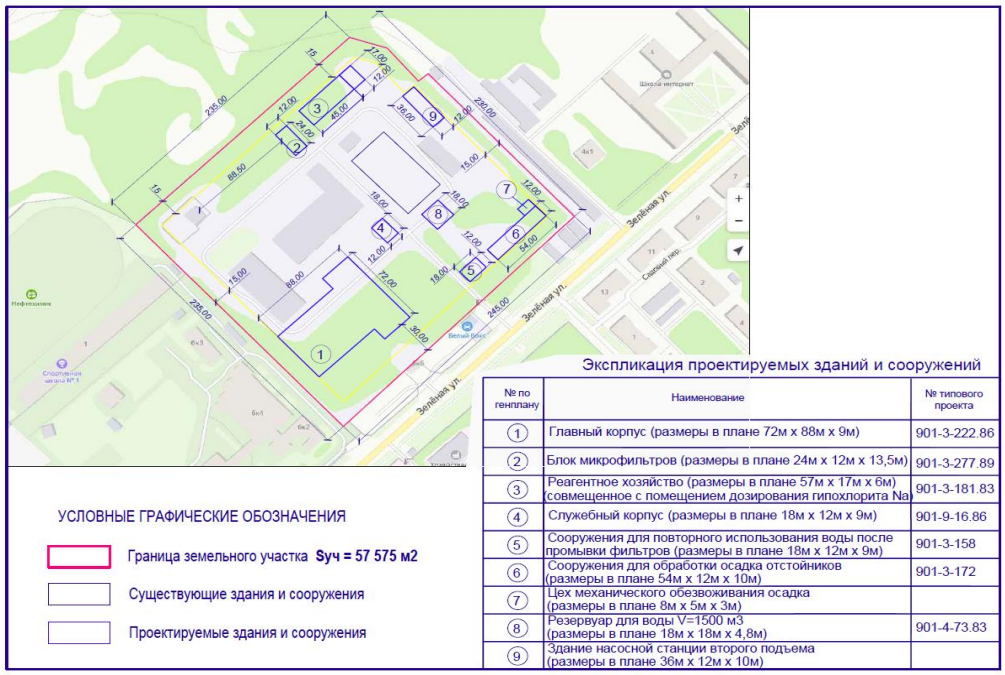


Рис. 5. Вариант размещения проектируемых зданий и сооружений на существующей площадке ВОС-2

После процесса фильтрования вода подвергается вторичному обеззараживанию (вводом гипохлорита натрия) и собирается в резервуарах чистой воды. Предпроектным решением предусмотрено использование двух существующих резервуаров чистой воды $V = 3\ 000$ м^3 каждый, расположенных на территории ВОС-2, и одного вновь проектируемого резервуара чистой воды $V = 1\ 500$ м^3. Из резервуаров готовая к употреблению вода забирается насосами насосной станции второго подъема и по напорным водоводам подается в городскую сеть потребителям. Предпроектным решением предусматривается проектирование двух веток напорных водоводов длиной 3 км в обход г. Кстово для бесперебойной подачи воды всем потребителям.

Предлагаемая технологическая схема водоподготовки предусматривает блок сооружений повторного использования промывных вод скорых фильтров с возвратом очищенной промывной воды в голову очистных сооружений (перед микрофильтрами). Технологией предусматривается обработка осадка горизонтальных отстойников и осадка, образующегося от сооружений по обработке промывной воды. Предложенные технологические решения позволят сократить объем воды, используемый для собственных нужд станции, за счет возврата воды в объеме до 15 % от их общей производительности; а также исключить сброс в водные объекты сточных вод, содержащих нехарактерные для природных водоемов загрязнения, что позволит решить современные экологические требования, предъявляемые к функционированию водопроводных станций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 2761-84. Межгосударственный стандарт Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и

правила выбора : межгосударственный стандарт : утвержден Постановлением Госстандарта СССР от 27 ноября 1984 N 4013 : дата введения 1986-01-01 : [редакция от 01 июня 1988]. – URL: http://www.consultant.ru. – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф. – Текст : электронный.

2. СанПиН 2.1.3684-21 : Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий : постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 г. N 3 : [редакция от 14.02.2022]. – URL: http://www.consultant.ru. – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф. – Текст : электронный.

3. СП 31.13330.2021. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения : свод правил : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Минстроя России от 27 декабря 2021 N 1016/пр : актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*. – дата введения 28 января 2022 г. – URL: http://www.consultant.ru. – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф. – Текст : электронный.

4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов : постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 25.09.2007 г. N 74 : [редакция от 28.02.2022]. – URL: http://www.consultant.ru. – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф. – Текст : электронный.

VASILEV Aleksey Lvovich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of water supply, sewage, engineering ecology and chemistry; VOROBYOVA Ekaterina Vladimirovna, senior teacher of the chair of water supply, sewage, engineering ecology and chemistry

MODERNIZATION OF THE WATER TREATMENT PLANT IN THE CITY OF KSTOVO

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

Key words: drinking water, water treatment plant, coagulation, mixer, clarifier with a layer of suspended sediment, filtration, rapid filter, washing water, sediment.

The article considers a possibility of further operation of two water treatment plants in Kstovo. Violations during the operation of water treatment plants are identified and presented, as well as physical wear of pipelines and building structures at the stations is shown. A pre-design technological solution has been developed and proposed for the construction of a new water treatment plant with a capacity of 40,000 m^3/day, with a proposed location on the territory of one of the existing water treatment plants in Kstovo.

REFERENCES

1. GOST 2761-84. Istochniki tsentralizovannogo khozyaystvenno-pitevogo vodosnabzheniya. Gigienicheskie, tekhnicheskie trebovaniya i pravila vybora [Sources of centralized household and drinking water supply. Hygienic, technical requirements and selection rules] : mezhgosudarstvenny standart : utverzhdyon Postanovleniem Gosstandarta

SSSR ot 27 noyabrya N 4013 : data vved. 1986-01-01 : [red. ot 01 iyunya 1988]. – URL: http://www.consultant.ru. – Rezhim dostupa: KonsultantPlyus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf.

2. SanPiN 2.1.3684-21 : Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k soderzhaniyu gorodskikh i selskikh poseleniy, k vodnym obektam, pitevoy vode i pitevomu vodosnabzheniyu, atmosfernomy vozdukhu, pochvam, zhilym pomescheniyam, ekspluatatsii proizvodstvennykh obschestvennykh pomescheniy, organizatsii i provedeniyu sanitarno-protivoepidemicheskikh (profilakticheskikh) meropriyatiy [Sanitary and epidemiological requirements for the territory maintenance of urban and rural settlements, for water bodies, drinking water and drinking water supply, atmospheric air, soils, residential premises, operation of industrial, public premises, organization and conduct of sanitary and anti-epidemic (preventive) measures] : postanovlenie Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 28.01.2021 g. N 3 : [red. ot 14.02.2022]. – URL: http://www.consultant.ru. – Rezhim dostupa: KonsultantPlyus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf.

3. SP 31.13330.2021. Vodosnabzhenie. Naruzhnye seti i sooruzheniya [Water supply. Outdoor networks and structures] : svod pravil : utverzhd. i vved. v deystvie Prikazom Minstroya Rossii ot 27 dekabrya 2021 N 1016/pr : aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.04.02-84*. – Data vved. 28 yanvarya 2022 g. – URL: http://www.consultant.ru. – Rezhim dostupa: KonsultantPlyus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf.

4. SanPiN 2.2.1/2.1.1.1200-03. Sanitarno-zaschitnye zony i sanitarnaya klassifikatsiya predpriyatiy, sooruzheniy i inykh obektov [Sanitary protection zones and sanitary classification of enterprises, structures and other objects] : postanovlenie Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 25.09.2007 g. N 74 : [red. ot 28.02.2022]. – URL: http://www.consultant.ru. – Rezhim dostupa: KonsultantPlyus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf.

© **А. Л. Васильев, Е. В. Воробьева, 2023**
Получено: 16.03.2023 г.

УДК 628.381.1

А. Л. ВАСИЛЬЕВ[1], д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой водоснабжения, водоотведения, инженерной экологии и химии; А. С. ТАРАСОВ, аспирант кафедры водоснабжения, водоотведения, инженерной экологии и химии[1], вед. инженер-технолог[2]; С. В. КУЛЕМИНА[1], ст. преп. кафедры водоснабжения, водоотведения, инженерной экологии и химии[1]

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПОЧВОГРУНТА НА ПРИМЕРЕ ОБЕЗВОЖЕННОГО АКТИВНОГО ИЛА И ПЕСКА РАЙОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ Г. ДЗЕРЖИНСКА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

[1]ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-87; эл. почта: k_viv@nngasu.ru
[2] ОАО «Дзержинский Водоканал»
Россия, 606019, Нижегородская обл., г. Дзержинск, пр-т Дзержинского, д. 43. Тел.: (8313) 25-96-17; эл. почта: alec-tarasoff@mail.ru
Ключевые слова: осадки сточных вод, избыточный активный ил, утилизация осадков сточных вод, песколовки, районные очистные сооружения, почвогрунт.

Рассмотрены вопросы применения избыточного активного ила и песка, образующихся при очистке сточных вод на районных очистных сооружениях (РОС) в качестве почвогрунта. Приведены расчеты и анализ компонентов, а также характеристика полученного почвогрунта.

В соответствии с действующим законодательством регулирование деятельности по обращению с осадком сточных вод регламентируется, с одной стороны, отраслевым Федеральным законом от 07.12. 2011 № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении», с другой стороны, законодательством Российской Федерации об обращении с отходами производства и потребления (Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ).

Первого марта 2023 г. вступили в силу Федеральный закон от 14.07.2022 № 268-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» и отдельные законодательные акты Российской Федерации», которыми вводятся новые понятия: «вторичные ресурсы», «вторичное сырье». Также в Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» добавлена новая статья 51.1 «Требования при обращении с побочными продуктами производства». Положения данной статьи учитывают существующую практику, когда получаемый в производственной деятельности побочный продукт не является отходом, а используется в качестве сырья в собственном производстве или для потребления в качестве готовой продукции. Устанавливается, что, начиная с указанной даты, юридические лица и индивидуальные предприниматели самостоятельно осуществляют отнесение веществ и предметов к отходам либо к побочным продуктам производства вне зависимости от факта включения таких веществ и предметов в федеральный классификационный каталог отходов, за исключением отдельных веществ и предметов, которые включены в перечень, утверждаемый Правительством РФ.

Минпромторг России разработал проект постановления Правительства РФ «Об утверждении перечня веществ и (или) предметов, образуемых в результате хозяйственной и (или) иной деятельности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и не являющихся продукцией производства, которые не могут быть отнесены к побочным продуктам производств». Устанавливается порядок отнесения веществ и (или) предметов к побочным продуктам производства, требования при обращении с побочными продуктами производства, в том числе порядок ведения учета и размещения информации о побочных продуктах производства.

Исходя из действующей редакции проекта постановления, осадок сточных вод, образуемый при очистке сточных вод на очистных сооружениях канализации может классифицироваться как побочный продукт производства и не регламентироваться в соответствии с Федеральным законом от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».

В 2021 г. Российской ассоциацией водоснабжения и водоотведения (РАВВ) совместно с отраслевым сообществом, в рамках парадигмы отнесения осадков сточных вод к побочных продуктам, разработан национальный стандарт ГОСТ Р 59748-2021 «Технические принципы обработки осадка сточных вод. Общие требования». Данным стандартом установлено, что в зависимости от используемых методов обработки состава и свойств прошедшие обработку осадки сточных вод могут классифицироваться как «побочная продукция» и предназначаться для использования в качестве органических удобрений, органоминеральных, органо-известковых удобрений, почвогрунтов (растительных грунтов), рекультивантов, изолирующего материала, биотоплива и т. п. [1].

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 54534-2011 Национальный стандарт Российской Федерации [2], на сооружениях водоподготовки и очистки сточных вод непрерывно образуются осадки сточных вод, которые в соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов относятся к группе «отходы от водоподготовки, обработке сточных вод и использования воды». Осадки относятся к крупнотоннажным отходам, образующимся непрерывно, длительное их накопление на территории сооружений водоподготовки и очистки сточных вод невозможно, так как может привести к нарушению технологического режима работы сооружений и оказать негативное влияние на окружающую среду. В состав указанной группы осадков входят осадки, сформированные в разные периоды времени, обработанные различными способами и подвергнутые длительной выдержке в естественных условиях на протяжении нескольких лет. Длительная выдержка обеспечила их дополнительную подсушку, стабилизацию и обеззараживание.

Обезвоженный активный ил и продукты его переработки, используемые для технической и биологической рекультивации нарушенных земель, должны соответствовать требованиям стандарта.

Настоящий стандарт распространяется на осадки сточных вод, обработанные с применением различных методов, обеспечивающих их глубокое обезвоживание и минерализацию органических веществ и обеззараживание, соответствующие по своему составу и свойствам отходам классов опасности для окружающей среды IV и V, в том числе: песок из песколовок, осадок первичных отстойников, избыточный активный ил, осадки водоподготовки и продукты их переработки (компосты, почвогрунты, зола от сжигания осадков и т. п.) и другие

отходы, которые могут быть использованы в качестве материала для технической рекультивации нарушенных земель и в качестве почвогрунтов для биологической рекультивации.

В стандарте нормируются такие показатели, как массовая доля сухих и минеральных веществ, pH, концентрация ионов тяжелых металлов. К использованию для биологической рекультивации допускаются осадки, содержание тяжелых металлов которых соответствует требованиям ГОСТ Р 17.4.3.07 [3], осадки с более высокой концентрацией тяжелых металлов, но при этом соответствующие классам опасности для окружающей среды IV–V, допускаются для использования при технической рекультивации.

При проведении биологической рекультивации обезвоженный активный ил используют в качестве почвогрунтов для создания растительного слоя земли после проведения технического этапа рекультивации отработанных карьеров, полостей, выемок, траншей, а также при рекультивации отвалов промышленных отходов, специализированных полигонов захоронения осадков сточных вод.

Растительный слой создается для последующей высадки зеленых насаждений задернения рекультивированной территории. Мощность слоя почвогрунта должна обеспечивать полноценное развитие корневой системы и питание растений.

На Районные очистные сооружения (РОС) г. Дзержинска Нижегородской области поступают сточные воды от города и производств. В процессе очистки образуются осадки сточных вод: песок, сырой осадок, избыточный активный ил. Актуальное направление утилизации образующихся отходов – использование их в качестве почвогрунта для рекультивации нарушенных земель, обеспечивающее их эффективное и экологически безопасное использование в качестве вторичных минеральных ресурсов.

Для изучения возможности получения почвогрунта были проведены исследования свойств избыточного активного ила, песка песколовок, а также расчет необходимого количества компонентов.

Таблица 1

Свойства ила и песка для проведения расчета пескогрунта

Номер	Наименование	Песок (из песколовок, промытый)		Ил (уплотненный)	
		влажность (%)	зольность (%)	влажность (%)	зольность (%)
1	справочные данные	10	80-90	97	25-30
2	лаборатория ОАО «ДВК»	32	96	99,2	23,6
3	ИАЦНИИ химии ННГУ	28,5	95,7	98,9	21,3

В соответствии с проектом реконструкции РОС количество образующегося избыточного активного ила – 9,62 т/сут (в расчете на сухое вещество); песка (из песколовок) – 6,85 т/сут, влажность 60 %.

На основе данных, приведенных в табл. 1, и справочных данных по обезвоживанию избыточного ила на декантерах для расчетов принято:

– влажность песка (из песколовки, промытый) – 10 %;

– зольность песка – 90 %;
– влажность обезвоженного избыточного ила – 75 %;
– зольность обезвоженного избыточного ила – 25 %.

Таблица 2

Расчет по зольности почвогрунта

Номер	Исходное сырье	Песок (из песколовок, промытый) зольность (%)	Требования ГОСТ по зольности (%) для почвогрунта	Решение	
			Влажность (%)	Зольность (%)	
1	Песок	90	65	40	40:25=1.6
2	Ил (уплотненный)	25		25	
3	Полученные соотношения сырья по зольности: песок и уплотненный ил 1,6:1 (весовых частей)				

Для расчета необходимого песка для получения почвогрунта определено количество песка, задерживаемого на песколовках, в пересчете на сухое вещество:

$$М_{песка} = 6,85 \times 40/100 = 2,74 \text{ т/сут.}$$

Для приготовления почвогрунта необходимо песка по сухому веществу в соотношении 1,6:1 весовых частей:

$$М_{песок\ (1.6:1)} = 9,62 \times 1,6 = 15,39 \text{ т/сут.}$$

Очевидно, что песка из песколовок недостаточно для приготовления почвогрунта. Недостающую часть песка принято заменить покупным.

$$М_{песок\ покуп.} = 15,39 – 2,74 = 12,65 \text{ т/сут. по сухому веществу.}$$

Расчет влажности почвогрунта произведен с учетом влажности компонентов и приведен в табл. 3.

Таблица 3

Расчет влажности почвогрунта

Но-мер	Исходное сырье (влажность, %)	Исходные данные по влажности (%)	Решение
1	Песок (из песколовки)	10	2,74×100/90 = 3,03 т/сут
2	Песок (покупной)	7	12,65×100/93 = 13,60 т/сут
3	Ил избыточный обезвоженный	75	9,62×100/25 = 38,48 т/сут
4	Для приготовления почвогрунта необходимо: 1. Песок (из песколовки) 2. Песок (покупной) 3. Ил избыточный обезвоженный	 10 7 75	 3,04 т/сут 13,60 т/сут 38,48 т/сут
5	Почвогрунт	W = (55,12–26,26):55,12×100 = = 52,35	М=3,04+13,60+38,48= =55,12 т/сут

Таким образом, влажность полученного почвогрунта W = 52 %, зольность – 65, что соответствует требованиям нормативной документации.

Согласно проведенным расчетам, осадки Районных очистных сооружений города Дзержинска пригодны для получения почвогрунта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Эпштейн, А. Д. Новые возможности для вовлечения осадков сточных вод в хозяйственный оборот как побочного продукта производства / А. Д. Эпштейн, А. Д. Шкаредо. – Текст : непосредственный // НДТ. – 2022. – № 6.

2. ГОСТ Р 54534-2011. Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Требования при использовании для рекультивации нарушенных земель : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Приказом Росстандарта от 28.11.2011 N 613-ст : дата введения 2013.01.01. – URL: http://www.consultant.ru. – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф. – Текст : электронный.

3. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений : национальный стандарт Российской Федерации : принят и введен в действие Постановлением Госстандарта Российской Федерации от 23.01.2001 N 30-ст : дата введения 01. 10. 2001. – URL: http://www.consultant.ru. – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф. – Текст : электронный.

VASILEV Aleksey Lvovich[1], doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of water supply, sewage, engineering ecology and chemistry; TARASOV Aleksandr Sergeevich[2], postgraduate student of the chair of water supply, sewage, engineering ecology and chemistry[1], leading process engineer[2]; KULYOMINA Svetlana Vyacheslavovna[1], senior teacher of the chair of water supply, sewage, engineering ecology and chemistry

PREPARATION OF SOIL BY THE EXAMPLE OF DEHYDRATED ACTIVATED SLUDGE AND SAND OF THE DISTRICT TREATMENT FACILITIES OF DZERZHINSK, NIZHNY NOVGOROD REGION

[1]Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-87;
e-mail: k_viv@nngasu.ru
[2]JSC Dzerzhinsky Vodokanal
43, Dzerzhinsky Ave., Dzerzhinsk, Nizhny Novgorod Region, 606019, Russia.
Tel.: +7 (8313) 25-96-17; e-mail: alec-tarasoff@mail.ru
Key words: sewage sludge, excess activated sludge, disposal of sewage sludge, sand traps, district treatment facilities, soil.

The article discusses the use of excess activated sludge and sand formed during wastewater treatment at district treatment plants as a soil. Calculations and analysis of the components, as well as characteristics of the resulting soil are given.

REFERENCES

1. Epshteyn A. D., Shkaredo A. D. Novye vozmozhnosti dlya vovlecheniya osadkov stochnykh vod v khozyaystvenny oborot kak pobochnogo produkta proizvodstva [New

opportunities for the involvement of wastewater sludge in economic circulation as a by-product of production] / NDT. – 2022 – № 6.

2. GOST R 54534-2011. Resursosberezhenie. Osadki stochnykh vod. Trebovaniya pri ispolzovanii dlya rekultivatsii narushennykh zemel [Resources saving. Sewage sludge. Requirements for recultivation of disturbed lands] : natsionalny standart Ross. Fed. : utverzhd. i vved. v deystvie Prikazom Rosstandarta ot 28.11.2011 N 613-st : data vved. 2013.01.01. – URL: http://www.consultant.ru. – Rezhim dostupa: KonsultantPlyus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf.

3. GOST R 17.4.3.07-2001. Okhrana prirody. Pochvy. Trebovaniya k svoystvam osadkov stochnykh vod pri ispolzovanii ikh v kachestve udobreniy [Nature protection. Soils. Requirements for sewage sludge use for fertilization] : natsionalny standart Ross. Fed. : utverzhd. i vved. v deystvie Postanovleniem Gosstandarta Ross. Fed. ot 23.01.2001 N 30-st : data vved. 01. 10. 2001. – URL: http://www.consultant.ru. – Rezhim dostupa: KonsultantPlyus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf.

© А. Л. Васильев, А. С. Тарасов, С. В. Кулемина, 2023

Получено: 16.03.2023 г.

УДК 556.5.06:621.311.21

Е. Е. КОЖЕВНИКОВ, аспирант кафедры градостроительство, инженерные сети и системы; С. Е. ДЕНИСОВ, д-р техн. наук, проф. кафедры градостроительство, инженерные сети и системы

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕЧНОГО СТОКА В УСЛОВИЯХ ЗАРЕГУЛИРОВАННОСТИ ВОДОИСТОЧНИКА

ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»
Россия, 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, д. 76. Тел.: (351) 267-91-44, +7 (905) 837-51-46; эл. почта: kozhevnikovee@susu.ru
Ключевые слова: прогноз речного стока, краткосрочный прогноз, долгосрочный прогноз, метод оптимизации роя частиц.

Представлена разработанная программа, основанная на крупномасштабной и расширяемой системе прогнозирования стока и оптимизации бассейнов рек. Результаты оптимизации, получаемые в ходе работы данной программы, для каскадных ГЭС сформированы с использованием оптимизации роя частиц на основе сгенерированных прогнозов речного стока и ограничений бассейна.

Введение

Прогнозирование стока источников водоснабжения крайне важно для управления системами водоснабжения. Полученные результаты прогнозов и оптимизации вместе с автоматически собираемыми данными из внешних систем хранятся в центральной базе данных и доступны через приложение с графическим интерфейсом пользователя.

В условиях быстрорастущего спроса на электроэнергию все больше проявляется интерес к возобновляемым источника энергии ввиду их ключевых преимуществ относительно традиционных источников. Одним из ключевых преимуществ возобновляемых источников здесь можно выделить их экологичность. Хотя такие источники и оказывают значительно меньшее влияние на окружающую среду, однако и они требуют обеспечения непрерывного контроля за состоянием природной среды (речной экосистемы), в основе которого лежит мониторинг и прогнозирование в различных организационных формах.

Для этих целей в условиях оптимальной и эффективной работы ГЭС, установленных на одной реке, их эксплуатацию необходимо производить с использованием централизованной системы прогнозирования речного стока и оптимизации бассейна реки [1].

Поэтому в данной статье мы представляем разработанную нами интегрированную программу на основе системы прогнозирования речного стока и оптимизации бассейнов рек. Система имеет необходимые компоненты для сбора данных, прогноза речного стока, оптимизации бассейна реки и визуализации и представления результатов (т. е. графический пользовательский интерфейс (*GUI*). Программа представляет собой полностью автоматизированную и оперативную систему поддержки принятия решений, которая позволит выдержать компромисс между наибольшей выработкой электроэнергии и воздействием на речную

экосистему, являющуюся источником водоснабжения. Данная система может быть внедрена для любого выбранного бассейна в Челябинской области.

Режим речного стока и речная система демонстрируют значительную нестационарность и стохастичность. Учитывая сложный характер речного стока и его изменчивость, программа и нелинейные статистические и гидрологические модели прогнозирования рек, используемые в этой программе, являются подходящими моделями для такого стохастического процесса. Программа производит два основных типа прогнозов речного стока: долгосрочные прогнозы, которые используются модулем оптимизации для максимального производства энергии, и краткосрочные прогнозы, которые используются модулем оптимизации для снижения воздействия на речную экосистему и предотвращения последствий наводнений и паводков. Каждый из этих типов прогнозов, в свою очередь, использует несколько различных методов, включая гидрологические, контролируемое машинное обучение, гибридные и ансамблевые модели. Модели численного прогноза погоды (ЧПП) предсказывают погоду, используя математические модели атмосферы. ЧПП различных метеорологических моделей используются в методах прогнозирования речного стока, основанных на машинном обучении.

Аналогично модулям прогнозирования речного стока, модули оптимизации программы также производят долгосрочные и краткосрочные результаты для максимизации потребления энергии и предотвращения негативного воздействия на речную экосистему в ходе эксплуатации ГЭС и последствий наводнений и паводков, соответственно.

Последним важным компонентом программы является его приложение с графическим интерфейсом пользователя (рис. 1), которое облегчает визуализацию данных (как собранных данных, так и сгенерированных результатов), автоматическое создание отчетов и ручной запуск моделей прогнозирования и оптимизации речного стока с использованием входных данных модели и параметров, настроенных экспертами в данной предметной области. Дополнительными средствами предоставления данных пользователям системы являются автоматические электронные письма с актуальными прогнозами речного стока и результатами оптимизации.

Прогноз речного стока

Долгосрочные и краткосрочные прогнозы речного стока составляются для использования в долгосрочных и краткосрочных схемах оптимизации, которые выполняются периодически для максимизации энергии в балансе с минимизацией негативного воздействия на речную экосистему от работы ГЭС и предотвращения последствий наводнений и паводков, соответственно. Долгосрочные прогнозы охватывают 15 месяцев (требуется из-за операционных проблем) в месячном/ежедневном разрешении, а краткосрочные прогнозы охватывают от 3 до 10 дней в дневном/ежечасном разрешении.

Долгосрочные прогнозы речного стока выполняются с использованием трех различных подходов: искусственные нейронные сети (*ИНС), Support Vector Machines Model (SVM) и Hydrological Byrans Vattenbalans Model (HPV)*, где первые два из них представляют собой параметрические модели машинного обучения, а *HBV* – полураспределенная гидрологическая модель [2, 3].

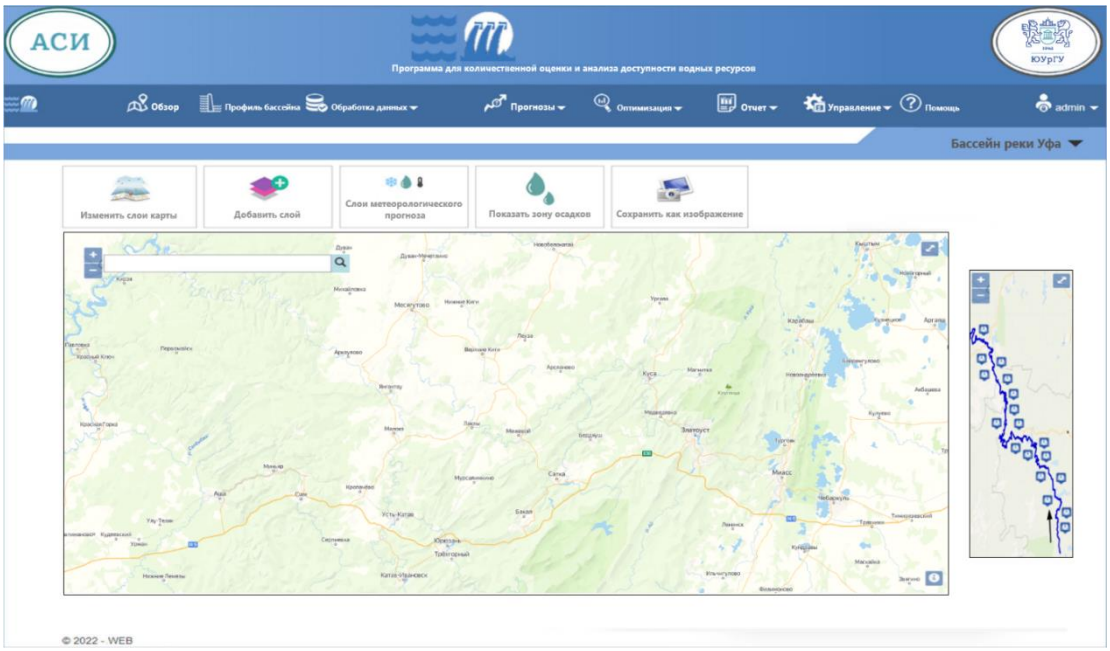


Рис. 1. Начальная страница приложения с графическим интерфейсом программы для количественной оценки и анализ доступности водных ресурсов

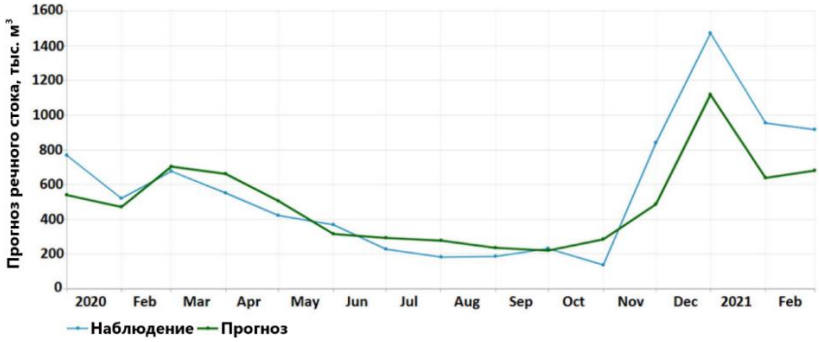


Рис. 2. Долгосрочный прогноз речного стока выбранной моделируемой ГЭС

Рис. 3. Краткосрочный прогноз речного стока выбранной моделируемой ГЭС

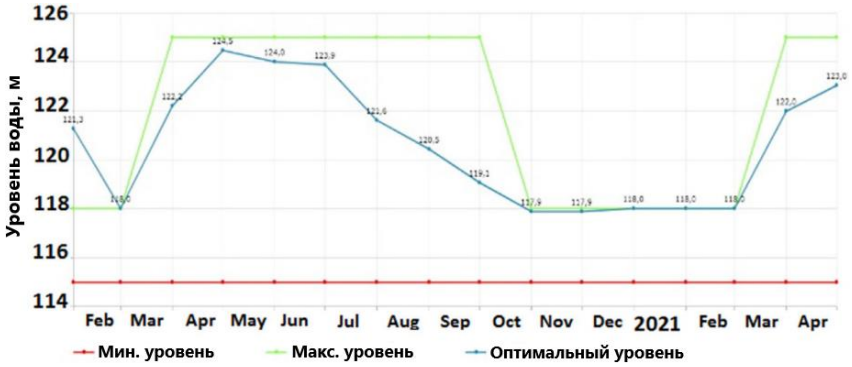


Рис. 4. Максимальный, минимальный и оптимальный уровни воды для водохранилища моделируемой выбранной ГЭС (долгосрочная оптимизация)

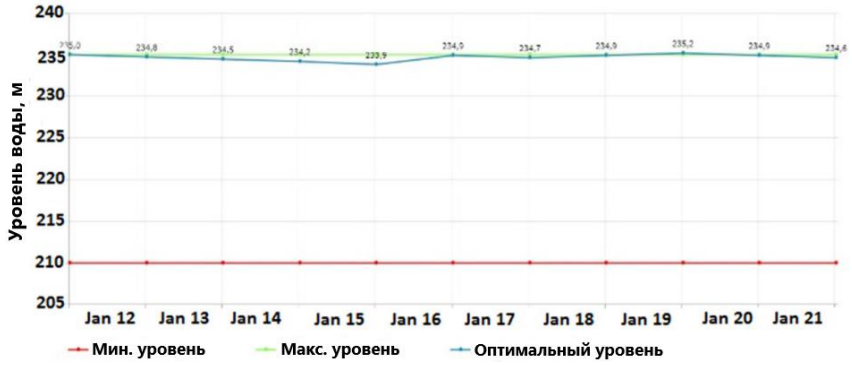


Рис. 5. Максимальный, минимальный и оптимальный уровни воды для водохранилища моделируемой выбранной ГЭС (краткосрочная оптимизация)

Эти три алгоритма используются в ансамблевой модели для получения четвертого комбинированного результата долгосрочного прогноза. Кроме того, для всех используемых моделей составляются вероятностные прогнозы [4].

В модели ИНС значения веса и размер шага определяются динамически, как указано в уравнении (1).

$$\omega_i^{(t)} = \omega_i^{(t-1)} - \eta^{(t-1)} \cdot sgn\left(\frac{\partial E^{(t-1)}}{\partial \omega_i^{(t-1)}}\right), \quad (1)$$

где ω – значение веса; i – число веса; t – количество итераций; η – размер шага; E – функция ошибок.

Математическая модель *SVM* представлена уравнением (2).

$$y = \sum y_i \, a_j K(x_j, x) - b \, , \quad (2)$$

где y –выходной вектор; a –множитель Лагранжа; K – функция ядра, измеряющая сходство между x и x_j; b – параметр сдвига.

Модель *HBV* – это полураспределенная модель, делящая бассейны на суббассейны и субрегионы в зависимости от высоты над уровнем моря. Общее уравнение водного баланса модели представлено уравнением (3).

$$P - E - Q = \frac{d}{dt}[SP + SM + UZ + LZ + VL], \quad (3)$$

где $P -$ колличество выпавших осадков; $E -$ суммарное испарение; $Q -$ сток; $SP -$ снежный покров; $SM -$ влажность почвы; $UZ -$ верхняя зона грунтовых вод; $LZ -$ нижняя зона грунтовых вод; $VL -$ объем водохранилища.

Все три отдельные модели используют в качестве входных данных результаты долгосрочного метеорологического прогнозирования интегрированной системы прогнозирования (ИСП) Гидрометцентра. Это ежедневные прогнозы, охватывающие в общей сложности 216 дней (~7 месяцев) для таких параметров, как общее количество осадков, температура, сток, влажность почвы и испарение.

Модели *ИНС* и *SVM* обучаются на основе ретроспективных прогнозов и данных о речном стоке, наблюдаемых с 1987 года. Долгосрочные прогнозы речного стока получены на основе обученных моделей на ~7 месяцев и, используя соотношение между прогнозами на эти 7 месяцев и средними наблюдаемыми значениями речного стока в данных с 1987 года, прогнозы продлеваются до 15 месяцев.

Гибридная модель ансамбля разработана на основе трех вышеупомянутых моделей прогнозирования, чтобы предоставить пользователям системы четвертый объединенный результат прогноза. Эта окончательная модель дает средневзвешенное значение выходных данных отдельных моделей. Веса определяются и периодически обновляются автоматически со значениями, обратно пропорциональными частоте ошибок в ретроспективных прогнозах.

Краткосрочные прогнозы речного стока выполняются с использованием трех различных подходов: *ИНС*, *SVM* и *Water Research Forecasting Model* (*WRF)*, где первые два из них представляют собой алгоритмы параметрического машинного обучения (аналогичные долгосрочным моделям), а *WRF* представляет собой полностью распределенную гидрологическую модель на основе сетки [5].

Все три отдельные краткосрочные модели используют выходные данные метеорологического прогноза на 3–10 дней из интегрированной системы прогнозирования (ИСП) Гидрометцентра, работающей с граничными условиями в качестве входных данных. Это почасовые прогнозы на срок до 10 дней для таких параметров, как общее количество осадков, температура, влажность почвы, поверхностное давление и эквивалент снеговой воды. Краткосрочные модели прогнозов обучаются с использованием самых последних 30-дневных метеорологических прогнозов и данных наблюдений за речным стоком. Для калибровки использовался набор данных приблизительно за 1 год.

Оптимизация водохранилищ в бассейне реки

Модуль оптимизации бассейна реки производит долгосрочную максимизацию энергии и краткосрочную оптимизацию предотвращения негативного воздействия на речную экосистему в ходе эксплуатации ГЭС, в том числе наводнений для каждого из водохранилищ в бассейне реки. Метод оптимизации роя частиц *PSO* используется модулем оптимизации из-за его преимуществ, таких как простота и эффективность [6]. Чтобы вычислить значение пригодности частиц в методе, ограничения рассматриваются как штрафные

условия, а затем добавляются к значению целевой функции, представленной в уравнении (4).

$$f = F + \sum_{i=1}^{I} \mu_i T_i^2 , \quad (4)$$

где F– минимизируемая целевая функция; μ_i – штрафной коэффициент ограничения; T_i^2 – кумулятивный штрафной член.

Долгосрочная оптимизация выполняется для максимизации энергии в течение 15 месяцев для всех водохранилищ, расположенных в каскадной структуре бассейна. Выходные данные включают в себя оптимизированные месячные уровни воды для всего диапазона.

В первую очередь рои частиц создаются для уровней воды в водоемах между максимальным и минимальным значениями [7]. Затем уравнение потока (5) решается с использованием таких ограничений, как количество воды, необходимое/зарезервированное/ожидаемое для питьевых целей, орошения, естественной жизнедеятельности речной экосистемы и испарения.

$$S(t+1,i) = S(t,i) + I(t,i) - R(t,i) - O(t,i) \quad , \quad (5)$$

где $S -$ полезный объем водохранилища; $I -$ приток воды в водохранилище; $R -$ резервный объем водохранилища; $O -$ сброс воды из водохранилища.

Модуль долгосрочной оптимизации запускается периодически. Результаты будут предоставляться пользователям системы через графический интерфейс. Таким образом, опираясь на эти выходные данные, можно ориентироваться при планировании долгосрочных эксплуатационных решений, связанных с ГЭС.

Краткосрочная оптимизация водохранилищ в бассейне проводится для предотвращения негативного воздействия на речную экосистему в ходе эксплуатации ГЭС, в том числе паводков, половодья и наводнений в более короткие периоды. С долгосрочной оптимизацией это связано таким образом, что конечные уровни воды в водохранилищах принимаются в качестве входных данных для долгосрочной оптимизации в механизме автоматического принятия решений, так что результаты краткосрочной оптимизации не противоречат результатам долгосрочной оптимизации. Подобно долгосрочной оптимизации, метод оптимизации роя частиц *PSO* используется в качестве алгоритма оптимизации, однако ограничения, связанные с оптимизацией энергопотребления, не используются. Вместо этого в качестве ограничений используются характеристики водосбросов, параметры водопропускных сооружений, уравнения маршрутизации, продолжительность движения воды и пропускная способность нижнего течения. Целевой функцией здесь будет являться величина объема воды в нижнем бьефе водохранилища, рассчитанная по уравнениям (6) и (7), при превышении пропускной способности нижнего бьефа, в противном случае она равна нулю. Функция пригодности генерируется, как описано в уравнении (4).

$$flood(t,i) = \max\left(0, O(t,i) - O_{cap}(i)\right). \quad (6)$$

$$F = \sum_{i=1}^{I} \sum_{t=1}^{T} flood(t,i)^2, \quad (7)$$

где $flood$ – объем воды; O – сброс воды из водохранилища; O_{cap} – пропускная способность нижнего течения;

Полученные результаты

В качестве примера полученных результатов в ходе работы разработанной нами программы был выбран бассейн реки Уфа. Этот конкретный бассейн был выбран из-за его широкой сети гидрологических измерений, включая снеговые и дождевые осадки.

Долгосрочные прогнозы речного стока система формирует с суточной и месячной дискретностью один раз в месяц. Результаты выборки предполагаемой моделируемой выбранной ГЭС в отношении точности объема за 15-месячный период будут представлять из себя графики (рис. 2). В качестве примера был выбран тестовый период с января 2020 г. по март 2021 г. (15 месяцев) для долгосрочного прогноза речного стока, и результатов трех предполагаемых ГЭС в системе, представленных в табл. 1.

Таблица 1

Результаты долгосрочного прогноза трех моделируемых ГЭС

Номер ГЭС	Коэффициент эффективности модели Нэша-Сатклиффа (*NSE*)	Точность объема, %
ГЭС 1	0,73	99,97
ГЭС 2	0,47	94,45
ГЭС 3	0,91	97,86

Точность объема для прогнозирования речного стока является решающим показателем эффективности. Другим показателем является коэффициент эффективности модели Нэша-Сатклиффа (*NSE*) [8], который чувствителен к пиковым изменениям. Выборочные долгосрочные прогнозы речного стока показывают, что коэффициент *NSE* изменяется между значениями 0,47 и 0,91, что означает мощную пиковую производительность прогнозной модели. Точно так же диапазон точности объема от 85,25 до 99,97 % доказывает надежность долгосрочного прогноза модели.

Краткосрочные прогнозы речного стока формируются каждый день системой путем запуска и генерации прогноза речного стока на 10 дней вперед с почасовым разрешением, с последующим преобразованием в дневное разрешение.

Примерные результаты краткосрочного прогноза стока для предполагаемой моделируемой выбранной ГЭС приведены на рис. 3.

Таблица 2

Результаты краткосрочного прогноза трех моделируемых ГЭС

Номер ГЭС	Коэффициент эффективности модели Нэша-Сатклиффа (*NSE*)	Точность объема, %
ГЭС 1	0,33	98,51
ГЭС 2	0,44	99,26
ГЭС 3	0,66	89,35

Выборочные значения краткосрочных прогнозов речного стока, представленные в табл. 2, показывают, что коэффициент *NSE* колеблется между значениями 0,33 и 0,66, что означает хорошую эффективность пикового прогноза. Но при сравнении с долгосрочной моделью можно сделать вывод, что межсуточная изменчивость речного стока для данной модели будет выше, что приводит к более низкому коэффициенту *NSE*. С другой стороны, диапазон точности объема от 89,35 % до 99,88 % краткосрочной модели доказывает, что эффективность краткосрочного прогноза модели будет выше в течение всего тестового периода.

После того, как модель генерирует долгосрочные прогнозы речного стока, модель долгосрочной оптимизации использует их и генерирует 15-месячные результаты оптимизации для максимизации энергии с учетом всех предполагаемых ГЭС. Пример графика для одного пробного водохранилища, взятый из выходных данных модуля долгосрочной оптимизации, представлен на рис. 4.

Программа генерирует краткосрочный прогноз речного стока на срок до 10 дней для запуска модели краткосрочной оптимизации и создает оптимальные уровни водохранилища для каждой плотины. Результаты краткосрочной оптимизации до 10 дней вперед (рис. 5) позволяют принять необходимые меры предосторожности для предотвращения негативного воздействия на речную экосистему в ходе эксплуатации ГЭС, учитывая также все паводки, половодья и наводнения, чтобы предотвратить или свести к минимуму их возможный ущерб.

Хотя и каскадная структура выбранного бассейна реки усложняет управление всей бассейновой системой, получаемые высокоточные результаты прогноза смогут дать операторам системы уверенность в том, что они будет следовать предлагаемым уровням водохранилища. Таким образом, представленная нами экспертная система прогнозирования и оптимизации дает системному оператору возможность оптимизировать использование и управление водными ресурсами с учетом соответствующих требований бассейна и пользователей.

Выводы

Предлагается масштабируемая и интегрированная система прогнозирования речного стока и оптимизации бассейнов рек Челябинской области. Программа для количественной оцени и анализа доступности водных ресурсов, в том числе и для систем водоснабжения, является первой интегрированной системой, созданной для Челябинской области, с точки зрения оптимизации уровня воды для каскадных ГЭС на основе результатов метеорологических и речных прогнозов с максимизацией энергии и предотвращением негативного воздействия на речную экосистему в ходе эксплуатации ГЭС с учетом паводков, половодья и наводнений.

Результаты выборки подтверждают удовлетворительную работу системы программы для количественной оценки и анализа доступности водных ресурсов. В частности, объемная точность модели долгосрочного прогноза превышает 85,25 %. Эта высокая точность может обеспечить достаточно эффективное долгосрочное управление каскадной системой ГЭС с максимальным производством энергии из водных ресурсов. Кроме того, мы надеемся, что заметная эффективность краткосрочных прогнозов речного стока (более 89,35 %)

для бассейнов рек Челябинской области также поможет предотвратить или максимально минимизировать негативное воздействие на речную экосистему в ходе эксплуатации ГЭС с учетом паводков, половодья и наводнений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Разработка имитационной модели работы каскада ГЭС / С. В. Митрофанов, А. Г. Русина, А. Ю. Арестова, А. Е. Калинин. – Текст : электронный // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2019. – Том 11, № 2 (42). – С. 116–126. – URL: https://www.elibrary.ru/ download/elibrary_38501114_27417123.pdf.

2. Карапетян, Т. А. Использование искусственных нейронных сетей для оценки и прогнозирования речных стоков / Т. А. Карапетян. – Текст : электронный // Молодой ученый. – 2019. – № 19 (257). – С. 29–33. – URL: https://moluch.ru/archive/257/58964/ (дата обращения 25.05.2023).

3. Козлов, Д. В. Сопоставление эффективности физико-математических моделей малоизученного бассейна реки (на примере климатического региона Эритреи) / Д. В. Козлов, А. А. Гебрехивот. – Текст : электронный // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2021. – № 1. – С. 86–112. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_44812126_28182046.pdf.

4. Борщ, С. В. Эффективность моделирования и прогнозирования речного стока / С. В. Борщ, Ю. А. Симонов, А. В. Христофоров. – Текст : электронный // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. – 2020. – № 1 (375). – С. 176–189. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42771321&ysclid=li44gp7p4g201672908.

5. Обзор методов эффективного прогнозирования характеристик речного стока в горных и полугорных районах / Е. В. Гайдукова, В. Г. Маргарян, Н. В. Мякишева [и др.]. – Текст : электронный // Евразийское Научное Объединение. – 2021. – № 7-4 (77). – С. 324-330. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_46469957_37460000.pdf.

6. Казакова, Е. М. Краткий обзор методов оптимизации на основе роя частиц / Е. М. Казакова. – Текст : электронный // Вестник КРАУНЦ. Физико-математические науки. – 2022. – Том 39, № 2. – С. 150–174. – Текст : электронный https://www.mathnet.ru/links/f9bea0d150e961b65fc5ee6816f3aeae/vkam544.pdf.

7. Прогнозирование притока воды в Цимлянское водохранилище / С. В. Борщ, Ю. А. Симонов, А. В. Христофоров, Н. М. Юмина. – Текст : электронный // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. – 2022. – № 4 (386). – С. 47–63. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49857202_77012154.pdf.

8. Кирста, Ю. Б. Универсальная имитационная модель для долгосрочного прогноза половодья горных рек / Ю. Б. Кирста, О. В. Ловцкая. – Текст : электронный // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. – 2020. – № 1(56). – С. 34–52. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_44085577_62713448.pdf.

KOZHEVNIKOV Egor Evgenevich, postgraduate student of the chair of urban planning, engineering networks and systems; DENISOV Sergey Egorovich, doctor of technical sciences, professor of the chair of urban planning, engineering networks and systems

FEATURES OF MANAGEMENT AND FORECASTING OF THE RIVER FLOW UNDER REGULATION OF A WATER SOURCE

South Ural State University (national research university)
76, Lenin Ave., Chelyabinsk, 454080, Russia. Tel.: +7(351) 267-91-44, +7 (905) 837-51-46;
e-mail: kozhevnikovee@susu.ru
Key words: river runoff forecast, short-term forecast, long-term forecast, particle swarm optimization method.

This paper presents a program we have developed based on a large-scale and scalable system of runoff forecasting and river basin optimization. The optimization results obtained during the operation of this program for cascade HPPs are formed using the particle swarm optimization based on the generated forecasts of river runoff and basin restrictions.

REFERENCES

1. Mitrofanov S. V., Rusina A. G., Arestova A. Yu., Kalinin A. E. Razrabotka imitatsionnoy modeli raboty kaskada GES [Development of a simulation model for the operation of a HPP cascade] // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo energeticheskogo universiteta [Bulletin of the Kazan State Power Engineering University]. – 2019. Vol. 11, № 2 (42). – P. 116–126. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_38501114_27417123.pdf.

2. Karapetyan T. A. Ispolzovanie iskusstvennykh neyronnykh setey dlya otsenki i prognozirovaniya rechnykh stokov [The use of artificial neural networks for assessing and predicting river flows] // Molodoy uchyony [Young Scientist]. – 2019. № 19 (257). – P. 29–33. – URL: https://moluch.ru/archive/257/58964/ (data obrascheniya 25.05.2023).

3. Kozlov D. V., Gebrekhivot A. A. Sopostavlenie effektivnosti fiziko-matematicheskikh modeley maloizuchennogo basseyna reki (na primere klimaticheskogo regiona Eritrei) [Comparison of the effectiveness of physical and mathematical models of a little-studied river basin (on the example of the climatic region of Eritrea)] // Vodnoe khozyaystvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie [Water industry of Russia: problems, technologies, management]. – 2021. №1. – P. 86-112. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_44812126_28182046.pdf.

4. Borsch S. V., Simonov Yu. A., Khristoforov A. V. Effektivnost modelirovaniya i prognozirovaniya rechnogo stoka [Efficiency of modeling and forecasting river flow] // Gidrometeorologicheskie issledovaniya i prognozy [Hydrometeorological research and forecasts]. – 2020. № 1 (375). – P. 176–189. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42771321&ysclid=li44gp7p4g201672908.

5. Gaydukova E. V., Margaryan V. G., Myakisheva N. V., et al. Obzor metodov effektivnogo prognozirovaniya kharakteristik rechnogo stoka v gornykh i polugornykh rayonakh [Review of methods for effective forecasting river runoff characteristics in mountainous and semi-mountainous regions] // Evraziyskoe Nauchnoe Obedinenie [Eurasian Scientific Association]. – 2021. №7-4 (77). – P. 324–330. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_46469957_37460000.pdf.

6. Kazakova E. M. Kratkiy obzor metodov optimizatsii na osnove roya chastits [A brief review of optimization methods based on a swarm of particles]. Vestnik KRAUNC. Fiziko-matematicheskie nauki [Vestnik KRAUNC. Physical and mathematical sciences]. – 2022. Vol. 39, № 2. – P. 150–174. – URL: https://www.mathnet.ru/links/f9bea0d150e961b65fc5ee6816f3aeae/vkam544.pdf.

7. Borsch S. V., Simonov Yu. A., Khristoforov A. V., Yumina N. M. Prognozirovanie pritoka vody v Tsimlyanskoe vodokhranilische [Forecasting the inflow of water into the Tsimlyansk reservoir] // Gidrometeorologicheskie issledovaniya i prognozy [Hydrometeorological research and forecasts]. – 2022. № 4 (386). – P. 47–63. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49857202_77012154.pdf.

8. Kirsta Yu. B., Lovtskaya O. V. Universalnaya imitatsionnaya model dlya dolgosrochnogo prognoza polovodya gornykh rek [Universal simulation model for long-term forecasting floods in mountain rivers] // Izvestiya Altayskogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obschestva [Bulletin of the Altay Branch of the Russian Geographical Society]. – 2020. № 1 (56). – P. 34–52. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_44085577_62713448.pdf.

© Е. Е. Кожевников, С. Е. Денисов, 2023
Получено: 30.04.2023 г.

УДК 627.8.07: 330.131.52

М. И. БАЛЬЗАННИКОВ, д-р техн. наук, проф.

АНАЛИЗ ОБОСНОВАННОСТИ ПРИНЯТЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ С СОВРЕМЕННЫХ ПОЗИЦИЙ

ФГАО УВО «Самарский государственный экономический университет»
Россия, 443090, г. Самара, ул. Советской Армии, 141.
Тел.: 9276922220; эл. почта: mibsgasu@mail.ru
Ключевые слова: гидроэлектростанция, проточный тракт, отсасывающая труба, затраты на строительство, обоснование параметров.

На примере Волжских ГЭС проанализирована обоснованность решений при назначении геометрических размеров отсасывающих труб с современных позиций. При этом учитывались не только затраты на строительство, но и потери в период эксплуатации ГЭС. Выполненный анализ показал, что оптимальные размеры отсасывающих труб соответствуют большим размерам. Получены зависимости величины экономически оправданного увеличения длины отсасывающих труб ГЭС. Более длинные отсасывающие трубы рекомендуется применять для ГЭС, работающих в полупиковой или базисной зоне графика нагрузки энергосистемы. Результаты исследований могут быть использованы для обоснования размеров отсасывающих труб при реконструкции эксплуатируемых ГЭС.

Мощные гидроэлектростанции требуют значительных финансовых вложений на строительство, особенно если они возводятся на равнинных реках. Затраты обусловлены большими габаритами водопроводящего тракта. Для экономии финансовых затрат и расхода строительных материалов геометрические размеры водопроводящих крупногабаритных частей здания ГЭС были приняты минимально возможными. Таким образом технические решения обосновывались наименьшими капитальными вложениями.

Гидроэлектростанции (ГЭС) в нашей стране покрывают значительную часть потребности регионов в электроэнергии, а также, благодаря высоким маневренным качествам, устойчивое функционирование энергетических систем [1-3]. Вместе с тем мощные ГЭС требуют значительных финансовых вложений на строительство, особенно если они возводятся на равнинных реках [4, 5]. Затраты обусловлены значительными объемами строительных работ и использованием природных ресурсов: грунта, песка, щебня, камня, а также дорогостоящих изделий с использованием стали (арматура, закладные элементы, металлические конструкции) и цемента (укладка в конструкцию монолитного бетона, изготовление сборных железобетонных элементов и т. п.

На реке Волге в тяжелое для страны время были построены самые мощные для того времени гидроэлектростанции – Куйбышевская (1957 г.) и Волгоградская (1961 г.) мощностью соответственно 2300 и 2540 МВт. Станции были оборудованы самыми большими для того времени турбинами диаметром 9,3 м. Для крупнейших гидроагрегатов потребовалось построить весьма

крупногабаритные бетонные водоводы: водоприемники, турбинные камеры и отводящие (отсасывающие) трубы, которые и определили общие очень большие размеры агрегатного здания ГЭС [6].

Для экономии расхода дорогостоящих строительных материалов геометрические размеры водопроводящих крупногабаритных частей здания ГЭС были приняты минимально возможными, допускаемые требованиями завода-изготовителя гидравлических турбин. Это свидетельствует о том, что технические решения при строительстве рассматриваемых гидроэнергетических объектов обосновывались простейшим критерием – обеспечением минимума капитальных вложений.

Вместе с тем для гидроэнергетических объектов необходимо учитывать как единовременные затраты на этапе проектирования и строительства, так и распределенные во времени расходы при их эксплуатации. При этом в последние, в процессе обоснования геометрических параметров конструкций элементов станции, следует включать как расходы по самой станции и сопряженным объектам, так и расходы, связанные с компенсацией потерь в выработке электроэнергии [7–9].

Так, уменьшение габаритов элементов проточного тракта ГЭС, обуславливающее снижение единовременных затрат, приводит к увеличению скорости потока в них и существенно ухудшает гидравлические условия течения потока воды. Вследствие этого фактора повышаются потери напора водного потока на этом участке тракта и уменьшается выработка электроэнергии, т. е. снижается объем передачи потребителям важнейшего ресурса – электроэнергии, ради которого и строится гидроэлектростанция. Таким образом, при назначении размеров крупногабаритных элементов водопроводящего тракта ГЭС необходимо учитывать эти разнонаправленно проявляющиеся факторы влияния и использовать технико-экономическое сравнение возможных вариантов [10].

Целью настоящих исследований является анализ обоснованности назначения основных размеров одного из наиболее ответственных крупногабаритных элементов водопроводящего тракта ГЭС руслового типа – отсасывающих (отводящих) труб – с точки зрения современных технических и экономических условий.

Исследования выполнены для гидроэлектростанции руслового типа с параметрами, близкими к параметрам ГЭС, построенных на реке Волге на нескальных грунтах. Агрегатные здания этих ГЭС оборудованы вертикальными гидравлическими турбинами большого диаметра. Отсасывающие трубы этих мощных гидроагрегатов выполнены в виде коленчатых устройств. Такая форма, по сравнению с осевыми вертикальными отсасывающими трубами, обеспечивает меньшее заглубление фундамента агрегатного здания и меньшие объемы строительных работ при его возведении. Минимальный размер вертикальной части отсасывающей трубы регламентируется требованиями завода-изготовителя гидравлических турбин. Именно такие минимальные размеры и приняты на Волжских ГЭС [11].

Длина диффузорной (расширяющейся в вертикальной плоскости) части отсасывающей трубы не оказывает влияния на заглубление агрегатного здания, но влияет на объем используемого бетона и объем выемки грунта для укладки бетона. С целью экономии строительного ресурса (в первую очередь бетона) длину отсасывающей трубы в период строительства также принимали по

возможности наименьшей. Ниже приводятся исследования целесообразности такого решения с точки зрения современных условий.

Начальные параметры исследованных вариантов геометрических размеров отсасывающей трубы близки к принятым параметрам крупнейших ГЭС на реке Волге. Основные из них приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные начальные параметры ГЭС и отсасывающей трубы

Номер	Параметр	Величина
1	Мощность гидравлического агрегата ГЭС, тыс. кВт	120
2	Напор, м	24
3	Диаметр гидравлической турбины, м	8,2
4	Расчетный расход воды, м^3/с	560
5	Начальная относительная длина отсасывающей трубы (по отношению к диаметру турбины)	3,5

В выполненных расчетах рассматривались варианты отсасывающей трубы с дискретным увеличением ее длины в сторону нижнего бьефа на величину ΔL. Для каждого варианта подсчитывалось, на сколько увеличиваются затраты на строительные ресурсы в денежном выражении ΔP по формуле:

$$\Delta P = \sum c_i W_i + \sum s_i W_i \,, \qquad (1)$$

где c_i – стоимость единицы i-го строительного ресурса (бетон, грунт); s_i – затраты на выполнение работ по i-му ресурсу, W_i – объем i-го строительного ресурса.

При увеличении длины диффузорной части отсасывающих труб увеличиваются высоты и площади их выходных сечений. Тогда средние скорости водного потока в выходных сечениях уменьшаются, а, следовательно, уменьшаются и потери скоростного напора на величину Δh [11]:

$$\Delta h = \left(\frac{\alpha V^2}{2g} - \frac{\alpha V_1^2}{2g}\right), \qquad (2)$$

где α – коэффициент неравномерности скорости водного потока; V и V_1 – средние скорости потока в выходных сечениях начального варианта и варианта с удлиненным диффузорным участком; g – ускорение свободного падения.

Для каждого варианта определялись также величины дополнительной мощности ΔN и дополнительной выработки электроэнергии ΔE, дополнительного дохода ΔD от реализации дополнительной электроэнергии.

Получение дополнительного дохода обеспечивается в течение ряда лет T эксплуатации ГЭС. Для корректного сравнения дополнительного дохода с дополнительными расходами первые приводились к начальному году с учетом коэффициента дисконтирования:

$$\Delta D = \sum_{t=0}^{T} \Delta D_t (1+R)^{-t}, \qquad (3)$$

где ΔD_t – величина дополнительного дохода в год t; T – рассматриваемый расчетный период времени; t – текущий год; R – величина дисконтной ставки.

Диапазоны варьируемых параметров при исследовании влияния длины отсасывающей трубы приведены в табл. 2.

Аналитические расчеты проводились с использованием вычислительных средств, а результаты представлялись в графическом виде. На рис. 1

представлены полученные зависимости дополнительных затрат на строительные ресурсы для разных значений цены на бетон.

Таблица 2

Изменяемые параметры

Номер	Параметр	Величина
1	Увеличение длины отсасывающей трубы, м	от 0 до 24
2	Число часов использования установленной мощности в год, ч	от 1000 до 7000
3	Тариф на электроэнергию, руб./кВт-ч	от 3,4 до 4,8
	Динамика тарифа на электроэнергию, % в год	от 0 до 10
4	Дополнительные единичные затраты на строительные работы, тыс. руб./м^3	от 6 до 12
5	Дисконтная ставка, %	от 2 до 8
6	Период расчета, лет	от 5 до 20

Исследования показали, что значения дополнительных затрат не зависят от такого важного параметра, как число часов использования установленной мощности, и определяются непосредственно параметрами ΔL *и* c_i.

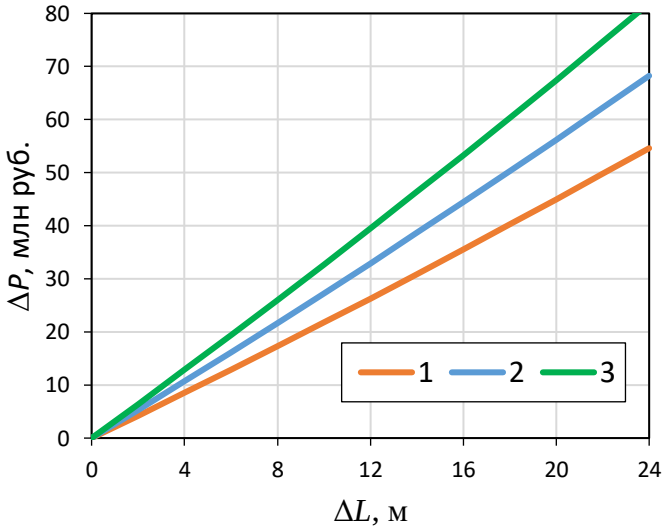


Рис. 1. Рост дополнительных затрат при увеличении длины отсасывающей трубы для параметров: 1 – c_i = 8 000 руб., 2 – c_i = 10 000 руб., 3 – c_i = 12 000 руб.

На рис. 2 приведены результаты расчетов зависимости дополнительного годового дохода ГЭС при увеличении длины отсасывающей трубы для разных значений T_N. Графики свидетельствуют, что величина ΔD существенно зависит от режима работы ГЭС при покрытии суточного графика нагрузки энергосистемы – числа часов использования мощности. Причем с увеличением числа T_N увеличивается и ΔD.

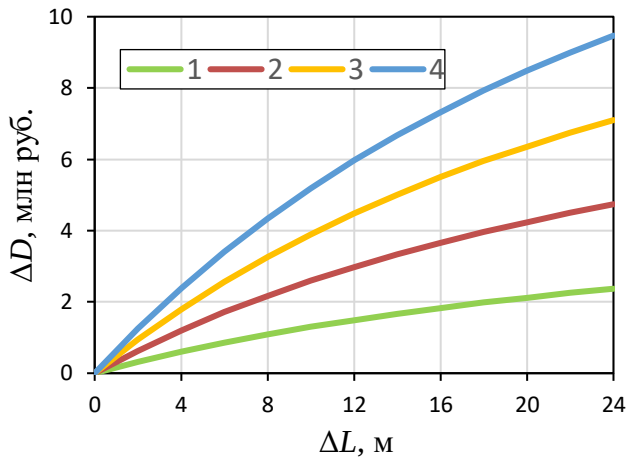


Рис. 2. Рост дополнительного годового дохода при увеличении длины отсасывающей трубы для параметров: 1 – T_N = 1 000 ч; 2 – T_N = 2 000 ч; 3 – T_N = 3 000 ч; 4 – T_N = 4 000 ч

Пример зависимости разности дисконтированного дохода и дополнительных затрат (экономического эффекта) на строительство приведены на рис. 3. Зависимости представлены за период T = 10 лет для разных параметров T_N при ставке дисконтирования R = 6 %.

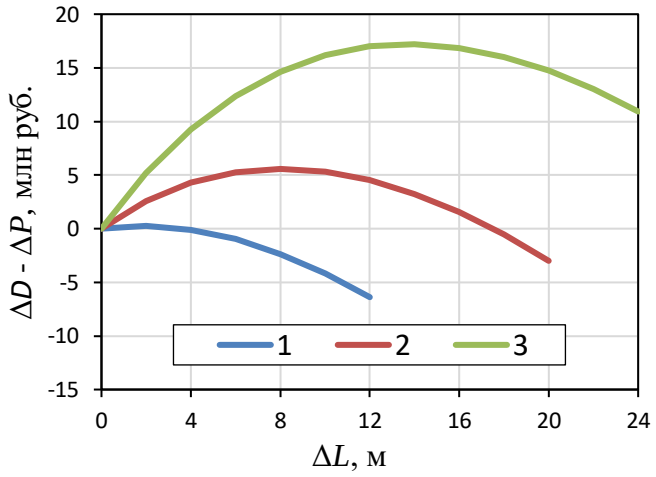


Рис. 3. Разностная кривая дисконтированного дохода и дополнительных затрат на строительство за период T = 10 лет при увеличении длины отсасывающей трубы для параметров: 1 – T_N = 2 000 ч; 2 – T_N = 3000 ч; 3 – T_N = 4000 ч

Полученные зависимости показывают, что в рассмотренных диапазонах варьируемых параметров увеличение горизонтального участка отсасывающей трубы ГЭС приводит сначала к увеличению экономического эффекта. Но при дальнейшем увеличении этого участка трубы экономический эффект уменьшается.

Полученные данные свидетельствуют также о том, что при малых значениях числа часов использования мощности ГЭС (что характерно для ГЭС, работающих в пиковой части суточного графика нагрузки энергосистемы) увеличение длины

отсасывающей трубы практически не дает общего экономического эффекта. Однако для ГЭС, работающих в полупиковой и базисной зоне суточного графика нагрузки, увеличение длины отсасывающей трубы может обеспечить получение значительного эффекта. Так, при T_N = 3 000 ч для рассмотренных параметров ГЭС увеличение трубы экономически оправдано для всего диапазона ΔL от 0 до 17,4 м. Максимальный эффект в размере 5,5 млн руб. может быть получен при ΔL = 8,0 м. Эту величину можно считать оптимальной величиной варьируемого параметра – длины отсасывающей трубы.

Таким образом, исходя из современных представлений, можно заключить, что принятые технические решения по мощным Волжским ГЭС (в частности, габаритные размеры отсасывающих труб) не отвечают условиям оптимальности. Выполненный анализ подтвердил, что решения принимались по условию минимума капитальных вложений, а не минимума суммарных затрат. Некоторое увеличение длины отсасывающей трубы обеспечит получение дополнительной выработки электроэнергии и дополнительного дохода.

Полученные результаты имеют важное значение для правильного выбора основных геометрических параметров крупногабаритных элементов проточного тракта и могут быть использованы при обосновании размеров отсасывающих труб, проектируемых и реконструируемых ГЭС.

Выводы:

1. Для мощных гидроэлектростанций руслового типа с коленчатыми отсасывающими трубами, построенных в нашей стране в послевоенные годы прошлого столетия, габаритные размеры водопроводящего тракта определялись исходя из критерия – обеспечения минимума капитальных вложений. Этот подход обеспечивал также минимальные размеры всего агрегатного здания, минимум расходуемых строительных материалов, наименьшие трудозатраты на ведение строительных работ и сокращение времени возведения ГЭС, а также более ранние сроки ввода электростанции в эксплуатацию и получение так необходимой электроэнергии. Вместе с тем с современных позиций такой критерий не обеспечивал выбор оптимальных размеров водопроводящего тракта, так как некоторое увеличение его габаритов, в частности длины отсасывающей трубы, могло бы дать дополнительный доход от реализации дополнительно вырабатываемой электроэнергии, который бы превысил дополнительные затраты.

2. Экономический эффект, который может быть получен при использовании удлиненной отсасывающей трубы, в значительной степени зависит от условий работы ГЭС в энергосистеме. А именно: чем больше число часов использования мощности, тем больше и эффект. Таким образом, удлиненные отсасывающие трубы рекомендуется применять для ГЭС, работающих в полупиковой или базисной зоне графика нагрузки энергосистемы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Юркевич, Б. Н. Гидроэнергетика как составная часть экономического потенциала России / Б. Н. Юркевич. – Текст : непосредственный // Гидротехническое строительство. – 2017. – № 3. – С. 10–13.

2. Использование маневренных свойств ГЭС и ГАЭС в энергосистеме с возобновляемыми источниками энергии / Ю. С. Васильев, В. В. Елистратов, И. Г. Кудряшева. – Текст : непосредственный // Гидротехническое строительство. – 2019. – № 4. – С. 14–20.

3. Ресурсы и технологии использования возобновляемых источников энергии / В. В. Елистратов, И. В. Богун, Р. С. Денисов [и др.]. – Санкт-Петербург : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. – 528 с. – Текст : непосредственный.

4. Бурдин, Е. А. Волжский каскад ГЭС: триумф и трагедия России / Е. А. Бурдин. – Москва : РОССПЭН, 2011. – 398 с. – ISBN 978-5-8243-1564-6. – Текст : непосредственный.

5. Бальзанников, М. И. Обоснование установленной мощности ГЭС энергетического гидроузла / М. И. Бальзанников. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2014. – № 8. – С. 32–40.

6. Козинец, Г. Л. Обоснование проектных параметров гидроагрегатных блоков высоконапорных ГЭС / Г. Л. Козинец. – Текст : непосредственный // Альтернативная энергетика и экология. – 2015. – № 13–14. – С. 26–30.

7. Васильев, Ю. С. О технологии проектирования объектов гидроэнергетики / Ю. С. Васильев, Л. И. Кубышкин. – Текст : непосредственный // Гидротехническое строительство. – 2014. – № 7. – С. 2–8.

8. Васильев, Ю. С. Методика обоснования параметров малых гидроэлектростанций / Ю. С. Васильев, Г. И. Сидоренко, В. В. Фролов. – Текст : непосредственный // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2012. – № 1-1 (147). – С. 76–84.

9. Обоснование параметров и эффективности гидроаккумулирующих станций / Ю. С. Васильев, В. В. Листратов, Л. И. Кубышкин, И. Г. Кудряшева. – Текст : непосредственный // Труды СПбГТУ. – 2007. – № 502. – С. 146–154.

10. Бальзанников, М. И. Обоснование основных параметров отсасывающих труб гидроэлектростанций / М. И. Бальзанников. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2015. – № 9. – С. 111–121.

11. Бальзанников, М. И. Влияние условий эксплуатации гидроэлектростанций на выбор основных параметров отсасывающих труб / М. И. Бальзанников. – Текст : непосредственный // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. – 2015. – № 4. – С. 86–92.

BALZANNIKOV Mikhail Ivanovich, doctor of technical sciences, professor

ANALYSIS OF THE VALIDITY OF THE ADOPTED TECHNICAL SOLUTIONS DURING THE CONSTRUCTION OF HYDROELECTRIC POWER PLANTS FROM MODERN POSITIONS

Samara State University of Economics
141, Sovetskaya Armiya St., Samara, Russia, 443090, Samara, Russia. Tel.: 9276922220;
e-mail: mibsgasu@mail.ru
Key words: hydroelectric power stations, flow path, suction pipe, construction costs, parameters justification.

By the example of the Volga HPPs, the validity of decisions when assigning geometric dimensions of suction pipes from modern positions was analyzed. By doing this, not only construction costs were taken into account, but also losses during the operation of the hydroelectric power station. The analysis showed that the optimal dimensions of the suction pipes correspond to large dimensions. Dependencies of the value of the economically justified increase in the length of the suction pipes of the hydroelectric power station were obtained. It is recommended to use longer suction pipes for HPPs operating in the half-pipe or base zone of the power system load schedule. The results of studies can be used to justify the size of suction pipes during the reconstruction of operated hydroelectric power plants.

REFERENCES

1. Yurkevich B. N. Gidroenergetika kak sostavnaya chast ekonomicheskogo potentsiala Rossii [Hydropower as an integral part of Russia's economic potential]. Gidrotekhnicheskoe stroitelstvo [Power Technology and Engineering]. 2017, № 3. P. 10–13.

2. Vasilev Yu. S., Elistratov V. V., Kudryasheva I. G. Ispolzovanie manevrennykh svoystv GES i GAES v energosisteme s vozobnovlyaemymi istochnikami energii [Use of maneuvering properties of hydroelectric power plants and PSP in the power system with renewable energy sources]. Gidrotekhnicheskoe stroitelstvo [Power Technology and Engineering]. 2019, № 4. P. 14-20.

3. Elistratov V. V., Bogun I. V., Denisov R. S., et al. Resursy i tekhnologii ispolzovaniya vozobnovlyaemykh istochnikov energii [Resources and technologies for using renewable energy sources]. Saint-Petersburg, POLITEKH-PRESS, 2022, 528 p.

4. Burdin E. A. Volzhskiy kaskad GES: triumf i tragediya Rossii [Volzhsky cascade of hydroelectric power plants: the triumph and tragedy of Russia]. Moscow : ROSSPEN, 2011, 398 p. – ISBN 978-5-8243-1564-6.

5. Balzannikov M. I. Obosnovanie ustanovlennoy moschnosti GES energeticheskogo gidrouzla [Justification of the rated capacity of the hydroelectric power station of the energy hydroelectric complex]. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitelstvo [News of higher educational institutions. Construction]. 2014, № 8. P. 32–40.

6. Kozinets G. L. Obosnovanie proektnykh parametrov gidroagregatnykh blokov vysokonapornykh GES [Substantiation of design parameters of hydraulic unit blocks of high-pressure hydroelectric power plants]. Alternativnaya energetika i ekologiya [Alternative energy and ecology]. 2015, № 13-14. P. 26–30.

7. Vasilev Yu. S., Kubyshkin L. I. O tekhnologii proektirovaniya obektov gidroenergetiki [On the technology of designing hydropower facilities]. Gidrotekhnicheskoe stroitelstvo [Power Technology and Engineering]. 2014, № 7. P. 2–8.

8. Vasilev Yu. S., Sidorenko G. I., Frolov V. V. Metodika obosnovaniya parametrov malykh gidroelektrostantsiy [Methodology for justifying the parameters of small hydroelectric power plants]. Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gos. politekh. un-ta [Scientific and technical statements of St. Petersburg State Polytechnic University]. 2012, № 1-1. P. 76–84.

9. Vasilev Yu. S., Elistratov V. V., Kubyshkin L. I., Kudryasheva I. G. Obosnovanie parametrov i effektivnosti gidroakkumuliruyuschikh stantsiy [Justification of parameters and efficiency of pumped storage stations]. Trudy SPbGTU [Proceedings of St. Petersburg State Technical University]. 2007, № 502. P. 146–154.

10. Balzannikov M. I. Obosnovanie osnovnykh parametrov otsasyvayuschikh trub gidroelektrostantsiy [Justification of the main parameters of suction pipes of hydroelectric power plants]. Vestnik MGSU [Bulletin of MGSU]. 2015, № 9. P. 111–121.

11. Balzannikov M. I. Vliyanie usloviy ekspluatatsii gidroelektrostantsiy na vybor osnovnykh parametrov otsasyvayuschikh trub [Influence of hydroelectric power plant operation conditions on selection of main parameters of suction pipes]. Vestnik SGASU. Gradostroitelstvo i arkhitektura [SGASU Bulletin. Urban planning and architecture]. 2015, № 4. P. 86-92.

© М. И. Бальзанников, 2023

Получено: 10.05.2023 г.

УДК 621.22:614.8

А. В. ФЕВРАЛЕВ, канд. техн. наук, проф. кафедры гидротехнических и транспортных сооружений; В. В. АГЕЕВА, канд. техн. наук, доц. кафедры гидротехнических и транспортных сооружений

ОПЫТ ОЦЕНКИ РИСКА АВАРИЙ НИЗКОНАПОРНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

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: риск аварии, ГТС, оценка вероятности аварии (риска).

Приведены основные понятия оценки риска аварии, кратко описана методика оценки риска по ГОСТ, даны результаты оценки риска для некоторых ГТС.

Согласно Федеральному Закону [1], документом, обосновывающим безопасность гидротехнического сооружения (ГТС), является декларация безопасности [2]. В составе декларации безопасности предусматривается составление раздела «Анализ и оценка безопасности ГТС, включая определение возможных источников опасности» с выводами о соответствии значения риска (вероятности) аварии гидротехнического сооружения допустимому уровню». Допустимый риск – это значение риска аварии, установленное нормативными документами [1].

Риск аварии – вероятностная или детерминистическая оценка степени отклонения состояния ГТС и условий эксплуатации от нормативных значений. Риск аварии может определяться различными методами: статистическими, вероятностными, детерминистическими, экспертными.

Статистический метод, основанный на результатах оценки аварий реальных сооружений, дает осредненные значения риска. Метод целесообразен для выявления источников опасностей (факторов риска).

Детерминистический метод основан на анализе последовательности развития аварии.

Вероятностный метод, основанный на вероятностных моделях распределения частоты аварий, дает вероятность аварии. Метод требует выбора модели распределения вероятностей.

Экспертный метод дает оценку рисков на основе мнений специалистов (экспертов), использующих соответствующую шкалу оценок. Именно этот метод узаконен ГОСТ [3].

Экспертный метод [3] использует такие понятия, как: опасность (при оценке возможности аварии на ГТС), т. е. процессы, протекающие в ГТС и зоне их влияния и представляющие угрозу для жизни или условий жизнедеятельности людей, объектов хозяйства или окружающей среды; уязвимость ГТС – свойство ГТС терять способность к выполнению заданных функций в результате негативных воздействий или деградационных процессов с течением времени. Уязвимость есть реакция сооружения на внешние и внутренние опасности.

Оценка риска аварии производится на основании экспертного анализа степени опасности аварии и степени уязвимости ГТС.

Для анализа опасности исследуются показатели опасности аварии, как-то: превышение нагрузок и воздействий; обоснованность проектных решений; соответствие проекту конструкций и технологий возведения; выполнение проектных решений по эксплуатации и мониторингу.

Для анализа уязвимости изучаются показатели, как-то: состояние ГТС по данным мониторинга; состояние окружающей среды в зоне влияния ГТС; организация эксплуатации; готовность организации к локализации и ликвидации аварии.

Степень риска аварии оценивается по принципу пересечения степеней опасности и уязвимости и количественно выражается коэффициентом риска аварии [3]:

$$D_a=\lambda\cdot\nu, \quad (1)$$

где λ – коэффициент опасности; ν – коэффициент уязвимости.

Расчетные значения коэффициента опасности и коэффициента уязвимости определяются по соответствующим кодам, приведенным в [3]. Коды устанавливаются по экспертным показателям с помощью оценочных таблиц [3].

Коэффициент риска аварии позволяет оценить вероятность возникновения аварии (риск) по формуле:

$$P_a\,(\text{ГТС}) = 0{,}5\,\mathrm{erfc}\,[-0{,}83\beta\cdot\ln(2D_a)], \quad (2)$$

где erfc(x) – дополнительная функция ошибок, табулированная в справочниках, а также в [3]; β – коэффициент вероятности, зависящий от класса ГТС [3].

Результаты оценки риска аварий некоторых ГТС

Номер ГТС	Наименование ГТС, место расположения	Коэффициент риска	Вероятность возникновения аварии (риск), 1/год
1	Комплекс ГТС на р. Вьюнице, Нижегородская область: – плотина верхнего гидроузла	0,160	$8{,}1\cdot10^{-3}$
	– плотина среднего гидроузла	0,160	$8{,}1\cdot10^{-3}$
	– плотина нижнего гидроузла	0,180	$17{,}5\cdot10^{-3}$
2	Дамба в г. Навашино, Нижегородская область	0,187	$19{,}0\cdot10^{-3}$
3	Плотина на р. Валаве, Нижегородская область	0,280	$110{,}0\cdot10^{-3}$
4	Плотина на р. Кострине, Тверская область	0,247	$70{,}0\cdot10^{-3}$
5	Плотина на р. Калдуссе, Пензенская область	0,265	$89{,}6\cdot10^{-3}$
6	Плотина на овраге Карнайке, Республика Мордовия	0,234	$52{,}4\cdot10^{-3}$
7	Плотина на р. Моркве, Нижегородская область	0,197	$1{,}46\cdot10^{-3}$
8	Плотина на притоке р. Озерки, Нижегородская область	0,270	$39{,}9\cdot10^{-3}$

Описанная методика определения риска аварии была использована при разработке деклараций безопасности ряда низконапорных ГТС IV класса. Результаты представлены в таблице.

Согласно нормативному документу [4], допускаемое значение вероятности возникновения аварии для ГТС IV класса составляет 5,0 10^{3} 1/год. Приведенные в таблице значения показывают более высокий риск аварий. Это свидетельствует о низком качестве проектирования, строительства и эксплуатации рассмотренных ГТС и требует разработки мероприятий по снижению риска.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О безопасности гидротехнических сооружений : Федеральный закон Российской Федерации от 21.07.1997 № 117-ФЗ : [принят Государственной Думой 23 июня 1997 года]: [редакция от 01.01.2022]. – URL: http://www.consultant.ru. – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф. – Текст : электронный.

2. Об утверждении формы декларации безопасности гидротехнического сооружения (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений) : Приказ Ростехнадзора от 09.12.2020 N 509. – URL: http://www.consultant.ru. – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф. – Текст : электронный.

3. ГОСТ Р 22.2.09-2015. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Экспертная оценка уровня безопасности и риска аварий гидротехнических сооружений. Общие положения : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Приказом Росстандарта от 02.12.2015 N 2100-ст : дата введения 01 июня 2016 г. – URL: http://www.consultant.ru. – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф. – Текст : электронный.

4. СП 58.13330.2019. Гидротехнические сооружения. Основные положения : свод правил : утвержден и введен в действие Приказом Минстроя России от 16 декабря 2019 N 811/пр : актуализированная редакция СНиП 33-01-2003 : редакция от 10 марта 2022 : дата введения 17 июня 2020 г. – URL: http://www.consultant.ru. – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф. – Текст : электронный.

FEVRALYOV Arkady Valentinovich, candidate of technical sciences, professor of the chair of hydraulic and transport structures, AGEEVA Vera Valerevna, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of hydraulic and transport constructions

EXPERIENCE IN ASSESSING THE RISK OF ACCIDENTS OF LOW-PRESSURE HYDRAULIC STRUCTURES

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: accident risk, GTS (hydraulic structure), assessment of the probability of accident (risk)

The basic concepts of accident risk assessment are given, the methodology for risk assessment according to GOST is briefly described, the results of risk assessment for some hydraulic structures are given.

REFERENCES

1. O bezopasnosti gidrotekhnicheskikh sooruzheniy [On the safety of hydraulic structures] : Feder. zakon Ross. Fed. ot 21.07.1997 № 117-FZ : prinyat Gos. Dumoy 23 iyunya

1997 goda : red. ot 01.01.2022. – URL: http://www.consultant.ru. – Rezhim dostupa: KonsultantPlus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf.

2. Ob utverzhdenii formy deklaratsii bezopasnosti gidrotekhnicheskogo sooruzhenia (za isklyucheniem sudokhodnykh i portovykh gidrotekhnicheskikh sooruzheniy) [On approval of the form of the declaration of safety of hydraulic structures (except for navigable and port hydraulic structures)]. Prikaz Rostekhnadzora ot 09.12.2020 № 509. – URL: http://www.consultant.ru. – Rezhim dostupa: KonsultantPlus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf.

3. GOST R 22.2.09-2015. Bezopasnost v chrezvychaynykh situatsiyakh. Ekspertnaya otsenka urovnya bezopasnosti i riska avariy gidrotekhnicheskikh sooruzheniy. Obschie polozheniya [Safety in emergency situations. Expert assessment of the level of safety and risk of accidents of hydraulic structures. General provisions.] : national. standart Ross. Fed. : utverzhd. i vved. v deystvie Prikazom Roandarta ot 02.12.2015 N 2100-st : data vved. 01 iyunya 2016 g. – URL: http://www.consultant.ru. – Rezhim dostupa: KonsultantPlus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf.

4. SP 58.13330.2019. Gidrotekhnicheskie sooruzhenia. Osnovnye polozheniya [Hydraulic structures. General provisions] : svod pravil : utverzhd. i vved. v deystvie Prikazom Minstroya Rossii ot 16 dekabrya 2019 N 811/pt : aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 33-01-2003 : red. ot 10 marta 2022 : data vved. 17 iyunya 2020 g. – URL: http://www.consultant.ru. – Rezhim dostupa: KonsultantPlus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf.

© А. В. Февралев, В. В. Агеева, 2023

Получено: 16.03.2023 г.

УДК [72.01+721.021] : 72.036

Н. С. САПРЫКИНА, д-р архитектуры, доц., зав. кафедрой градостроительства

ИНТЕРПРЕТАЦИИ «СТОЛИЧНЫХ» ОБРАЗЦОВ АРХИТЕКТУРЫ В ПРОВИНЦИАЛЬНЫХ ГОРОДАХ СССР В ПЕРИОД «ТОТАЛИТАРНОГО» РЕЖИМА

ООВО ЧУ «Международная академия бизнеса и новых технологий (МУБиНТ)»
Россия, 150999, г. Ярославль, ул. Советская, д. 80. Тел.: 8 800 700 1600, доб. 2510; эл. почта: saprykinans@edu.mubint.ru
Ключевые слова: интерпретация, архитектор, архитектура, СССР, образец, ориентир, 1930–1950-е гг.

Рассматриваются тенденции развития архитектуры СССР в 1930–1950-х гг. Выявляются и анализируются особенности творческого метода региональных архитекторов, базирующиеся как на жестких установках выбора «образца» для подражания, так и учете особенностей истории и контекста города в данный период. Дается оценка-сравнение решений архитектуры зданий столиц страны и провинциальных городов на примере г. Ярославля.

Поисковый период 1920-х годов, когда архитекторы были еще вправе иметь индивидуальные стилистические предпочтения, сменился в 1930-х жесткими декларативными установками партии и правительства советской страны. Что и как надо строить в преобразуемых социалистической реконструкцией городах в рамках индивидуального проектирования решали прежде всего власти, в том числе и местные, бравшие за ориентир направления и события, происходившие в двух столицах – Москве и Ленинграде. Поэтому во многом тенденции развития архитектуры провинциальных городов СССР в 1930–1950-е годы определяли их «лучшие образцы»: проекты-победители конкурсных отборов, новостройки на значимых местах Москвы и Ленинграда, творения ведущих зодчих страны, удостоенные государственных премий. Считалось, что такая архитектура символизировала характер эпохи, наглядно отражала идеологическую и социальную базу общества, в лучшей степени выражала заданные стилистические установки. Именно эти объекты становились предметом пристального внимания не только узкого круга профессионалов, приобретали статус своеобразных эталонов для подражания.

Здание библиотеки им. В. И. Ленина в Москве (арх. В. А. Щуко и В. Г. Гельфрейх, 1928–1941 гг.), Ленинградский Дом Советов на Московском проспекте (арх. Н. А. Троцкий, 1936–1939 гг.), жилые дома в Москве по Большой Калужской (Ленинский пр. № 11) и на Смоленской площади (арх. И. В. Жолтовский, 1949, 1952), комплекс Московского государственного университета (МГУ) (арх. Л. В. Руднев, С. Е. Чернышев, П. В. Абросимов, А. Ф. Хряков, 1948–1953 гг.) – вот далеко не полный перечень построек, чьи композиции, декоративные приемы тиражировались и интерпретировались в разных регионах (табл. 1, рис. 1–4 цв. вклейки).

К СТАТЬЕ Н. С. САПРЫКИНОЙ «ИНТЕРПРЕТАЦИИ «СТОЛИЧНЫХ» ОБРАЗЦОВ АРХИТЕКТУРЫ В ПРОВИНЦИАЛЬНЫХ ГОРОДАХ СССР В ПЕРИОД «ТОТАЛИТАРНОГО» РЕЖИМА»

Таблица 1

Архитектурные образцы и их интерпретации в городах СССР

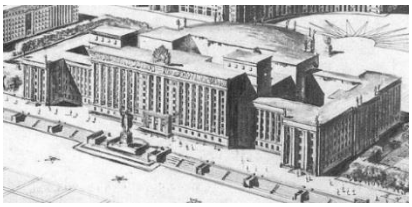
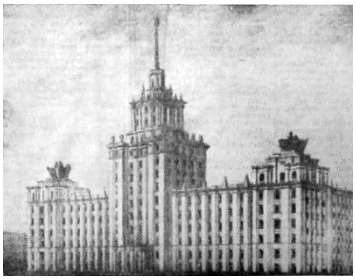
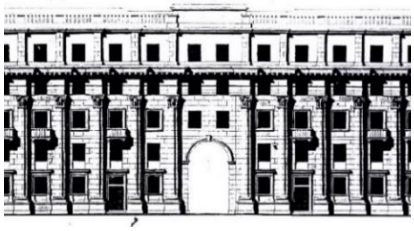
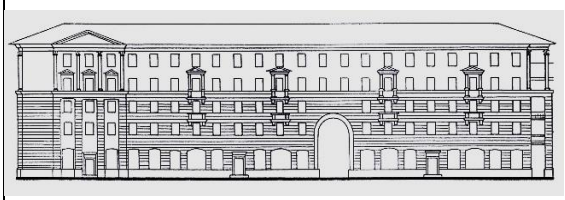
Номер	Объект – ориентир (проект, постройка – Москва и Ленинград)	Объект – интерпретация (проект, постройка – Иваново, Куйбышев, Ростов-на-Дону)
1	Рис. 1. Библиотека им. В. И. Ленина в Москве. Арх.: В. А. Щуко, В. Г. Гельфрейх. 1928–1941 гг.	Рис. 5. Проект реконструкции театра музыкальной комедии в г. Иванове. (Ивкомпроект). 1941 г.
2	 Рис. 2. Проект Ленинградского Дома Советов. Арх. Н. А. Троцкий. 1936–1939 гг.	Рис. 6. Проект Дома Советов в г. Иванове. Арх.: С. А. Минофьев и др., 1940-е гг.
3	Рис. 3. Жилой дом на Смоленской площади в Москве. Арх. И. В Жолтовский. 1939–1952 г.	Рис. 7. Жилой дом на Большой Садовой улице, д. 8, в г. Ростове-на-Дону, 1950 гг.
4	Рис. 4. Комплекс МГУ на Ленинских горах. 1948–1953 гг. Арх.: Л. В. Руднев, С. Е. Чернышев и др.	 Рис. 8. Здание на Самарской площади в г. Куйбышеве. Арх.: П. А. Щербачев. Начало 1950-х гг.

Таблица 2

Архитектурные образцы и их интерпретации в г. Ярославле

Номер	Объект – ориентир (проект, постройка – Москва и Ленинград)	Объект – интерпретация (проект, постройка – г. Ярославль)
1	 Рис. 9. Жилой дом на ул. Моховой в Москве. Арх. И. В. Жолтовский. 1932–1934 гг.	 Рис. 10. Жилой дом на ул. Советской в г. Ярославле. Арх. С. В. Капачинский. 1936–1937 гг.
2	 Рис. 11. Гостиница «Москва» в г. Москве. А. В. Щусев, Л. И. Савельев, О. А. Стапран. 1934–1936 гг.	 Рис. 12. Проект гостиницы «Ярославль» в г. Ярославле. С. В. Капачинский. 1936 г.
3	 Рис. 13. Жилой дом на Б. Калужской ул. в Москве. Арх. И. В. Жолтовский. 1949 г.	 Рис. 14. Проект жилого дома на пр. Шмидта в г. Ярославле. Арх. А. А. Матвеева. 1954 г.
2	 Рис. 15. «Дом Ленсовета» в Ленинграде.Арх.: Е. А. Левинсон, И. И. Фомин, 1931–1934 гг.	 Рис. 16. Жилой дом завода СК в г. Ярославле. Арх. И. Н. Дубов. 1935–1936 гг.

Примечание. Фотографии зданий (Рис. 1–4, 7, 9, 11, 13, 15) приведены из открытых интернет-источников, фотографии (рис. 5–6) предоставлены И. Е. Шахновым (Иваново), рис. 8 – из книги [9], рис. 10, 12 – из книги [10]

Эта тенденция активно поощрялась и поддерживалась руководителями архитектурных сообществ, представителями Московского архитектурного общества, Союза советских архитекторов, принимавшими участие в жюри провинциальных конкурсов. Сохранившиеся стенограммы обсуждений свидетельствуют, что иногда главным критерием выбора проекта-победителя в провинциальном конкурсном отборе становилась именно схожесть градостроительного и архитектурного решений с узнаваемым «столичным образцом» [1]. Осознание этой тенденции делало очень зависимым и ограниченным спектр поисков региональных специалистов.

Порой желание архитекторов не утратить свое творческое кредо, «местную специфику» среды приводило к своеобразному синтезу декларируемых идей с их собственными творческими фантазиями, которые были основаны на многочисленном штудировании образцов исторического наследия, изучении и переосмыслении исторического контекста уникальной среды. На фоне большого количества не самых удачных копий и вариаций в жестких рамках требований появлялись и достойные примеры архитектурного творчества, свидетельствующие о многогранности и таланте советских архитекторов (табл. 1, рис. 5–8 цв. вклейки).

Наиболее яркой иллюстрацией и отправной точкой тенденции интерпретаций для многих регионов явилось строительство жилого дома в 1934 году на Моховой улице в Москве, который стал своеобразным манифестом, лозунгом дальнейшего развития архитектуры; ясной и бескомпромиссной программой, ориентированной на освоение классического наследия (табл. 2, рис. 9 цв. вклейки). Изначально задуманный как своеобразный экспонат, дом на Моховой по замыслу И. В. Жолтовского должен был показать художественные возможности классики, причем практически оставаясь в рамках требований норм проектирования. Профессиональное мастерство, культура и настойчивость автора в конечном итоге убедительно доказали на этом примере жизнеспособность принципов классической архитектуры, ее красоты, которые неподвластны времени. Новый образец классической концепции, явившийся своеобразным высококачественным уроком по истории архитектуры, стал (с подачи центральной и региональной власти, прессы) своеобразным профессиональным ориентиром для архитекторов разных городов, которым были даны установки при формировании нового облика центральных улиц, проектировании на них жилых домов, подражать ему, не уступая в художественной полноценности.

Именно домов «в стиле Жолтовского» появилось больше всего по всей территории СССР, среди которых известны: дом стахановцев и специалистов (ул. Татарстан, 3/2, арх. С. С. Копец, 1934 г.; арх. Вик. А. Дубровин, 1935–1939 гг.) и жилой дом для инженерно-технических работников Наркомата связи (ул. Карла Маркса, 44, арх. Н. А. Баталов, М. П. Костромитинов, 1934–1937 гг.) в г. Казани; жилой дом речного флота (Дом грузчиков) (ул. Фабричная, 6, арх. К. Е Осипов, 1936–1937 гг.) и жилой «Генеральский» дом (Красный проспект, 62, арх. К. Е. Осипов, 1937–1941 гг.) в г. Новосибирске; жилой дом СЗЖД (первоначальный проект комплекса) в г. Куйбышеве (совр. г. Самара, ул. Красноармейская, 117, арх. П. А. Щербачев, 1935 г.), жилой дом на ул. Горького (1938 г.) в Алма-Ате и другие, многие из которых сегодня описываются в современных исследованиях по советскому неоклассицизму [2].

На фоне многочисленных «собратьев» во многих городах выделяется жилой дом в Ярославле (ул. Советская, 6), спроектированный архитектором С. В. Капачинским в 1934–1936 годах, который положил начало череде подобных зданий в городе, получив немалую популярность подобно жилому дому И. В. Жолтовского, когда восторженных откликов было столько же, сколько и непримиримой критики (табл. 2, рис. 10 цв. вклейки). Не обошел своим вниманием ярославский образец и известный искусствовед, архитектурный *критик* тех лет И. О. Сосфенов, обвинив автора на страницах журнала «Архитектура СССР» в тех же прегрешениях, что допустил известный московский мастер архитектуры: «Чрезвычайная пышность декора в здании, построенном арх. Капачинским, неуместна и с точки зрения образа жилого дома. Торжественная колоннада, созданная им, бесконечно чужда той интимной, радостной легкости, которую естественно ждать от жилого дома… Ложная торжественность и репрезентативность здания, наряду с игнорированием ансамбля, заставляют резко отрицательно расценивать это произведение…» [3]. Но критика его в «откровенном копировании» здания на Моховой не совсем корректна. Следуя социальному заказу и новым партийным установкам С.В. Капачинский, будучи незаурядным учеником А. С. Никольского, участником и победителем нескольких союзных конкурсов, не стал слепо копировать указанный образец, а попробовал найти авторскую концепцию произведения. В своих поисках он упорно изучал и осваивал творческие принципы мастеров архитектуры прошлого, штудировал приемы использования многих художественно-композиционных систем, в том числе ордерной системы. Сохранились многочисленные эскизы, иллюстрирующие поиски архитектора, аналитический ход мыслей в выработке проектного решения [4]. Даже в качестве прототипов у архитекторов были выбраны разные образцы творчества Андреа Палладио (у Жолтовского – Лоджия дель Капитанио в Виченце, у Капачинского – палаццо Вальмарана), не говоря о разных приемах и деталировке. В отличие от московского мастера, который искусно «скрыл» 7-этажность дома на Моховой за счет использования крупных витражей, «растворения» окон шестого этажа во фризе энергично раскрепованного антаблемента, ограждения мощной балюстрадой верхнего этажа, вынесенного в аттики и т. д., ярославский архитектор преднамеренно подчеркнул этажность дома с помощью равномерности распределения традиционного размера окон по всей плоскости всего фасада, создавая своеобразную модульную сетку, наложенную на стену с ордером и многое другое [5]. В результате здание, построенное в 1937 году, понравилось и заказчику, и жителям города, было принято решение о строительстве еще одного такого здания на проспекте Ленина (быв. пр. Шмидта, 18), который продолжил формировать протяженную линию застройки одной из главных магистралей города. Получила свое продолжение и застройка улицы Советской (от Красной до Советской площади) жилыми зданиями, выполненными в подобном ключе по проектам ярославских архитекторов А. В. Федорова, И. Н. Дубова, А. А. Матвеевой, Н. П. Папина во второй половине 1930 – начале 1940-х гг.

Еще одним объектом-образцом для подражания и интерпретаций стало здание гостиницы «Москва» (арх. А. В. Щусев, Л. И. Савельев и О. А. Стапран, 1932–1938 гг.), претенциозность задач и проектные концепции которой оказали наибольшее влияние на облик и декоративно-монументальное оформление

фасадов главных гостиниц провинциальных городов, проектирующихся в это же время (табл. 2, рис. 11 цв. вклейки). Среди них – гостиница «Россия» в г. Горьком (совр. г. Нижний Новгород, Верхне-Волжская набережная, 2-А, арх. А. З. Гринберг, 1931–1935 гг.), гостиница «Южный Урал» в г. Челябинске (пр. Ленина, 52, арх. Д. Д. Брагин, Н. П. Баранов, 1935–1941 гг.), гостиница треста «Апатит» в г. Кировске (ул. Ленина, 11, арх. К. И. Гурьев, 1935–1938 гг.), гостиница Верхней колонии в г. Новокузнецке (ул. Коммунальная, 21, арх. Ушаков, А. Д. Крячков, 1933–1936 гг.), гостиница «Мадрид» в г. Свердловске (совр. г. Екатеринбург, бульвар Культуры, 1/ул. Машиностроителей, 4, 1933–1937 гг., арх. В.В. Безруков, П.В. Оранский), гостиница «Северный Урал» в г. Нижний Тагил (улица Огаркова, 5, арх. М. И. Федоряко, 1930-е гг.), центральная гостиница в г. Кирове (ул. Ленина, 80, арх. И. А. Чарушин, 1935–1937 гг.).

Строительство гостиницы «Москва» оказало влияние и на архитектурное решение главной гостиницы г. Ярославля. Данное сооружение с планом Г-образной конфигурации, заняло одно из важнейших градостроительных положений, закрепило западную границу площади Волкова и «обозначило» начало парадной магистрали города – улицы Свободы. Задуманное в более простых формах (в отличие от пластически перенасыщенного аналога) и ином масштабе, здание во многом повторяет композиционные основы столичного образца в части решения его главных фасадов. Прослеживаются те же членения, характерная симметричность как общего решения, так и отдельных компонентов, идентично расставлены акценты в композиции. При этом автор гостиницы «Ярославль» по-своему интерпретирует формообразование элементов, ищет индивидуальное декоративно-пластическое решение согласно стилистическим канонам и одновременно контексту исторической среды. Например, архитектор не стал увеличивать масштаб центральной части здания в отличие от Москвы исходя из соображений соразмерности объемной композиции со сложным пространством площади. Но при этом он нарастил пластику фасадов от краев к их центру, компенсируя недостаток массы, усиливая этим приемом главную композиционную ось фронтальной композиции (табл. 2, рис. 12 цв. вклейки).

Нельзя не отметить, что главным критерием выбора данного проекта гостиницы среди других конкурсных работ стала именно «узнаваемость» образа московской гостиницы в ярославской (что было отмечено в стенограмме комиссии) наравне с лучшим отражением типологической сути во внешнем облике здания [6].

В послевоенное десятилетие в качестве объектов-ориентиров часто рассматривались два жилых дома в Москве по Большой Калужской (Ленинский пр., 11) (табл. 2, рис. 13 цв. вклейки) и на Смоленской площади, построенные в 1949 и 1952 годах по проекту академика И. В. Жолтовского, которому за первое здание была присуждена Государственная премия, что послужило сигналом для местных властей и архитекторов рассматривать данные образцы как актуальный пример для подражания. Создание репрезентативного образа крупного жилого дома на парадной магистрали было постоянной поисковой задачей со времени смены стилистической направленности архитектуры в условиях реконструкции исторической городской среды. Поэтому строгий и спокойный, одновременно светлый и радостный образ здания вызвал определенный резонанс в обществе и стал своеобразным эталоном современного

жилого дома. При этом немаловажным было то, что для достижения такой силы художественного выражения произведения архитектуры мастер использовал простейшие средства – кирпич и штукатурку, что и основная масса проектировщиков во всех регионах страны. Строго продуманные пропорции частей плоского фасада, красиво и тонко прочерченные формы немногочисленных деталей и элементов, одновременно учет характерных особенностей и масштаба застройки исторического Ярославля, его самобытной архитектурно-стилевой окраски были взяты за основу архитектором А. А. Матвеевой при проработке своего проектного предложения жилого здания, закрепляющего пересечение двух центральных улиц города (пр. Ленина, 24, проект 1954 г.) [7]. Его основное горизонтальное членение подчинено гармоническому ряду золотого сечения, которое подчеркнуто на фасадах достаточно развитым горизонтальным поясом-карнизом, разделяющим два верхних этажа от трех нижних, выделенных рустовкой. Так же, как и у Жолтовского, этот пояс поддерживают «декоративные пятна», выполненные в несколько ином пластическом ключе. Одновременно нижний ярус дома трактован мощными рустованными пилястрами на высоту трех этажей, в нишах между которыми на гладкой стене прочерчены прямоугольные окна (табл. 2, рис. 14 цв. вклейки). Такой прием является характерным для многих архитектурных произведений Ярославля начальной стадии зрелого классицизма, построенных в конце XVIII – начале XIX века (дом Бутиковых, дом Толгского подворья, дом Кудасова и многие другие) [8]. Таким образом, архитектура жилого дома, помимо трансляции идеи Жолтовского, несет в себе генетический код исторической застройки города, перекликается с его образом и индивидуальным характером.

Подобные решения зданий появились и в других городах СССР, среди них можно выделить: жилой дом горсовета (пр. Ленина, 88, 1953 – начало 1960-х гг.,) и жилой дом меланжевого комбината (пр. Ленина, 11, 1950 – 1961 гг.), архитектора И. Н. Дубова в г. Иваново; жилой дом жиркомбината имени Вахитова (ул. Право-Булочная, 37/ ул. Кави Наджми, 1, арх. Р. Муртазин, 1951–1952 гг.) и дом «Миру-мир» (ул. Большая Красная, 29а, арх. А. Бикчентаев, 1952 г.) в г. Казани; жилой дом управления МВД в Куйбышеве (совр. г. Самара, Волжский пр., 31, арх. П. А. Щербачев, 1958 г.).

В разное время объектами для подражания были и многие другие столичные постройки, и даже несколько «образцов» сразу рассматривались авторами в качестве ориентиров для создания нового произведения в регионах. Например, пятиэтажный жилой дом завода СК-1 по проекту архитектора И. П. Дубова (пр. Октября 34/21, 1934–1937 гг.) в г. Ярославле, который вписывался в острый угол квартала, приобрел изогнутый центральный объем здания на проспекте Октября, образующий своеобразное пространство курдонера в виде треугольной площади, подобно жилому зданию на Карповке в Ленинграде – «Дому Ленсовета» (арх. Е. А. Левинсон, И. И. Фомин, 1931–1934 г.), что создало впечатление упругости, парадности симметричной композиции, которую поддерживают и фланкируют (как и в «образце») два равновеликих, сдвинутых относительно фасадной плоскости объема (табл. 2, рис. 15–16 цв. вклейки). При этом в качестве дополнительных элементов, украшающих главную дугообразную часть фасада, использованы высокие на четыре этажа, упрощенные (без энтазиса, баз и капителей) полуколонны, а также рустовка первого этажа, карнизы простейшего

профиля с высоким парапетом угловой части, имитирующим аттиковый этаж. В подобном решении явно ощущается школа И. А. Фомина (учителя И. Н. Дубова) с его творческой концепцией «пролетарской классики», ставшим одним из наиболее влиятельных лидеров постконструктивизма.

Таким образом, метод работы многих региональных советских зодчих, поставленных достаточно в жесткие рамки и условия, отличал особый творческий подход к архитектурным задачам. В основу их лучших решений ложилась не простая компиляция произведения: копирование с масштабированием, упрощение или усложнение декоративно-пластической основы «образца-ориентира», а комплексный, глубинный анализ его композиционной идеи, системы и выбранных средств, и также ситуации, традиций «места», ведущих к сложному синтезированию контекста с декларативными установками в рамках решения профессиональной задачи. Такой индивидуальный подход позволил сформировать целый ряд уникальных и художественно выразительных произведений, базирующихся на строго ограниченном наборе объектов-ориентиров, на которые отложили отпечаток «архитектурная школа», глубина фундаментальных знаний классических основ композиции, мера вкуса и таланта архитектора, условия работы и поддержка на местном уровне.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сапрыкина, Н. С. Замыслы и реализации, исторический факты: очерки об архитектуре Ярославля : монография / Н. С. Сапрыкина. – Ярославль : Ярославский государственный технический университет, 2009. – 288 с. – Текст : непосредственный.

2. Невзгодин, И. В. Советский неоклассицизм в архитектуре Новосибирска / И. В. Невзгодин. – Новосибирск : Изд-во Сиб. отд-ния Рос. акад. наук, 2021. – 392 с. – ISBN 978-5-98502-873-7. – Текст : непосредственный.

3. Сосфенов, И. Современная архитектура Ярославля / И. Сосфенов. – Текст : непосредственный // Архитектура СССР. – 1939. – № 10. – С. 40–44.

4. Государственный архив Ярославской области (ГАЯО). Фонд Р-113. Опись 1. Дело 50. – Текст : непосредственный.

5. Сапрыкина, Н. С. Сергей Капачинский и советская архитектура: личность, эпоха, стиль / Н. С. Сапрыкина. – Ярославль : Академия МУБиНТ, 2022. – 392 с. – Текст : непосредственный.

6. Государственный архив Ярославской области (ГАЯО). Фонд Р-113. Опись 1. Дело 15. Лист 17. – Текст : непосредственный.

7. Государственный архив Ярославской области (ГАЯО). Фонд 872. Опись 4. Том 1. Дело 57. – Текст : непосредственный.

8. Маров, В. Ф. Ярославль: Архитектура и градостроительство / В. Ф. Маров. – Ярославль : Академия 76, 2019. – 288 с. – ISBN 978-5-906040-77-0. – Текст : непосредственный.

9. Стадников, В. 81 архитектурный шедевр. Путеводитель по современной архитектуре / В. Стадников, О. Федоров. – Москва : Жираф. –2006. – 264 с. – Текст : непосредственный.

10. Сапрыкина, Н. С. Советская архитектура Ярославля: Реальность и виртуальность / Н. С. Сапрыкина. – Ярославль : Ярославский государственный технический университет, 2006. – 496 с. – Текст : непосредственный.

SAPRYKINA Natalya Sergeevna, doctor of architecture, associate professor, holder of the chair of urban development

INTERPRETATIONS OF "METROPOLITAN" ARCHITECTURAL MODELS IN THE USSR PROVINCIAL CITIES DURING THE "TOTALITARIAN" REGIME

International Academy of Business and New Technologies (MUBiNT)
80, Sovetskaya St., Yaroslavl, 150999, Russia. Tel.: 8 800 700 1600, ext. 2510;
e-mail: saprykinans@edu.mubint.ru
Key words: interpretation, architect, architecture, USSR, model, benchmark, 1930s-1950s.

The article analyzes the tendencies of development of architecture in the USSR in the 1930s-1950s. The peculiarities of the creative method of regional architects, based both on the rigid principles of choosing a "model" for imitation and taking into account the peculiarities of history and context of the city during this period, are revealed and analyzed. The assessment-comparison of architectural solutions of the country's capitals and provincial cities by the example of Yaroslavl is given.

REFERENCES

1. Saprykina N. S. Zamysly i realizatsii, istoricheskie fakty: ocherki ob arkhitekture Yaroslavlya [Concepcions and realizations, historical facts: essays on the architecture of Yaroslavl] : monografiya. Yaroslavl : Yaroslavlskiy gos. tekhnich. un-t. 2009. 288 p.
2. Nevzgodin I. V. Sovetskiy neoklassitsizm v arkhitekture Novosibirska [The Soviet neoclassicism in the architecture of Novosibirsk]. Novosibirsk. Izd-vo Sib. otdel. Ros. akad. nauk, 2021. 392 p. – ISBN 978-5-98502-873-7.
3. Sosfenov I. Sovremennaya arkhitektura Yaroslavlya [The modern architecture of Yaroslavl]. Arkhitektura SSSR [Architecture of the USSR]. 1939. № 10. P. 40–44.
4. Gosudarstvenny Arkhiv Yaroslavskoy Oblasti (GAYAO) [State Archive of the Yaroslavl Region]. F. R-113. Opis 1. Delo 50.
5. Saprykina N. S. Sergey Kapachinskiy i sovetskaya arkhitektura: lichnost, epokha, stil [Sergey Kapachinsky and Soviet architecture: person, epoch, style]. Yaroslavl: Akademiya MUBiNT, 2022. 392 p.
6. Gosudarstvenny Arkhiv Yaroslavskoy Oblasti (GAYAO) [State Archive of the Yaroslavl Region]. F. R-113. Opis 1. Delo 15. List 17.
7. Gosudarstvenny Arkhiv Yaroslavskoy Oblasti (GAYAO) [State Archive of the Yaroslavl Region]. F. 872. Opis 4. Tom 1. Delo 57.
8. Marov V. F. Yaroslavl: Arkhitektura i gradostroitelstvo [Yaroslavl: Architecture and town planning]. Yaroslavl: Akademiya 76, 2019. 288 p. – ISBN 978-5-906040-77-0.
9. Stadnikov V. Fyodorov O. 81 arkhitekturny shedevr. Putevoditel po sovremennoy arkhitekture [81 architectural masterpieces. A guidebook on modern architecture]. Moscow: Zhiraf. 2006. 264 p.
10. Saprykina N. S. Sovetskaya arkhitektura Yaroslavlya: Realnost i virtualnost [Soviet architecture of Yaroslavl: Reality and virtuality]. Yaroslavl: Yaroslavlskiy gos. tekhnich. un-t, 2006. 496 p.

© Н. С. Сапрыкина, 2023
Получено: 13.02.2023 г.

УДК 725.4:351.83

А. В. СНИТКО, д-р архитектуры, доц. кафедры архитектуры и строительных материалов

ОСОБЕННОСТИ И ПРОТИВОРЕЧИЯ ОХРАНЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ КАК ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ. ВНЕШНИЙ ОБЛИК

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»
Россия, 153000, Ивановская область, г. Иваново, Шереметевский пр-т, д. 21.
Тел.: (4932) 32-85-45, факс: (4932) 41-21-08; эл. почта: rector@ivgpu.com
Ключевые слова: промышленные здания, объекты культурного наследия, фасады.

Рассмотрены подходы к охране внешнего вида исторических промышленных зданий с учетом их исторического формирования, качества архитектурных решений и исторической значимости, современных условий их функционирования и законодательства в сфере охраны объектов культурного наследия.

Исторические объекты промышленной застройки – сравнительно молодые объекты культурного наследия, осознание ценности которых еще только формируется. От ее полного отрицания общество переходит к осознанию ее исторической, социальной и художественной значимости.

Недостатки многих проводимых реконструкций исторических промышленных предприятий обусловлены не только низким профессиональным самоконтролем проектировщиков. Причина кроется, с одной стороны, в еще недостаточном понимании ценности их историко-архитектурного наследия и необходимости его включения в современную социокультурную среду городов, а с другой – в отсутствии методики сохранения и реконструкции производственных зданий как элементов исторических комплексов.

Анализ архитектурных комплексов исторических промышленных предприятий показал их определенную ценностную противоречивость.

С одной стороны, они обладают неплохо сохранившимися качественными постройками регионального, российского и даже мирового уровня, отличающимися хорошей сохранностью «художественных атрибутов стилей» (с преобладанием реализации различных архитектурных направлений преимущественно в краснокирпичном варианте).

С другой стороны, эти комплексы в большинстве случаев не представляют собой композиционно и художественно целостных ансамблей и не формируют гармоничных пространств в городах региона (рисунок).

а

б

в

Фабрика им. С. И. Балашова в г. Иваново: *а* – водонапорная башня прядильного корпуса; *б* – фасад прядильного корпуса; *в* – общий вид со стороны р. Уводь

В то же время для зданий и комплексов исторических промышленных предприятий проблемы их охраны связаны с необходимостью постоянного совершенствования широкого спектра производственных, деловых и общественных процессов, диверсификации видов деятельности, иногда – размещения в них нескольких средних и малых предприятий различных отраслей вместо одного традиционного хозяйствовавшего субъекта, их реновации под многофункциональные общественные и общественно-производственные комплексы [1]. Строительная деятельность в пределах этих комплексов – явление неизбежное.

Вместе с тем архитектурно-художественные и историко-культурные качества производственных зданий никак не влияют на эффективность и привлекательность функционирующего в них бизнеса (как, например, у объектов сферы услуг).

Современное законодательство в области охраны объектов культурного наследия в нашей стране достаточно строгое (и это неплохо). Но всегда ли оно учитывает особенности исторического формирования таких комплексов (которое зачастую до 1920-х гг. и в 1960-80-х гг. осуществлялось без учета пространственно-композиционного и художественно-средового факторов)?

На мой взгляд, здесь очень важно осуществить историко-архитектурное деление исторических зданий (не только промышленных, но и гражданских) на две группы.

Первая группа – здания, являющиеся объемно-композиционно и архитектурно-художественно завершенными объектами, вторая группа – здания, не являющиеся таковыми.

И те и другие могут обладать весьма качественными архитектурными решениями отдельных фасадов. Возможно ли осуществление пристроек (надстроек) таких зданий? Наверное, в первой группе – нет. Но такие объекты достаточно редки. А во второй? Существующее законодательство достаточно жестко относится к возможности их осуществления.

Но, на мой взгляд, в некоторых случаях новые «добавления» к исторически утилитарно сформированной объемной структуре здания не просто возможны, но и необходимы. С одной стороны, они будут оказывать качественному по иным характеристикам зданию-памятнику неплохую «услугу» в устранении тех его незавершенностей, которые состоялись не в силу сознательно принятых композиционных решений, а в силу утилитарного подхода к его объемному формированию. С другой стороны, такие «добавления» могут стать необходимыми с точки зрения совершенствования пространственной структуры архитектурного комплекса в целом и прилежащих к нему территорий. И не надо бояться того, что подобно прошедшему во многих традиционных исторических городах процессу, в результате которого появились охраняемые сегодня исторически «выращенные» ансамбли, такой же процесс «выращивания» произойдет на уровне объемной и композиционно-художественной структуры исторического здания, с такими же положительными результатами, ничуть не умаляющими его историко-культурной ценности [2].

Обозначенная возможность осуществления пристроек и надстроек еще обусловлена и тем, что, взвешивая на весах значимости ценность отдельного здания (принадлежащего ко второй группе) и ценность формируемой (и им в том числе) архитектурно-художественной среды комплекса (территориального пространства), предпочтение я скорее отдал бы ценности среды.

Таким образом, некоторые здания-памятники промышленной застройки вполне могут подвергнуться незначительной реконструкции (в виде незначительных надстроек, пристроек). Ее возможность будет определена в первую очередь обоснованными предметами охраны внешнего облика здания, которыми могут быть:

– композиционно цельная объемная структура здания;
– композиционно, стилистически и декоративно цельные фасады здания:

– исторические формы заполнения проемов (характер формы дверей, расстекловки окон);
– мелкопроработанные декоративные элементы;
– аутентичные фасадные материалы и их фактура;
– цветовое решение здания.

При введении в структуру исторического здания новых элементов должен существовать четко выверенный и весьма тактичный подход [3].

Однако в практической деятельности архитекторов при решении данных задач, а также при выдаче задания на проектирование и оценке проектов часто встречается субъективизм в применении тех или иных архитектурных приемов. Проектировщики часто вынуждены идти методом «проб и ошибок» как в проектной деятельности, так и в прениях с заказчиками. Поэтому как для научной, так и практической деятельности существует острая потребность в разработке и утверждении критериев применения различных архитектурных приемов при реконструкции зданий и новом строительстве в исторической среде [4].

Ниже предлагается методика, по которой целесообразно осуществлять отбор тех или иных архитектурных приемов при проектировании надстроек, пристроек к историческим зданиям (таблица). Естественно, что она не регламентирует весь набор композиционных приемов, которыми располагает архитектор (метр, ритм, контраст, нюанс, стиль, композиционная иерархия, цвет, фактура и пр.) и должен в силу своего профессионализма грамотно их применять. Однако эти приемы должны быть четко сформулированы в регламентах строительства на территории объекта культурного наследия.

В вопросе выбора способов охраны экстерьеров ценных исторических промышленных зданий ныне имеется также весьма интересная дилемма. Требование к сохранению их исторической материальной структуры возможен при отнесении их к памятникам или ансамблям. Осуществление работ на них достаточно жестко зарегламентировано составом, порядком утверждения документации, требованиями к исполнителю работ.

Но постановка на учет в качестве памятников этих зданий весьма обременительна для действующих производств, снижает конкурентность продукции, правовые возможности хозяйствующего субъекта, а потому встречает бурное сопротивление. Вместе с тем, наряду с элементами фасадов, обладающими богатой пластикой (тем более из фигурного красного кирпича), большая часть их плоскости имеют достаточно скупое (если не сказать простое) декоративно-пластическое решение, не требующее выполнения высококвалифицированных «протезных» работ. Проведение таких простых работ вполне было бы возможно осуществлять в рамках строительных регламентов достопримечательного места, обязывающих поддерживать фасады в их первоначальном проектном решении, сохраняя их конструктивную подлинность.

Однако при рассмотрении комплекса промышленного предприятия как достопримечательного места требования к сохранению подлинности материальных структур зданий противоречиво изложены в ФЗ №315 от 22.10.2014 г.

Фраза п. 5 статьи 56^4 о неприменении установленных статьями 47^2–47^4 требований к достопримечательному месту открывает возможность чиновникам и застройщикам трактовать ее как снимающую ограничения на необходимость

сохранения подлинности объектов, составляющих застройку достопримечательного места.

Методика выбора архитектурных приемов внедрения новых элементов в структуру реконструируемых зданий

Вновь внедряемые части зданий	Элементы композиционной структуры вновь внедряемых частей зданий						
	Тектоника		Пропорции и модуль членения фасадов		Декоративная пластика		
	отличная от исторической тектоники	соответствует примененной в существующем здании	отличные от примененных в здании	соответствующие примененным (± 15%)	стилизованная	скопированная	отсутствие
Надстройки 1-2 этажей здания, не меняющие принцип построения его объемной структуры		×		×		×	
		×		×	×		
Точечные пристройки, не изменяющие принцип построения объемной структуры здания	×		×				×
	×			×			×
		×		×	×		
		×	×				×
Пристройки, изменяющие принцип построения объемной структуры здания, становящиеся ее подчиненными элементами	×			×			×
	×			×	×		
	×		×				×
		×		×	×		
		×		×			×
Пристройки, изменяющие принцип построения объемной структуры здания, становящиеся ее главенствующими элементами		×	×				×
		×		×			
		×		×	×		

Примечание. х – целесообразный к применению прием

Такая трактовка дает возможность полностью снести существующее здание и воссоздать его заново из современных конструкций и отделочных материалов.

Но хороша ли такая ситуация для ощущения даже не подлинности, а вообще историчности «воссозданной» среды? Наверное, нет. Ощущение подлинности среды исторического места немыслимо без подлинных объектов. В их внешнем облике: и нерафинированность линий, и выщербленность поверхностного отделочного слоя, и возможные наслоения (в том числе даже укрепления конструкций), и такие конструктивные решения, которые вряд ли кто-то сегодня склонен осуществлять (например, железобетонные рамы окон, как у многих производственных зданий эпохи конструктивизма, кое-где сохранившиеся и до сегодняшнего времени). Именно эти, едва уловимые глазом, но четко ощущаемые нюансы и дают ощущение причастности к истории.

Поэтому в Федеральном законе, на мой взгляд, необходимо четко сформулировать обязанность по сохранению подлинности некоторых (определенных к сохранению) элементов объектов, входящих в территорию достопримечательного места. В то же время эта обязанность не должна ограничивать возведение у них пристроек, надстроек (если это допущено предметом охраны достопримечательного места).

Не менее сложная дилемма возникает и в случае работы с объектами культурного наследия – памятниками. Возможность завершающего «выращивания» исторического объекта действующим ныне Федеральным законом полностью исключена. И что странно, методическая противоречивость присутствует в самом законе. С одной стороны, он предполагает точное обозначение охраняемых характеристик объекта (предмет охраны) и в предмет охраны может не входить, например, объемная композиция всего здания, в него могут войти лишь объемная композиция наиболее ценных его блоков, архитектурная композиция особо ценных фасадов. То есть, по сути, возведением пристроек не будет нанесен вред этому объекту. С другой стороны, в законе однозначно определено, что «на территории памятника или ансамбля запрещаются строительство объектов капитального строительства и увеличение объемно-пространственных характеристик, существующих на территории памятника или ансамбля объектов капитального строительства», т. е. какое-либо новое строительство в пределах территории объекта культурного наследия запрещено. Противоречие между целями ненанесения вреда объекту культурного наследия и формальностью ограничений деятельности на его территории в существующих формулировках закона налицо.

Таким образом, исторические принципы формирования промышленных зданий, разные по богатству декоративной проработки их блоки и фасады, нетрадиционные требования к приспособлению этих зданий для их постоянно обновляемой функции, значимость историко-культурных и архитектурно-художественных факторов для эффективности их функционирования обусловливают необходимость корректировки подходов к их охране как объектов культурного наследия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чайко, Д. С. Включение памятников промышленной архитектуры в современную городскую среду / Д. С. Чайко. – Текст : непосредственный // Аспирант и соискатель. – 2021. – № 1. – С. 53–59.

2. Бондаренко, И. А. О балансе между сохранением и модернизацией архитектурно-градостроительного наследия / И. А. Бондаренко. – Текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. – 2022. – № 2. – С. 5–10.

3. Современный облик памятников прошлого / А. С. Щенков, Т. Н. Вятчанина, И. Ю. Меркулова [и др.] ; под редакцией А. С. Щенкова. – Москва : Стройиздат, 1983. – 187 с. – Текст : непосредственный.

4. Боровикова, Н. В. Критерии сохранения индустриального наследия / Н. В. Боровикова. – Текст : непосредственный // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2019. – № 2. – С. 52–62.

SNITKO Aleksandr Vladimirovich, doctor of architecture, associate professor of the chair of architecture and building materials

FEATURES AND CONTRADICTIONS OF THE PROTECTION OF INDUSTRIAL BUILDINGS AS OBJECTS OF CULTURAL HERITAGE. APPEARANCE

Ivanovo State Polytechnic University
21, Sheremetevsky Ave., Ivanovo, 153000, Ivanovo Region, Russia. Tel. +7 (4932) 32-85-45, fax: +7 (4932) 41-21-08; e-mail: rector@ivgpu.com
Key words: industrial buildings, objects of cultural heritage, facades.

The article considers approaches to the protection of historical industrial buildings, taking into account their historical formation, the quality of architectural solutions and historical significance, modern conditions of their functioning and legislation in the field of protection of cultural heritage objects.

REFERENCES

1. Chayko D. S. Vklyuchenie pamyatnikov promyshlennoy arkhitektury v sovremennuyu gorodskuyu sredu [Inclusion of monuments of industrial architecture in the modern urban environment] / Aspirant i soiskatel [Graduate student and applicant]. 2021, № 1. P. 53–59.

2. Bondarenko I. A. O balanse mezhdu sokhraneniem i modernizatsiey arkhitekturno-gradostroitelnogo naslediya [On the balance between preservation and modernization of architectural and urban heritage] / Academia. Arkhitektura i stroitelstvo [Academia. Architecture and construction]. 2022, № 2. P. 5–10.

3. Schenkov A. S., Vyatchanina T. N., Merkulova I. Yu., [et al.]. Sovremenny oblik pamyatnikov proshlogo [The modern appearance of the monuments of the past] ; pod red. A. S. Schenkova. – Moscow : Stroyizdat, 1983. – 187 p.

4. Borovikova N. V. Kriterii sokhraneniya industrialnogo naslediya [Criteria for the preservation of industrial heritage] / Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitelnogo universiteta [Bulletin of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering]. 2019, № 2. P. 52–62.

© А. В. Снитко, 2023
Получено: 10.04.2023 г.

УДК 72.03:339.174 (470.341)

С. М. ШУМИЛКИН, д-р архитектуры, проф., зав. кафедрой истории архитектуры и основ архитектурного проектирования; М. С. ШУМИЛКИН, канд. архитектуры, доц. кафедры истории архитектуры и основ архитектурного проектирования

СОХРАНЕНИЕ ИСТОРИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НИЖЕГОРОДСКОЙ ЯРМАРКИ В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ

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: реконструкция, ярмарка, Нижний Новгород.

Рассматривается реконструкция фрагмента архитектурного ансамбля Нижегородской ярмарки. Показан пример сохранения исторического комплекса и исторической среды около Александро-Невского собора.

Нижегородская ярмарка до начала XX века являлась гордостью и символом Нижнего Новгорода [1]. В настоящее время большая часть ярмарочных строений разрушена, и на их месте построены новые здания. Но отдельные наиболее крупные и архитектурно-выразительные постройки получили современное использование. Так, в Главном ярмарочном доме в 2017 году разместилась экспозиция мультимедийного исторического парка «Россия – моя история». Сохранились и ныне являются действующими два основных ярмарочных храма – Спасский и Александро-Невский соборы. Отдельные ярмарочные строения приспособлены под различные офисные и административные помещения.

Таким образом, исторические здания бывшей Нижегородской ярмарки, несмотря на ее закрытие почти сто лет назад, активно включены в современную градостроительную структуру города. Особенно это коснулось территории Стрелки, образованной в месте слияния рек Оки и Волги, которая вместе с Нижневолжской набережной вошла в обширное общегородское пространство. Этому способствовало строительство рядом с берегом Волги крупного стадиона для Чемпионата мира по футболу в 2018 году. В настоящее время около стадиона возводится крытая ледовая арена. Однако главным вертикальным градостроительным акцентом Стрелки выступает Александро-Невский собор, возведенный как главный ярмарочный храм в 1881 году и ныне являющийся кафедральным собором Нижегородской епархии. Пятишатровый храм высотой около 80 м стоит в ряду крупнейших храмов России и определяет общий современный силуэт всего района Стрелки.

Рядом с собором сохранились старые ярмарочные здания, которые ранее формировали площадь вокруг собора и Александро-Невскую улицу, связывавшую площадь с центральным районом ярмарки и плашкоутным мостом через Оку, соединявшим ярмарку с Нижним Новгородом [2]. До начала XX века Александро-Невская площадь и одноименная улица представляли собой единый архитектурный комплекс, образованный сплошной каменной двух-трехэтажной застройкой торговых зданий (рис. 1). Более того, Александро-Невская улица была

одной из основных пространственных осей, объединявшей весь ярмарочный центр в единое архитектурное целое. Комплекс имел симметричную пространственную композицию: улица была четко ориентирована на объем собора, а сам собор располагался в геометрическом центре площади. В настоящее время сохранившиеся фрагменты этой застройки по улице и по площади не являются целостным пространственным образованием и в большей степени представляют разрозненные постройки.

Рис. 1. Фрагмент панорамы Нижегородской ярмарки с Александро-Невским собором, площадью и улицей. Гравюра 1896 года

Как известно, этот архитектурный комплекс был сформирован на основе утвержденного в 1860 году генерального плана расширения Нижегородской ярмарки, разработанного нижегородским губернским архитектором и инженером Р. Я. Килевейном. Новый генеральный план предусматривал разбивку территории складской зоны ярмарки прямоугольными кварталами и в районе Стрелки создание большой прямоугольной в плане площади размером 130×170 м с центральной постановкой нового собора. При этом застройка всего района проектировалась только каменными зданиями.

Комплекс Александро-Невской площади и улицы сформировался в 1860–1880-х годах и в полной мере отразил специфику ярмарочной торговли и показал пример городской застройки периода эклектики. Проект собора, первоначально выполненный Р. Я. Килевейном, при утверждении в Петербурге был отклонен и в переработанном виде прислан в Нижний Новгород. По этому проекту собор и был построен в 1868–1881 годах. Собор, ныне поставленный на государственную охрану федерального значения, представляет собой сочетание объемно-пространственного построения, заимствованного из образцовых проектов петербургского архитектора К. А. Тона, с декоративным убранством из европейской средневековой архитектуры. Строительством собора руководил талантливый инженер Р. Я. Килевейн, создавший для столь огромного храма специфические ранее неизвестные конструкции фундамента. В архитектурной части ему помогали опытные архитекторы Л. В. Даль и П. С. Бойцов, проживавшие в Нижнем Новгороде. Современный вид собора после реставрации

и передачи его церкви полностью отражает его исторический облик. За алтарной частью вблизи собора в 1888 году были построены ныне сохранившиеся корпуса дома причта собора, включенные в список объектов культурного наследия. Рядом в линии застройки площади в 1894 году было возведено небольшое здание пожарного депо (арх. Н. П. Иванов), отличающееся от торговых корпусов более сложным рисунком орнаментов и пластических деталей. Здание также включено в список объектов культурного наследия.

К 1870-м годам относится возведение всех каменных торговых зданий по сторонам улицы и по периметру площади. Столь быстрая перестройка зданий объясняется тем, что вновь возводимые постройки передавались в собственность купцов. Застройка площади и улицы велась по проектам нижегородских архитекторов И. К. Кострюкова, И. Г. Хворинова, Н. Б. Фельдта и Р. Я. Килевейна. Новые здания были построены по единой архитектурно-планировочной схеме, имели в основном два этажа и представляли собой протяженные корпуса с четким выявлением на фасадах системы ячеек как торговых лавок. Важным элементом корпусов были открытые галереи-навесы перед фасадами, опиравшиеся на тонкие чугунные колонки. По первому этажу лавки выделялись большими арочными проемами, по второму и третьему этажам этим проемам соответствовали парные окна, украшенные разнообразными по рисунку наличниками и декоративными деталями. Таким образом, при всем многообразии архитектурного декора протяженные торговые линии создавали целостную пространственную композицию, которая являлась своеобразной оправой для главного архитектурного акцента, которым был Александро-Невский собор [3]. Это подтверждает и соотношение высоты 2-3-этажных зданий, определявших периметральную застройку площади и самого собора до верха креста, которое составляло от 1:8 до 1:7.

В настоящее время эта целостная пространственная композиция нарушена и наблюдается фрагментарная сохранность. Почти полностью утрачена застройка площади, в связи с чем собор представляет отдельно стоящую постройку на огромном ничем не ограниченном пространстве Стрелки (рис. 2). Сохранилась застройка в виде двух корпусов (пожарное депо и торговый корпус) по одной стороне площади, которые ныне переданы церкви. Причем торговый корпус после реконструкции утратил свой исторический вид. Застройка по Александро-Невской улице (ныне ул. Стрелка) сохранилась только наполовину ее длины, по двум сторонам улицы и на протяжении двух кварталов.

К этой разрозненной группе объектов следует добавить постройки, не входившие в комплекс Александро-Невской площади. Это здание «Гостиницы Никитина», небольшой объем водозаборной (фильтровальной) станции (1909 г.) и два крупных металлических павильона, перенесенные на ярмарку в начале XX в., а ранее составлявшие фрагмент главного павильона промышленно-художественной выставки 1896 года в Нижнем Новгороде.

К 800-летнему юбилею Нижнего Новгорода территория Стрелки, в советское время приспособленная под речной порт, была спланирована и благоустроена с учетом создания развитой парковой зоны отдыха [4]. В 2021 году перед южным фасадом собора был установлен конный монумент святому благоверному князю и знаменитому полководцу Александру Невскому.

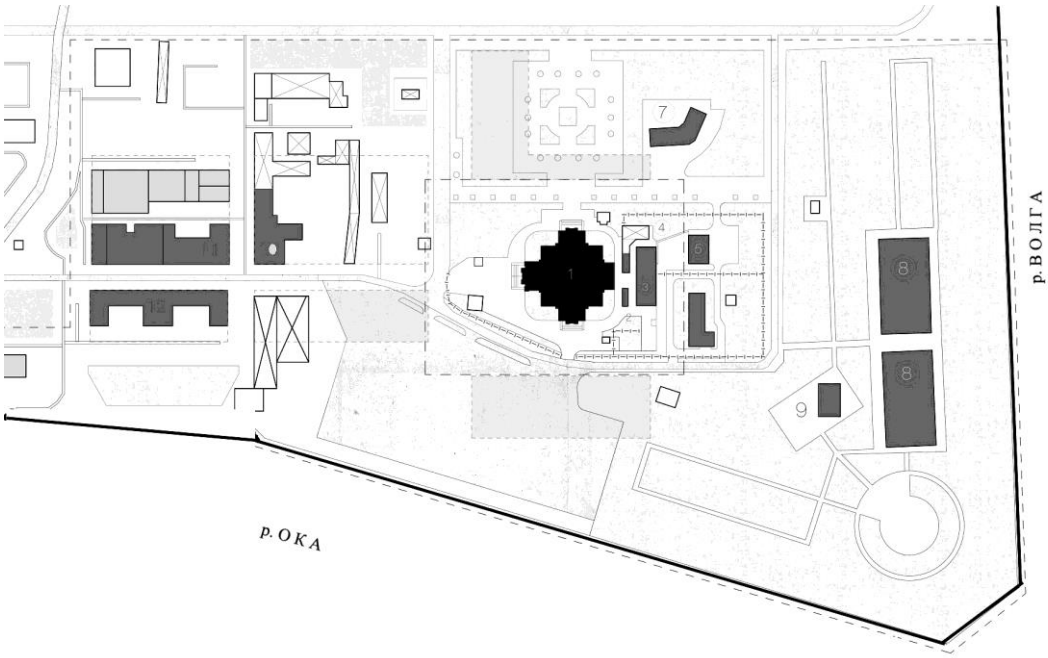


Рис. 2. Генплан района Стрелки. Современное положение. Тоном выделены существующие здания

На кафедре истории архитектуры и основ архитектурного проектирования в ННГАСУ в рамках выпускной квалификационной работы (рук. проф. С. М. Шумилкин, студ. О. Е. Клементьева, 2021 г.) было разработано предложение по сохранению исторической среды Нижегородской ярмарки в районе Александро-Невского собора. В учебном проекте выполнен вариант воссоздания торговых построек, формирующих своеобразный архитектурный комплекс, включающий Александро-Невскую улицу и площадь с собором, в исторических границах на начало XX в. (рис. 3). В основе сохранения исторической среды лежит прием воссоздания объектов с учетом их первоначальных габаритов, архитектурно-пространственной композиции фасадов и деталей. Главное внимание уделяется стремлению к ансамблевому подходу и историко-архитектурной ценности объектов.

Рис. 3. Общий вид Александро-Невской площади и улицы. Авторское проектное предложение

На основе собранных архивных материалов, в том числе проектных чертежей и фотографий рубежа XIX–XX веков, выполненных нижегородским фотографом М. П. Дмитриевым, было выявлено, что фасадные линии застройки были сформированы с использованием 11 типов двухэтажных ячеек.

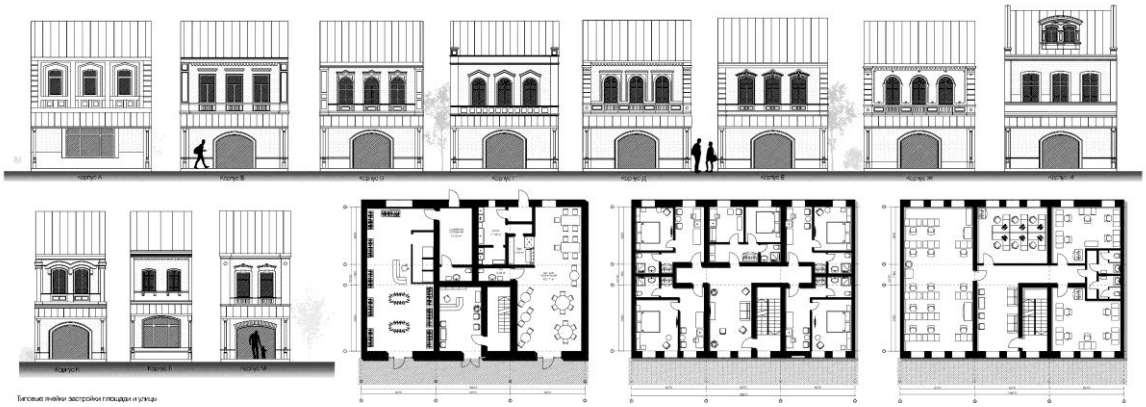


Рис. 4. Фасады 11 типовых двухэтажных ячеек. На планах показано приспособление группы ячеек под магазин, кафе, гостиницу и офис. Чертеж автора

На основе сочетания и группировки этих типовых ячеек и выполнены фасады вновь проектируемых корпусов (рис. 4). В первом этаже все ячейки имели один широкий проем, перед которым был организован широкий навес-галерея на металлических опорах. В трех типах на втором этаже располагалось два окна, а в восьми – по три оконных проема. Каждый тип имеет свой индивидуальный рисунок декора, который носит лаконичный характер и выполнен преимущественно на основе открытой кирпичной кладки с использованием тесаного кирпича. Прежде всего, это проявилось в завершениях наличников окон – от прямолинейных, арочных и до килевидных форм. Однако в отдельных случаях, в том числе в корпусах северной и южной стороны площади, были применены отдельные группы ячеек, имеющих трехэтажное построение. Подобное решение подтверждают исторические фотографии, но также вносит определенное разнообразие в общий силуэт и ритм протяженной застройки площади. В проект комплекса площади включено трехэтажное здание бывшей гостиницы, занимавшей угловое положение с Александро-Невской улицей. Гостиница была построена на основе индивидуального проекта на рубеже XIX–XX веков, и фасад ее по сравнению с рядовой застройкой отличается своеобразной насыщенной пластикой декора, характерной для эклектики того времени, и активной линией силуэта парапетов. Важным элементом сохранения исторического облика застройки являются сплошные протяженные линии навесов-галерей, которые имеются у каждой постройки и защищают посетителей от солнечных лучей и непогоды.

При проектировании новых корпусов южной стороны площади учитывалась постановка конного монумента князю Александру Невскому. В целом монумент вписался в общие исторические границы площади, но для лучшего его восприятия между корпусами предусмотрен широкий разрыв. Также предлагается подчеркнуть новую планировочную ось территории, связывающую Александро-Невский собор и стадион. В центральной части северного корпуса выполнен разрыв, планировочная ось которого ориентирована на центр собора и

цилиндрический объем стадиона. Данное решение обеспечит грамотную и логичную градостроительную связь двух крупных доминирующих объектов застройки.

Таким образом, воссоздание утраченной исторической застройки Александро-Невской площади и улицы позволит создать систему более сомасштабных и камерных пространств для отдыха и более гармонично объединит разнообразные функциональные зоны территории Стрелки от культовой и культурно-просветительской до гостиничной, культурно-развлекательной и рекреационной. Торговые корпуса предложено приспособить под офисные помещения, сдаваемые в аренду, тем самым привлекая большой поток людей к территории. Кроме того, часть строений предполагается обустроить под предприятия розничной торговли и помещения под кафе и рестораны, расположенные на первом этаже, с возможностью организации «террас» на открытом воздухе.

Также один из объектов может приобрести музейную функцию, экспонаты которой рассказывали об истории ярмарки и о выдающихся лицах, участвовавших в ее жизни и строительстве. Например, музей, посвященный фотографу М. П. Дмитриеву, благодаря которому мы можем насладиться прекрасными снимками ярмарки и нашего города.

Воссоздание застройки площади и улицы, ведущей к собору Александра-Невского, позволит сохранить ту частицу истории, которая будет напоминать жителям города об архитектурном ансамбле Нижегородской ярмарки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шумилкин, С. М. Архитектурно-пространственное формирование Нижнего Новгорода XIII – начала XX вв. : учебное пособие / С. М. Шумилкин, А. С. Шумилкин ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Электронные данные (37 МБ). – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2010. – 1 CD ROM. – Заглавие с экрана. – Текст : электронный.

2. Шумилкин, С. М. Торговые центры европейской части России второй половины XIX – начала XX в. : типология, география, структура : монография / С. М. Шумилкин ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2013. – 239 с. – Текст : непосредственный.

3. Шумилкин, С. М. Нижегородская ярмарка / С. М. Шумилкин. – Нижний Новгород : Кварц, 2014. – 200 с. – Текст : непосредственный.

4. Нижний Новгород : иллюстрированный каталог памятников истории и культуры федерального значения. Книга 1 / Правительство Нижегородской области, Управление государственной охраны объектов культурного наследия Нижегородской области ; ответственный редактор А. Л. Гельфонд. – Нижний Новгород : Кварц, 2017. – 376 с. : ил. – (Объекты культурного наследия Нижегородской области). – 800-летию Нижнего Новгорода посвящается. – Текст : непосредственный.

SHUMILKIN Sergey Mikhaylovich, doctor of architecture, professor, holder of the chair of history of architecture and fundamentals of architectural design; SHUMILKIN Mikhail Sergeevich, candidate of architecture, associate professor of the chair of history of architecture and fundamentals of architectural design

PRESERVATION OF THE HISTORICAL COMPLEX OF THE NIZHNY NOVGOROD FAIR IN NIZHNY NOVGOROD

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-37;
e-mail: ist_arh@nngasu.ru
Key words: reconstruction, fair, Nizhny Novgorod.

The article deals with the reconstruction of a fragment of the architectural ensemble of the Nizhny Novgorod Fair. An example of the preservation of the historical complex and the historical environment near the Alexander Nevsky Cathedral is shown.

REFERENCES

1. Shumilkin S. M., Shumilkin A. S. Prostranstvennoe formirovanie Nizhnego Novgoroda XIII – nachala XX vekov [Architectural and spatial formation of Nizhny Novgorod of the 13th - early 20th centuries] : uchebnoe posobie ; Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2010, 1 CD ROM.
2. Shumilkin S. M. Torgovye tsentry evropeyskoy chasti Rossii vtoroy poloviny XIX – nachala XX v. : tipologiya, geografiya, struktura [Trade centers of the European part of Russia of the second half of the XIX - early XX centuries : typology, geography, structure] : monografiya ; Nizhny Novgorod : NNGASU, 2013, 239 p.
3. Shumilkin S. M. Nizhegorodskaya yarmarka [The Nizhny Novgorod Fair] / Nizhny Novgorod : Kvarts, 2014, 200 p.
4. Nizhny Novgorod. Illyustrirovanny katalog pamyatnikov istorii i kultury federalnogo znacheniay. Kn. 1 [Nizhny Novgorod. Illustration catalogue of federal monuments of history and culture. Book 1] / Pravitelstvo Nizhegorod. oblasti, Upravlenie gos. okhrany obektov kulturnogo naslediya Nizhegorod. oblasti ; otv. red. A.L. Gelfond. – Nizhny Novgorod : Kvarts, 2017, 376 p. : il. (Obekty kulturnogo naslediya Nizhegorod. oblasti). 800-letiyu Nizhnego Novgoroda posvyuschyuetsya.

© С. М. Шумилкин, М. С. Шумилкин, 2023
Получено: 09.03.2023 г.

УДК 726.54(1-22):728.83 (470.313)

С. М. ШУМИЛКИН, д-р архитектуры, проф., зав. кафедрой истории архитектуры и основ архитектурного проектирования; И. А. ЮДАЕВ, аспирант кафедры истории архитектуры и основ архитектурного проектирования

ХРАМОВОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО НА ТЕРРИТОРИИ УСАДЕБ РЯЗАНСКОГО КРАЯ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-37; эл. почта: ist_arh@nngasu.ru; yudaev.igor@mail.ru
Ключевые слова: Рязанская губерния, дворянская усадьба, усадебный храм.

Рассматривается краткая история развития храмового и усадебного строительства на территории Рязанского края. Вычленяется и обозначается категория «усадебный храм».

Храмовое строительство на территории Рязанского края началось еще в домонгольский период. Известно о четырех каменных храмах той эпохи – трех в Старой Рязани (Успенский, Борисоглебский и Спасский) и одного в Новом Ольговом городке. Данные церкви до настоящего времени не сохранились, в 1237 г. Старая Рязань была сожжена войсками хана Батыя.

Вероятно, с 1237 г. по XV в. монументальное культовое строительство на территории Рязанского княжества практически не велось, так как пограничный край постоянно подвергался опустошительным нападениям монголо-татар. Однако к рубежу XIV–XV веков относится первый собор кремля – Успенский (его белокаменные фрагменты включены в существующий кафедральный Христорождественский собор).

После присоединения Великого княжества Рязанского к Москве в 1521 г. в Переяславль-Рязанском кремле возводится кирпичный Архангельский собор (существует в перестроенном виде), а также активно начинает развиваться резиденция епископов. Сохранились сведения о каменных церквях того времени: Предтеченской в кремле (утрачена); Бориса и Глеба (позднее перестроена), а также Николы Долгошеи (частично сохранилась) в Архиерейской слободе; Покровской и Алексея Митрополита (утрачены) в близлежащем Солотчинском монастыре.

Смутное время затормаживает архитектурное развитие Рязанщины. По его прошествии первые храмы возводятся в дереве (так, в 1620-х гг. в Переяславле-Рязанском выстраивается восемь таких церквей) [1]. Затем возобновляется и каменное строительство: в 1640-х гг. в кремле возводятся монастырские Духовская и Богоявленская церкви, а в 1653 г. – здания Архиерейского двора; ведутся грандиозные строительные работы в монастырях в с. Пощупово и с. Солотча.

В те же годы на территории Рязанского края крупными землевладельцами: Волконскими, Переяславскими, Вердеревскими, Нарышкиными и Ляпуновыми – начинается каменное храмовое строительство в своих имениях. Церкви в с. Исады

(1635 г.), с. Нагино (1644 г., утрачена), с. Волынь (1667 г., утрачена), с. Жолчино (1671 г., утрачена), с. Путятино (1681 г.) и с. Храпово (1686 г.) становятся первыми кирпичными культовыми сооружениями, построенными в небольших населенных пунктах, за пределами монастырей, столицы региона и других крупных городов [2].

С начала XVIII в. Рязанская митрополия являлась одной из самых обширных церковно-административных единиц Российской империи, а по количеству церквей немного уступала только Патриаршей области [1].

Согласно «Памятной книжке Рязанской губернии», по состоянию на 1914 г. на территории губернии располагалось 1105 храмов (из них в уездных городах – 104), 11 мужских и 17 женских монастырей (из них 5 – женские общины). В церквях служили 12 протоиереев, 1160 священников, 527 диаконов и 1139 псаломщика [3].

В табл. 1 показано общее число храмов по уездам Рязанской губернии, с вычленением каменных и деревянных культовых сооружений.

Таблица 1

Общее число храмов по уездам Рязанской губернии (по сост. на 1914 г.)

Уезд	Каменные	Деревянные	Городские	Всего
Данковский	44	18	4	66
Егорьевский	82	36	7 (3 дер.)	125
Зарайский	60	31	13	104
Касимовский	28	52	12	92
Михайловский	67	17	5	89
Пронский	57	16	4	77
Раненбургский	57	26	4	87
Ряжский	54	19	5	78
Рязанский	72	34	29	135
Сапожковский	46	24	5	75
Скопинский	55	23	12	90
Спасский	49	34	4 (2 дер.)	87
Всего	671	330	99 кам. 5 дерев.	**1105**

Обобщим, что на территории региона в предреволюционный период каменными были 770 церквей (т. е. 69,7 % от общего числа), а 335 – деревянными (в том числе: 3 − в уездном городе Егорьевске и 2 – в Спасске). При этом доля сельских храмов составляла 90,6 % (1001 объект).

Дворянство являлось главенствующим сословием на протяжении всей истории России, в том числе играло и немаловажную роль в жизни Рязанской губернии. На территории края с давних времен размещалось большое количество дворянских усадеб. Еще в XIV – XV вв., в период образования единого Русского государства, рязанские князья платили дворянам за службу землей с крестьянами. Затем, после покорения Москвой Рязанского княжества, уже московские государи поселяли своих дворян в пограничных рязанских землях, подвергавшихся в то время набегам степняков. Но в XVII в. их набеги прекратились, что позволило дворянам развивать и обустраивать свои имения.

Рязанская губерния, находящаяся в непосредственной близости к столичной Москве, всегда рассматривалась как «удобное» место не только для сезонного пребывания, но и для постоянного проживания. В частности, на территории губернии располагались поместья самых богатых и известных родов империи – Романовых, Гагариных, Долгоруковых, Воронцовых, Нарышкиных, Чернышевых, Шереметевых, Голицыных, Ермоловых, Демидовых, Дубовицких, Баташевых, Олениных и прочих [4].

Общая численность усадеб на территории края в 1780–1850-х гг. составляла порядка 8 тысяч [5]. Причем существовал крайне сильный имущественный перевес среди помещиков – поместья диаметрально различались по количеству земли и крепостных крестьян. В целом на территории губернии находилось не так много крупных усадеб – всего около 60. Как правило, крупнопоместные дворяне владели не одним огромным поместьем, а несколькими мелкими, расположенными зачастую не только в разных уездах одной губернии, но и в разных губерниях страны.

Более того, сильно различалась и численность дворянства в разных уездах Рязанской губернии: например, к середине XIX века в Пронском уезде числилось 2 194 дворян, тогда как в Егорьевском – всего 232 [5].

Размещение усадеб на территории губернии также происходило неравномерно. Наиболее активно усадебное строительство развивалось около губернского центра. Здесь же и наблюдалось самое большое сосредоточение имений. Большинство усадеб закладывалось в окрестностях уездных городов, по берегам крупных рек, озер и прудов, а также в небольшом удалении от трактов. Много имений размещалось и в Пронском уезде. Так, по данным ревизии 1857 г., их насчитывалось более 700. Возникшие во второй половине XIX в. новые экономические усадьбы владельцы размещали вдоль открывшейся в 1864 г. Московско-Рязанской (позднее – Казанской) железной дороги, а также вдоль Рязанско-Козловской (позднее – Уральской), введенной в эксплуатацию в 1866 г. В северной части губернии практически не было имений – «обосноваться» мешали огромные территории, занятые болотами и Мещерским лесным массивом.

Начиная с XIX в. на территории края был выстроен ряд выдающихся усадебных комплексов, таких как: усадьба Ермолова в с. Красное и Желтухина в с. Зимино Михайловского уезда, Баташевых в с. Гусь-Железный и Олениных в с. Истомино Касимовского уезда, фон Дервизов в с. Старожилово и с. Соха Пронского уезда, фон Дервизов в с. Кирицы и Луниных в с. Богородицком (Лунино) Спасского уезда, Кикиных-Ермоловых в с. Большая Алешня и Смельского в с. Василевка Ряжского уезда, Муромцевых в с. Баловнево и Нечаевых в с. Полибино Данковского уезда, Кошелевых в с. Песочня Сапожковского уезда и многих других.

После 1861 г. в связи с сокращением землевладения число поместий в Рязанской губернии резко сократилось – с предыдущих 8 тысяч до 4,4 тысяч [5]. Старые дворянские усадьбы вынуждены были развивать свое хозяйство и превращались в усадьбы экономические. При имениях начинают устраивать конные заводы (имения Старожилово и Соха Пронского уезда); фермы по разведению породистого скота и птицы (имения Ерлино Скопинского уезда и Василевка Ряжского уезда); заводятся хозяйства, специализирующиеся на селекции и выращивании овощей и фруктов (например, в усадьбе Костино Рязанского уезда занимались селекцией картофеля). В этот же период времени

появляются так называемые «усадьбы-дачи», используемые дворянством для отдыха преимущественно в теплое время года.

Тем не менее большинство сельских усадеб уже к началу XX в. пришли в полный упадок, поскольку дворянство переселилось в уездные и столичные города, распродав при этом свои земли и вложившись в ценные бумаги и производства. К 1917 г. на территории губернии осталось всего около 200 дворянских имений [5].

Частью повседневной жизни дворян всегда являлось соблюдение всех церковных обрядов: выдерживание постов, участие в таинствах, посещение службы в храмах не только по праздничным и воскресным дням, но и ежедневные общесемейные молитвы. Богатые землевладельцы не жалеют средств на возведение культовых построек; в том числе зачастую воплощаются весьма неординарные замыслы. Со временем храм становится непременным атрибутом не только крупных, но и небольших имений. Даже малоимущие помещики вносили посильный вклад в пользу церкви деньгами, утварью, иконами, продовольствием и прочим.

Из сельского числа церквей (1001), расположенных на территории Рязанской губернии (по состоянию на 1914 г.), было выявлено 330 усадебных храмов. Из них 247 были возведены в камне (т. е. 74,8 %), а 83 – из дерева. Более того, до нашего времени дошли сведения о трех домовых храмах, устроенных в усадебных домах помещиков (Толстых – в с. Знаменском и Нечаевых – в с. Полибино Данковского уезда, а также фон Дервизов – в с. Кирицы Спасского уезда) [2].

В табл. 2 показано число усадебных церквей (по уездам), с вычленением каменных и деревянных культовых сооружений.

Таблица 2

Число усадебных храмов по уездам Рязанской губернии

Уезд	Каменные	Деревянные	Всего
Данковский	25	3	28 + 2 домовые
Егорьевский	4	2	6
Зарайский	22	11	33
Касимовский	13	7	20
Михайловский	23	5	28
Пронский	29	13	42
Раненбургский	20	4	24
Ряжский	24	7	31
Рязанский	35	15	50
Сапожковский	21	8	29
Скопинский	12	3	15
Спасский	19	5	24 + 1 домовый
Всего	247	83	**330 + 3 домовые**

На рисунке приведена диаграмма, показывающая процентное соотношение числа усадебных храмов к общему числу сельских храмов по уездам. Видно, что доля усадебных храмов в некоторых уездах (Данковский, Ряжский, Рязанский и Сапожковский) превышала 40 %, а в Пронском составляла около 60 %.

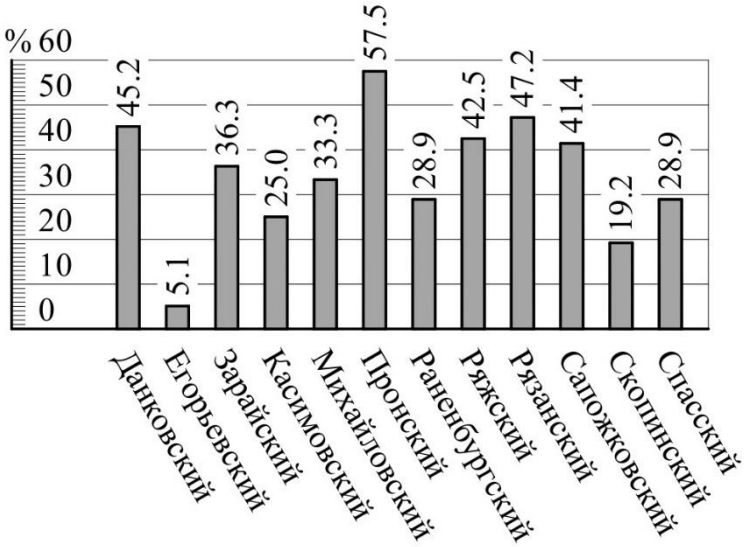


Диаграмма процентного соотношения усадебных храмов к общему числу сельских храмов по уездам Рязанской губернии

Заказчиками усадебных культовых зданий выступали состоятельные люди, которые могли пригласить именитых архитекторов. Так, на территории Рязанской губернии усадебные храмы построены по проектам следующих известных и местных архитекторов [1, 4, 6]:

1) И. Е. Старов: церкви Казанская в с. Константиново (Рязанский уезд) и Троицкая в с. Троицкие Борки (Зарайский уезд) – обе предположительно;

2) В. И. Баженов: трапезная и 2 колокольни Казанской церкви в с. Воейково (Данковский уезд) и Владимирская церковь в с. Баловнево (Данковский уезд) – обе предположительно;

3) М. Ф. Казаков: Спасская церковь в с. Протасьев Угол (Сапожковский уезд);

4) Дж. Кваренги: Казанская церковь в с. Красное (Михайловский уезд) – предположительно;

5) В. П. Стасов: Преображенская церковь в с. Канищево (Рязанский уезд) – предположительно и Христорождественская церковь в с. Истье (Пронский уезд);

6) Д. Жилярди: Николаевская церковь в с. Осово (Михайловский уезд) – предположительно;

7) Д. И. Гримм: Сергиевская церковь в с. Старожилово (Пронский уезд);

8) А. Ф. Красовский: церковь Петра и Павла в с. Старожилово (Пронский уезд);

9) А. Н. Померанцев: Димитриевская церковь в с. Березовка (Данковский уезд);

10) И. С. Гагин: Преображенская церковь в с. Телебукино – предположительно и церковь Петра и Павла в с. Наследничьем (обе – Касимовский уезд);

11) И. Г. Сулакадзев (губ. арх.): Преображенская церковь в с. Шумашь (Рязанский уезд) – предположительно;

12) Н. Д. Шеин (губ. арх.): Успенская церковь в с. Екимовское (Рязанский уезд) – предположительно;

13) Н. И. Воронихин (губ. арх.): Успенская церковь в с. Шилово (Спасский уезд);

14) С. А. Щеткин (губ. арх.): Троицкая церковь в с. Гулынки (Пронский уезд);

15) А. М. Селиванов (губ. арх.): трапезная и колокольня Успенской церкви в с. Казарь (Рязанский уезд).

В заключение необходимо отметить, что понятие *«усадебный храм»* необходимо трактовать в более широком смысле: под этим обозначением следует понимать любой храм, построенный на средства помещиков, поскольку церкви на территории поместий, предназначенные только для семьи храмоздателя как домовые, встречаются на территории Рязанской губернии крайне редко. В основном культовое здание строилось вблизи усадебной территории, рассчитанное и на сельский приход. Иногда встречаются примеры, когда храм возводился по заказу владельцев в селах, расположенных в некотором удалении от усадеб.

Таким образом, к началу XX в. усадебные храмы составляли значительную долю (1/3) в сельском храмовом строительстве Рязанской губернии. Значимость этих сооружений подтверждается и участием в их проектировании крупных столичных архитекторов, и именами известных богатых владельцев.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Свод памятников архитектуры и монументального искусства России. Рязанская область: в 4 ч. / Коллектив авторов; Отв. Редактор В. И. Колесникова. – Москва : Индрик, 2012. – Т. 1. – С. 8-143; 612-662. – ISBN 978-5-91674-223-7. – Текст : непосредственный.

2. Добролюбов, И. Историко-статистическое описание церквей и монастырей Рязанской епархии, ныне существующих и упраздненных, с списками их настоятелей за XVII, XVIII и XX столетия : в 4 т. / И. Добролюбов. – Т. 1. – Зарайск, 1884; Т. 2. – Рязань, 1885; Т. 3. – Рязань, 1888; Т. 4. – Рязань, 1891. – URL: http://elib.shpl.ru/ru/nodes/13822-dobrolyubov-i-v-istoriko-statisticheskoe-opisanie-tserkvey-i-monastyrey-ryazanskoy-eparhii-zaraysk-1884-1891 (дата обращения: 22.02.2023). – Текст : электронный.

3. Памятная книжка Рязанской губернии / Печатано по распоряжению Рязанского губернатора. – Рязань : Губернская тип., 1914. – 498 с. – URL: https://pravoslavnoe-duhovenstvo.ru/library/material/1732/ (дата обращения: 22.02.2023). – Текст : электронный.

4. Чижков А. Б. Рязанские усадьбы / А. Б. Чижков, Е. А. Графова. – Москва : НП «Русская усадьба», 2013. – 224 с. – ISBN 978-5-902093-75-6. – Текст : непосредственный.

5. Рязанские усадьбы и их владельцы (сборник очерков) / Сост. И. К. Красногорская. – Рязань : Ситников, 2006 – 431 с. – ISBN 5-902420-09-1. – Текст : непосредственный.

6. Свод памятников архитектуры и монументального искусства России. Рязанская область: в 4 ч. / Коллектив авторов; Отв. Редактор А. Н. Яковлев. – Москва : Государственный институт искусствознания, 2020. – Т. 2. – 544 с. – ISBN 978-5-98287-161-9. – Текст : непосредственный.

SHUMILKIN Sergey Mikhaylovich, doctor of architecture, professor, holder of the chair of history of architecture and foundations of architectural planning; YUDAEV Igor Aleksandrovich, postgraduate student of the chair of history of architecture and foundations of architectural planning

TEMPLE CONSTRUCTION ON THE ESTATE TERRITORY OF THE RYAZAN REGION

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-37; e-mail: ist_arh@nngasu.ru; yudaev.igor@mail.ru
Key words: Ryazan province, noble estate, manor church.

The article provides a brief history of the development of temple and manor construction on the territory of the Ryazan region. The category «manor church» is identified and designated.

REFERENCES

1. Svod pamyatnikov arkhitektury i monumentalnogo iskusstva Rossii. Ryazanskaya oblast: v 4 ch. [The code of monuments of architecture and monumental art of Russia. Ryazan region: in 4 parts] / Kollektiv avtorov; otv. red. V. I. Kolesnikova. – Moscow : Indrik, 2012. – Ch. 1. – P. 8–143; 612-662. – ISBN 978-5-91674-223-7.
2. Dobrolyubov I. Istoriko-statisticheskoe opisanie tserkvey i monastyrey Ryazanskoy eparkhii, nyne suschestvuyuschikh i uprazdnyonnykh, s spiskami ikh nastoyateley za XVII, XVIII i XX stoletiya: v 4 tomax [Historical and statistical description of the churches and monasteries of the Ryazan diocese, now existing and abolished, with lists of their abbots for the XVII, XVIII and XX centuries: in 4 volumes] / Vol. 1. – Zaraysk, 1884; Vol. 2. – Ryazan, 1885; Vol. 3. – Ryazan, 1888; Vol. 4. – Ryazan, 1891. – URL: http://elib.shpl.ru/ru/nodes/13822-dobrolyubov-i-v-istoriko-statisticheskoe-opisanie-tserkvey-i-monastyrey-ryazanskoy-eparhii-zaraysk-1884-1891 (data obrascheniya: 02.22.2023).
3. Pamyatnaya knizhka Ryazanskoy gubernii / Pechatano po rasporyazheniyu Ryazanskogo gubernatora [Commemorative book of the Ryazan province / Printed by order of the Ryazan Governor]. – Ryazan : Gubernskaya tip., 1914. – 498 p. – URL: https://pravoslavnoe-duhovenstvo.ru/library/material/1732 / (data obrascheniya: 02.22.2023).
4. Chizhkov A. B., Grafova E. A. Ryazanskie usadby [Ryazan estates] / Moscow : Russkaya usadba, 2013. – 224 p. – ISBN 978-5-902093-75-6.
5. Ryazanskie usadby i ikh vladeltsy [Ryazan estates and their owners] : (sbornik ocherkov) / Sost. I. K. Krasnogorskaya. – Ryazan : Sitnikov, 2006 – 431 p. – ISBN 5-902420-09-1.
6. Svod pamyatnikov arkhitektury i monumentalnogo iskusstva Rossii. Ryazanskaya oblast: v 4 ch. [The code of monuments of architecture and monumental art of Russia. Ryazan region: in 4 parts] / Kollektiv avtorov; otv. red. A. N. Yakovlev. – Moscow : Gosudarstvenny institut iskusstvoznaniya, 2020. – Vol. 2. – 544 p. – ISBN 978-5-98287-161-9.

© С. М. Шумилкин, И. А. Юдаев, 2023
Получено: 10.03.2023 г.

УДК 72.036

О. В. ОРЕЛЬСКАЯ, д-р архитектуры, проф. кафедры архитектурного проектирования

АРХИТЕКТУРА ВЫСОТНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ СИНГАПУРА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83;
эл. почта: kaf-arch.nngasu@yandex.ru
Ключевые слова: архитектура, многоэтажные жилые дома и комплексы, «зеленые» технологии.

Приврдится анализ новейших тенденций в архитектуре высотных жилых домов Сингапура первой четверти XXI века. На конкретных примерах, построенных по проектам известных зодчих, показаны характерные черты и особенности, которые прочитываются во внешнем облике жилых домов и комплексов.

Впервые опыт современного строительства высотных зданий в небольшом государстве Сингапур, практически состоящем из города Сингапур, был показан для архитектурного российского сообщества в монографии архитекторов из Самары – В. П. Генералова и Е. М. Генераловой (2013 г.). Они уделили внимание архитектурной типологии и высоким технологиям многоэтажных жилых зданий в условиях густонаселенного мегаполиса. В последующие годы после выхода в свет книги в Сингапуре был возведен ряд высотных жилых зданий, уникальная архитектура которых привлекает внимание поисками образной составляющей. В настоящее время ультрасовременный тропический мегаполис Сингапур продолжает развивать градостроительную концепцию города-сада. Государство Сингапур расположено на 63 небольших островах Юго-Восточной Азии между Малазией и Индонезией. Город с тем же названием занимает территорию на краю полуострова Индокитай. В центральной части г. Сингапура сохранились тропические леса, которые объявлены заповедными. Недостаток естественной растительности в условиях растущей урбанизации активно компенсируются включением зеленых насаждений в архитектуру высотных зданий различной типологии. Важно, что современные инновационные многоэтажные жилые дома начала XXI века в условиях экваториального климата стали получать статус «зеленой» архитектуры. Крыши, балконы, террасы и фасады жилых домов превращаются в сады, украшаются пышной экзотической растительностью.

Крупный **ЖК «Переплетение» ("*Interlace*") (**арх. Р. Кулхас и О. Ширен, арх. бюро *Office for Metropolitan Architecture* (OMA), 2015 г.) (рис. 1 цв. вклейки) располагается на территории в восемь гектаров и включает в свой состав более чем 1000 квартир [1]. Жилой комплекс представляет собой сложную объемно-пространственную структуру из модулей-параллелепипедов (длиной 70 м × 6 этажей по высоте), которые, накладываясь под разными углами друг к другу, «переплетаются» между собой, при этом объемные модули опираются на сверхпрочные железобетонные платформы. Данный комплекс образует ряд просторных озелененных дворовых пространств. Балконы квартир также дополнены зелеными насаждениями. Сквозь живописную структуру, составленную из 31 «дома-кубика», через просветы между ними свободно

К СТАТЬЕ О. В. ОРЕЛЬСКОЙ
«АРХИТЕКТУРА ВЫСОТНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ СИНГАПУРА»

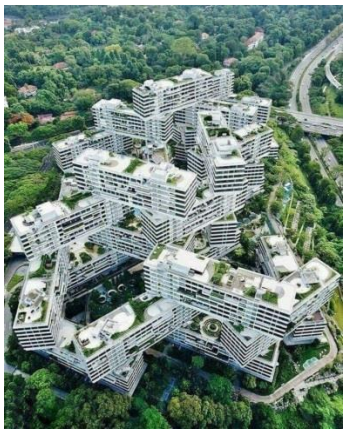


Рис. 1. ЖК «Переплетение» ("*Interlace*"), арх. *бюро Office for Metropolitan Architecture, 2015 г.*

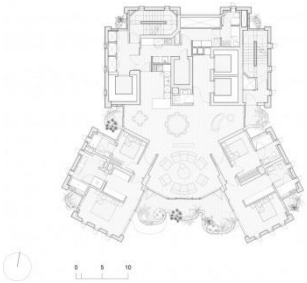


Рис. 2. Жилой дом «Рай» ("*EDEN*"), арх. Т. Хезервик (Heatherwick Studio), 2019 г.

Рис. 3. «Дом-дерево» ("*Three House*"), арх. бюро *ADDP Architects*, 2014 г.

Рис. 4. ЖК «Небесная среда обитания» ("*Sky Habitat*"), арх. М. Сафди, 2015 г.

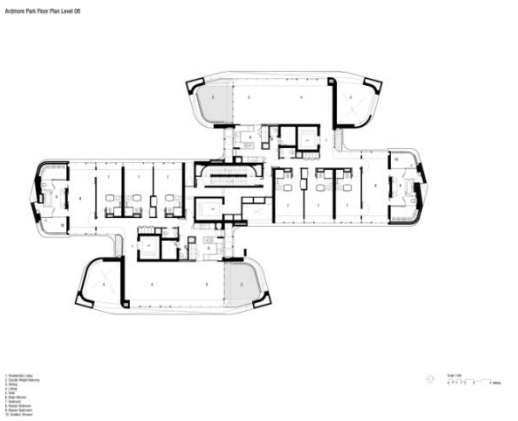


Рис. 5. «Резиденция Ардмор» ("*Ardmore Residence*"), арх. Б. ван Беркель, 2013 г.

Рис. 6. ЖК «Отражение» ("*Reflections*"), арх. Д. Либескинд, 2012 г.

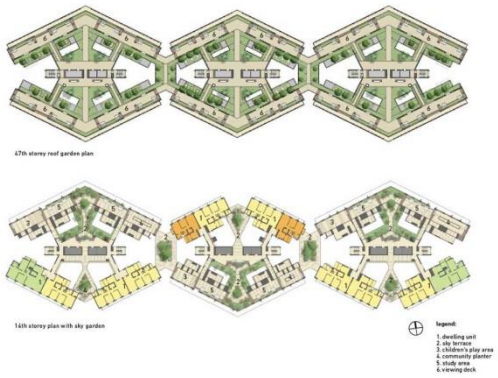


Рис. 7. ЖК «Небесная деревня» ("Скайвилл"), арх. В. М. Сумм и Р. Хассел, 2015 г.

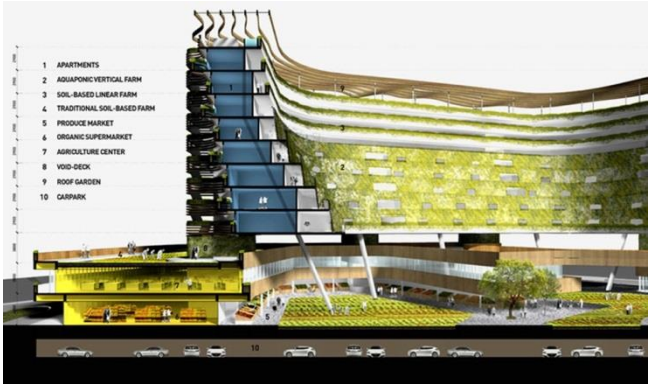


Рис. 8. Проект жилого дома «Домашняя ферма», бюро *SPARK Architects*, 2014 г.

проходит ветер и солнечный свет. Основное внимание авторами проекта уделено вопросам экологии. Здесь используется энергия солнца и ведется сбор дождевой воды. При первом взгляде на комплекс, кажется, что блоки создают некое хаотичное образование, утопающее в разнообразной буйной тропической растительности. Украшением выступают также сады на плоских кровлях жилых блоков, занимающих каскадное расположение. Соединение блоков не является случайным, так как позволяет осуществлять задуманное в проекте сквозное проветривание комплекса, что необходимо во влажном тропическом климате. Территория современного ЖК обладает детскими площадками, теннисными кортами, беговыми дорожками, бассейнами, тренажерными залами, зонами отдыха, кафе, библиотеками, кинотеатрами, что предполагает социальное взаимодействие жителей. Неомодернистский проект с мотивами деконструкции был отмечен наградами – государственными премиями Сингапура в области «зеленой» архитектуры.

Жилой дом "*EDEN*"(Эдем, рай) (арх. Т. Хезервик, *Heatherwick Studio*, 2019 г.) (рис. 2 цв. вклейки) отличается от обычных стеклянных зданий-коробок в историческом квартале. Двадцатиэтажный дом-башня высотой 105 м отличается своим индивидуальным решением от других небоскребов Сингапура. В нем запроектировано 20 квартир, по одной на каждом этаже. Центром композиции башни является большое зальное пространство, вокруг которого и расположены комнаты квартир. Они начинаются на высоте 27 м над тропическим садом с открытым бассейном [2]. Причем вокруг центрального пространства по периметру находятся санузлы, лестницы и спальные комнаты. На фактурных бетонных поверхностях фасадов они обозначены узкими окнами. В каждой квартире имеется балкон, выполненный в бионических формах, напоминающий либо морскую раковину, либо лепесток гигантского экзотического цветка, либо вазоны. Просторные балконы из светлого бетона наполняет пышная растительность, которая защищает интерьер от солнца, создавая комфортный микроклимат. Они контрастируют с бетоном стен бежево-коричневого оттенка. Внешняя форма башни формируется прямыми линиями, которые контрастируют со скульптурными формами балконов. Возникает образ, напоминающий подарочную коробочку, при раскрытии которой с одной стороны виднеются экзотические фрукты или цветы.

Многоэтажный «Дом-дерево» ("*Three House*") (арх. бюро *ADDP Architects,* 2014 г.) (рис. 3 цв. вклейки) демонстрирует «зеленые» технологии на своем торцевом фасаде. Авторы применили особую настенную конструкцию на высоту 24 этажей, организовав вертикальный сад. Этот прием защищает жильцов дома от перегрева, заменяя работу кондиционеров и позволяя экономить электроэнергию. Кроме того, «зеленый» фасад благотворно влияет на жильцов, так как очищает воздух и насыщает его кислородом. На крыше дома установлены солнечные батареи и специальное устройство для сбора дождевой воды для полива растений. Окна покрыты специальной энергосберегающей пленкой. Этот проект также был удостоен наград «За лучшее инновационное зеленое строительство» и «За лучший дизайн для технического обслуживания» [3].

ЖК «Небесная среда обитания» ("*Sky Habitat*") (арх. М. Сафди, 2015 г.) (рис. 4 цв. вклейки) – это пример включения природы в современную жилую архитектуру. Связь с природой осуществляется за счет организации многочисленных озелененных террас и балконов. Жилой 38-этажный комплекс на

509 квартир расположен в центре острова и состоит из двух ступенчатых корпусов, которые соединены между собой на разной высоте тремя 30-метровыми «зелеными» мостами-переходами, которые представляют собой «парящий» в воздухе парк [4]. Кроме того, в структуре комплекса архитектором предложены общественные пространства для отдыха и общения. На эксплуатируемой крыше здания имеется бассейн. В основании комплекса на крыше подземного паркинга устроен сад с сетью дорожек, площадок, бассейнов и теннисным кортом. Американский архитектор М. Сафди приобрел всемирную известность еще в 1967 году в связи со строительством жилого комплекса «Хабитит-67» в Монреале, который представлял собой растущую хаотичную структуру из железобетонных блоков-модулей. С тех пор он не раз возводил ступенчатые пространственные структуры, для которых по-прежнему характерна монументальность, оживленная зелеными насаждениями. Рассматриваемый жилой комплекс отличается динамичным силуэтом, напоминающим паруса, с мелкой пластикой упорядоченных блоков, формирующих своего рода лестницу, ведущую в небо. Такая форма зданий позволяет на каждом этаже иметь открытую индивидуальную зеленую террасу.

Жилой дом «Резиденция Ардмор» ("*Ardmore Residence*") (арх. Бен ван Беркель – нидерландское арх. бюро *UNStudio*, 2013 г.) (рис. 5 цв. вклейки) обладает оригинальным дизайном. 36-этажный элитный трехчастный жилой дом-башня рассчитан на 58 квартир. Некоторые квартиры занимают целый этаж. Площадь остальных квартир колеблется от 260 до 372 квадратных метров [5]. Объем набран из одинаковых 4-этажных блоков, в которых вырезаны в виде мягких изгибов большие проемы, скругленные эркера и балконы-террасы. Стены здания выполнены из белого бетона, фактурные фасады приобрели оригинальный органический рисунок. Архитектура здания обладает элегантной скульптурной пластикой, которая создает запоминающийся волнообразный облик. Планировка квартир строится на соединении внутренних и наружных помещений с помощью плавных переходов. Помимо жилых квартир, в структуру дома входят спа-салон, тренажерные залы, бассейн, террасы для загара. Нижняя часть здания поднята над землей на опоры на высоту восьми этажей, что позволяет создать озелененное благоустроенное затененное пространство, а также соединить его с природной окружающей средой.

ЖК «Отражение» ("*Reflections*") (арх. Д. Либескинд, 2012 г.) (рис. 6 цв. вклейки)

Многофункциональный элитный жилой комплекс «Отражение», рассчитанный более чем на одну тысячу человек, занимает важное градостроительное положение: он построен на набережной Киппел Бей (*Keppel Bay*). Его протяженная объемно-пространственная композиция состоит из двух типов жилых домов разной этажности. Первый план комплекса со стороны береговой линии формируется 11 жилыми блоками в 6-8 этажей. Этот тип восходит к шикарным просторным виллам. Второй ряд по отношению к набережной занимают 6 высотных домов от 24 до 48 этажей. Здесь расположены квартиры класса «Люкс». «Всего в комплексе 1129 жилых единиц, рассчитанных на любой, самый взыскательный вкус: от квартир-студий до квартир с одной, двумя, тремя, четырьмя спальнями и пентхаусы. Площади квартир колеблются в пределах от 73 до 247 кв. м» [6]. Высотные стеклянные корпуса объединяются попарно озелененными переходами-мостиками. Они в отличие от прямолинейных

объемов, расположенных вдоль набережной, обладают криволинейными формами и создают уникальный силуэт панорамы города со стороны залива. На наклонных крышах многоэтажных зданий размещаются сады, а над ними выполнены остекленные пространственные стержневые металлические конструкции, которые создают ажурный остросюжетный силуэт. Здесь архитектура испытывает приверженность автора проекта американского архитектора Д. Либескинда к яркой стилистической направленности – деконструктивизму, который в настоящее время уже отошел от своего раннего супрематизма и обратился к поискам более пластичных и скульптурных форм. Пластика, выполненная под влиянием плавных очертаний берега и ассоциативных образов с парусными яхтами, с океанскими волнами, придала комплексу активный силуэт в морской панораме. На уровне земли выполнено благоустройство и организованы бульвары и площадки для игры в гольф. В структуру комплекса включены офисные помещения, торгово-развлекательный центр, рестораны, кафе, фитнес-клуб и подземная автостоянка в пять уровней.

ЖК «Небесная деревня» – «Скайвилл» ("*SkyVille*") (арх. бюро *WOHA:* арх. Вонг Мун Сумм и Ричард Хассел, 2015 г.) (рис. 7). Наряду с элитными высотными жилыми домами, возводятся и комплексы социального (государственного) жилья. Здесь архитекторы также стремятся максимально гуманизировать жилую среду. Жилой комплекс на 960 квартир состоит из 12 башен высотой в 47 этажей, рассчитанных на 80 квартир с гибкой планировкой в каждой [7]. Своим расположением они формируют пространства трех атриумов в форме ромбов. В верхних этажах они соединены между собой озелененными террасами. В парках на крышах корпусов проложены беговые дорожки. В структуру жилого комплекса входят и общественные зоны для спорта, отдыха и проведения культурного досуга. Каждый блок является аналогом отдельной деревни, отдельного селения. В нижних этажах расположены помещения зального типа. На крыше установлены фотоэлектрические батареи. Крытый сад размещен внутри многоэтажного комплекса. Таким образом, не только в элитном жилище применяется концепция «города-сада».

Проект жилого дома-комплекса «Домашняя ферма» ("*Home Farm*"), (арх. бюро *SPARK Architects,* 2014 г.) (рис. 8) предназначен для горожан старшего поколения. Жилой комплекс проектируется с вертикальными и горизонтальными садами и грядками, т. е. с «фермами» по выращиванию растений, овощей и ягод. Жильцы с пользой для здоровья смогут вести активный образ жизни: при желании смогут заниматься озеленением, выращиванием и уборкой овощей [8]. В жилом комплексе предлагаются энергосберегающие установки, система сбора дождевой воды для полива растений. Объем протяженного здания имеет плавно-изогнутую форму в плане. Он поднят на опоры над поверхностью земли и над двухэтажными блоками обслуживания. Торцы здания решены в виде ступеней с террасами. Балконы на наружных фасадах также озеленены. Эксплуатируемая «зеленая» крыша имеет легкий навес. Наклонные фасады со стороны дворового пространства дополнены вертикальными садами. В пяти блоках обслуживания в виде пятиугольников с мягко скругленными углами в плане, расположенных под домом, располагаются: центр здоровья, центр социальной реабилитации, торговые помещения, детский центр с библиотекой, бассейн, паркинг для автомобилей. Вертикальное выращивание и вертикальная компоновка позволяет значительно

экономить городскую территорию. Фермы также способствуют улучшению качества окружающей среды за счет фильтрации воды, воздуха и производства возобновляемой энергии. Огороды внутри дворов становятся в последнее время неотъемлемой частью общественных пространств жилых комплексов. Такой прием одновременно способствует «занятости» и оживленности двора, улучшению его эстетических качеств.

Последние десятилетия характеризуются дальнейшим ростом высотности не только общественных, но и жилых зданий во всех крупнейших городах мира, что во многом обусловлено дефицитом земельных участков под строительство. Высотные жилые здания Сингапура первой четверти XXI в. призваны демонстрировать новое качество городской среды и новую эстетику. Обзор инновационных архитектурных решений высотных жилых домов в Сингапуре позволяет отметить, что все уникальные по архитектуре дорогостоящие жилые комплексы выполняются по индивидуальным проектам с приглашением всемирно известных архитекторов и специалистов по строительству. При этом перед ними ставится задача создать инновационный проект, не имеющий аналогов, т. е. он должен быть эксклюзивным и отличаться от остальных высотных зданий в городской среде, должен иметь яркий запоминающийся архитектурно-художественный облик, призванный, прежде всего, гуманизировать архитектуру. Помимо элитного жилья, архитекторы строят и социальное, в структуру которого также включаются элементы «зеленой» архитектуры. И жилые единичные дома, и жилые комплексы проектируются многофункциональными, чтобы повысить уровень удобств для жителей. Современные ЖК стран Юго-Восточной Азии относятся к экологической архитектуре и ее разновидности – так называемой «зеленой» архитектуре. Взаимодействие, интеграция архитектуры и природы относятся к новейшим тенденциям, особенно в странах с жарким климатом. Характерной особенностью в формировании архитектуры многоэтажных домов является наличие озелененных крыш, фасадов, атриумов, мостиков-переходов, соединяющих отдельные блоки в единое целое. На первый план в проектной и строительной практике высотного жилища Сингапура выходят новые технологии и неординарные архитектурные идеи с целью формирования комфортной и благоустроенной среды проживания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Янгирова, Л. Рем Колхас, OMA и Оле Шерен: «Переплетение» в Сингапуре [Электронный ресурс]- Режим доступа https://www.interior.ru/architecture/334-rem-kolkhas-oma-i-ole-sheren-ole-scheeren-perepletenie-v-singapure.html, свободный. (Дата обращения 3.04.2023).

2. Сочалин, О. Многоэтажное жилое здание Еден-вертикальный сад от Heatherwick Studio.Режим доступа: https://www.architime.ru/ specarch/ heatherwick_ studio/ eden.htm#1. jpg, свободный (Дата обращения 2.04.2023).

3. Tree House – здание с самым большим зеленым фасадом в мире. Режим доступа: https://dwgformat.ru/2020/02/18/tree-house-zdanie-s-samym-bolshim-zelenym-fasadom-v-mire/ свободный (Дата обращения 1.04.2023).

4. Погорельский, А. Sky Habitat. Режим доступа: https:// realty.rbc.ru /news/ 57e141c19a79479486cb3efb, свободный (Дата обращения 30.03.2023).

5. Резиденция Ардмор от UNStudio. Режим доступа: https://garantanapa.ru/2013/11/13/rezidenciya-ardmor-ot-unstudio/,свободный (Дата обращения 28.03.2023).

6. Генералов, В. П. Высотные жилые здания и комплексы. Сингапур. Опыт проектирования и строительства высотного жилья /В. П. Генералов, Е. М. Генералова. – Самара: ООО «Книга», 2013. – С. 328.

7. Шедевр жилой эко-архитектуры в Сингапуре. Режим доступа: https:// hvoya.wordpress. com/2017/01/25/skyville/, свободный (Дата обращения 24.03.2023).

8. Эко-поселение для пенсионеров. Режим доступа: https://ecology.md/ru/page/eko-poselenie-dlja-pensionerov,свободный. (Дата обращения 20.03.2023).

ORELSKAYA Olga Vladimirovna, professor, doctor of architecture, professor architectural design

ARCHITECTURE OF HIGH-RISE RESIDENTIAL BUILDINGS IN SINGAPORE

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Il'inskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83;
e-mail: kaf-arch.nngasu@yandex.ru
Key words: architecture, multi-storey residential buildings and complexes, "green" technologies.

The article analyzes the latest trends in the architecture of high-rise residential buildings in Singapore in the first quarter of the 21st century. On specific examples, built according to the designs of famous architects, the characteristic features and features that are read in the external appearance of residential buildings and complexes are shown.

REFERENCES

1. Yangirova, L. Rem Kolhas, OMA i Ole Sheren: «Perepletenie» v Singapure [Elektronnyi resurs] Rejim dostupa https://www.interior.ru/architecture/334-rem-kolkhas-oma-i-ole-sheren-ole-scheeren-perepletenie-v-singapure.html, svobodnyi (Data obrascheniya 3.04.2023).

2. Sochalin, O. Mnogoetajnoe jiloe zdanie Eden-vertikal'nyi sad ot Heatherwick Studio.Rejim dostupa: https://www.architime.ru/ specarch/ heatherwick_ studio/ eden.htm#1. jpg, svobodnyi (Data obrascheniya 2.04.2023).

3 Tree House – zdanie s samym bol'shim zelenym fasadom v mire. Rejim dostupa: https://dwgformat.ru/2020/02/18/tree-house-zdanie-s-samym-bolshim-zelenym-fasadom-v-mire/ svobodnyi (Data obrascheniya 1.04.2023).

4. Pogorel'skii, A. Sky Habitat. Rejim dostupa: https:// realty.rbc.ru /news/ 57e141c19a79479486cb3efb, svobodnyi (Data obrascheniya 30.03.2023).

5. Rezidenciya Ardmor ot UNStudio. Rejim dostupa: https://garantanapa.ru/2013/11/13/rezidenciya-ardmor-ot-unstudio/,svobodnyi (Data obrascheniya 28.03.2023).

6. Generalov V. P. Vysotnye jilye zdaniya i kompleksy. Singapur. Opyt proektirovaniya i stroitel'stva vysotnogo jil'ya /V. P. Generalov, E. M. Generalova. – Samara: OOO "Kniga", 2013. – P. 328.

7. Shedevr jiloi eko-arhitektury v Singapure Rejim dostupa: https:// hvoya.wordpress. com/2017/01/25/skyville/,svobodnyi (Data obrascheniya 24.03.2023).

8. Eko-poselenie dlya pensionerov. Rejim dostupa: https://ecology.md/ru/page/eko-poselenie-dlja-pensionerov, svobodnyi (Data obrascheniya 20.03.2023).

© О. В. Орельская, 2023
Получено: 05.04.2023 г.

УДК 72.035(470.341-25)

А. С. ШУМИЛКИН, канд. архитектуры, доц. кафедры истории архитектуры и основ архитектурного проектирования[1], главный архитектор[2]

ФОРМИРОВАНИЕ ВИДОВ АРХИТЕКТУРНОЙ РЕСТАВРАЦИИ В РОССИИ В XIX – XXI ВВ.

[1]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
[2]ООО «АСГАРД», Н. Новгород, ул. Гоголя, д. 47. Тел.: (831) 433-21-07; эл. почта: info@asgard-arch.ru
Ключевые слова: теория научной реставрации, объект культурного наследия, историческая подлинность, виды реставрации.

Выявляются периоды развития архитектурной реставрации в России XIX–XXI веков, рассматриваются ее категории в хронологическом аспекте: ценности, научные принципы, виды. На основе анализа научной базы архитектурной реставрации разрабатывается теоретическая модель, характеризующая формирование спектра видов архитектурной реставрации к началу XXI века.

Сохранение культурного наследия представляет одну из важнейших задач современного общества. Сегодня наследию прошлого отводится роль связующего звена в преемственности традиций и ресурса устойчивого развития. Базовые принципы и методологию сохранения объектов наследия определяет научная теория реставрации. Как особая область деятельности реставрация возникла на почве зарождения исторического мышления в эпоху Нового времени и прошла несколько этапов развития.

История реставрационной мысли, положенная в основу научного сохранения памятников, получила обобщение в теоретических разработках отечественной реставрационной школы в XX в. и на рубеже XXI в. Вместе с тем современная ситуация в архитектурной реставрации выявляет противоречия, обусловленные конфликтом реставрационной теории и практики, рассогласованием терминологии и методологии архитектурно-реставрационной деятельности, ее региональной разобщенностью. Отсутствие единого вектора архитектурно-реставрационной деятельности сказывается на негативном состоянии большой части регионального наследия, с утратой которого страна теряет значимую составляющую национальной материальной и духовной культуры.

Задачи исследования отвечают актуальной потребности в осмыслении архитектурно-реставрационной методологии и современной реставрационной практики. В связи с этим в статье обращается внимание на выявление закономерностей реставрации и взаимосвязей ее основных категорий в хронологическом аспекте (опираясь на терминологию теоретических исследований в работах А. А. Кедринского [1], Е. В. Михайловского [2], С. С. Подъяпольского [3], О. И. Пруцына [4], Г. М. Штендера [5], А. С. Щенкова [6] и др., и нормативной документации).

Автором выявлены 3 основных периода развития архитектурной реставрации в России XIX – начала XXI веков, каждый из которых отмечен формированием определенного отношения к памятникам, выраженного в критериях ценности. В русле этого происходила дифференциация видов реставрационных работ, обусловленных конкретной системой приемов, методов и принципов.

Период XIX в. – 1917 г. характеризовался углублением осознанного отношения к памятнику архитектуры. Ремонты, являвшиеся основным средством сохранения памятников, приобретали реставрационный характер и выявляли стремление к повторению «прежнего вида» объектов: древнейших и особо почитаемых церковных сооружений, ансамблей, национальных святынь, крепостных сооружений [7, 8]. *Историческая (мемориальная) ценность* памятника диктовала принципы его сохранения: принцип физического сохранения, минимального вмешательства, поддержания или усиления подлинных исторических конструкций, определивших формирование *ремонтно-реставрационных работ* как выделенного вида реставрации (рис. 1 цв. вклейки).

С наступлением эпохи классицизма и интереса к античности связывается формирование эстетического восприятия памятника, определившего в XIX в. приоритет *архитектурно-художественной (эмоциональной) ценности*. Работы в рамках данной направленности отвечали принципам стилистического единства, сохранения и подобия исторических форм, свободной композиции и свободного решения деталей. На основе данных принципов формировался вид *стилистической (художественной, «живописной») реставрации* (рис. 2 цв. вклейки).

Другое базовое направление реставрационной парадигмы в XIX в. было связано с развитием антикварного взгляда на памятник, обусловив формирование *архитектурно-археологической ценности*. Складывались принципы сохранения памятника, основанные на принципах научно-археологических исследований: минимальном вмешательстве в структуру, выявлении исторической ценности, выделении подлинных элементов, принципе достоверности и полноты информации. В русле данного направления формировался вид *археологической (аналитической) реставрации* (рис. 1 цв. вклейки).

Начало XX в. определило переход ко второму периоду развития архитектурной реставрации 1917–1980-х гг., отмеченному формированием категории *научной ценности* памятника. Крупнейшими теоретиками отечественной реставрационной школы (П. П. Покрышкин [9], И. Э. Грабарь [10]) закладывались научные принципы, предопределившие развитие архитектурной реставрации в XX в.: принципы научной обоснованности и достоверности информации, комплексных научных и научно-технологических исследований памятника, обращения к первоисточнику и поиску архетипов, качественного мониторинга.

Развитие данных принципов легло в основу *научной реставрации* как базового вида реставрационной деятельности в рассматриваемый период (рис. 1 цв. вклейки). Особенностями научной реставрации стало рассмотрение архитектурного памятника как научного документа и источника, стремление к его максимальному сохранению, понимание единства подлинности формы и материала, приоритет сохранения поздней формы перед недостоверной реконструкцией, признание правомерности сохранения позднейших наслоений,

имеющих художественную и практическую ценность, недопустимость уничтожения подлинных следов аутентичных форм.

Начало XX в. было отмечено развитием теории, послужившей выделению *консервационной реставрации* как наиболее всеобъемлющего вида (рис. 1 цв. вклейки). Развитие консервационного направления, опиравшегося на принципы физического сохранения памятника в совокупности поздних напластований и утрат, сохранения подлинности материалов, конструкций и технологий, принципы научно-технологических исследований, мониторинга, внедрения новых щадящих технологий сохранения памятника сблизило векторы развития российской и европейской архитектурной реставрации в первой половине XX в.

Послевоенный этап, связанный с возрождением из тяжелейшего состояния уникального наследия русской архитектуры, придал значительный импульс осмыслению положений научной реставрации. Их спектр варьировался от консервативного принципа минимального вмешательства до более свободного отношения к восстановлению утраченного облика, вплоть до идеи целостного восстановления памятника и воссоздания его утраченных форм в первоначальном виде.

Необходимость проведения спасательных работ на наиболее ценных, древних и уникальных памятниках после Второй мировой войны обусловила развитие во второй половине XX в. практики *инженерной реставрации* (рис. 1 цв. вклейки). Данный вид реставрации представлял собой сложный комплекс работ по защите объекта от негативных факторов на основе комплексных научных исследований, выявляющих возможность раскрытия ценных элементов памятника с внедрением новых щадящих технологий по его сохранению (усиление фундаментов и несущих конструкций, обеспечение температурно-влажностного режима, укрепление аутентичных материалов, биологическая защита и т. д.).

Как расширение вида консервационной реставрации формировался вид *фрагментарной (точечной, компромиссной* – с раскрытием по натурным следам архитектурных элементов и деталей разных эпох) *реставрации* (рис. 1 цв. вклейки). Данный вид характеризовался отсутствием стремления к стилистическому единству, признанием ценности позднейших наслоений, сохранением подлинности материалов, конструкций и технологий, принципиальным ограничением восстановления только теми элементами, форма которых могла быть безупречно документирована.

Другое направление послевоенной практики было связано с развитием вида *синтетической (целостной) реставрации*, определяемой как творчество, ограниченное научным исследованием (рис. 2 цв. вклейки). Объединив археологическую и стилистическую реставрацию, данное направление ориентировалось на восстановление первоначального или оптимального облика памятника с использованием гипотез и аналогий. В основу синтетической (целостной) реставрации закладывались следующие принципы: принцип контекстуализма, принцип стилистической аналогии, принцип средового подхода, принцип взаимосвязи памятника с окружающей архитектурной средой и ландшафтом.

В условиях послевоенного восстановления и развития городов во второй половине XX в. особую значимость приобрела *градостроительная ценность* памятника. Реставрационные работы ориентировались на восстановление

К СТАТЬЕ А. С. ШУМИЛКИНА «ФОРМИРОВАНИЕ ВИДОВ АРХИТЕКТУРНОЙ РЕСТАВРАЦИИ В РОССИИ В XIX – XXI ВВ.»

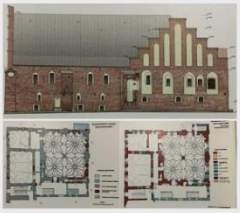
	ВИДЫ РЕСТАВРАЦИИ	ПРИНЦИПЫ	ПРИМЕРЫ
1	РЕМОНТНО-РЕСТАВРАЦИОННЫЕ РАБОТЫ, РЕМОНТ (по О.И.Пруцыну), (эмпирический «свободный» ремонт по Е.В. Михайловскому)	1. Принцип поддержания или усиления несущих конструкций 2. Принцип физического сохранения 3. Принцип минимального вмешательства в памятник	
2	КОНСЕРВАЦИОННАЯ РЕСТАВРАЦИЯ, КОНСЕРВАЦИЯ (по Н.Ш. Согоян)	1. Принцип научно-технологических исследований и качественного мониторинга 2. Принцип физического сохранения 3. Принцип внедрения новых, щадящих технологий по сохранению памятника	
3	ИНЖЕНЕРНАЯ РЕСТАВРАЦИЯ (по Е.В. Михайловскому)	1. Принцип поддержания или усиления несущих конструкций 2. Принцип физического сохранения 3. Принцип проверки устойчивости и надежности прочностных характеристик конструкций	
4	ФРАГМЕНТАРНАЯ (точечная, компромиссная) реставрация	1. Принцип сохранение подлинности материалов, конструкций и технологий 2. Принцип строгости и правдивости выделения подлинных элементов (по О.И. Пруцыну) 3. Принцип выполнения комплексных научных исследований, достоверности и полноты информации	
5	АРХЕОЛОГИЧЕСКАЯ (аналитическая) реставрация («чистая» реставрация по Е.В. Михайловскому)	1. Принцип минимального вмешательства в памятник 2. Принцип исторической ценности памятника 3. Принцип строгости и правдивости выделения подлинных элементов (по О.И. Пруцыну)	
6	НАУЧНАЯ РЕСТАВРАЦИЯ, РЕСТАВРАЦИЯ	1. Принцип научной обоснованности, объективности 2. Принцип выполнения комплексных научных исследований, достоверности и полноты информации 3. Принцип обращение к первоисточнику и поиска архетипов	

Рис. 1. Сводная таблица видов и принципов реставрации XIX − XXI вв.

Окончание

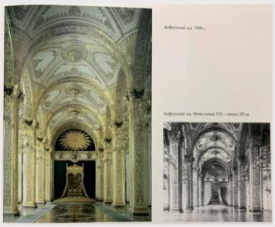
7	ГРАДОСТРОИТЕЛЬНАЯ (ансамблиевая, кластерная) реставрация (по А.А. Кедринскому)	1. Принцип сохранения планировочной градостроительной структуры, территории и составляющих ее объектов 2. Принцип средового подхода (скрытая реконструкция – по А.Э.Гутнову) 3. Принцип кластерного подхода и модернизации с элементами транслокации, перемещения объекта	
8	СИНТЕТИЧЕСКАЯ (целостная) реставрация объектов и интерьеров (по Л.Е. Красноречьеву, Г.М. Штендер, творчество ограниченное научным исследованием по Е.В. Михайловскому)	1. Принцип Контекстуализма (по Ч.Дженксу) 2. Принцип стилистической аналогии 3. Принцип средового подхода (скрытая реконструкция – по А.Э.Гутнову)	
9	СТИЛИСТИЧЕСКАЯ (художественная, «живописная») реставрация зданий и интерьеров (компилятивная реставрация, творчество ограниченное стилизаторством по Е.В. Михайловскому)	1. Принцип стилистического единства (стилизаторства) 2. Принцип сохранения и подобия исторических форм 3. Принцип свободной композиции и свободного решения деталей	
10	КОМПЛЕКСНАЯ РЕСТАВРАЦИЯ объектов и интерьеров (по Л.Е. Красноречьеву, Г.М. Штендер, творчество ограниченное научным исследованием по Е.В. Михайловскому)	1. Принцип суммарного, сложного комплексного применения всех видов реставрации 2. Принцип масштабной взаимосвязанности (по О.И. Пруцыну) 3. Принцип стремление к целостности воспроизведения исторического облика архитектурной композиции (по О.И. Пруцыну)	
11	РЕКОНСТРУКЦИЯ, РЕСТАВРАЦИЯ С РЕКОНСТРУКЦИЕЙ (по Е.В. Михайловскому обновление, подстановочная реставрация, свободное творчество)	1. Принцип кластерного подхода и модернизации с элементами транслокации, перемещения объекта 2. Принцип свободной композиции и свободного решения деталей 3. Принцип стилистической аналогии	
12	ВОССОЗДАНИЕ	1. Принцип средового подхода (скрытая реконструкция – по А.Э.Гутнову) 2. Принцип выполнения комплексных научных исследований, достоверности и полноты информации 3. Принцип взаимосвязанности с окружающей архитектурной средой и ландшафтом (по Пруцыну О.И.)	

Рис. 2. Сводная таблица видов и принципов реставрации XIX − XXI вв.

объектов не обособленно, а как элементов в единой структуре архитектурных ансамблей, градостроительных образований, традиционных культурных ландшафтов. В русле данного направления формировался вид *градостроительной (ансамблевой, кластерной) реставрации,* в основу которого закладывались принципы целостного сохранения градостроительно-планировочной структуры территории и составлявших ее объектов, средового и кластерного подходов, принципа транслокации, принципа стилистического единства (рис. 2 цв. вклейки).

Таким образом, рассматриваемый период архитектурной реставрации в России был отмечен формированием обширного спектра направлений в русле общей научно-реставрационной направленности. В рамках отдельных архитектурно-реставрационных школ выявлялось преобладание тех или иных видов реставрации: *фрагментарной* – в работах владимиро-суздальской школы, *компромиссной* – в новгородской практике, *синтетической (целостной) и градостроительной (ансамблевой) реставрации* – в работах ленинградской реставрационной школы [6].

Изменение идеологической ситуации и формирование взгляда на культурное наследие как базовый ресурс устойчивого развития на рубеже XX–XXI вв. определили начало принципиально нового периода российской реставрации 1990–2020-х гг. Настоящий период отмечен формированием *ресурсной ценности* как основы реставрации памятников архитектуры, условием продления жизни которых является включение в современный контекст использования [11].

Тенденции актуализации и приспособления объектов культурного наследия определили развитие *комплексной реставрации* как основного вида, использующего принцип сложного сочетания всех видов реставрации и включающего широкую палитру методов и приемов. В актуальных условиях развития центров городов и включения их наследия в современную жизнь значительное распространение как отдельный вид работ получила *реставрация с реконструкцией* – допускающая частичное переустройство, модернизацию, изменение исторического объема, надстройку и встройку элементов нового строительства в соответствии с предполагаемой функцией объекта (рис. 2 цв. вклейки).

Реставрационные работы в виде полного *воссоздания* памятника, опыт которых в предыдущий период ограничивался рамками отдельных реставрационных школ, на этапе 1990 – 2020-х гг. получили значительное распространение. Ориентация на средовую парадигму, сохранение исторической идентичности и архитектурно-градостроительной целостности обусловили всплеск воссозданий разрушенных храмов и монастырей, городских особняков, жилых усадеб, связанных с именами выдающихся исторических деятелей и др. (рис. 2 цв. вклейки).

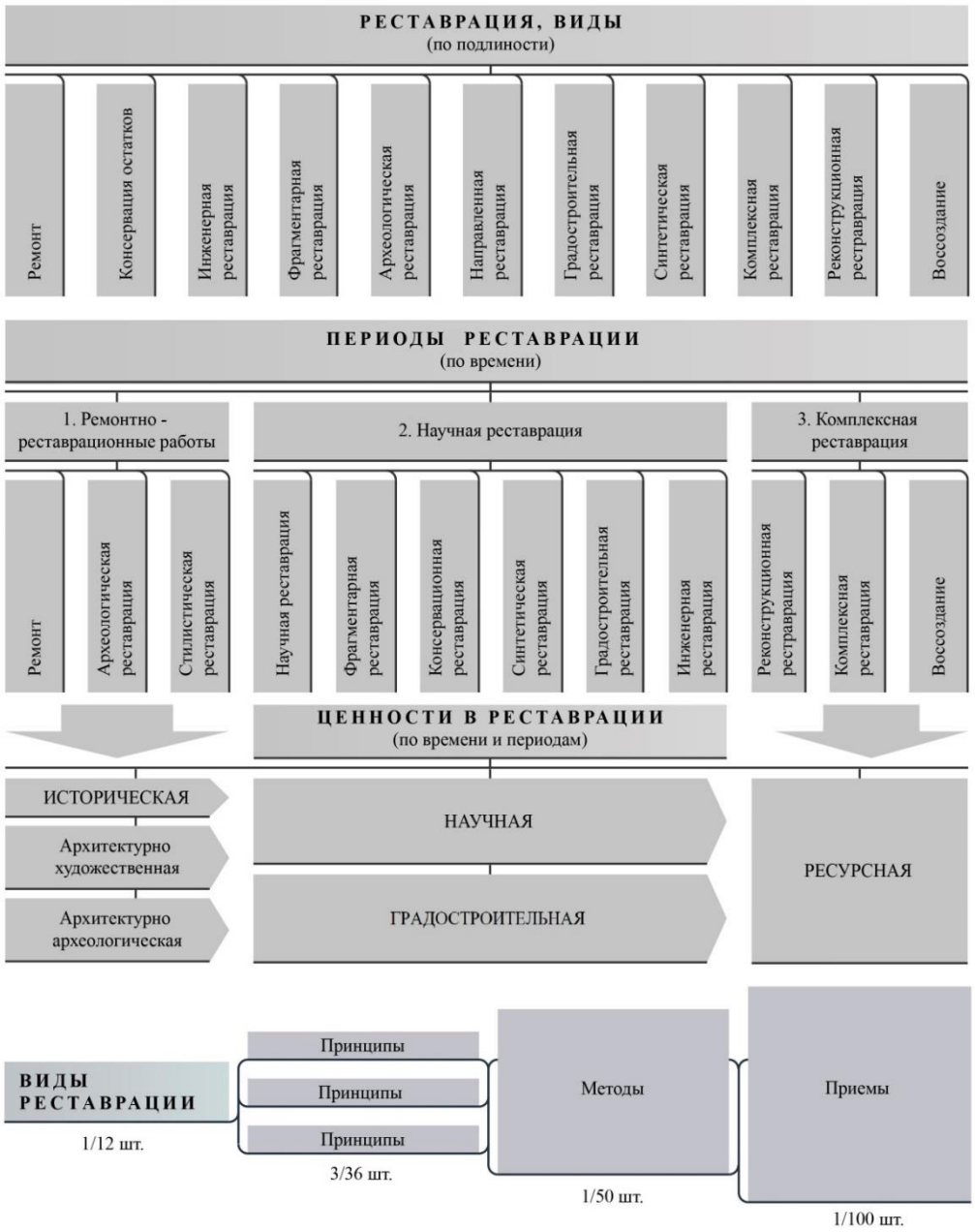
Таким образом, в исследовании выявлены и обобщены основные периоды развития российской архитектурной реставрации (I: XIX в. – 1917 г.; II: 1917 – 1980-е гг.; III: 1990 – 2020-х гг.), каждый из которых был отмечен выделением новых видов реставрации (выявлено 12 видов), с количественно равным формированием в I и III периоды (по 3 вида) и преобладающим веером направлений во II периоде (6 видов).

Данные результаты легли в основу авторской теоретической модели (рисунок), показывающей иерархию взаимосвязей реставрационных категорий, сложившихся к рубежу XX–XXI вв.: видов, принципов, методов, приемов. Иерархия представляет собой обобщающую систему реставрационных категорий,

сгруппированных по принципу возрастания: от категории «приемов» («действий») к обобщающей категории «видов» реставрации. Последовательность видов выстроена по принципу движения от максимального сохранения подлинности/аутентичности материала при минимальном вмешательстве в историческую структуру памятника (ремонтно-реставрационные работы) к видам работ с наименьшим сохранением характеристик подлинности/аутентичности (воссоздание).

Теоретическая модель отражает последовательное развитие картины архитектурно-реставрационной деятельности в России XIX – XXI вв. К началу XXI в. она включила наиболее полный спектр видов реставрации, отвечающих задаче продления жизни и сохранения уникального потенциала объектов культурного наследия.

Схематическая модель видов реставрации показана на рисунке.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кедринский, А. А. Основы реставрации памятников архитектуры. Обобщение опыта школы ленинградских реставраторов : учебное пособие / А. А. Кедринский. – Москва : Изобразительное искусство, 1999. – 182 с. : ил. – ISBN 5-85200-119-8. – Текст : непосредственный.

2. Михайловский, Е. В. Реставрация памятников архитектуры (развитие теоретических концепций) / Е. В. Михайловский. – Москва : Изд-во литературы по строительству, 1971 – С. 133–136. – Текст : непосредственный.

3. Подъяпольский, С. С. Реставрация памятников архитектуры / С. С. Подъяпольский, Г. Б. Бессонов, Л. А. Беляев, Т. М. Постникова. – Москва : Архитектура-С, 2014. – 288 с. – ISBN 5-274-00009-6. – Текст : непосредственный.

4. Пруцын, О. И. Реставрация и реконструкция архитектурного наследия. Теоретические и методические основы реставраций исторического и архитектурного наследия : учебное пособие. – Москва : Академия реставраций, 1996. – 91 с. – Текст : непосредственный.

5. Штендер, Г. М. Реставрация памятников новгородского зодчества / Г. М. Штендер. – Текст : непосредственный // Восстановление памятников культуры (проблемы реставрации) : сборник статей / под редакцией Д. С. Лихачева. – Москва, 1981. – С. 44–72.

6. Памятники архитектуры в Советском Союзе: Очерки истории архитектурной реставрации / под редакцией А. С. Щенкова. – Москва : Памятники исторической мысли, 2004. – 696 с. : ил. – ISBN 5-88451-146-9. – Текст : непосредственный.

7. Памятники архитектуры в дореволюционной России : Очерки истории архитектур. реставрации: монография / под общей редакцией А. С. Щенкова. – Москва : ТЕРРА-Кн. клуб, 2002. – 525 с. : ил. – ISBN 5-275-00664-0. – Текст : непосредственный.

8. Баталов, А. Путь эволюции категорий. Отношение к достоверности формы и подлинности материалов в отечественной реставрации XIX – начала XX века / А. Баталов. – Текст : непосредственный // Живой город: Pro et contra. О московской реставрации. – Москва, 2010. – С. 140–145.

9. Покрышкин, П. П. Краткие советы по вопросам ремонта памятников старины и искусства / П. П. Покрышкин. – Псков : Тип. Псковского губернского Правления, 1916. – 34 с. – Текст : непосредственный.

10. Грабарь, И. Э. О древнерусском искусстве: Исследования, реставрация и охрана памятников / Академия наук СССР, Институт истории искусств Министерства культуры СССР. – Москва : Наука, 1966. – 387 с. : ил. – Текст : непосредственный.

11. Шевченко, Э. А. Градостроительные проблемы сохранения историко-культурного ресурса России / Э. А. Шевченко // ACADEMIA. Архитектура и строительство. – 2011. – № 4. – С. 99–104.

SHUMILKIN Aleksandr Sergeevich, candidate of architecture, associate professor of the chair of history of architecture and fundamentals of architectural design

FORMATION OF TYPES OF ARCHITECTURAL RESTORATION IN RUSSIA IN THE XIX – XXI CENTURIES

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel: +7 (831) 430-17-37; e-mail: ist_arh@nngasu.ru
Key words: theory of scientific restoration, object of cultural heritage, historical authenticity, types of restoration.

The periods of development of architectural restoration in Russia of the XIX – XXI centuries are revealed, its categories in chronological aspect are considered: values, scientific principles, types. Based on the analysis of the scientific base of architectural restoration, a theoretical model is developed that characterizes the formation of a spectrum of types of architectural restoration by the beginning of the XXI century.

REFERENCES

1. Kedrinsky A. A. Osnovy restavratsii pamyatnikov arkhitektury. Obobschenie opyta shkoly leningradskikh restavratorov [Fundamentals of restoration of architectural monuments. Generalization of the experience of the school of Leningrad restorers] : uchebnoe posobie. Moscow: Izobrazitelnoe iskusstvo, 1999, 182 p.: il. – ISBN 5-85200-119-8.
2. Mikhaylovsky E. V. Restavratsiya pamyatnikov arkhitektury (razvitie teoreticheskikh kontseptsiy) [Restoration of architectural monuments (development of theoretical concepts)]. Moscow, Izd-vo literatury po stroitelstvu, 1971. P. 133–136.
3. Podyapolsky S. S., Bessonov G. B., Belyaev L. A., Postnikova T. M. Restavratsiya pamyatnikov arkhitektury [Restoration of architectural monuments] / Moscow, Architecture-S, 2014, 288 p. – ISBN 5-274-00009-6.
4. Prutsyn O. I. Restavratsiya i rekonstruktsiya arkhitekturnogo naslediya. Teoreticheskie i metodicheskie osnovy restavratsiy istoricheskogo i arkhitekturnogo naslediya [Restoration and reconstruction of architectural heritage. Theoretical and methodological foundations of restoration of historical and architectural heritage] : uchebnoe posobie. Moscow, Akademiya restavratsiy, 1996, 91 p.
5. Shtender G. M. Restavratsiya pamyatnikov novgorodskogo zodchestva [Restoration of monuments of the Novgorod architecture]. / Vosstanovlenie pamyatnikov kultury (problemy restavratsii) [Restoration of cultural monuments (restoration problems)]: sbornik statey; pod red. D. S. Likhachyova. Moscow, 1981. P. 44–72.
6. Pamyatniki arkhitektury v Sovetskom Soyuze: Ocherki istorii arkhitekturnoy restavratsii [Architectural monuments in the Soviet Union: Essays on the history of architectural restoration] / Pod red. A. S. Shenkova. Moscow : Pamyatniki istoricheskoy mysli, 2004, 696 p., il. – ISBN 5-88451-146-9.
7. Pamyatniki arkhitektury v dorevolyutsionnoy Rossii: Ocherki istorii arkhitekturnoy restavratsii [Architectural monuments in pre-revolutionary Russia: Essays on the history of architectural restoration] : monografiya / Pod red. A. S. Shenkova. Moscow, TERRA-Kn. klub, 2002, 525 p., il. – ISBN 5-275-00664-0.
8. Batalov A. Put evolyutsii kategoriy. Otnoshenie k dostovernosti formy i podlinnosti materialov v otechestvennoy restavratsii XIX – nachala XX veka [The path of evolution of categories. Attitude to the authenticity of the form and authenticity of materials in the domestic restoration of the XIX − early XX century] // Zhivoy gorod: Pro et contra. O moskovskoy restavratsii. Moscow. 2010. P. 140–145.
9. Pokryshkin P. P. Kratkie sovety po voprosam remonta pamyatnikov stariny i iskusstva [Brief tips on the repair of monuments of antiquity and art]. Pskov, Tip. Pskovskogo gubernskogo Pravleniya, 1916, 34 p.
10. Grabar I. E. O drevnerusskom iskusstve : Issledovaniya, restavratsiya i okhrana pamyatnikov [About Ancient Russian art : Research, restoration and protection of monuments] / Akad. nauk SSSR. In-t istorii iskusstv M-va kultury SSSR. Moscow, Nauka, 1966, 387 p., il.
11. Shevchenko E. A. Gradostroitelnye problemy sokhraneniya istoriko-kulturnogo resursa Rossii [Urban planning problems of preserving the historical and cultural resource of Russia] // ACADEMIA. Arkhitektura i stroitelstvo [ACADEMIA. Architecture and Construction]. 2011. № 4. P. 99–104.

© А. С. Шумилкин, 2023 г.
Получено: 28.03.2023 г.

УДК 728.03(470.313)

Т. В. ШУМИЛКИНА, канд. архитектуры, доц. кафедры истории архитектуры и основ архитектурного проектирования; В. А. ЕГОРОВА, аспирант кафедры истории архитектуры и основ архитектурного проектирования

АРХИТЕКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАСТРОЙКИ РЯЗАНИ 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: этапы застройки, планировка города, архитектурные стили.

Рассматриваются факторы, повлиявшие на формирование планировочной структуры города Рязани. Выявлены основные градостроительные этапы и особенности застройки. Приведены примеры наиболее характерных каменных и деревянных зданий различной стилевой направленности.

Градостроительная структура Рязани (Переяславль-Рязанский, до 1778 г.) сформировалась в несколько этапов: 1) дорегулярная планировочная структура (до середины XVIII в.); 2) территория с регулярной планировочной сеткой плана (конец XVIII – середина XIX вв.); 3) вторая половина XIX – начало XX в. По сведениям историка Н. Н. Аграмакова, три главные дороги сходились на берегу р. Лебедь под Рязанским кремлем, куда с незапамятных времен съезжались на торжища с Московской стороны, Астраханской и Владимирской, из-за р. Оки [1].

К первой половине XVIII в. общий облик города сформировался за счет сплошной деревянной застройки, поскольку действовал запрет на каменное строительство в провинциях. Однако каменные палаты и кладовые встречались в купеческих и дворянских усадьбах Абрамовых, Рюминых, Немчиновых.

Градообразующим центром являлся кремль с прилегающим большим комплексом построек двора рязанского архиерея. Большая часть кремлевского холма была застроена деревянными домами с примыкающими к ним хозяйственными постройками. Здесь же располагались административные учреждения: деревянное здание провинциальной канцелярии и деревянный острог. По исследованиям историка Д. Ю. Филиппова, в первой четверти XVIII в. в Переяславле-Рязанском насчитывалось 35 дворов торговых людей гостиной сотни, 150 дворов посадских людей, 31 двор казенных кузнецов [2].

В результате административных реформ Екатерины II, в 1778 г. Переяславль-Рязанский переименовывают в Рязань, город становится центром Рязанской губернии. 31 августа 1780 г. был утвержден первый генеральный план Рязани, концепция которого учитывала уже сформировавшуюся градостроительную планировку: 1) исторический центр города – Кремль с прилегающими постройками; 2) особенности местного ландшафта – извилистые русла рек Лыбеди и Трубежа; 3) каменные и деревянные приходские храмы. Развитие архитектурно-планировочной структуры было направлено на застройку северных и южных территорий, через которые проходили основные магистрали –

Московский и Астраханский тракты [3]. В результате новая планировочная структура города была разделена на два административных участка, названных в честь вышеупомянутых магистралей. Незастроенные городские участки сформировали 67 кварталов, разделенные жесткой сеткой параллельных и перпендикулярных улиц.

Рис. 1. План Рязани 1794 г.

На втором этапе в конце XVIII в. начинается стремительный рост застройки. В соответствии с новой планировочной структурой, расчищаются территории для обустройства кварталов и прокладки новых улиц. Губернским архитектором И. Г. Сулакадзевым был составлен отдельный план, разбивающий городские кварталы на большие земельные участки для строительства жилых домов, административных и общественных объектов. Новые казенные учреждения

возводились из камня, в стиле классицизм по образцовым проектам. У Московской и Астраханской заставы строятся кордегардии – караульные помещения, на площади Соборной в 1789 г. построили двухэтажное здание присутственных мест. С территории кремля к Московскому тракту были перенесены деревянные дома губернского и городового магистров, здания верхней расправы, городской полиции и нижнего земского суда, сформировавшие новый административный и общественный центр. Застройка центральных кварталов Рязани, складывалась из «образцовых» двух- и трехэтажных административных зданий в характерных формах классицизма: портики с треугольными фронтонами, колонны дорического и ионического ордеров, фасады декорированы прямоугольным рустом. Каменные жилые дома возводили как по образцовым, так и по индивидуальным проектам.

Несмотря на активное применение камня, дерево выступает в роли ведущего материала для жилищного строительства. В 1780–1790-х гг. возводится ряд деревянных объектов различного назначения, в числе которых: смирительный дом, городской театр – «оперный дом», двухэтажный дом наместника с двумя флигелями и др.

К началу XIX в. большая часть территории новых кварталов была уже застроена. В ведомости 1806 г. о городских домах упомянуты 988 участков, из которых только 55 оставались не застроенными [2]. Свободные для частной застройки участки располагались в относительной отдаленности от центра – в периферийной части города, вследствие чего в регулярный план были внесены изменения – уплотнение застройки вдоль исторического оборонительного рва у кремля. Активно застраиваются крутые склоны рек Лыбеди и Трубежа, формируются новые кварталы «частного сектора» – частновладельческие дворы. Деревянные жилые дома с хозяйственными постройками плотно прилегают друг к другу, между ними проходят небольшие проезды и переулки. Некоторые владения дворян и купцов также располагались на живописных склонах реки Лыбедь вблизи Екатерининской и Николо-Дворянской церквей. Деревянные строения выходили на красные линии улиц, а большие плодовые сады и огороды разбивались на сложных для строительства участках. В это же время в верхнем течении реки Лыбедь образуется каскад прудов, рядом с которыми формируются богатые городские усадьбы с большими жилыми домами и просторными пейзажными садами (рис. 2).

В процессе формирования новой застройки в разных частях города сформировалась определенная социальная топография. Дворянские владения и дома чиновников сформировали плотную застройку в Московской части (210 объектов) и Астраханской (179 объектов). Большое число купеческих и мещанских дворов располагались в Астраханской части (290 объектов), а в Московской только 145 владений. Уплотнение застройки происходит в окружении торговых площадей – Гостиного двора и Хлебной площади. На улицах, прилегающих к Хлебной площади, выстраивали полукаменные дома с лавками: на первом этаже располагалось торговое помещение, второй деревянный этаж был жилым. Территория современной ул. Чапаева была отдана под Солдатскую слободу, где сформировалась одноэтажная деревянная застройка из небольших дворов отставных солдат и «инвалидов». В административных зонах, помимо казенных учреждений, располагались деревянные дома церковнослужителей.

Рис. 2. Общий вид застройки центральной части Рязани в сторону кремля (фото 1917 г.)

До середины XIX в., жилая застройка складывалась из деревянных и каменных зданий, отличительной особенностью которых являлась приверженность к «официальному» архитектурному стилю «классицизм». Архитекторы использовали образцовые проекты XIX в., зачастую дополняли их декоративными элементами, придавая объектам «современный» вид. В формировании городской усадьбы сосуществовало традиционное расположение объектов, как правило, на красную линию улицы выходил главный фасад жилого дома, по бокам от него или в ряд располагались флигели. В глубине участка размещали хозяйственные постройки, сад и огород.

На третьем этапе формирования планировочной структуры города (вторая половина XIX – начало XX в.) происходят значительные социальные, экономические и политические изменения, которые оказали большое влияние на архитектурно-планировочную структуру города. В первую очередь на экономическое развитие города повлияли новые железнодорожные пути: в 1864 г. была проведена ветка Московско-Рязанской железной дороги; в 1893 г. Московско-Казанская дорога соединила Рязань и село Сасово; в 1891 г. с вводом в действие Рязанско-Уральской железной дороги, ставшей одним из участков Великого Сибирского пути, Рязань превратилась в крупный транспортный узел [2].

Строительство железных дорог способствовало развитию новых промышленных зон в западной и северной части города. Купец С. С. Анжин открыл на территории усадьбы чугунолитейное производство; В. Н. Телепнев основал завод сельскохозяйственных машин, а в 1901 г. к станции Рязань-1 был проложен специальный рельсовый путь для транспортировки продукции. На рубеже XIX–XX веков, на ул. Никольской (ныне ул. Павлова) происходит строительство комплекса казенного винного склада. В начале XX в. братья Левонтины основали второй завод сельскохозяйственного оборудования

«Земледелец» на ул. Полевой. Позднее они приобрели ряд граничащих с заводом усадеб для постройки новых производственных и складских помещений. Некогда жилые кварталы со свободной планировочной структурой постепенно превращаются в территории промышленного назначения.

Главенствующим стилем этого периода становится эклектика с различными вариантами стилизации. Архитектурный облик Рязани второй половины XIX в. складывается в первую очередь за счет строительства новых учебных заведений и зданий общественного назначения в «кирпичном» стиле, который значительно уменьшал затраты на строительство и отделку. Появляются первые архитектурные доминанты, игравшие особую роль в формировании художественного облика сложившейся малоэтажной застройки. В 1878 г., по проекту городского архитектора А. К. Левенштерна, на ул. Дворянской (ныне ул. Полонского) возводят здание родильного дома и сиротского приюта, в нарядных формах эклектики с обильным декором главного фасада. Епархиальное строительство отмечено такими уникальными объектами, как: Духовная семинария и «епархиальное общежитие» на ул. Семинарской, корпус Духовного училища на ул. Соборной. Самым значимым объектом этого времени становится женское епархиальное училище, построенное в 1879–1881 гг. по проекту губернского архитектора И. В. Стопычева.

Нарядные формы эклектики все чаще применяли при строительстве жилых зданий. В основе проектов лежали образцовые фасады 1840-х гг., которые использовались при И. В. Стопычеве, но обогащенные элементами барокко. В моду вошли двухэтажные здания с разорванными фронтонами, аттиками и лепным декором. В 1860-е гг., по проектам губернского архитектора С. А. Щеткина, возводится ряд жилых каменных зданий, для которых было характерно сочетание в одном объекте разных стилей. Самой яркой постройкой С. А. Щеткина является дом купца Н. Н. Игнатьева на ул. Почтовой, в архитектурном декоре которого прослеживаются элементы барокко.

В деревянной застройке периода эклектики, дома, стилизованные под «каменную архитектуру», были единичны, основное внимание уделяется традиционному народному зодчеству. Небольшие одноэтажные дома украшают ажурной пропильной резьбой, «новые» формы обретают наличники, фронтоны, карнизы, являющиеся теперь главными средствами выразительности в композиционном решении фасадов.

В конце XIX в. особую роль играет строительство усадеб и общественных заведений в «русском стиле». В это время формируются главные ансамбли – богатые городские усадьбы. На ул. Абрамовской (ныне ул. Салтыкова-Щедрина) появляется большой архитектурный комплекс генерала И. А. Соболева (рис. 3). Усадьба имела три жилых дома и хозяйственные постройки. Небольшая городская усадьба А. Козловой (1897 г.) была построена на ул. Селезневской (ныне ул. Пожалостина); двухэтажные дома А. Чернавского, Н. Захарова и С. Третьякова образуют плотную застройку на ул. Левицкой (ныне ул. Радищева).

В традиционных формах «русского стиля» были построены многие деревянные общественные здания (Клуб благородного собрания на ул. Полонского (ныне ул. Урицкого) и учебные заведения: начальное училище второй мужской гимназии на пресечении ул. Левицкой и ул. Правольбедской, Кустарное училище В. К. Ларионова на ул. Новослободской, приют для девочек на ул. Абрамовской [4].

На некоторых объектах каменной и деревянной архитектуры начала XX в. прослеживается влияние развивающегося в то время модерна. По проектам губернских архитекторов И. С. Цеханского и В. С. Кандинова, в городе появляется несколько каменных жилых домов и общественных заведений в стиле модерн.

Рис. 3. Усадьба И. А. Соболева на ул. Абрамовской (три ближних дома). Фото 1910 г.

Деревянные объекты в стиле модерн располагались на ул. Владимирской: собственный дом А. С. Кандинова (ныне утрачен) и больница Скурховича (ныне утрачен). Дом В. С. Александрова – единственный сохранившийся пример деревянного модерна в городе. Основные приемы модерна в деревянной застройке Рязани применяли как в новых сооружениях, так и в обновлении фасадов домов XIX в.

Анализ преобразования планировочной структуры Рязани на протяжении XVIII – начала XX вв. выявил факторы, оказавшие влияние на формирование особенностей градостроительной структуры города. К их числу относятся: появление регулярного плана (1780 г.), расцвет промышленности, строительство железных дорог, активная торговля. Творчество местных архитекторов сформировало городскую среду, состоящую из архитектурных ансамблей, рядовой каменной и деревянной застройки. При этом архитектурной особенностью исторической застройки Рязани можно считать частично сохранившуюся деревянную застройку, которая создает своеобразный образ старинного города.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аграмаков, Н. Н. Прогулки по губернской Рязани / Н. Н. Аграмаков, Е. Н. Каширин. – Рязань : Наше время, 2000. – 160 с. – Текст : непосредственный.

2. Свод памятников архитектуры и монументального искусства России. Рязанская область : в 4-х частях. Часть 1 / коллектив авторов ; ответственный редактор

В. И. Колесникова. – Москва : Индрик, 2012. – 880 с. : ил. – ISBN 978-5-91674-223-7. – Текст : непосредственный.

3. Вагнер, Г. К. Рязанские достопамятности / Г. К. Вагнер, С. В. Чугунов. – Москва : Искусство, 1989. – 168 с. – Текст : непосредственный.

4. Егорова, В. А. Развитие и особенности деревянной архитектуры Рязани XVIII – начала XX века / В. А. Егорова. – Текст : непосредственный // Месмахеровские чтения 2021 : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 145-летию ЦУТР барона Штиглица, Санкт-Петербург, 18 марта 2021 года / Санкт-Петербургская государственная художественно-промышленная академия им. А. Л. Штиглица – Санкт-Петербург, 2021. – С. 602–606.

SHUMILKINA Taisya Vasilevna, candidate of architecture, associate professor of the chair of history of architecture and fundamentals of architectural design; EGOROVA Valeriya Aleksandrovna, postgraduate student of the chair of history of architecture and fundamentals of architectural design

ARCHITECTURAL FEATURES OF BUILT-UP AREAS OF RYAZAN IN THE 19TH – EARLY 20TH CENTURIES

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-37; e-mail: ist_arh@nngasu.ru
Key words: development stages, city layout, architectural styles.

The article discusses the factors that influenced the formation of the layout structure of the city of Ryazan. The main town-planning stages and features of the built-up areas are revealed. Examples of the most characteristic stone and wooden buildings of various styles are given.

REFERENCES

1. Agramakov N. N., Kashirin E. N. Progulki po gubernskoy Ryazani [Walks in the provincial Ryazan]. Ryazan, Nashe vremya, 2000, 160 p.

2. Svod pamyatnikov arkhitektury i monumentalnogo iskusstva Rossii. Ryazanskaya oblast: v 4 ch. [The code of monuments of architecture and monumental art of Russia. Ryazan region: in 4 parts] / Kollektiv avtorov; otv. red. V.I. Kolesnikova. – Moscow, Indrik, 2012. – 880 p.: il. – ISBN 978-5-91674-223-7.

3. Vagner G. K., Chugunov S. V. Ryazanskie dostopamyatnosti [Ryazan landmarks] Moscow, Iskusstvo, 1989, 168 p.

4. Egorova V. A. Razvitie i osobennosti derevyannoy arkhitektury Ryazani XVIII – nachala XX veka [Development and features of the wooden architecture of Ryazan in the 18th – early 20th centuries]. Mesmakherovskie chteniya 2021 : materialy mezhdunarod. nauch.-praktich. konf., posvyaschyonnoy 145-letiyu TsUTR barona Shtiglitsa, Sankt-Peterburg, 18 marta 2021 goda / Sankt-Peterbur. gos. khudozh.-promyshlen. Akademiya im. A. L. Shtiglitsa. Saint-Petersburg, 2021. P. 602–606.

© Т. В. Шумилкина, В. А. Егорова, 2023
Получено: 31.03.2023 г.

УДК 711.581:712

М. В. АНДРЕЕВА, аспирант, асс. кафедры дизайна архитектурной среды, архитектор архитектурной мастерской

ДВОР КАК РАЗНОНАПРАВЛЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СРЕДОВОЙ КОНСТРУКТ ЖИЛОЙ СРЕДЫ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83; эл. почта: gaude1@mail.ru
Ключевые слова: архитектурная среда социальной направленности, придомовая территория, двор, дворовое пространство, жилая среда, комфортная среда, город, городские пространства.

Предпринимается попытка смены восприятия и расширения понятия Придомовая территория до понятия Двор как одного из элементов Архитектурной Среды социальной направленности в контексте жилой Среды; разделения направлений его развития (Горизонталь и Вертикаль); выявления некоторых его подтипов-форм как ролей внутри одного из них (Горизонталь).

Рассматривая тему *Архитектурной концепции Среды социальной направленности* (далее – ССН) в контексте *жилой Среды*, нельзя не затронуть такой важный ее элемент, который мы будем обозначать и попытаемся определить как *Двор*.

Это пространство, с которым мы все ежедневно сталкиваемся. Но как оно рождается, что собой представляет и каков его социально-средовой потенциал, не всегда задумываемся.

Оговоримся сразу, что мы склонны в некотором роде персонифицировать ССН (и *Архитектурную Среду* в целом), а также ее составляющие элементы. Поэтому предлагаем взглянуть на *Двор* также и с этого ракурса. Попробуем рассмотреть, какие *роли* он может примерять – формы принимать и в каких направлениях расти в контексте *жилой Среды*.

Роль 1. Двор – Придомовая территория (нормативное определение). В официальных источниках такого понятия как *Двор* не существует или встретить его можно довольно редко. Зато там есть понятие *Придомовая территория (приватная)*. В России оно закреплено в специальных нормативных документах (технических регламентах и сводах правил), на которые обязаны ориентироваться архитекторы и градостроители при работе с *жилой Средой*, включая прилегающее к ней пространство. Таким образом, *Двор* в рамках этой *роли* представляет собой «*территорию, часть участка многоквартирного жилого дома, группы домов, примыкающую к жилым зданиям, находящуюся в преимущественном пользовании жителей домов и предназначенную для обеспечения бытовых нужд и досуга жителей дома (домов)*, то есть для обеспечения их комфортного проживания. Усреднено, *эта территория* включает в себя различные *рекреационные* и *хозяйственные* площадки с соответствующим оборудованием (например, площадки для: *игр детей дошкольного и младшего школьного возраста*, *отдыха*

взрослого населения, занятий физической культурой, хозяйственных целей и выгула собак, стоянки автомобилей и прочие) [1].

Роль 2. Двор – Двор. По сути, это *Двор* (*средовой объект*) в формате ранее упомянутой нами *Придомовой территории*, с соблюдением всех норм и правил, но более гуманизированный и предлагающий более разнообразную концептуально продуманную *Среду*. А все последующие его *роли* можно рассматривать, как поясняющие примеры, раскрывающие наглядно конкретные грани (способы) этой гуманизации.

В рамках темы нашей работы для начала предлагаем рассмотреть *Двор* как пространственный архитектурно-средовой элемент-конструкт *Архитектурной Среды социальной направленности*, важным аспектом которой, особенно в контексте *жилой Среды*, видится *персонализация* пространства, то есть, осознание его человеком как *своей территории*. Позволим себе ввести условную классификацию относительно ее пространственно-физических *уровней-ступеней*, где: 1-я ступень – *Комната*, 2-я ступень – *Квартира*, 3-я ступень – *Дом*, 4-я ступень – *Двор*, 5-я ступень – *Общественные пространства* местного значения (*Микрорайон*, *Квартал*) и так далее (*Район* и *Город*).

Для начала попробуем сосредоточить свое внимание на *теле,* или *физических формах Двора*. И здесь тоже введем разделение, соответствующее направлению его развития-роста: *Горизонталь* и *Вертикаль*.

Как пишет российский архитектор и теоретик архитектуры, А. Г. Раппапорт: «…Новый подход к планировке городов в начале XX века выдвинул на первый план проблему несоизмеримости города как целого и отдельного человека и его семьи. Был найден промежуточный уровень – соседства, впоследствии получивший в России название «*микрорайон*». Эта единица расселения решала две задачи – уничтожение старой системы членения территории на замкнутые стенами «*кварталы*» и «*дворы*»…, а также обеспечение жителей небольших общин, расположенных между магистральными автодорогами необходимыми видами повседневного обслуживания» [2].

Получается, что *Дворам* в определенный момент реорганизации *жилой Среды* как бы пришлось уйти от замкнутости и раскрыться внутрь *Квартала*. Продолжая играть «*роль Придомовой территории*», но уже в иных формах и масштабах. Таким образом, протяженность *Двора* увеличилась и его движение пошло по *Горизонтали*.

В данной статье перечислим только некоторые *роли Двора*, в которых это направление его роста является превалирующим.

Роль 2.1. Двор–Дом. Это *Двор-Горизонталь*, непосредственно внедренный в структуру *Дома*, при этом, как бы пронзающий его тело, организуя в нем сложное транзитное пространство, балансирующее на грани открытости-полуоткрытости *Среды*.

В качестве примера позволим себе обратиться к объекту, который, как нам кажется, хоть и не лишен вертикальных стремлений, наиболее ярко демонстрирует данную *роль Двора* именно в рамках *Горизонтали*. Это жилой комплекс Монте Амиата (задуманный как «прогрессивное социальное жилье» с «насыщенной, разнообразной, качественной городской средой», но ставший «домом для среднего класса»), расположенный в «районе-сателлите» Милана – Галларатезе 2 (Италия), возникшем после Второй Мировой войны (рис. 1 цв. вклейки). Проект комплекса был разработан в конце 1960-х годов для

одноименной горнодобывающей компании совместными усилиями архитектурной студии «*Ayde*», которую возглавлял архитектор Карло Аймонино, привлекший в проект тогда еще не имевшего опыта архитектора Альдо Росси.

Сам комплекс сравнивают с «красным динозавром-драконом» (корпуса Аймонино), которого, как в известном сюжете, пронзает «белый меч» (корпус Росси). Всего он состоит из пяти корпусов, образующих разнонаправленную многолучевую композицию вокруг центрального элемента – амфитеатра. И *Двор* здесь, соответственно, отчасти вторит этому планировочному решению, как бы обозначая внутренние маршруты движения. На протяжении его картографии, окрашенные в яркие сочные цвета коридоры-позвоночники корпусов, заключенные внутри таких же разноцветных ребер-колоннад первых полуоткрытых наземных этажей, в контраст брутальной красно-коричневой внешней оболочке, как бы двигаются навстречу друг другу, встречаясь в сердце композиции – зоне амфитеатра. Они в определенном смысле структурируют внутренние пространства корпусов (как *Улицы*), объемы которых, в свою очередь, организуют треугольные площади-крылья, довершая образ и создавая необходимые для более комфортного (и многосценарного) использования пространства *Двора*.

Справедливости ради, отметим, что здесь есть стремление к *Вертикали* (оно выражено в парящем ярком переходе между корпусами здания и организации полуподземных технических этажей с обустройством мест для паркования личного автотранспорта в том числе), но основная направленность его – это все же *Горизонталь* [3].

Роль 2.2. Двор – Квартира. Здесь предлагаем остановиться на двух, как нам кажется, дополняющих друг друга подходах к восприятию и организации *дворового пространства*.

2.2.1. Двор – Продолжение Квартиры. Илья Мукосей, преподаватель «Архитектурной школы МАРШ» в комментарии к «Методическим рекомендациям по реализации проектов повышения качества *среды* моногородов. Благоустройство *дворов*», опубликованных ООО «КБ Стрелка» совместно с НКО «Фонд развития моногородов», высказывает мнение о том, что: «*Двор*, как и подъезд, в идеале – продолжение квартиры: жилец должен чувствовать там себя так же уютно, по-хозяйски, как дома. В известном смысле хорошо благоустроенный *двор* может быть важнее ухоженного общественного пространства. Именно *двор* – основа комфортной *среды* обитания.… Люди, привыкнув к хорошим *дворам*, не потерпят беспорядка и на улице. Поэтому начинать благоустройство города надо именно с *дворов*.… Благоустраивая *дворы*, коммунальные службы и проектировщики должны информировать жителей о своих планах, выслушивать их мнения. Это непростая задача, но только так можно добиться того, чтобы люди считали дворы своими.… Тогда мусора на газонах и надписей на стенах будет меньше» [4].

2.2.2. Двор – Квартира для всех. Архитектурная компания «*REFLECTION*» в 2017 году для Москвы разработала концептуальный проект благоустройства универсального *дворового пространства*, трактуя его как «одну большую общую *Квартиру*, в которой каждый обитатель должен чувствовать себя комфортно». Поэтому все пространство *Двора* поделено на *Комнаты* – функциональные зоны, «соответствующие интересам различных возрастных и социальных групп жильцов» (рис. 2 цв. вклейки). Таким образом, в *Квартире* (где, условно, *Дом* –

К СТАТЬЕ М. В. АНДРЕЕВОЙ «ДВОР КАК РАЗНОНАПРАВЛЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СРЕДОВОЙ КОНСТРУКТ ЖИЛОЙ СРЕДЫ»

Рис. 1. Двор-Дом. Жилой комплекс «Монте Амиата», Италия, г. Милан, район Галаратезе 2, арх. Карло Аймонино (арх. студия «*Ayde*») и арх. Альдо Росси, конец 1960-х гг.

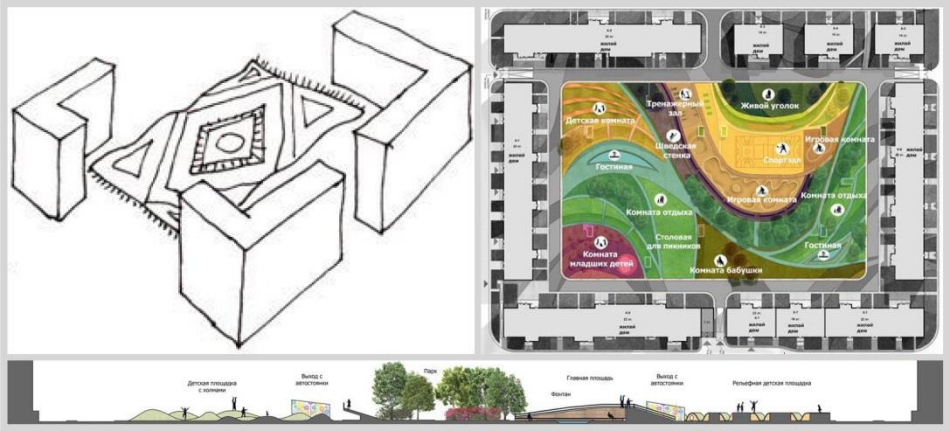


Рис. 2. Двор-Квартира. Концептуальный проект «Двор – это квартира для всех», г. Москва, арх. компания «*REFLECTION*», 2017 г.

Рис. 3. Двор-Бульвар (1). Проект благоустройства «Двор-Бульвар», ул. Славы,1, мкр-н Солнечный, г. Красноярск, инициативное бюджетирование (жители мкр-на и управляющая компания «Новый город»), 2021 г.

Рис. 4. Двор-Бульвар (2). Проект жилого *smart* комплекса «Бульвар цветов», ул. Караульная, 45, г. Красноярск, ГСК «Арбан», 2020 г.

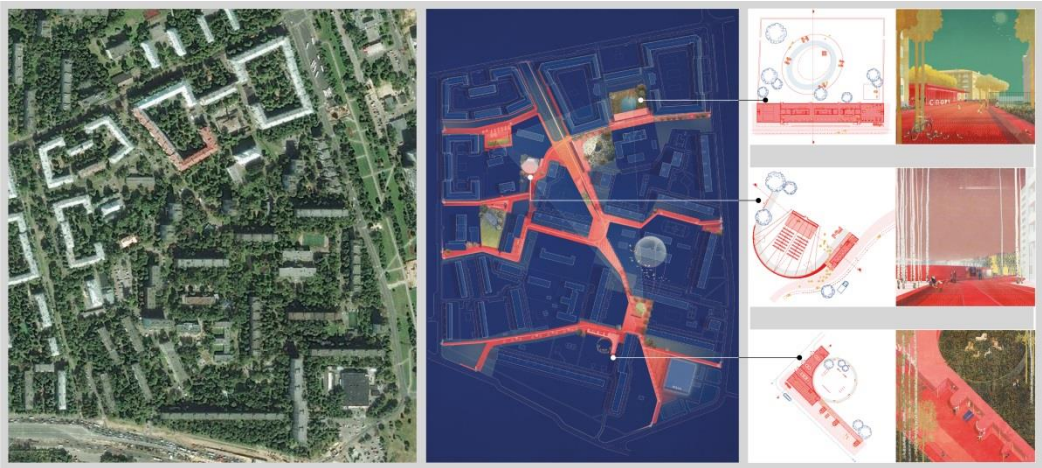


Рис. 5. «Двор-улица» (район Текстильщики, г. Москва), проект в рамках исследовательской программы московского архитектурного бюро «*MEGANOM*» (кураторы проекта – Шляховая А. А. и Дохов Р. А.), 2016–2018 гг.

Рис. 6. Двор-Парк. ЖК «*West Garden*», арх. бюро «*SPEECH* (СПИЧ)» (проектировщик), ландшафтная компания «*Arteza*» (концепция благоустройства), бюро «Дружба» и «Чехарда» (разработка площадок), компания «ИНТЕКО» (девелопер), г. Москва, пойма р. Раменка, 2021 г.

это ее «стены», *Двор* – «ковер») присутствуют следующие «*зоны-помещения*»: «*детская комната*», «*комната младших детей*», «*игровая комната*», «*живой уголок*», «*гостиная*» и «*комната отдыха*», «*спортзал*» и «*тренажерный зал*», «*шведская стенка*», «*комната бабушки*», «*столовая для пикников*». Ощущение *интериоризации* внешнего пространства, помимо общего восприятия и зонирования, поддерживается, кроме прочего, посредством *игры с масштабом* (использование разного типа уличной мебели; разработка определенных по размеру и функционалу, МАФов, например, «стол-стул» – павильон, буккросинг и так далее) [5].

Роль 2.3. Двор – Бульвар. Это *Двор,* построенный по принципу *Бульвара*, то есть «городской улицы с насаждениями и с аллеями для пешеходов, скамьями, цветниками, скульптурами», которая «часто соединяет отдельные значительные элементы городской планировки, предваряет подходы к площадям, крупным объектам» [6].

В рамках *Двора*, упрощенно можно сказать, что это некий *маршрут* с нанизанными на него площадками. Он может быть разной конфигурации (прямым, кольцевым, боле сложным или смешанным), объединяя несколько *Дворов* или организовывать пространство в границах одного.

Примерами данного типа *Двора* могут служить два объекта, расположенные в г. Красноярске. Первый из них – это проект и реализация благоустройства «кольцевого прогулочного пространства протяженностью около 1 км», пролегающего среди многоквартирных домов и объединяющего дворы микрорайона по улицам «40 лет Победы» и «Славы» под кодовым названием *Двор-Бульвар* находится в Советском районе г. Красноярска (рис. 3 цв. вклейки). Стоит отдельно отметить, что идея его создания принадлежит жителям микрорайона «Солнечный» и управляющей компании «Новый город», а сам он был выполнен в рамках реализации проектов инициативного бюджетирования в 2021 году [7].

Второй тип представляет собой многоуровневое и более сложное пространство (рис. 4 цв. вклейки). Он расположился в одноименном жилом *smart* комплексе под названием «Бульвар цветов», который находится уже в Центральном районе г. Красноярска (ул. Караульная, 45) и разработан ГСК (Группой Строительных Компаний) «АРБАН» в 2020 году [8].

Роль 2.4. «Двор-улица». Данная концепция начала разрабатываться в 2016 году Шляховой А. А., куратором проекта «*Двор-улица*» (исследовательской программы бюро «Меганом»), и Доховым Р. А., сотрудником кафедры социально-экономической географии зарубежных стран МГУ имени М. В. Ломоносова. Она представляет собой «новый взгляд на городскую периферию» и является «инструментом работы с планировочной структурой постсоциалистических городов, доставшейся им со времен социализма». В качестве «постсоциалистических объектов» для исследования и «эксперимента по преобразованию» рассматриваются «периферия» Москвы и уже сложившиеся жилые районы других городов. Особенное внимание уделяется территориям, где имела место «свободная планировка», застройка по «микрорайонному принципу» или применение «укрупненных строительных кварталов». Концептуально, механизм представляет собой, как называют его авторы, «протаивание», то есть «мягкую (бесконфликтную) методику трансформации» существующих жилых районов и создания в них сети пешеходных связей – «*Двор-улиц*» (рис. 5

цв. вклейки). Это «*Двор* для *Квартала*» и «*Улица* для *Дома*» одновременно. Авторы утверждают, что такое планировочное преобразование в том числе позволяет: «организовать рыхлые пространства микрорайонов»; «увеличить пешеходную связанность и проницаемость территории города, открывая возможности для развития новой городской экономики», коммуникации, «цельности и непрерывности в осознании города»; избежать ощущения «ничейности» пространства, «препятствующего развитию у горожан чувства причастности к месту своей повседневной жизни». Подчеркивается «значимость размера и исключительного содержания городского «места», и нехватка в городе интимных, наполненных конкретным социальным содержанием, индивидуализированных пространств». Предполагается, что восполнение подобных «пробелов» позволит выйти на «новый уровень социальной жизни» [9].

Стоит отметить, что в этой *роли* уже начинают прослеживаться попытки стирания грани между *Двором* и более крупным *Общественным пространством* (по масштабу, наполнению, средовому подходу и так далее).

Роль 2.5. Двор-Парк. Это *Двор,* построенный по принципу *Парка*, то есть «обширной озелененной территории (обычно больше 10-15 га), благоустроенной и художественно оформленной для отдыха под открытым небом (… Существует множество разновидностей.… По организации различают регулярные и ландшафтные.…)» [6]. Такая возможность может обеспечиваться в том числе благодаря конструктивным и планировочным особенностями застройки территории, наличием в арсенале ее благоустройства соответствующих ландшафтно-средовых элементов, а также непосредственной ее близости к природным объектам (с учетом обеспечения возможности взаимодействия с ними).

Примером данной *роли* может служить Жилой Комплекс «*West Garden*», который располагается в г. Москве на пересечении ул. Минской с Киевским направлением МЖД в пойме р. Раменка (рис. 6 цв. вклейки). В его создании принимали участие: проектировщик – архитектурное бюро «*SPEECH* (СПИЧ)» (руководитель и автор проекта, архитектор Сергей Чобан), благоустройство – ландшафтная компания «*Arteza*» (общая концепция благоустройства), бюро «Дружба» и бюро «Чехарда» (разработка площадок), девелопер – компания «ИНТЕКО». Как уверяют застройщики, он представляет собой «пример *greenfield development* в старых границах Москвы, подразумевающий создание жилой среды на ранее неиспользуемых территориях», что позволит «сочетать в себе преимущества жизни на природе и престижную локацию города». Фактически, здесь мы можем наблюдать взаимное перетекание двух, дополняющих друг друга средовых зон: природного *Парка* внутри большого *Двора* (переходящего в естественный природный ландшафт-полосу рекультивированного естественного *Парка*, когда *Общественное пространство – природный Парк* становится естественным продолжением *Двора-Парка*) и *Набережной* в природном заказнике (из комплекса имеется собственный выход к реке Раменка). Таким образом, в состав *Набережной* будут включены: участок площадью 7 га. благоустроенного пространства вдоль реки; прогулочные и беговые маршруты; *пешеходный мост*; игровые и спортивные площадки. Утверждается, что «вместе с прилегающей территорией протяженность благоустроенной зоны составит около 2 км, а ширина – 180 м», при этом «отсутствие прямых автомобильных заездов позволит создать здесь настоящий «*секретный сад*», тихий зеленый оазис посредине

кипящего мегаполиса». Общий внутренний *Двор-Парк*, в свою очередь, будет сформирован из: *разноцветных садов* («концепцией предусмотрено 6 типов садов: белый, алый, луговой, сиреневый, степной и душистый», каждый из которых «будет оформлен специально подобранным ассортиментом растений»), образующих приватные *дворовые* пространства; объединяющего *сады* прогулочного бульвара (*Двор-Бульвар-маршрут*); нескольких функциональных зон, предусмотренных для комфортного отдыха жителей всех возрастов. Однако и в данном примере нельзя не отметить начало определенного перехода к *Вертикали*, выражающегося в: организации полуподземного уровня *Парковки*, включающего и прочие технические помещения, необходимые для обслуживания *Домов*, а также освоении природного ландшафта, имеющего определенный уклон, превращающегося в многоярусный рельеф [10].

В заключение отметим, что *Двор* как *конструкт жилой Среды* даже в своей относительно традиционной физической форме (*Горизонталь*), это уже не просто гуманизированная версия *Придомовой территории*, о чем говорилось ранее. Предлагаем представить его как *средовой Организм*, имеющий определенные особенности и меняющий свои *роли* в зависимости от различных внешних и внутренних социально-средовых факторов и потребностей.

Конечно, с одной стороны, он связан с *Городом* и его *Средой* как важная составная часть *жилой градостроительной единицы* (*Жилого Комплекса* или *Жилой Группы*). Поэтому его масштаб и средовые возможности могут претерпевать изменения, например, в зависимости от осваиваемой им территории (ее площади и расположения в структуре *Города*), окружения (оказывая взаимное влияние и вступая в средовой обмен с близлежащими городскими пространствами) и т. д.

С другой стороны, как «особое пространство при *Доме*», он должен иметь возможность чутко реагировать на запросы проживающих в нем людей (быть социально ориентированным), максимально используя все свои данные (в том числе, примеряя на себя *роли* различных иных городских пространств или копируя их средовые свойства) для создания как можно более комфортной, насыщенной, а значит, полноценной *Среды повседневности*.

Таким образом, приведенные выше примеры (и мнения), на наш взгляд, позволяют сделать следующий вывод.

Двор – это разновеликий и разнонаправленный *средовой Организм*, который неразрывно связан с *Домом (объектом)* и его *обитателями (пользователями)* и нацелен на создание максимально комфортных условий для их взаимодействия со *Средой*, используя для этого различные способы. К ним можно отнести, например, такие как: *масштабирование* и *гибридизация* (когда организация *Двора* осуществляется по принципам условно более мелких, даже *внутренних пространств*, как *Квартира* или *Комната*, или, напротив, более крупных *внешних пространств*, как *Бульвар* или *Парк*, которые подгоняются под психофизические габаритные параметры *Дворового пространства*); *переход(ность)* (когда пространство *Двора* как бы растекается, организуя собой, физически и психологически, плавно-переходное связующее звено от непосредственно территории «при *Доме*» к близлежащим *Общественным пространствам* районного или общегородского значения и к *Среде Города* в целом); *объединение* и *систематизация* в организации и восприятии *Среды* (когда *Двор*, при необходимости и внедрении определенных планировочно-средовых

решений, позволяет, с одной стороны, обеспечить замкнутость и приватность пространств – например, *Двор-Дом, Двор-колодец,* – а, с другой – их связанность, объединение в единую внутреннюю систему, например, *комплексный Двор* как слияние нескольких территорий *Дворов* в общее пространство).

Заметим, что разнообразие способов гуманизации *Двора* как разнонаправленного архитектурно-средового *конструкта жилой Среды* не ограничивается лишь вышеперечисленными. И, как видим, в немалой степени оно может зависеть, в том числе от: изначального средового потенциала территории (средовой ситуации); степени вариативности выбранных профессионалами для ее освоения пространственно-средовых решений; и жильцов – непосредственных пользователей-обитателей *Двора*, способных не только формировать запрос, но и вносить свои коррективы в дальнейшую его жизнь.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 476.1325800.2020. Территории городских и сельских поселений. Правила планировки, застройки и благоустройства жилых микрорайонов : свод правил : издание официальное : утвержден приказом Министерства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 24 января 2020 г. № 33/пр : дата введения 2020-07-25. – URL: https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293722/4293722614 (дата обращения: 09.12.2022). – Текст : электронный.

2. Раппапорт, А. Двор. Соседство и ограниченное пространство / А. Раппапорт. – URL: http://papardes.blogspot.com/2018/09/blog-post_61.html (дата обращения: 09.12.2022). – Текст : электронный.

3. Бабуров, В. Красный динозавр. Миланский комплекс на 444 квартиры «Монте Амиата» по проекту Карло Аймонино и Альдо Росси, задуманный в конце 1960-х как прогрессивное социальное жилье, но ставший домом для среднего класса – в фотографиях Василия Бабурова / В. Бабуров, Н. Фролова. – URL: https://archi.ru/world/80002/krasnyi-dinozavr (дата обращения: 09.12.2022). – Текст : электронный.

4. Благоустройство дворов : методические рекомендации по реализации проектов повышения качества среды моногородов / ООО «КБ Стрелка», НКО «Фонд развития моногородов». – URL: https://www.adm-serov.ru/files/statica/KJKH/170512.pdf (дата обращения: 09.12.2022). – Текст : электронный.

5. Невзоров, А. Благоустройство двора многоэтажного жилого дома / А. Невзоров. – URL: https://www.abitant.com/projects/blagoustroystvo-dvora-mnogoetazhnogo-zhilogo-doma (дата обращения: 09.12.2022). – Текст : электронный.

6. Архитектура : терминологический словарь / составитель Ф. Р. Хаялина ; Оренбургский государственный университет. – Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2008. – 202 с. – URL: http://tehne.com/assets/i/upload/library/haialina-arhitektura-slovar-2008.pdf (дата обращения: 09.12.2022). – Текст : электронный.

7. В Солнечном строят двор-бульвар длиной 1 км с дорожками из щепы – впервые в Красноярске. – Текст : электронный // «7 канал Красноярск» : издание сетевое. – URL: https://trk7.ru/news/127717.html (дата обращения: 09.12.2022).

8. Арбан Smart на Караульной. Бульвар цветов / ГСК «Арбан». – URL: https://www.arban.ru/objects/residential/arban-smart-na-karaulnoi-bulvar-tsvetov (дата обращения: 09.12.2022). – Текст : электронный.

9. Шляховая, А. Двор-улица: перезапуск периферии постсоциалистического города / А. Шляховая, Р. Дохов. – Текст : электронный // Городские исследования и практики. – 2018. – Том 3, № 1. – С. 40–62. – DOI: https://doi.org/10.17323/usp31201840-62. – URL: https://usp.hse.ru/article/view/8778/10995 (дата обращения: 09.12.2022).

10. Благоустройство. – Текст : электронный // West Garden / АО «Интеко». – URL: https://garden-west.ru/landscaping (дата обращения: 09.12.2022).

ANDREEVA Mariya Vladimirovna, postgraduate student, assistant of the chair of architectural environment design, architectural workshop architect

COURTYARD AS A DIFFERENTLY DIRECTED ARCHITECTURAL AND ENVIRONMENTAL ELEMENT OF THE LIVING ENVIRONMENT

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83;
e-mail: gaude1@mail.ru
Key words: architectural environment of social orientation, adjacent territory, courtyard, yard space, living environment, comfortable environment, city, urban spaces.

The article attempts to change the perception of the Adjacent territory concept and to expand it to the Courtyard concept, as one of the elements of the Architectural Environment of social orientation in the Living Environment context; the author tries to separate its development directions (Horizontal and Vertical) identifying some of its subtypes – forms as roles within the Horizontal direction.

REFERENCES

1. SP 476.1325800.2020. Territorii gorodskikh i selskikh poseleniy. Pravila planirovki, zastroyki i blagoustroystva zhilykh mikrorayonov [Territories of urban and rural settlements. Rules for planning, development and improvement of residential microdistricts] : svod pravil : utverzhdyon prikazom Ministerstva zhilischno-kommunalnogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii ot 24 yanvarya 2020 g. № 33/pr : data vvedeniya 2020-07-25. – URL: https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293722/4293722614 (data obrascheniya: 09.12.2022).

2. Rappaport A. Dvor. Sosedstvo i ogranichennoe prostranstvo [Courtyard. Neighborhood and limited space]. – URL: http://papardes.blogspot.com/2018/09/blog-post_61.html (data obrascheniya: 09.12.2022.

3. Baburov V., Frolova N. Krasny dinozavr. Milanskiy kompleks na 444 kvartiry «Monte Amiata» po proektu Karlo Aymonino i Aldo Rossi, zadumanny v kontse 1960-kh kak progressivnoe sotsialnoe zhilyo, no stavshiy domom dlya srednego klassa v fotografiyakh Vasiliya Baburova [Red Dinosaur. Milan's Monte Amiata Housing, a 444-apartment complex designed by Carlo Aimonino and Aldo Rossi, conceived in the late 1960s as progressive social housing, but now is home to the middle class, photographed by Vasily Baburov]. – URL: https://archi.ru/world/80002/krasnyi-dinozavr (data obrascheniya: 09.12.2022).

4. Blagoustroystvo dvorov. Metodicheskie rekomendatsii po realizatsii proektov povysheniya kachestva sredy monogorodov [Courtyards improvement. Guidelines to the projects for improving the quality of environment in monoindustry cities] / OOO «KB Strelka», NKO «Fond razvitiya monogorodov». – URL: https://www.adm-serov.ru/files/statica/KJKH/170512.pdf (data obrascheniya: 09.12.2022).

5. Nevzorov A. Blagoustroystvo dvora mnogoetazhnogo zhilogo doma [Improvement of the courtyard of a multi-storey residential building]. – URL: https://www.abitant.com/projects/blagoustroystvo-dvora-mnogoetazhnogo-zhilogo-doma (data obrascheniya: 09.12.2022).

6. Arkhitektura. Terminologicheskiy slovar [Architecture. Terminological dictionary] / Sostavitel F. R. Khayalina ; Orenburgskiy gosudarstvenny universitet. – Orenburg : IPK GOU

OGU, 2008. – 202 p. – URL: http://tehne.com/assets/i/upload/library/haialina-arhitektura-slovar-2008.pdf (data obrascheniya: 09.12.2022).

7. V Solnechnom stroyat dvor-bulvar dlinoy 1 km. s dorozhkami iz schepy vpervye v Krasnoyarske [One km long courtyard-boulevard is being built in Solnechny with paths made of wood chips for the first time in Krasnoyarsk] : «7 kanal Krasnoyarsk». – URL: https://trk7.ru/news/127717.html (data obrascheniya: 09.12.2022).

8. Arban Smart na Karaulnoy. Bulvar tsvetov [Arban Smart on Karaulnaya. Boulevard of Flowers] / GSK «Arban». – URL: https://www.arban.ru/objects/residential/arban-smart-na-karaulnoi-bulvar-tsvetov (data obrascheniya: 09.12.2022).

9. Shlyakhovaya A., Dokhov R. Dvor-ulitsa: perezapusk periferii postsotsialisticheskogo goroda [Courtyard/street: relaunching the periphery of a post-socialist city] // Gorodskie issledovaniya i praktiki. – 2008. – Vol. 3. № 1. P. 40–62. DOI: https://doi.org/10.17323/usp31201840-62 . – URL: https://usp.hse.ru/article/view/8778/10995 (data obrascheniya: 09.12.2022).

10. Blagoustroystvo [Improvement of "West Garden" Residential complex] / AO «Inteko». – URL: https://garden-west.ru/landscaping (data obrascheniya: 09.12.2022).

© М. В. Андреева, 2023
Получено: 07.02.2023 г.

УДК 725 (470.341-25)

И. С. КРАСАВИНА, аспирант кафедры архитектурного проектирования

ПОИСКИ НОВЫХ РЕШЕНИЙ В АРХИТЕКТУРЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ 1960–1970-Х ГОДОВ В Г. ГОРЬКОМ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (950) 610-93-56;
эл. почта: hydogka1@yandex.ru
Ключевые слова: общественные здания, архитектура, г. Горький.

Рассматриваются общесоюзные тенденции формирования архитектуры (интернациональная архитектура, прием вертикального членения фасадов, прием создания мелкой пластики фасада, синтез искусств в архитектуре, поиски объемной выразительности формы) и региональные особенности (образная выразительность здания, взаимодействие с конкретным местом и учет градостроительных факторов) в архитектуре общественных зданий в г. Горьком в эпоху технологизма 1960–1970-х годов.

Период 1960–1970-х годов – это новый этап в истории отечественной архитектуры, который во многом ассоциируется с понятием технологизма (термин, предложенный академиком А. В. Иконниковым) и типовой архитектурой. Однако даже в условиях типового строительства в городе Горьком возникали и совершенствовались разнообразные приемы и способы архитектурного формообразования зданий, среди которых были как общесоюзные тенденции, так и региональные особенности. Наиболее ярко этот процесс творческого поиска проявился в архитектуре общественных зданий. Среди общесоюзных тенденций в г. Горьком большое распространение получила «стеклянная» архитектура, отличительной особенностью которой стало применение больших поверхностей стекла на фасадах или полностью остекленных стен.

В качестве примера среди зданий зрелищного назначения в г. Горьком можно привести кинотеатр «Москва», построенный по типовому проекту в 1966 году на проспекте Героев, недалеко от Московского шоссе (рис. 1 цв. вклейки). Здание является аналогом многих столичных образцов «стеклянной» архитектуры (например, здание Международного почтамта, Москва. Комсомольская площадь, 1А (арх. А. Игнатьева, инж. Г. Чернышев (Моспроект), 1967 г.) [1] (рис. 3 цв. вклейки), где главный вход выполнен на фоне стеклянной поверхности главного фасада с равномерной сеткой металлических переплетов.

Интересным для города объектом является здание музея истории художественных промыслов (арх. Ю. П. Осин, 1972–1975 гг.) в историческом центре города на ул. Б. Покровской, 43 (быв. ул. Свердлова) (рис. 2 цв. вклейки). Стеклянная плоскость главного фасада членилась на этажи горизонтальными полосами темного тонированного стекла. Выполненный в духе «стеклянной» архитектуры объект включает в себя торговую функцию на первом этаже здания и три этажа музейных фондов, мастерских и помещений музея с предметами традиционного народного искусства. Верхнюю часть здания украшает

декоративное панно на тему хохломской росписи. Мозаичный фриз из смальты был создан художниками К. И. Шиховым и Д. А. Макаровым. На красочной мозаике изображены персонажи народного искусства. Таким образом, стеклянный параллелепипед приобрел синтез интернациональной и региональной архитектуры.

До 1960-х годов продовольственные магазины в городах СССР преимущественно располагались в первых этажах жилых домов или в виде пристроенных блоков. Среди предприятий торговли в г. Горьком рассматриваемого периода можно отметить первые самостоятельные здания универсамов (магазинов самообслуживания), которые представляли собой новый тип зданий, отличающийся более широкой специализацией. Примером может быть универсам «Автозаводский» (1971 г.) (рис. 4 цв. вклейки). В плане здание представляло простой прямоугольник. Первый этаж по главному фасаду имел сплошное остекление с рядом вертикальных колонн квадратного сечения. Второй этаж, административный, его обрамляла сплошная полоса глухой стены. На глухой части фасада обязательно присутствовала надпись «УНИВЕРСАМ», а ближе к входу – надпись о месте расположения здания, т. е. «Нижегородский», «Сормовский», «Автозаводский» и т. д. в зависимости от расположения в каком-либо районе города.

Среди типов общественных зданий для научно-исследовательских, административных учреждений, проектных организаций можно выделить здание Горьковского НИИ радиосвязи (ныне НПП «Полет») на пл. Комсомольской, 1 (арх. Ю. П. Осин, 1979 г.) в Ленинском районе города (рис. 5 цв. вклейки). Его можно сравнить, например, со зданием Гидропроекта в Москве (арх. Г. Яковлев, Н. Джеванширова, 1960–1967 гг.) [2] (рис. 6 цв. вклейки). Остекленная многоэтажная часть здания выполнена в духе интернациональной «стеклянной» коробочной архитектуры, которая была характерна для творчества лидера зарубежного модернизма – архитектора Л. Мис ван дер Роэ в 1950–1960-е годы в США, а затем стала основой универсального архитектурного языка по всему миру. Многоэтажное здание-пластина на Комсомольской площади расположено строго по оси Молитовского моста. Такое положение образует визуальную связь верхнего берега с нижним, а само здание становится градостроительной доминантой и ориентиром места.

Характерным для придания архитектурной выразительности простым объемам общественных зданий разной типологии стал общесоюзный прием вертикального членения фасадов. Среди знаковых примеров культурно-просветительских учреждений – Дом политпросвещения, где располагался университет марксизма-ленинизма (привязка типового проекта – арх. В. Н. Рымаренко, 1973 г.) (рис. 7 цв. вклейки). Здание (ныне концертный зал «Юпитер») находится в Нижегородском районе города на Октябрьской площади. Внешний облик здания подчинен упорядоченной системе вертикальных членений второго этажа. Компактный план, симметрия, гармония и простота архитектурного решения на ассоциативном уровне связывает здание партийного просвещения с Дворцом съездов в Московском кремле (арх. М. В. Посохин, 1956–1961 гг.) [3] (рис. 9 цв. вклейки), чей прием спокойного ритма вертикальных пилонов приобрел широкое распространение по всей стране.

Аналогичный подход к формированию архитектуры использовался и при проектировании здания Московского железнодорожного вокзала

(арх. М. А. Готлиб, 1965 г.), расположенного в Канавинском районе города на пл. Революции (рис. 8). Фасады главного корпуса сформированы рядом частых вертикальных простенков в виде пилонов, что создает напряженный ритм узких остекленных проемов. Простота и четкость архитектурного решения придает сооружению определенную материальность и монументальность.

Другой характерный прием, отвечающий общесоюзным тенденциям формирования архитектуры в г. Горьком – это создание мелкой пластики фасада. Наиболее ярко такое решение нашло свое отражение в архитектуре гостиницы «Центральная» на площади Ленина в г. Горьком (арх. Б. С. Нелюбин, В. Я. Ковалев, В. В. Воронков, 1968–1975 гг.) [4] (рис. 10 цв. вклейки). В качестве московского аналога можно рассматривать утраченную гостиницу «Россия» в Зарядье в Москве (арх. Д. Чечулин, П. Штеллер, Н. Вишневский, 1962–1969 гг.) [3] (рис. 12 цв. вклейки). Оба примера передают образ крупного здания, пластика фасадов которого не разрушает общей структуры объема. Гостиница в г. Горьком по масштабу меньше столичного здания. Оно выглядит более органично благодаря соразмерности пространству и жилой застройке пл. Ленина и комплексному подходу к проектированию данной территории [4].

Среди зданий учебно-воспитательного назначения можно выделить Дом пионеров в Сормовском районе города на ул. Коминтерна, 250 (ныне ЦДТ – центр детского творчества) (рис. 11, 14 цв. вклейки). Здание было введено в эксплуатацию в 1976 году. Композиция здания несимметрична. Правая часть главного фасада отличается активной мелкой пластикой обрамления окон. На левом углу главного фасада имеется элемент декоративно-прикладного искусства – выполненное чеканным методом панно на тему борьбы за светлое коммунистическое будущее (худ. А. П. Русин). Таким образом, Сормовский дом пионеров представляет собой не только пример использования мелкой пластики на фасадах здания, но и является воплощением другого архитектурного приема – синтеза искусств в архитектуре, который впервые был практически применен при оформлении фасадов здания Дворца пионеров (арх. В. Егерев, В. Кубасов, Ф. Новиков, И. Покровский, 1958–1962 гг.). Синтез искусств в советской архитектуре представляет собой одну из самых распространенных тенденций, которая нашла свое отражение во многих городах страны, в том числе и в городе Горьком.

Значительные изменения в стране происходили в области театрального зодчества. Наблюдался отход от традиционной обязательно симметричной композиции театральных зданий, а также от декорирования фасадов. Важным событием для города стало строительство на ул. Максима Горького, 145, здания Театра Юного Зрителя на 800 мест (арх. И. Заславская, Ю. Шварцбрейм, С. Амурская, 1968–1979 гг.) (рис. 13 цв. вклейки). В его архитектуре отчетливо выражены тенденции поисков художественной выразительности [5]. Сочетание современных стеклянных фасадов с четкой сеткой бетонной решетки, со скульптурной открытой лестницей, ведущей в парк с террасы фойе, а также элемент декоративно-прикладного искусства (барельеф в виде театральных масок), который подчеркивает угол здания – все это позволило театру стать одним из примечательных объектов города того времени. В качестве аналога, схожего по объемно-пространственному решению и наличию элемента синтеза искусств, можно рассматривать фасады драматического театра в Туле (арх. С. Галаджева,

В. Красильников, А. Попов, В. Шульрихтер и др., 1965–1970 гг.) [2] (рис. 15 цв. вклейки).

Такое художественное средство, как декоративное панно на фасадах зданий, часто встречается в архитектуре кинотеатров этой эпохи. Одним из примеров служит кинотеатр «Октябрь» на ул. Б. Покровской, 51 (быв. Свердлова) в Нижегородском районе города (арх. Л. Б. Рождественская, 1962–1963 гг.) (рис. 16 цв. вклейки). На главном фасаде, который обращен на центральную улицу исторического центра города, было размещено декоративное тематическое панно (худ. Д. Д. Арсенин, Е. И. Шихов). Подобный прием можно встретить и в архитектуре столичных кинотеатров (например, кинотеатр «Октябрь» в Москве (арх. М. В. Посохин, 1967 г.) на пр. Калинина (ныне на Новым Арбате) [3]) (рис. 18 цв. вклейки).

Панно, отображающее собирательный образ юного техника (худ. Д. Д. Арсенин), можно увидеть на трехэтажном здании детского клуба (ныне Центр детского технического творчества на улице Фучика, 1 в Автозаводском районе города (рис. 17 цв. вклейки). Здание было спроектировано по типовому проекту (2С-02-5) «Станция юных техников на 400 мест» ЦНИИЭП учебных зданий в 1964 году и построено в 1974 году в г. Горьком. Оно включало в свой состав учебные лаборатории, механическую мастерскую, лакокрасочную, актовый зал, гараж на две учебные машины.

Можно говорить и о поисках выразительности в области формообразования архитектуры 1960–1970-х годов как об одной из общесоюзных тенденций в архитектуре города Горького. Примером внимания к объемной выразительности здания может быть многозальный кинотеатр «Россия» (по типовому проекту) на проспекте Ленина, 32, возведенный в 1969 году (рис. 19 цв. вклейки). Связь с общесоюзными тенденциями можно проследить на примере северной столицы – концертный зал «Октябрьский» в Ленинграде (арх. В. Каменский, А. Жук, 1967 г.) [2] (рис. 20 цв. вклейки). Для этих зданий характерна тема крупной рамы, обрамляющей остекленную часть главного фасада, напоминая проем сцены или экран.

В архитектурной типологии общественных зданий того времени важное место занимают здания гостиниц. Примером может быть гостиница «Нижегородская» (арх. Л. Ю. Гальперин, 1965 г.), расположенная на верхнем берегу Волги на ул. Заломова, 2 (рис. 21 цв. вклейки). В архитектуре здания выявлены разные по своим характеристикам объемы: многоэтажная пластина с жилой функцией и горизонтальный одноэтажный объем с обслуживающими функциями и рестораном. Лентообразное остекление фасадов наводит на мысль о взаимосвязи с примером архитектуры гостиницы «Ленинград» на Выборгской стороне Невы в Ленинграде (арх. С. Сперанский, В. Струзман, Н. Каменский, 1970 г.) [6] (рис. 22 цв. вклейки). Здесь также можно проследить композицию из двух разновеликих объемов – многоэтажный прямоугольный корпус с номерами и примыкающий к нему цилиндрический объем ресторана. Образ гостиницы созвучен также со столичным примером – гостиницей «Юность» в Хамовниках в Москве (арх. Ю. Арндт, Т. Баушева, 1961 г.) [7] (рис. 23 цв. вклейки). Композиционно это здание гостиницы представляет собой вытянутый стеклянный параллелепипед.

В крупных и крупнейших городах СССР в 1960–1970-е годы повсеместно возводились здания цирков. Город Горький не стал исключением. Здание цирка

К СТАТЬЕ И. С. КРАСАВИНОЙ «ПОИСКИ НОВЫХ РЕШЕНИЙ В АРХИТЕКТУРЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ 1960–1970-Х ГОДОВ В Г. ГОРЬКОМ»

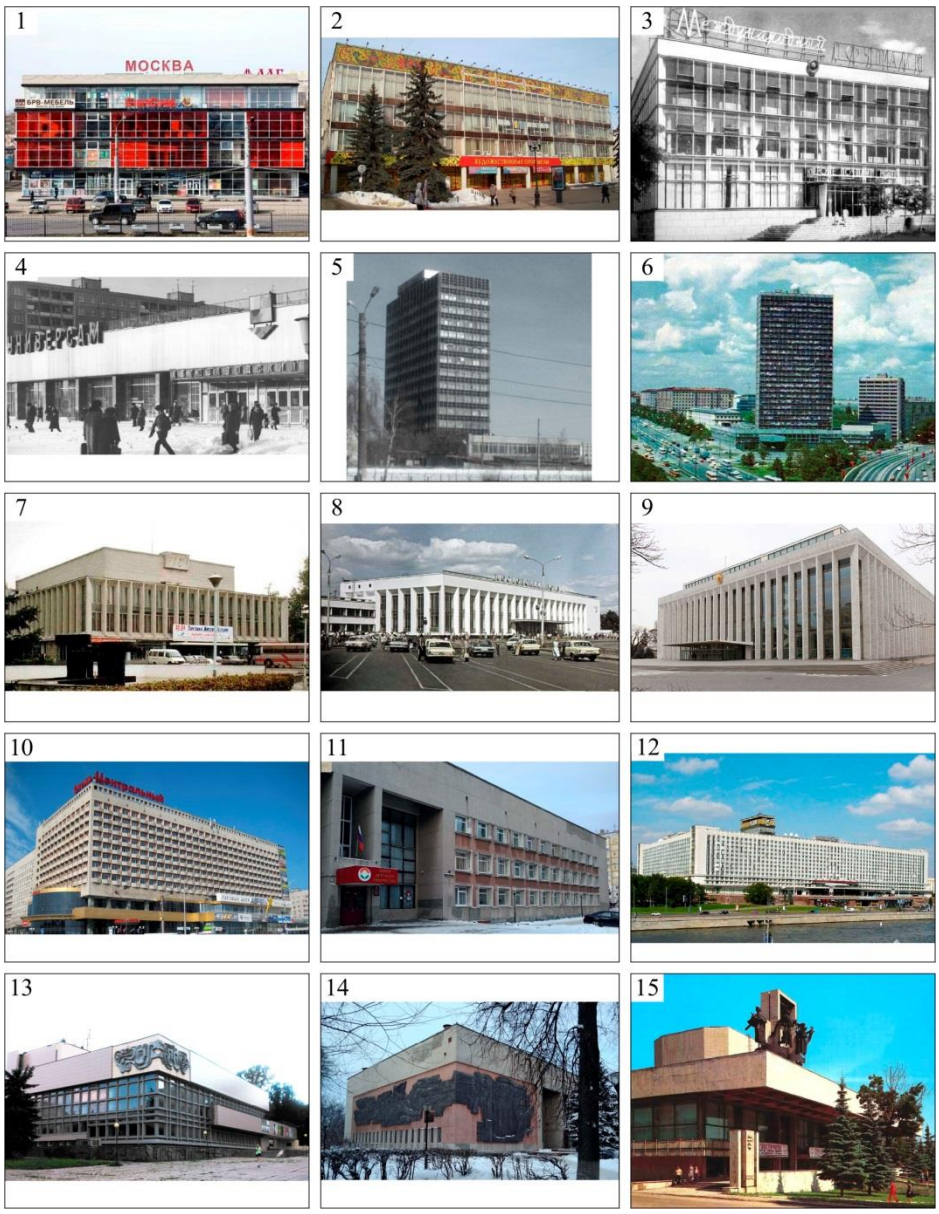


Рис. 1. Кинотеатр «Москва» в г. Горьком
Рис. 2. Здание художественных промыслов в г. Горьком
Рис. 3. Международный почтамт в Москве
Рис. 4. Автозаводский универсам в г. Горьком
Рис. 5. Здание Горьковского НИИ радиосвязи
Рис. 6. Здание Гидропроекта в Москве
Рис. 7. Здание Партийного Просвещения в г. Горьком
Рис. 8. Здание Московского железнодорожного вокзала в г. Горьком
Рис. 9. Дворец съездов в Москве
Рис. 10. Гостиница «Центральная» в г. Горьком
Рис. 11. Сормовский Дом пионеров в г. Горьком
Рис. 12. Гостиница «Россия» в Зарядье в Москве
Рис. 13. ТЮЗ в г. Горьком
Рис. 14. Сормовский Дом пионеров в г. Горьком
Рис. 15. Драматический театр в Туле

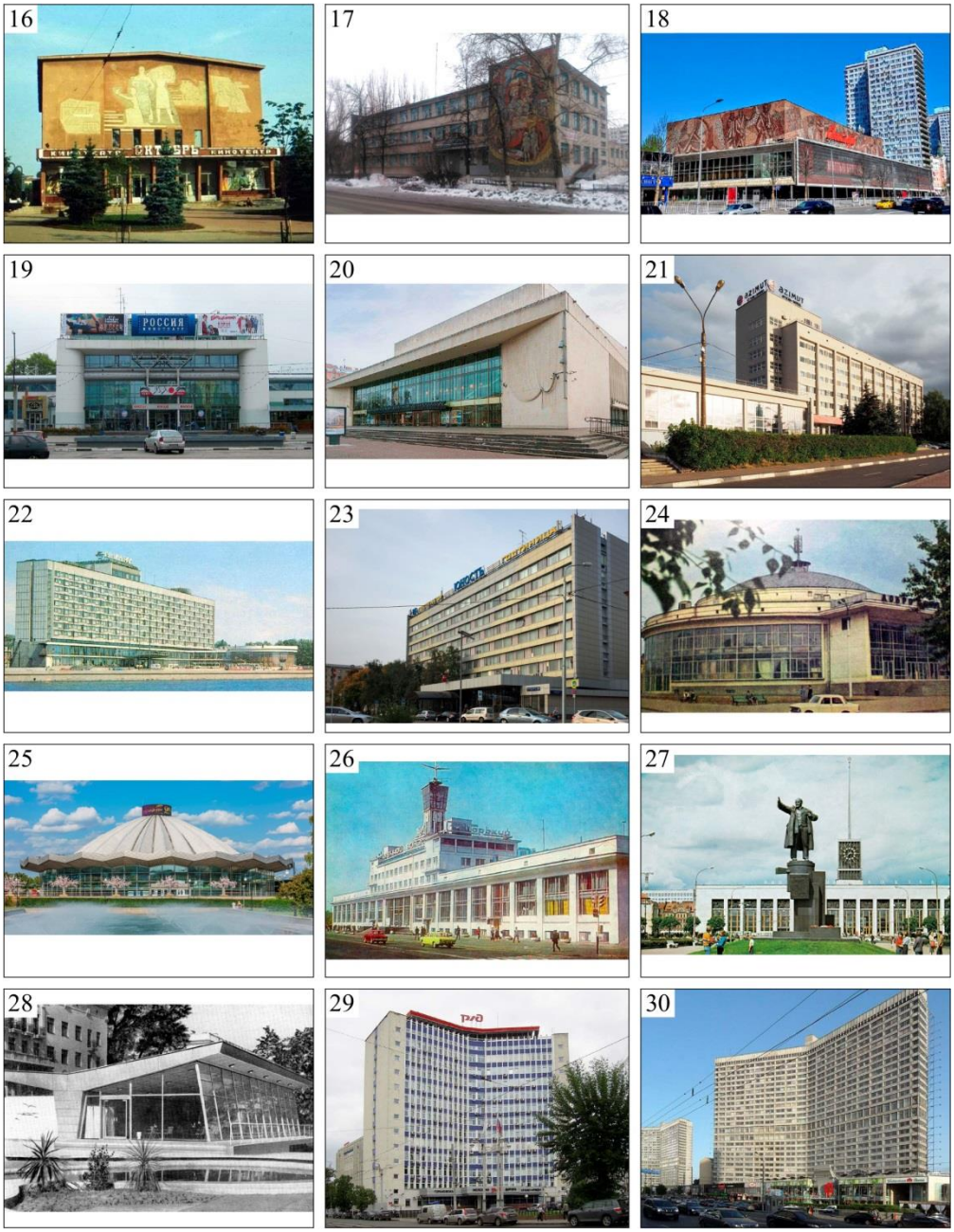


Рис. 16. Кинотеатр «Октябрь» в г. Горьком
Рис. 17. Автозаводский клуб юного техника в г. Горьком
Рис. 18. Кинотеатр «Октябрь» в Москве
Рис. 19. Кинотеатр «Россия» в г. Горьком
Рис. 20. Концертный зал «Октябрьский» в Ленинграде
Рис. 21. Гостиница «Нижегородская» в г. Горьком
Рис. 22. Гостиница «Ленинград» в Ленинграде
Рис. 23. Гостиница «Юность» в Хамовниках
Рис. 24. Цирк в г. Горьком
Рис. 25. Цирк на проспекте Вернадского в Москве
Рис. 26. Речной вокзал в г. Горьком
Рис. 27. Финляндский железнодорожный вокзал в Ленинграде
Рис. 28. Кафе «Чайка» в г. Горьком
Рис. 29. Управление Горьковской железной дороги
Рис. 30. Здания министерств на Новом Арбате в Москве

было построено в 1964 году в Канавинском районе города (арх. С. Сатунц, Г. Напреенко) [4] (рис. 24 цв. вклейки). Оно отличалось своей новизной и индивидуальностью формы. В качестве примера для сравнения можно рассмотреть цирк на проспекте Вернадского в Москве (арх. Я. Белопольский, Е. Вулых, С. Феоктистов, В. Хавин, 1968 г.) [6] (рис. 25 цв. вклейки). В архитектуре двух объектов есть схожесть во внешнем облике, который определялся стеклянным цилиндром, а также различия, которые выражены в конструкциях перекрытия зала. В г. Горьком покрытие представляло пологий купол, а в Москве – складчатое покрытие.

К региональным особеностям формирования архитектуры города можно отнести поиски образной выразительности здания в условиях экономии средств и стандартизации. Такой прием встречается среди учреждений транспорта – в здании речного вокзала (М. И. Чурилин, Л. С. Смирнова, 1964 г.) [4] (рис. 26 цв. вклейки). Он расположен в историческом центре города, на Нижневолжской набережной. За счет ступенчатого силуэта и использования белого цвета, горизонтальной композиции с надстройкой верхнего этажа здание визуально напоминает корабль, что позволяет говорить об определенной степени его образной выразительности как о приеме формирования современной архитектуры. В данном случае, несомненно, присутствует и преемственность архитектуры с примерами транспортных сооружений в других городах. Так, например, при сравнении здания с финляндским железнодорожным вокзалом в Ленинграде (П. А. Ашастин, Н. В. Баранов, 1961 г.) [6] (рис. 27 цв. вклейки) среди общих черт можно выявить схожее решение основного объема: простого по геометрии протяженного остекленного фасада, увенчанного высоким шпилем.

Оригинальным объектом рассматриваемого периода является кафе «Чайка» на Верхневолжской набережной (рис. 28 цв. вклейки). Кафе выполнено по проекту архитектора В. Лапина в 1968 году. Архитектурное решение соответствует своему названию, и его силуэт символизирует парящую над берегами Волги птицу [4], что достигается за счет применения конструкций в виде V-образных опор, напоминающих крылья. Следует отметить, что кафе «Чайка», помимо образной стороны, наглядно демонстрирует и другую региональную особенность формирования архитектуры – взаимодействие с конкретным местом и учет градостроительных факторов. Здание расположено на бровке берегового откоса р. Волги в Александровском парке.

В большинстве примеров поиски архитектурных решений находятся в русле общесоюзных тенденций. Среди административных зданий можно выделить здание управления Горьковской железной дороги, филиал ОАО РЖД (1975 г.) (рис. 29 цв. вклейки). Оно замыкает перспективу проспекта Ленина, находясь на пересечении улиц Октябрьской революции и Июльских дней. «Вертикальный акцент остро необходим здесь, чтобы создать ориентир, дисциплинирующий структуру окружающего района и принимающий на себя протяженную ось проспекта» [3, с. 145]. Архитектурная форма данного объекта близка к общей тенденции поиска объемной выразительности архитектуры, напоминая здания министерств на Новом Арбате в Москве в виде «раскрытых книг» (М. В. Посохин, 1968 г.) (рис. 30 цв. вклейки). Эти объекты характеризуются своим выразительным внешним обликом – двумя расположенными под углом друг к другу корпусами. Дополняют фасады вертикальные ряды тонких выступающих

пилонов, что частично отсылает нас к другой характерной тенденции – вертикальному членению фасадов.

Подводя итог проведенному анализу, можно сказать, что в городе Горьком 1960–1970-х годов в условиях экономического минимализма при строительстве общественных зданий активно использовались различные приемы формообразования. «Обзор архитектуры рассматриваемого периода позволяет констатировать, что архитектура г. Горького является неотъемлемой интегральной составляющей мирового и отечественного зодчества» [8, с. 31 цв. вклейки]. В период типового строительства в г. Горьком мастера сумели поддержать и усовершенствовать общесоюзные тенденции. Было выявлено использование следующих распространенных по всей стране приемов: «стеклянная архитектура», прием вертикального членения фасадов, прием использования мелкой пластики фасада, синтез искусств в архитектуре, поиски морфологической выразительности здания.

Исследование показало, что осуществлялись попытки создания индивидуальной формы объекта, которые находятся в русле местных особенностей формирования архитектуры. Разрабатывался новый подход к проектированию, основанный на ассоциативной выразительности здания. Таким образом, в Горьком были созданы знаковые объекты архитектуры эпохи раннего модернизма, которые ярко характеризуют свое время. Разработанные в период типовой архитектуры приемы, методы и подходы к проектированию были необходимы в конкретных условиях того времени и заложили основы дальнейшего развития современной архитектуры в Нижнем Новгороде.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Советская архитектура : Ежегодник. 1962–1963 / редкол. : К. И. Трапезников. – Москва : Стройиздат, 1967. – 217 с.

2. Всеобщая история архитектуры. В 12 т. Т. 1. Архитектура СССР / под ред. Н. В. Баранова, А. В. Бунина, Н. П. Былинкина [и др.]. – Москва : Стройиздат, 1975. – 753 с.

3. Иконников, А. В. Архитектура Москвы. XX век / А. В. Иконников. – Москва : Моск. рабочий, 1984. – 222 с. : ил.

4. Бубнов, Ю. Н. Архитектура города Горького : Очерки истории / Ю. Н. Бубнов, О. В. Орельская. – Горький : Волго–Вят. кн. изд–во, 1986. – 191 с.

5. Лучшие произведения советских зодчих 1970-1972 гг. / Союз архитекторов СССР ; сост. А. А. Сударикова. – Москва : Стройиздат, 1975. – 119 с. : ил.

6. Былинкин, Н. П. Современная советская архитектура 1955–1980 гг. : учеб. для вузов / Н. П. Былинкин, А. М. Журавлев, И. В. Шишкина [и др.] ; под ред. Н. П. Былинкина, А. В. Рябушина. – Москва : Стройиздат, 1985. – 224 с. : ил.

7. Журавлев, А. М. Архитектура Советской России / А. М. Журавлев, А. В. Иконников, А. Г. Рочегов. – Москва : Стройиздат, 1987. – 447 с. : ил.

8. Орельская, О. В. Советский модернизм в архитектуре Горького / О. В. Орельская // Горький. Модернизм. – Tatlin, 2018. – С. 25–31.

KRASAVINA Irina Sergeevna, postgraduate student of the chair of architectural design

THE SEARCH FOR NEW SOLUTIONS IN THE ARCHITECTURE OF PUBLIC BUILDINGS OF THE 1960S – 1970S IN GORKY

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering 65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (950) 610-93-56; e-mail: hydogka1@yandex.ru
Key words: public buildings, architecture, Gorky.

The article examines the all-Union trends in the formation of architecture (international architecture, the method of vertical division of facades, the method of creating fine facade plastics, the synthesis of arts in architecture, the search for spatial expressiveness of form) and regional features (figurative expressiveness of a building, interaction with a specific place and consideration of urban factors) in the architecture of public buildings in Gorky in the era of technologism of the 1960s –1970s.

REFERENCES

1. Sovetskaya arkhitektura [Soviet architecture] : Ezhegodnik. 1962–1963 /red. K. I. Trapeznikov. – Moscow : Stroyizdat, 1967. – 217 p.
2. Vseobschaya istoriya arkhitektury [General history of architecture]. V 12 tomakh. Vol. 1. Arkhitektura SSSR [Architecture of the USSR] / ed. N. V. Baranov, A. V. Bunin, N. P. Bylinkin [et al.]. – Moscow : Stroyizdat, 1975. – 753 p.
3. Ikonnikov A. V. Arkhitektura Moskvy. XX vek [Architecture of Moscow. XX century]. – Moscow : Mosk. rabochiy, 1984. – 222 p. : il.
4. Bubnov Yu. N., Orelskaya O. V. Arkhitektura goroda Gorkogo : Ocherki istorii [Architecture of the city of Gorky: Essays on history]. – Gorky : Volgo–Vyat. kn. izd–vo, 1986. – 191 p.
5. Luchshie proizvedeniya sovetskikh zodchikh 1970-1972 gg. [The best works of Soviet architects of 1970-1972]; Soyuz arkhitektorov SSSR; sost. A. A. Sudarikova. – Moscow : Stroyizdat, 1975. – 119 p. : il.
6. Bylinkin N. P., Zhuravlyov A. M., Shishkina I. V. [et al.]. Sovremennaya sovetskaya arkhitektura 1955–1980 gg. [Modern Soviet architecture of 1955-1980]: ucheb. dlya vuzov; red. N. P. Bylinkin, A.V. Ryabushin. – Moscow : Stroyizdat, 1985. – 224 p. : il.
7. Zhuravlyov A. M. Ikonnikov A. V., Rochegov A. G. Arkhitektura Sovetskoy Rossii [Architecture of Soviet Russia] – Moscow : Stroyizdat, 1987. – 447 p. : il.
8. Orelskaya O. V. Sovetskiy modernizm v arkhitekture Gorkogo [Soviet modernism in Gorky's architecture] / Gorky. Modernizm. – Tatlin, 2018. – P. 25−31.

© И. С. Красавина, 2023
Получено: 08.02.2023 г.

УДК 72.01:159.91

Е. С. КРАШЕНИННИКОВА, канд. филос. наук, доц. кафедры сервиса, туризма и менеджмента; С. В. НОРЕНКОВ, д-р филос. наук, проф. кафедры архитектурного проектирования; В. В. ШИЛИН, ст. преп. кафедры архитектурного проектирования

КОНЦЕПТОГЕНЕЗ ПСИХОФИЗИОЛОГИИ СОВРЕМЕННОГО ПРОЕКТНОГО ТВОРЧЕСТВА В СОТВОРЕНИИ АНСАМБЛЕВЫХ ПРОСТРАНСТВ

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: концептогенез, психофизиология, проектное творчество, сотворение, ансамбль, пространство.

Концептогенез в проектном творчестве проявляется посредством совокупности генеральных идей, идейности и идеологических установок. Психофизиологическое состояние автора в проектной деятельности отражается на выразительности строений, образующих ансамбль или органичность включения в него произведений. Совокупность перспективных идей, закладываемых в проектном творчестве, в будущем сотворении ансамблей определяет успехи в жизни и деятельности людей.

Архитектоника ансамбля необходима и важна в различных своих проявлениях для всех без исключения социальных групп и психофизиологических типов людей. Организованное архитектурно-градостроительное пространство является одним из самых «тяжелых и неподвижных искусств» в табеле о рангах системы многофункциональных явлений культуры. В системе искусств оно предстает самым необходимым и используемым индивидуально и коллективно. Большую часть жизни люди находятся именно в разных предметно-пространственных средах и для всех тех, кто создает и потребляет ее, все начинается с психофизиологических актов восприятия и творчества. Идет нарастание сложности организации окружающей среды в поселениях и городах самого разного регионального масштаба [1].

При проявлении совершенства люди современного коммуникационного общества с разной психофизиологией не просто испытывают позитивные эмоции, но все чаще прибегают к неким идеям, как особым посредникам для успешного освоения и использования своего окружения. Если все окружение человека зависит от смысловой эффективности проектного творчества, предопределяющего будущие пространства, то возникает связующие ментальные качества, объединяющие и организующие людей через авторские генеральные идеи – концепции. Конкуренция и кооперация на разных временных этапах производства и потребления могут приобретать в психофизиологии людей самые противоречивые проявления.

Переходы от образа к облику и наоборот более всего интересуют автора проекта в плане личной идентификации со своими творческими установками и психофизиологией предпочтений для тех или иных решений пространственных

полей, сфер, ареалов и сред. В процессах потребления люди могут сознательно, подсознательно или бессознательно переживать весь спектр психических и физиологических моментов взаимодействия со своей окружающей средой. В творческом процессе для авторов важно именно синхронотопическое ощущение от замысла до его воплощения и прочтения потребителем в реалиях взаимодействий субъекта и объекта, взаимно понятной деятельности сотворения в диалоге времен [2].

Учение о концептогенезе в наиболее развернутой форме описал В. В. Фармаковский [3]. В его глубоком и объемном труде «Концептогенез» дается обобщающая теория и методология генетических закономерностей бытия идеальных комплексов, раскрывающих самые разные ансамблевые явления действительной реальности. Архитектурно-градостроительно-дизайнерские ансамбли как реализованные проектные замыслы, прежде всего, лежат в основе повседневной и эпической онтологии – бытийной жизни людей (рис. 1, 2).

В архитектоническом творчестве не может быть произвола и «полной» свободы, которая в значительной мере есть в «чистых» искусствах: скульптуре, живописи, музыке, поэзии. Это также справедливо особенно во множестве других современных творческих проявлениях жизни и деятельности людей: инсталляциях, перформенсах, лэнд-арт, дигитал-арт, праздничных действиях, карнавалах. Современные узаконенные своды правил и одновременно высокий уровень конкретно-абстрактных обобщений экспертизы, технико-технологические средства при создании окружающей среды, специфически ориентированы на телематические способы современной передачи данных. Они же обусловлены множеством предметно-функциональных, организационно-управленческих и информационно-технологических проблем, определяемых самой жизнью создания, функционирования, конечной судьбы ансамблево-пространственных территорий (рис. 3).

Прагматические и идеализированные правила комплексных подходов также не дают полностью волю современным архитекторам и их смежникам в выражении своих индивидуальных психофизиологических пристрастий, образного строя мыслей в ансамблестроении. И все же административные лимиты, спектры финансовых возможностей инвесторов, влияющие на типовое и беспрототипное проектирование, не могут удержать авторов при использовании местных материалов и учета особенностей места, труда, быта, жизни, самой психофизиологии граждан. Потому то и нет совершенно одинаковых поселений и городов, их улиц во всем мире. Особенно ярко проектный синтез архитектонических искусств реализовался в современных пешеходных улицах исторических городов [4].

Чем же отмечает себя и «сама-в-себе» во всех своих многовекторных психофизиологических проявлениях архитектонико-пространственная среда? Даже поверхностные взгляды на дома, улицы, площади, поселения и города говорят об их различиях именно с точки зрения авторской психофизиологии. Опять же это все есть результат универсальной теории отражения для очень разных людей, создающих и потребляющих свое окружение. В положительном ответе на наш первоначальный вопрос об идеальных истоках творчества есть дополнительная аргументация, подтверждаемая наличием развивающихся по своим правилам сетей, обслуживания психофизиологических потребностей и способностей людей с точки зрения концепции одеонормативной истины [5].

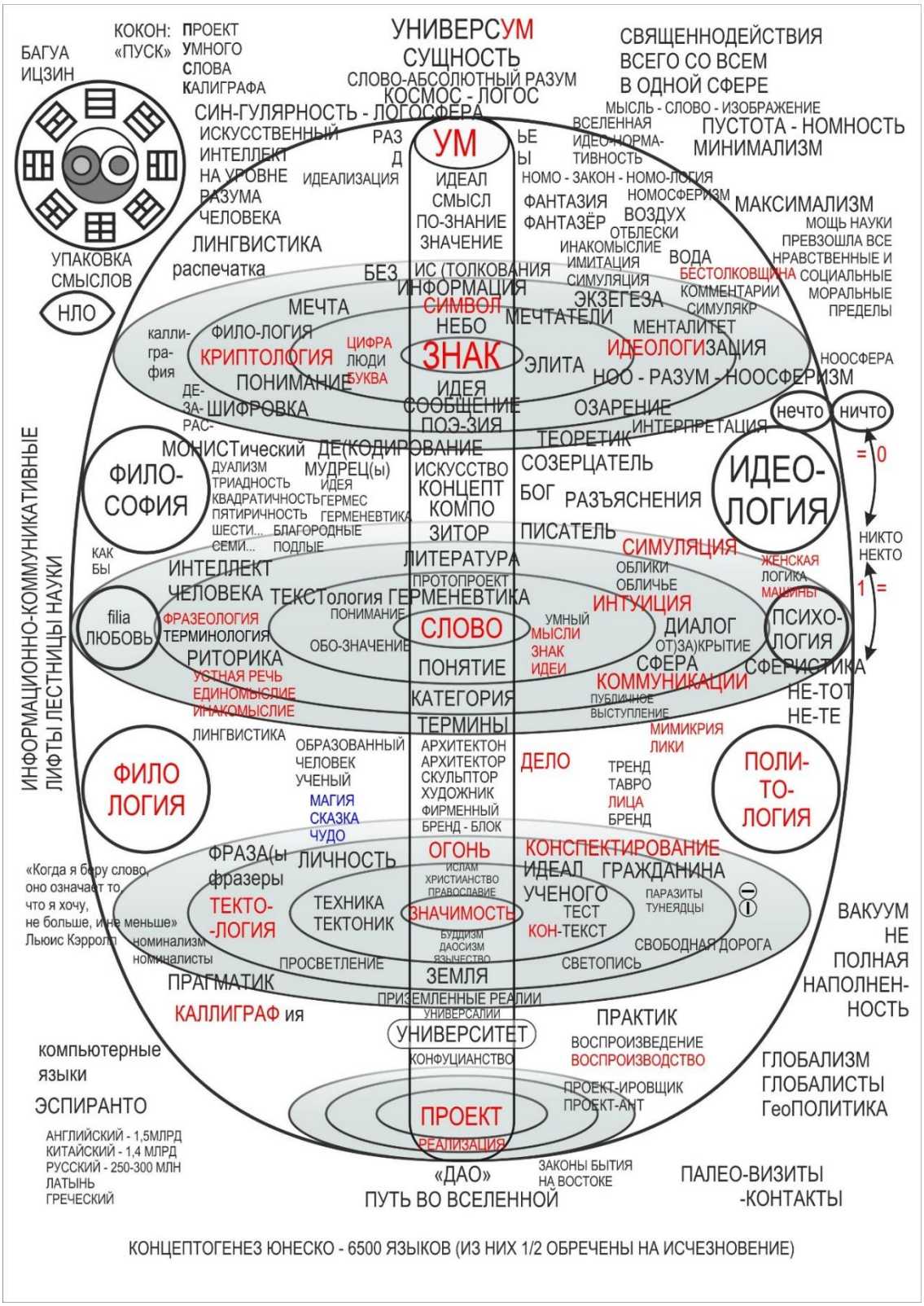


Рис. 1. Поисковая сфелторная модель важнейших смысловых концептов проекта

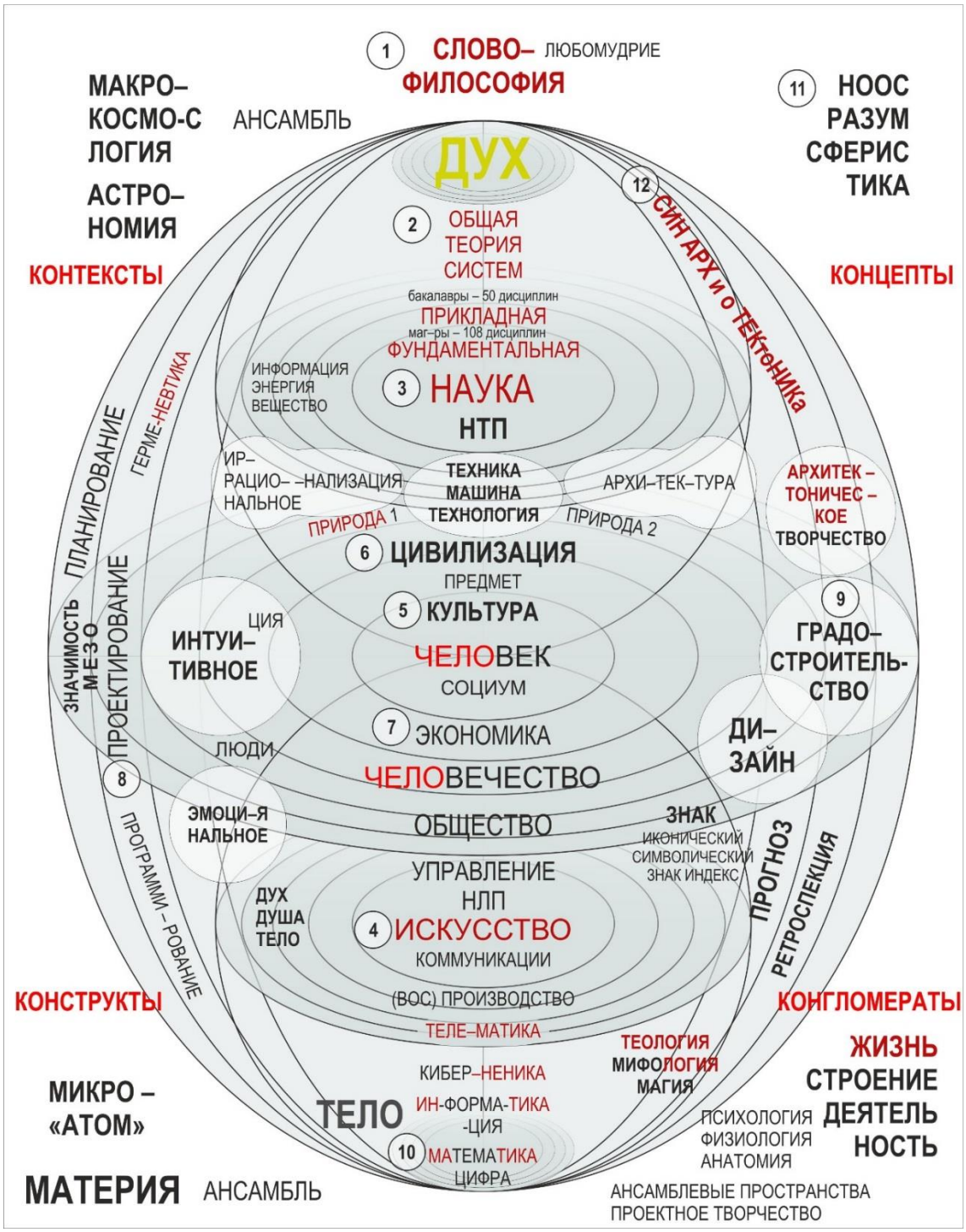


Рис. 2. Сфелторная модель поисковых смыслов организации гуманитарных научно-художественных концептов современного проектирования ансамблевых пространств

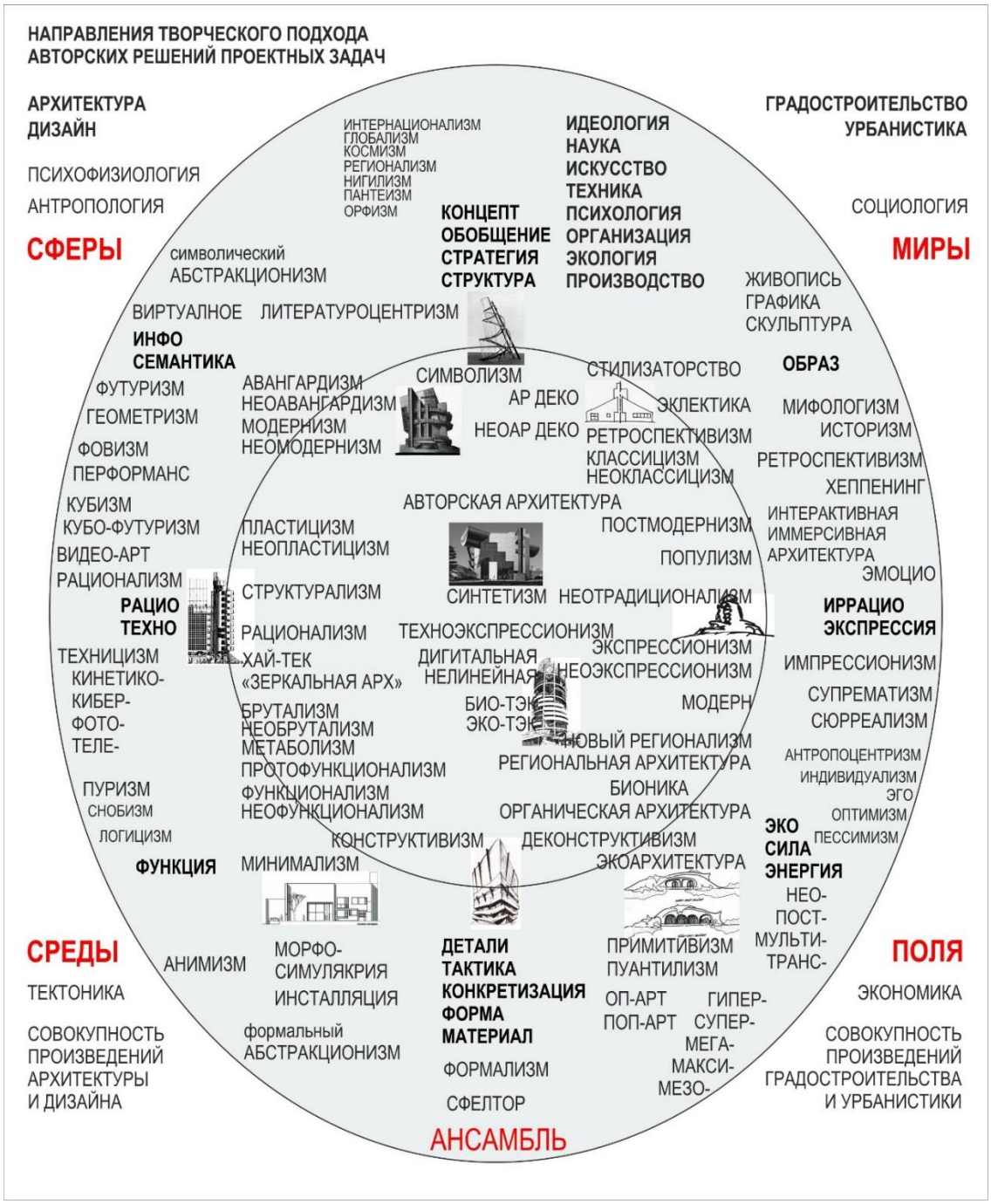


Рис. 3. Концептуальные направления решения творческих задач в проектной деятельности по началам сотворения ансамблевых пространств

Рис. 4. Универсалии «Живой этики» и «Русского космизма» в авторских проектных установках при осмыслении ансамблевых пространств

Насыщение технико-технологическими сетями жилых, производственных и общественных пространств вбирает в себя самые разные функциональные комплексы: электрические, водопроводные, канализационные, газовые, телевизионные, компьютерные и иные. С точки зрения коммуникативности их тотального присутствия в урбанизированной среде искусственные сети уже в чем-то нормативно-интеллектуально могут конкурировать по природоподобной слаженности с проведением людьми коллективных мероприятий, праздников, социальных взаимодействий. Современные концепции коммуникации обеспечивают информационный обмен и особенно важны в понимании потенциала общественных пространств [6].

В трехчастной логике (тезис, антитезис, синтез) предоставления информации в отношении лишь одного одновременно воспринимаемого ансамблевого поля можно предварительно различать условно по одной трети на: 1 – известное, центрально-опорное, знакомое (33 %); 2 – переходное, его раскрывающее и оппозиционное (33 %); 3 – незнакомое, периферическое и новое (34 %). Трехчастность первоначального подхода к информационным моделям самого широкого назначения объясняется трехчастностью триады Витрувия, признаваемой профессионалами уже две тысячи лет: ПОЛЬЗА (для человека), ПРОЧНОСТЬ (для объекта), КРАСОТА (для их отношений и взаимодействий). Психология как наука о непосредственном опыте, проходящем в актах сознания, и дополняемая конкретной физиологией любого человека дает бесконечное реальное воплощение в жизнь искусственных сред в логике «живой этики» и «русского космизма» (рис. 4).

В подготовке архитекторов, градостроителей, реставраторов, дизайнеров архитектурной среды, ландшафтных архитекторов концептуально-информационное моделирование и его профессиональные языковые алгоритмы приобретают особо важное значение на основе внимательного знакомства с советской и русской психологией и физиологией. Само поступление на эти специальности начинается с изображения выразительных композиций простейших геометрических фигур, которые необходимо трансформировать и собрать как целое в органически своеобразной модели. Заключительный этап обучения при выполнении ВКР (выпускной квалификационной работы) тоже в качестве одного из приоритетов, имеет ясную, возможно и игровую, смоделированную траекторию продвижения к итоговому функциональному решению произведения в целостном ансамбле [7].

В итоговой архитектурно-планировочной версии работы, с учетом уже отработанных за годы обучения творческих психофизиологических установок, всякий раз находится нечто уникальное, присущее именно этому автору, а не кому-то иному. Особую актуальность данная проблематика приобретает на старших курсах и у магистров, потенциально ориентированных на научно-проектные исследования. Дисциплины: «Проектирование и исследование», «Основы научных исследований», «Проектный анализ и методика научных исследований» и др. – сами за себя говорят своими названиями [8, 9].

Самодостаточный процесс профессионального концептуального моделирования с собственными правилами и принципами дело очень сложное, поскольку, по сути, это некая синкретическая сфера целого комплекса технико-технологических, культурно-экономических и научно-инновационных компетенций. От исходной идеи до знаково-символической конструкции целого,

вбирающей в себя огромные пласты не просто знаний, а их прочувствованные переживания, проходит очень значительный проектно-практический путь. С точки зрения культурно-эстетически-художественной целостности композиционная деятельность в сотворении прекрасных ансамблей возвышается до «Всеобщей организационной науки» – тектологии А. А. Богданова [10].

Отражение типологических требований в композиционном единстве выверенной морфологии, отвечающей функционально-генетическим требованиям места и времени, – вот основная траектория хронотопов для классификации продвинутых авторских концепций любых проектных моделей. В перспективе они реализуются в благоприятных для людей по типу психофизиологии архитектонико-пространственных средах энергетики ансамбля. В своей книге «Язык архитектуры», многогранно иллюстрированной и профессионально выверенной по последовательности изложения графического дизайна, Руан Хембри показывает алгоритмы языка, доступного в восприятии концептуальной информации максимально большого количества людей [11].

Особую роль в высокоэмоциональных процессах психофизиологического приобщения к реалиям ансамблевого окружения людей играет способность проектантов-разработчиков концентрировать и упаковывать информационные потоки в предельно емких пространствах на минимальных площадях и объемах. Собственно, в информационном плане компьютерные технологии и постоянно совершенствующееся программное обеспечение дают преимущество «психофизиологам искусственных сред» при внедрении в практику домостроения искусственного интеллекта. Факты массового перехода нынешнего поколения от книжной информации и «бумажной архитектуры» к «экранной архитектонике пространств» их окружающих, является еще одним аргументом в важности поднимаемой проблематики.

Выводы:

1. Всякий ансамбль несет в себе совокупность смыслов и прочтение их требует от его потребителя способности улавливать те идеи концепции, которые авторы заложили еще в проекте.
2. В архитектонической деятельности проектные решения закладывают психофизиологические отношения потребителей к конкретному объекту, способному или нет быть ансамблем.
3. Концептогенез проектно-информационного проектирования обеспечивает смысловыми и подтекстовыми синархиотектониками – прочтение, не только сверху вниз и слева направо, но и в любых иных траекториях.
4. Обычным зрением люди просто видят свое окружение, понять же его можно только через усвоение смыслов не сразу и не во всем многомерно читаемых образов, закладываемых творцами ансамблей.
5. В архитектурно-градостроительно-дизайнерской педагогике концептогенез проектирования ансамблей приобретает ключевое значение для успешных результатов подготовки высокопрофессиональных специалистов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Айдарова-Волкова, Г. Н. Модель-концепция архитектурной культуры региона: матрица архитектурно-градостроительных типов, традиции, влияния (на примере Республики Татарстан) / Г. Н. Айдарова-Волкова. – Текст : непосредственный // Архитектура и строительство России. – 2021. – № 4 (240). – С. 8–13.

2. Ахмедова, Е. А. Принципы сохранения историко-культурной многослойности общественных пространств: диалог времен / Е. А. Ахмедова, И. И. Кузнецов. – Текст : электронный // Градостроительство и архитектура. – 2022. – Том 12, № 2 (47). – С. 54-62. – DOI 10.17673/10.17673/Vestnik.2022.02.09.

3. Фармаковский, В. В. Концептогенез : новые основания натуральной философии / В. В. Фармаковский. – Нижний Новгород, 2005. – 559 с. – ISBN 5-88022-132-6. – Текст : непосредственный.

4. Белов, М. И. Дизайн пешеходной улицы : учебное пособие для вузов / М. И. Белов, А. С. Михайлова, Ю. В. Назаров. – Казань : Дизайн-квартал, 2015. – 188 с. – ISBN 978-5-9907459-0-2. – Текст : непосредственный.

5. Корнев, Г. П. Идеонормативная концепция истины. Философия и правоприменение / Г. П. Корнев. – Москва : Академический проект, 2006. – 352 с. – (Философские технологии и технологии права). – ISBN 5-8291-0429-6. – Текст : непосредственный.

6. Викулова, Л. Г. Основы теории коммуникации : практикум : рекомендовано УМС УМО МГИМО (У) МИД РФ по связям с общественностью в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по специальности 030602 (350400) «Связи с общественностью» / Л. Г. Викулова, А. И. Шарунов. – Москва : Восток/Запад, 2008. – 316 с. – ISBN 978-5-478-00764-5. – Текст : непосредственный.

7. Дуцев, М. В. Образование архитектора. В диалоге с реальностью / М. В. Дуцев. – Текст : непосредственный // Архитектура и строительство России. – 2022. – № 1. – С. 44–49.

8. Гельфонд, А. Л. Архитектурное проектирование общественных пространств : учебное пособие для вузов / А. Л. Гельфонд ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2013. – 265 с. – ISBN 978-5-87941-891-0. – Текст : непосредственный.

9. Гельфонд, А. Л. Дисциплина "Профессиональная практика" и проекты комплексного развития территорий (эксперимент ННГАСУ) / А. Л. Гельфонд. – Текст : непосредственный // Архитектура и строительство России. – 2022. – № 1(241). – С. 38–43.

10. Богданов, А. А. Тектология : всеобщая организационная наука / А. А. Богданов ; под редакцией профессора Г. Д. Гловели. – 6-е изд., испр. и доп. – Москва : URSS : ЛЕНАНД, 2019. – 679 с. : ил.– ISBN 978-5-9710-6411-4. – Текст : непосредственный.

11. Ryan Hembree Complete graphic designer / Ryan Hembree. – Printed in China, 2008. – 192 p.

KRASHENINNIKOVA Evgeniya Sergeevna, candidate of philosophical sciences, associate professor of the chair of service, tourism and management; NORENKOV Sergey Vladimirovich, doctor of philosophic sciences, professor of the chair of architectural design; SHILIN Vladimir Vladimirovich, senior teacher of the chair of architectural design

CONCEPTOGENESIS OF THE PSYCHOPHYSIOLOGY OF MODERN PROJECT CREATIVITY IN THE CREATION OF ENSEMBLE SPACES

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: conceptogenesis, psychophysiology, project creativity, creation, ensemble, space.

Conceptogenesis in project creativity manifests itself through a combination of general ideas, ideality and ideological attitudes. The psychophysiological state of the author in the project activity is reflected in the expressiveness of the structures forming the ensemble or the organicity of the inclusion of works in it. The totality of promising ideas laid down in project creativity, in the future creation of ensembles, determines success in people's lives and activities.

REFERENCES

1. Aydarova-Volkova G. N. Model-kontseptsiya arkhitekturnoy kultury regiona: matritsa arkhitekturno-gradostroitelnykh tipov, traditsii, vliyaniya (na primere Respubliki Tatarstan) [Model-concept of the architectural culture of the region: a matrix of architectural and urban planning types, traditions, influences (on the example of the Republic of Tatarstan)] // Arkhitektura i stroitelstvo Rossii [Architecture and Construction of Russia]. – 2021. – № 4(240). – P. 8–13.

2. Akhmedova E. A., Kuznetsov I. I. Printsipy sokhraneniya istoriko-kulturnoy mnogosloynosti obschestvennykh prostranstv: dialog vremyon [Principles of preservation of historical and cultural multilayering of public spaces: dialogue of times] // Gradostroitelstvo i arkhitektura [Urban Construction and Architecture]. – 2022. – Vol. 12, № 2(47). – P. 54–62. – DOI 10.17673/10.17673/Vestnik.2022.02.09.

3. Farmakovsky V. V. Konceptogenez : novye osnovaniya naturalnoy filosofii [Conceptogenesis : new foundations of natural philosophy]. – Nizhny Novgorod, 2005. – 559 p. – ISBN 5-88022-132-6.

4. Belov M. I., Mikhaylova A. S., Nazarov Yu. V. Dizayn peshekhodnoy ulitsy [Pedestrian street design] : uchebnoe posobie dlya vuzov. – Kazan : Dizayn-kvartal, 2015. – 188 p. – ISBN 978-5-9907459-0-2.

5. Kornev G. P. Ideonormativnaya kontseptsiya istiny. Filosofiya i pravoprimenenie [The ideonormative concept of truth. Philosophy and law enforcement]. – Moscow : Akademicheskiy proekt, 2006. – 352 p. – (Filosofskie tekhnologii i tekhnologii prava). – ISBN 5-8291-0429-6.

6. Vikulova L. G., Sharunov A. I. Osnovy teorii kommunikatsii [Fundamentals of communication theory] : praktikum : rekomendovano UMS UMO MGIMO (U) MID RF po svyazyam s obschestvennostyu v kachestve uchebnogo posobiya dlya studentov vuzov, obuchayuschikhsya po spetsialnosti 030602 (350400) "Svyazi s obschestvennostyu". – Moscow : Vostok/Zapad, 2008. – 316 p. – ISBN 978-5-478-00764-5.

7. Dutsev M. V. Obrazovanie arkhitektora. V dialoge s realnostyu [Education of an architect. In dialogue with reality]. Arkhitektura i stroitelstvo Rossii [Architecture and Construction of Russia]. – 2022. – № 1. – P. 44–49.

8. Gelfond A. L. Arkhitekturnoe proektirovanie obschestvennykh prostranstv [Architectural design of public spaces] : uchebnoe posobie dlya vuzov ; Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod : NNGASU, 2013. – 265 p. – ISBN 978-5-87941-891-0.

9. Gelfond A. L. Distsiplina "Professionalnaya praktika" i proekty kompleksnogo razvitiya territoriy (eksperiment NNGASU) [Discipline "Professional practice" and projects of integrated development of territories (NNGASU's experiment)] // Arkhitektura i stroitelstvo Rossii [Architecture and Construction of Russia]. – 2022. – № 1(241). – P. 38–43.

10.Bogdanov A. A. Tektologiya : vseobschaya organizatsionnaya nauka [Tectology : a universal organizational science] ; pod red. prof. G. D. Gloveli. – 6-e izd., ispr. i dop. – Moscow : URSS : LENAND, 2019. – 679 p. : il.– ISBN 978-5-9710-6411-4.

11.Ryan Hembree Complete graphic designer / Ryan Hembree. – Printed in China, 2008. – 192 p.

© Е. С. Крашенинникова, С. В. Норенков, В. В. Шилин, 2023
Получено: 10.05.2023 г.

УДК 72.01

А. А. ЯКОВЛЕВ, д-р архитектуры, проф. кафедры архитектурного проектирования; А. В. ЗАХАРЧУК, соискатель, уч. степ. канд. архитектуры кафедры архитектурного проектирования

ПРИРОДНЫЕ ПАТТЕРНЫ В АРХИТЕКТУРНЫХ КОНЦЕПЦИЯХ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83;
эл. почта: oootma@inbox.ru; angelazaharchuk@gmail.com/zakharchuk@inbox.ru
Ключевые слова: графические паттерны, природный аналог, методы формализации, методы исследования в архитектуре.

Предложены методы исследования архитектурных концепций, реализующих идею природного налога, включая методы построения графоаналитических паттернов, референции и поиска аналогий. Представлен анализ архитектурных концепций, реализующих идею природного аналога, введены основные понятия и определения.

Введение

В архитектуре применение метода аналогий в концептуальном проектировании достаточно распространенное явление, однако использование природного аналога в качестве референта в принципах формообразования обосновывается теориями органической и бионической архитектуры (в трудах Н. Винера, Э. Янча, Ю. С. Лебедева, Р. Ленца; бионические аналогии в архитектуре (биотектура, бионика, аркология) в работах Ю. С. Лебедева, П. Л. Нерви, Ф. Кандела, О. Фрей), поэтому в работе предлагается рассмотреть способы реализации идеи природного аналога с точки зрения понятия природных паттернов [1–5].

Основные понятия и определения

При изучении концепций, реализующих идею природного аналога в композиционном и идеологическом аспектах, были определены *принципы идейного формообразования* в архитектурных и конструктивных решениях объектов, в организации внутреннего пространства и благоустройства территории (на примере жилых и общественных зданий и комплексов), базирующиеся на *принципах органической архитектуры* (ориентированных на гармоничное сочетание с природой и окружением, с учетом исторических, климатических, традиционных факторов; создание целостного облика проектируемого объекта и неразрывных связей с природой) и *принципах архитектурной бионики* (*использование* биоаналогий (выявление сходства в строении) и гомологии (выявление основных черт родства) посвящены работы Б. Дзеви, Р. Штайнера, Л. Салливена; по архитектурной бионике Ю. Лебедева, Ю. Куратова, Е. В. Денисенко, А. Д. Гридюшко; в педагогике: О. А. Кольстет, Н. А. Рочаговой, К. В. Бурлакова, в изучении законов формообразования: Н. А. Сапрыкиной, И. А. Добрициной, Д. Л. Мелодинского).

В случае, когда использование природных аналогий в творческих концепциях архитекторов приобретает мультимодальный характер и возникает возможность распределения их на категории, основанные на разнообразии

интерпретации идеи одного и того же «природного» образца («референта»[1]), который может обладать такими свойственными характеристиками, как: *во-первых*, интерпретация природного аналога в формате образов, структур, символов (архитектурные паттерны[2], паттерны природного аналога в том числе); *во-вторых*, представление информации (декларированной, процедурной, реляционной); *в-третьих*, использование фрагментарности, то есть некоего аспекта (концептуального, формального, исходного) природного объекта или явления, необходимо введение нового собственного понятия.

Процесс репрезентации природных аналогий (референта) в архитектурном решении связан с авторской идеей, на этапе формирования которой возникает переосмысление и рождение образа концепции, которая впоследствии опирается на методологический комплекс (проектно-аналитический и производственно-практический) по реализации идеи, в условиях развития архитектурно-строительной практики, что влечет за собой развитие понятия паттернов.

Аналитический обзор концепций, реализующих идею природного аналога, включает в себя *методы построения графических паттернов, то есть обобщение и графоаналитическое представление информации в виде шаблонных единиц (технических иллюстраций, графических символов) с целью дальнейшего применения в составлении и решении проектных задач.*

Целью разработки графического языка символов и шаблонов в изучении реализации идеи природного аналога в архитектуре в процессе исследования является: графоаналитический способ представления изученной информации об объектах проектирования, включая схематичное отображение сложной геометрии архитектурных объектов (архитектурных и конструктивных решений), систематизация и создание иерархической структуры с учетом выявленных закономерностей; определение и классификация типов природных аналогий и прототипов (референтов) в архитектурных и градостроительных концепциях; создание системы символов с целью адаптации в проектной и педагогической практике, включая разработку методик и методических комплексов, нормативных приложений, создание адаптивных приложений и архитектуры компьютерного (цифрового) проектирования (применение паттернов (природо- и биоаналогов) как строительного модуля, единицы будущего объекта проектирования (структура сот, молекулы и т. д.) при моделировании в 3Д и ЦИМ (BIM) средах.

Способы применения природных паттернов

В архитектурных решениях: применение функциональных горизонтальных поворотных плоскостей вокруг центральной оси здания; модификация целостного геометрического объема, членение, слайсинг; использование формообразующих криволинейных плоскостей, по периметру, огибающих форму здания; использование формообразующих криволинейных плоскостей, по горизонтали повторяющих контур природного окружения (с учетом типовых характеристик); построение геометрии на основе отдельных модульных криволинейных объектов (комбинация, сочленение); использование формообразующих криволинейных плоскостей, огибающих форму здания по вертикали, создавая целостность образа объекта; использование формообразующих криволинейных (конструктивных)

[1] Архитектурные прецеденты, аналогии, используемые архитекторами в творческой работе [6–7].

[2] Система графических символов и шаблонов, используется в программировании (предложено обобщение значений с точки зрения развития 3д-морфологии в архитектуре в работе А. С. Белова, А. С. Михайловой «Паттерны в архитектуре и дизайне»: учебное пособие, Казань, 2016).

К СТАТЬЕ А. А. ЯКОВЛЕВА, А. В. ЗАХАРЧУК
«ПРИРОДНЫЕ ПАТТЕРНЫ В АРХИТЕКТУРНЫХ КОНЦЕПЦИЯХ»

АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ							
ФОТО ОБЪЕКТА							
НАИМЕНОВАНИЕ ОБЪЕКТА	С.Фудзимото, Проект жилого дома «L'Arbre Blanc», Франция, 2015-2017 http://www.sou-fujimoto.net/	MAD. Музей искусств г.Ордос, Китай, 2012 http://www.i-mad.com/	NBBJ.Олимпийский спортивный центр Ханчжоу, Китай, 2022 https://www.nbbj.com/	К.Келлог, вилла, Калифорния, США, 1987-1993 https://www.ifitshipitshere.com	ZHA Международный центр культуры и искусства, Хуань, Китай, 2013-2019 https://www.zaha-hadid.com/	THPA. Храм света в Бахан, Чили, 2003-2016 https://losko.ru/	Ж.Херцог и П.де Мирон.Проект стадиона в Пекине, Китай, 2008 https://www.herzogdemeuron.com/index.html	Т.Хизервик, павильон Англия, Экспо, АЭ, Дубаи, 2020 https://www.heatherwick.com/
РЕФЕРЕНТ ПРИРОДНОГО АНАЛОГА	шишка	камень	лепестки	рельеф	цветочная форма	строение цветка	структура гнезда	растение
ПАТТЕРНЫ	1	2	3	4	5	6	7	8

Рис.1. Паттерны природного аналога в архитектуре. Архитектурные решения

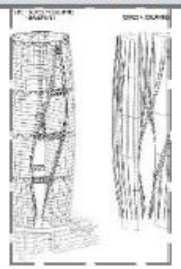
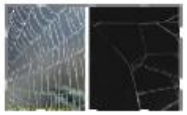
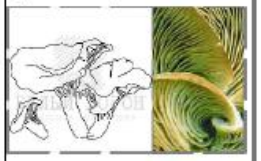
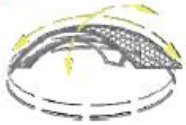
КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ								
ФОТО ОБЪЕКТА								
НАИМЕНОВАНИЕ ОБЪЕКТА	ZHA. Стадион. Великобритания, 2016 https://www.zaha-hadid.com/	ZHA Культурный? Азербайджан, 2007-2012 https://www.zaha-hadid.com/	С.Калатрава. ЖД станция, Лиссабон, Португалия, 1995-1998 https://calatrava.com/	ZHA. Башня SOHO. Пекин. Китай. 2015-2016 https://www.zaha-hadid.com/	НИИ Штудгарт, Общественный павильон uni-stuttgart.de, blog.adafruit.com, dezeen.com	Ю.Майер. Метрополь Парасоль. Севилья. Испания. 2005-2011. https://www.forum-holzbau	Dewan A+E. Отель Vung Tau. Вьетнам. https://www.dewan-architects.com/	UDG Atelier Alpha. Кампус. Чэнду, Китай, 2021 https://www.archdaily.com
РЕФЕРЕНТ ПРИРОДНОГО АНАЛОГА	структура листа	строение паутины 	дерево	початки	био-структура	грибница 	кактус	Бамбук
ПАТТЕРНЫ	9	10	11	12	13 	14	15	16

Рис. 2. Паттерны природного аналога в архитектуре. Конструктивные решения

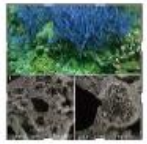
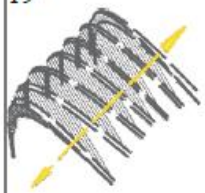
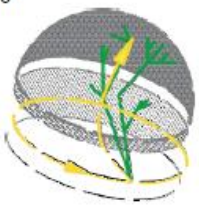
ОРГАНИЗАЦИЯ ВНУТРЕННЕГО ПРОСТРАНСТВА								
ФОТО ОБЪЕКТА								
НАИМЕНОВАНИЕ ОБЪЕКТА	ZHA МЦ Хуань, Китай,2013-2019 https://www.zaha-hadid.com/	К.Келлог, интерьер виллы, Калифорния, США, 1987-1993 www.ifitshipitshere.com	ZHA. Павильон. Чикаго. США. 2009. https://www.zaha-hadid.com/	ZHA. Проект филармонии, Екатеринбург, Россия. https://www.zaha-hadid.com/	Diamond Schmitt. МФК. Торонто. Канада, 2024. https://dsai.ca/	ZHA. Музей современного искусства. Сардиния, Италия, 2005. https://www.zaha-hadid.com/	ZHA. Галерея «Серпентайн Сэклер». Лондон. Великобритания. 2009-2011-2013. https://www.zaha-hadid.com/	Т.Ито. Интерьер библиотеки университета искусств, Токио, Япония. 2007. http://www.toyo-ito.co.jp/
РЕФЕРЕНТ ПРИРОДНОГО АНАЛОГА	структура	молюск	скелет	грибная структура	кувшинка	морские объекты 	растения	водные растения
ПАТТЕРНЫ	17	18	19 	20 	21	22	23	24

Рис. 3. Паттерны природного аналога в архитектуре. Организация внутреннего пространства

БЛАГОУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ								
ФОТО ОБЪЕКТА								
НАИМЕНОВАНИЕ ОБЪЕКТА	Т.Ито. Интерьер библиотеки Токио. Япония. 2007. http://www.toyo-ito.co.jp/	Perkinswill. Музей науки и техники Сучжоу, Китай. 2021. https://perkinswill.com/	HOK. Кампус Шелл Вудкрик Хьюстон, Техас https://www.hok.com	Samoo Architects & Engineers. ТКК «Карак», Сеул, ЮК, 2009 https://www.samoo.com/main.do	NBBJ. Проект Tencent в Шэньчжэне, Китай https://www.nbbj.com/	Benoy. Проект центральной гавани в Гонконге, Китай. https://www.Benoy.com	Henn. ГП по модернизации центра Сеула. ЮК www.henn.com	Grant Associates. Парк OCBC Garden Rhapsody. Сингапур, 2012-2014 www.grantassociates .com
РЕФЕРЕНТ ПРИРОДНОГО АНАЛОГА	природный ландшафт	природный ландшафт	природный ландшафт	природный ландшафт	природные структуры	лесные ландшафты	водные растения	морские растения
ПАТТЕРНЫ	25	26	27	27	28	29	29	30

Рис. 4. Паттерны природного аналога в архитектуре. Благоустройство территории

элементов, огибающих форму здания; создание криволинейных оболочек из мелких структурных элементов (деталей, объемов) (см. рис. 1 цв. вклейки; строка *паттерны*: 1–8).

В конструктивных решениях: создание криволинейных плоскостей, ребристой структуры (дерево); создание криволинейных оболочек и плоскостей, сетчатой (модульной) структуры (металл); разветвление опорных конструктивных элементов с сетчатой структурой; ассиметричное огибание поверхности здания по вертикали с элементами вращения; создание монолитных, геометрически самостоятельных формообразущих структурных оболочек (модульных); создание самостоятельных объектов, со сложной конфигурацией и структурой как части архитектурного сооружения или градостроительного объекта (комплекса); симметричное огибание поверхности здания по вертикали; ассиметричное огибание поверхности здания по вертикали с формированием самостоятельной структуры (объема) (см. рис. 2 цв. вклейки; строка *паттерны* 9–16).

В организации внутреннего пространства: работа структуры большепролетных конструкций в интерьерной организации атриумных пространств; создание объемных форм в организации внутреннего пространства органичных по форме; использование природных структур в большепролетных конструкциях (оболочках) в элементах здания (переходах, павильонах); организация функциональных атриумов с размещением природных элементов; органичность потолочных форм и конструкций в организации внутреннего пространства; органичность форм открыто-закрытых пространств, сформированных за счет членения геометрии архитектурного объекта; органичность структуры вертикальных конструктивных элементов в организации интерьерного решения; создание самостоятельных органичных объектов и размещение их в интерьере с минимальной функцией (см. рис. 3 цв. вклейки; строка *паттерны* 17–24).

В благоустройстве территории: организация «природных» плоскостей озеленения органичной формы в благоустройстве территории проектируемого объекта; создание структурной ландшафтной организации генплана за счет вплетения новых и разнообразных тематических пространств в природную среду; развитие природного ландшафта в структуре генплана,о приближенного к природной среде в горизонтальной плоскости; создание ландшафтной структуры генплана разнообразной по составу в вертикальной плоскости за счет наслоения разных по составу элементов; островное вычленение плоскостей с озеленением по вертикали в структуре проектируемого объекта (террасы, переходы); использование озеленения террас и развитие внутренней ландшафтной стратегии в структуре здания по вертикали; проектирование самостоятельных объектов живописной структуры в проекте благоустройства территории (переходы, мосты, террасы), схожих с природным строением; создание функциональных самостоятельных объектов со структурой и формой природного подобия для размещения в общественной проектной среде (парк, зоны отдыха) (см. рис. 4 цв. вклейки; строка *паттерны* 25–30).

Заключение

Таким образом, для определения принципов идейного формообразования в реализации идеи природного аналога необходимо не только выявление референтов породных аналогий и типов (с целью идентификации), но и введение нового значения понятия природные паттерны, при этом значение «***референта»***

следует понимать *как прототип, используемый в определенных архитектурных концепциях*, а значение «***использование природных паттернов»*** *как систематический принципиальный механизм интерпретации природных аналогий (включая принципы формообразования, архитектурно-строительные решения, интерьерные решения и идеи по проектированию генерального плана), где* ***«природные паттерны»*** *представляют собой набор шаблонных символов и структур, основанных на природных референтах (прототипах), когда в качестве референтов выступают природно-биологические и природно-геологические аналогии, как в абстрактно-символической, так и в тождественной интерпретации.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курбатов, Ю. И. Архитектурные формы и природный ландшафт: композиционные связи / Ю. И. Курбатов ; Ленинградское высшее художественно-промышленное училище им. В. И. Мухиной. – Ленинград : ЛГУ, 1988. – 132 : ил. – ISBN 5-288-00111-1. – Текст : непосредственный.

2. Архитектурная бионика / Ю. С. Лебедев, В. И. Рабинович, Е. Д. Положай [и др.] ; под редакцией Ю. С. Лебедева. – Москва : Стройиздат, 1990. – 68 с. : ил. – Текст : непосредственный.

3. О. А. Шипицына Использование концептуального проектирования на основе бионики в современном образовательном процессе / Шипицына О. А., Захарчук А. В. – Текст : непосредственный // Новые идеи нового века : материалы семнадцатой Международной научной конференции ФАД ТОГУ / Тихоокеанский государственный университет. – Хабаровск : ТОГУ, 2017. – Том 2. – С. 416–420.

4. Яковлев, А. А. Модель реализации идеи «природности» в архитектурных концепциях / А. А. Яковлев, А. В. Захарчук. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2021. – № 2. – С. 138–142.

5. Яковлев, А. А. Основные методы реализации идеи природного аналога на основе комплексного подхода в проектировании /А. А. Яковлев, А. В. Захарчук. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2022. – № 2. – С.142–146.

6. Aksamija, A. Multimodal representations of architectural design knowledge / A. Aksamija, I. Iordanova ; Joining Languages, Cultures and Visions. – CAADFutures. – 2009. – URL: https://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/paper/cf2009_642 (дата обращения: 27.06.2022).

7. Chichugova, T. Application of Bionic Patterns in Architectural Structures Using Building Information Modeling Tools / Chichugova, T ; University of Florida. – Florida, 2015. – URL: https://parametrichouse.com/bionic-patterns-in-architecture (дата обращения: 25.08.2022).

YAKOVLEV Andrey Aleksandrovich, doctor of architecture, professor of the chair of architectural design; ZAKHARCHUK Anzhela Vladimirovna, applicant of the chair of architectural design

NATURE PATTERNS IN ARCHITECTURAL CONCEPTS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel: (831) 430-17-83;
e-mail: oootma@inbox.ru; angelazaharchuk@gmail.com
Key words: graphic patterns, natural analogue, formalization methods, research methods in architecture.

The article proposes methods for studying architectural concepts that implement the idea of a natural analogue, including methods for constructing graphic-analytical patterns, references and searching for analogies. An analysis of architectural concepts that implement the idea of a natural analogue is presented, basic ideas and definitions are introduced.

REFERENCES

1. Kurbatov Yu. I. Arkhitekturnye formy i prirodny landshaft: kompozitsionnye svyazi [Architectural forms and natural landscapes: compositional combinations] / Leningrad. vys. khudozh.-promysh. uchlische im. V. I. Mukhinoy. – Leningrad: LGU, 1988. – 132 p. : il. – ISBN 5-288-00111-1.
2. Lebedev Yu. S., Rabinovich V. I., Polozhay E. D., [et al.]. Arkhitekturnaya bionika [Architectural bionics] ; pod red. Yu.S. Lebedeva. – Moscow: Stroyizdat, 1990. – 68 p. : il.
3. Shipitsyna O. A., Zakharchuk A. V. Ispolzovanie kontseptualnogo proektirovaniya na osnove bioniki v sovremennom obrazovatelnom protsesse [The use of conceptual design based on bionics in the modern educational process] / Novye idei novogo veka: materialy semnadtsatoy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii FAD TOGU / Tikhookean. gos. un-t. Khabarovsk: TOGU. 2017. – Vol. 2. – P. 416–420.
4. Yakovlev A. A., Zakharchuk A. V. Model realizatsii idei «prirodnosti» v arkhitekturnykh kontseptsiyakh [The model for implementation of the idea of “naturalness” in architectural concepts] / Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal] / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2021. – № 2. P. 138–142.
5. Yakovlev A. A., Zakharchuk A. V. Osnovnye metody realizatsii idei prirodnogo analoga na osnove kompleksnogo podkhoda v proektirovanii [Main methods for implementing the idea of a natural analogue based on integrated approach in design] / Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal] / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2022. № 2. P. 142–146.
6. Aksamija A, Iordanova I. Multimodal representations of architectural design knowledge / Joining Languages, Cultures and Visions: CAADFutures 2009. – URL: https://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/paper/cf2009_642 (data obrascheniya: 27.06.2022).
7. Chichugova T. Application of Bionic Patterns in Architectural Structures Using Building Information Modeling Tools, University of Florida, 2015. – URL: https://parametrichouse.com/bionic-patterns-in-architecture (data obrascheniya: 25.08.2022).

© А. А. Яковлев, А. В. Захарчук, 2023
Получено: 10.05.2023 г.

УДК 72.01:745

А. А. КУЛАГИНА[1], доц. кафедры средового и графического дизайна; К. В. ЧУРИНА[1], магистрант кафедры средового и графического дизайна; И. К. КРАСАВИНА[2], руководитель сектора РИД

КИНЕТИКА СПИРАЛИ – ЯЗЫК АРХИТЕКТУРЫ БУДУЩЕГО ИЛИ БУМАЖНЫЕ ФАНТАЗИИ АРТ-ХУДОЖНИКА?

[1]ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина»
Россия, 603005, г. Н. Новгород, ул. Ульянова, д. 1. Тел.: (831) 436-18-74; факс: (831) 436-44-46; эл. почта: aleksa.culagina2011@yandex.ru
[2]ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65; эл. почта: oistt@mail.ru
Ключевые слова: кинетическая архитектура, спираль, стиль, формообразование, арт-дизайн.

Рассматриваются исторические циклы и фазы развития архитектуры в 100-летний период, для того чтобы понять, что в основе архитектурного формообразования сегодня лежат нелинейные формы, архитектура меняется и плавно перетекает в спиральные формы. Спиральность – язык будущего и редкость в человеческом пространстве.

«Форма всегда определяется функцией». В начале XX в. эти слова принадлежали американскому архитектору, основоположнику рационализма и модернизма – Л. Г. Салливану.

Однако в начале XX в. Л. Г. Салливан еще не знал, каких высот сможет достичь техника строительства всего через 100 лет, так что функция перестанет быть основополагающим принципом формообразования. Стоит только взглянуть на хай-тековские архитектурные постройки XXI в., и в голове появляется мысль: «Какой «волшебник» смог соединить в единое целое инженерное начало, несомненно, грамотную планировку, удивительно впечатляющий внешний вид и заставить металл «двигаться»?

Да, мы не ошиблись, когда говорим о металле как о динамической системе – данная концепция и является основополагающей при проектировании архитектурных сооружений, открывающих перед нами двери в будущее.

В основе архитектурного формообразования сегодня лежат нелинейные формы, плавно перетекающие в спираль и основанные на тактильном взаимодействии окружающей нас среды, инженерной математики, философии и современных технологий в строительстве. Функциональность при этом никуда не исчезает, и даже наоборот, форма, какая бы она ни была, начинает физически адаптироваться к нашим потребностям и ожиданиям [1].

Языком архитектуры, на котором она будет разговаривать с нами в будущем, станет кинетическая архитектура – одно из самых новых и интересных направлений архитектуры, формообразование которого основано на спирали.

Еще из школьного курса физики мы знаем, что кинетика – это раздел

классической механики, объединяющий статику и динамику. Как же это применимо в архитектуре? – спросите вы. В концепции кинетической архитектуры лежит перемещение части здания относительно другой, но при этом целостность структуры не нарушается. Сразу же возникает следующий, не менее важный, вопрос: «Как же человечество смогло прийти к идеям применения законов кинетики в архитектуре? И почему оно не сделало этого раньше?»

Для этого надо переосмыслить всю историю формообразования и воссоздать для себя циклы развития архитектуры. В первую очередь нам необходимо циклически мыслить, это позволяет нам видеть временное пространство всего происходящего, а также закономерности развития архитектуры.

Для рассмотрения возьмем исторический цикл продолжительностью в 100 лет, например, период с 1920 г. по 2020 г., именно этот период охватывает прошлое и современность. Выделим в цикле три фазы – любой процесс состоит из начала (его зарождения), середины (его расцвета) и конца (завершения жизни цикла) и назовем их «становление (зарождение) – расцвет (равновесие) – деградация (декаданс)» (рис. 1).

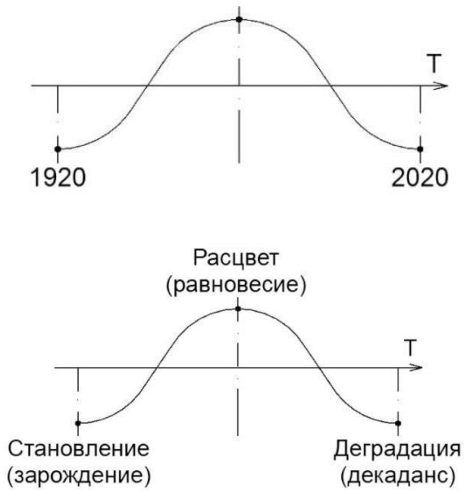


Рис. 1. Три фазы столетнего цикла

Дополнительно выделим в цикле три основополагающих стиля, которые определяли формообразование в определенные периоды цикла (рис. 2).

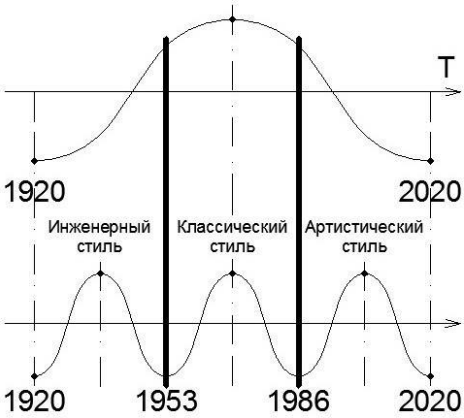


Рис. 2. Три основополагающих стиля в цикле

В начале цикла (рис. 3) все формообразование было основано на четырех основных геометрических фигурах, которые применял в своих работах основатель супрематизма К. Малевич (рис. 4). В архитектуре эти фигуры преобразовываются в простые объемы или в их сочетание (рис. 5).

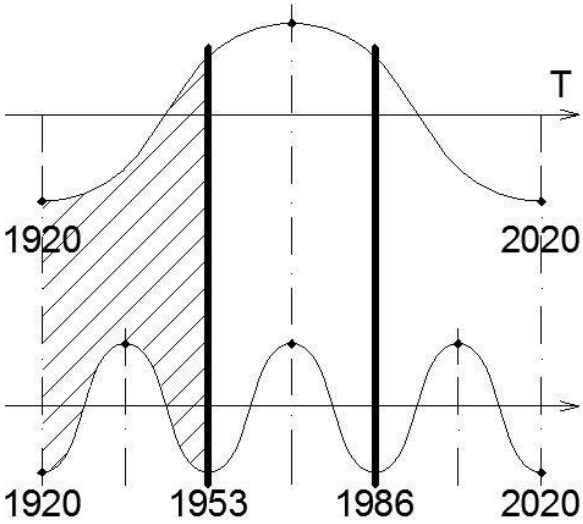


Рис. 3. Цикл преобладания инженерного стиля

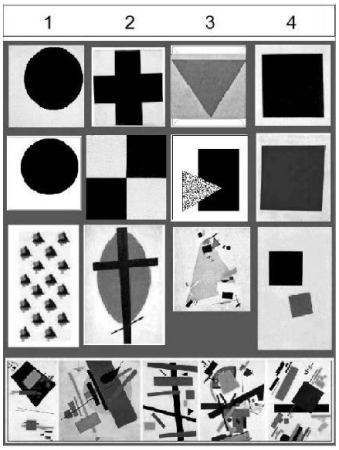


Рис. 4. Основные фигуры, используемые К. Малевичем

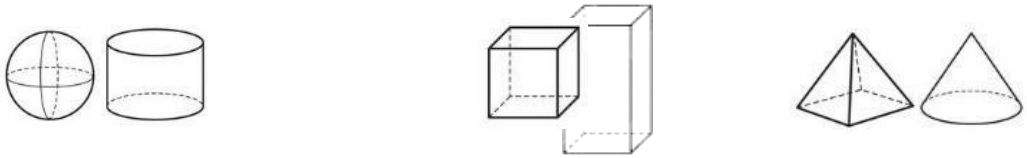


Рис. 5. Набор простых объемных форм

В начале XX века доминирует техника, то есть дизайн и архитектура тесно связаны с инженерией (Башня III Интернационала Владимира Татлина, здание

газеты «Ленинградская правда» Мельникова). Вследствие этого зарождается стиль конструктивизм, в основе формообразования которого простые фигуры и их комбинации.

Набор основных форм и их комбинаторика на плоскости и в пространстве создавали новую эстетическую реальность [1].

В качестве примера можно привести работы художников и архитекторов голландского движения «Де Стиль», новаторскую архитектуру Ле Корбюзье, архитектуру и дизайн немецкой архитектурно-промышленной школы Баухауз, а также наших конструктивистов из первого советского института дизайна ВХУТЕМАС. Эти работы являются примером рационалистического интерстиля простых форм.

В 1960–1970-е гг. доминирует дизайн, то есть наблюдалась эпоха экономического подъема: равновесие и взаимодействие инженерного и артистического (образного) начал – классика, равновесие (рис. 6).

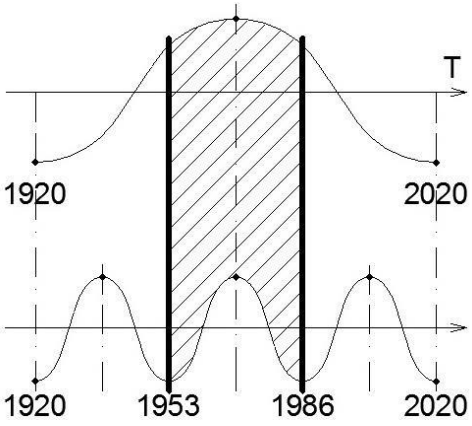


Рис. 6. Цикл преобладания классического стиля

Наблюдается цикл дизайнерского доминирования, отсюда создание определенного образа – новой и интересной массовой архитектуры. Равновесие и блеск визуального мира этого периода и дают нам право называть его категорией «классики» (равновесного сочетания). На первый план выходит стиль «Ар-деко» [2].

В качестве примера можно привести работы итальянского архитектора и инженера П. Л. Нерви, американского архитектора и дизайнера Э. Сааринена с его «взлетающим» аэропортом, а также бразильского архитектора О. Нимейера с его бесчисленными шедеврами, похожими на сегодняшний «Хай-тек».

К 1970 году дизайн становится всеобщим и массовым явлением, количество мастеров в нем постоянно растет. Растет и разнообразие приемов [3].

Уже в 1980-х гг. в проектировании наблюдается потеря интереса ко всему массово-безличному и «инженерному» и начинается тяготение к уникальности, акцентировании личности творца (автора) [1].

На смену лаконичности форм, строгости и геометризма, которые подчеркивали экспрессию современных конструкций, начался новый декоративный (1986–2020) цикл (рис. 7). Он выражался в декоративном конструктивизме и постмодернизме. Архитектурные формы стали гораздо богаче и выразительнее. На сегодняшний день постмодернизм постоянно находится в

поиске и окончательно еще не сформировался. Рождался новый стиль, получивший название «архитектура постмодернизма».

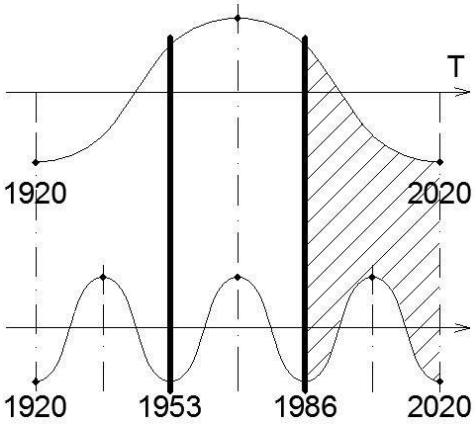


Рис. 7. Цикл преобладания арт-стиля

Постмодерн возвращает образность и оригинальность архитектурной формы. В основе формообразования уже лежат не простые геометрические фигуры, а сочетание трехмерных форм. Комбинация этих форм – основа артистического стиля (рис. 8).

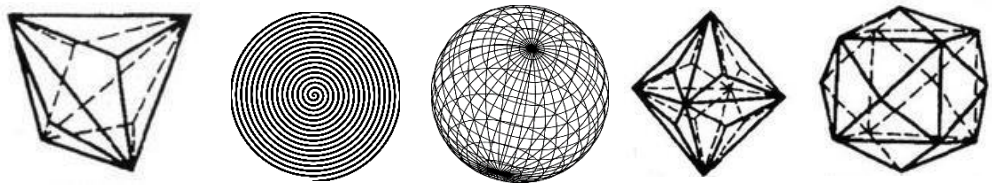


Рис. 8. Комбинации трехмерных форм

Данные комбинации мы можем наблюдать в формообразовании различных течений архитектуры, где дизайнеры и архитекторы отстаивали свое право на индивидуальность, например, «деконструктивизм», «арт-дизайн», «скульптурный дизайн».

Понятие «арт-дизайн» зародилось в конце XX века в Италии и его влияние распространилось как на архитектуру, так и на все виды искусства. В какой-то степени, это эклектика, то есть соединение разнородных стилей или декаданс (эстетизм, индивидуализм и имморализм).

И здесь возникает самый главный вопрос: «А что нам все это дает?»

Проанализировав столетний исторический цикл формообразования, мы увидели, что происходит постепенное перетекание доминирования от первого стилевого набора (круг, крест, треугольник, квадрат) ко второму (различные комбинации трехмерных форм). Середина цикла демонстрирует их совместное существование, и она наиболее богата. При этом мы практически нигде не встретили такой геометрической фигуры как спираль [3]. Да, спираль в искусстве присутствует, но в ограниченном количестве, в основном как акцент: формальный (например, витые колонны на алтаре, вокруг икон) или содержательный (например, змей на фреске Микеланджело в Сикстинской капелле). Спираль

редкость, в человеческом пространстве ее почти нет. Поэтому, проанализировав историю формообразования, мы подошли к мысли, что спиральность – язык будущего. Спиральный мир динамичен и бесконечен в своих формах.

И именно спираль лежит в основе кинетической архитектуры – направления, с которого мы начали знакомство с языком архитектуры будущего и ради которого провели анализ исторического цикла формообразования.

Кинетическая архитектура – динамическая архитектура, как уже упоминалось выше, суть ее лежит в перемещении каких-либо частей здания относительно друг друга, не нарушая при этом общую структуру здания для усиления эффекта его эстетических и функциональных особенностей. Впервые, в 20-е годы прошлого столетия, разработкой этой темы заинтересовался русский авангардист и архитектор Я. Г. Чернихов, плодом его работы стала книга «Архитектурные фантазии. 101 композиция». А первыми проектами в этой теме были Башня III Интернационала архитектора В. Е. Татлина в форме устремленных вверх двойных стальных спиралей и здание газеты «Ленинградская правда» К. С. Мельникова, где этажи поворачивались вокруг конструктивной опоры – неподвижной оси, где размещались лестнично-лифтовой узел и коммуникации. Но эти проекты не были осуществлены.

В США предшественником кинетической архитектуры был строитель и архитектор Б. Фуллер. В 40-е годы XX века он экспериментировал с проектированием жилых домов с эффектом «кожной артикуляции», когда движение происходит на поверхности здания. Но впервые эту идею воплотил архитектор Жан Нувель в здании Института арабского мира, построенного в 1987 году.

Идеи кинетической архитектуры, так и не ставшие реальностью, говорят о том, что до сегодняшнего дня формообразование не было готово принять в свою основу спираль ни в одном из нами рассмотренных категорий цикла, что менталитет тех времен не воспринимал «движущиеся» здания необходимостью градостроительства, а техника того времени не могла себе позволить воплотить в жизнь такие невероятные архитектурные фантазии.

Рассмотрим три особенности кинетической архитектуры:

1. Постоянно меняющаяся форма здания приспосабливается к градусу солнца и направлению ветра, что позволяет наслаждаться солнцем с утра до вечера.

2. При строительстве кинетических зданий используются сборные элементы, которые изготавливаются на заводе. Прочность и гибкость таких зданий гарантируют современные строительные материалы: сталь, карбон, алюминий, из которых выполнены основные элементы.

3. Кинетические здания вырабатывают для себя и других зданий энергию, используя направление ветра, тем самым экономят ресурсы и сохраняют окружающую среду [4].

Архитектура может подстроиться под человека и его потребности и вместе с тем экономить дорогостоящие ресурсы, при этом вырабатывая их самостоятельно.

Самым ярким и зрелищным примером кинетической архитектуры является проект «Вращающийся небоскреб» итальянского архитектора Д. Фишера [5]. Высоченная, динамичная и пластичная восьмидесятиэтажная башня, каждый элемент которой способен вращаться вокруг центральной оси и преобразовывать энергию ветра в электрическую. Это сооружение сравнивают с живым существом.

Новой эрой в архитектуре также являются здания с изменяемыми фасадами (трансформеры). Примером этого является фасад «Вертикальное озеро» в Австралии, конструкция из алюминиевых элементов которого под воздействием ветра меняет рельеф фасада паркинга.

В России сегодня кинетическая архитектура развита слабо, хотя В. Е. Татлин один из первых прикоснулся к архитектуре будущего.

Сегодня кинетические проекты только начинают набирать популярность в мире, техника строительства «дорвалась» до немыслимой ранее свободы, и будущее за архитектурой, которая может преобразовывать энергию солнца, ветра или воды в изумительное зрелище городского ландшафта, в основе формообразования которого лежит спираль.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Александров, Н. Н. Три категории волны в архитектуре и дизайне XX века / Н. Н. Александров. – URL: http://www.trinitas.ru/rus/doc/0001/005a/1508-alx.pdf. – Текст : электронный.

2. Александров, Н. Н. Генезис пространствоощущения в истории / Н. Н. Александров. – Текст : электронный // Академия Тринитаризма : электронный журнал. – 2011. – Эл № 77-6567, публ.16425. – URL: http://www.trinitas.ru. – Дата публикации: 09.03.2011.

3. Александров, Н. Н. Арт-стиль / Н. Н. Александров. – Текст : электронный // Академия Тринитаризма : электронный журнал. – 2015. – Эл № 77-6567, публ.20999. – http://www.trinitas.ru. – Дата публикации: 13.08.2015.

4. Чембаров, Е.А. Экодизайн, как новое направление в дизайне / Е. А. Чембаров, И. Л. Белова. – Текст : электронный // Культура и образование : электронный журнал. – 2014. – № 4. – URL: http://vestnik-rzi.ru/date/2014/45.

Табакова, П. А. Кинетическая архитектура: DynamicTower Дэвида Фишера в Дубае / П. А. Табакова. – Текст : электронный // Молодой ученый. – 2021. – № 30 (372). – С. 14–16. – URL: https://moluch.ru/archive/372/83363/.

KULAGINA Aleksandra Aleksandrovna[1], associate professor of the chair of environmental and graphic design; CHURINA Kseniya Vladimirovna[1], undergraduate student of the chair of environmental and graphic design; KRASAVINA Irina Konstantinovna[2], Head of the REED Sector

SPIRAL KINETICS – THE LANGUAGE OF ARCHITECTURE OF THE FUTURE OR PAPER FANTASIES OF AN ART ARTIST?

[1]Nizhny Novgorod State Pedagogical University named after K. Minin
1, Ulyanov St., Nizhny Novgorod, 603005, Russia. Tel.: (831) 436-18-74; fax: (831) 436-44-46; e-mail: aleksa.culagina2011@yandex.ru
[2]Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia; e-mail: oistt@mail.ru
Key words: kinetic architecture, spiral, style, shaping, art design.

The article considers historical cycles and phases of the development of architecture in a 100-year period in order to understand that architectural shaping is based today on non-linear forms; the architecture changes and smoothly flows into spiral forms. Helicity is the language of the future and a rarity in human space.

REFERENCES

1. Aleksandrov N. N. Tri kategorii volny v arkhitekture i dizayne XX veka [Three categories of waves in architecture and design of the XX century]. – URL http://www.trinitas.ru/rus/doc/0001/005a/1508-alx.pdf.

2. Aleksandrov N. N. Genezis prostranstvooschuscheniya v istorii [Genesis of spatial perception in history] // Akademiya Trinitarizma [Academy of Trinitarianism] : el. zhurnal. 2011. El №. 77-6567, publ.16425. – URL: http://www.trinitas.ru. Data publ.: 09.03.2011.

3. Aleksandrov N. N. Art-stil [Art-style] // Akademiya Trinitarizma [Academy of Trinitarianism] : el. zhurnal. 2015. El № 77-6567, publ.20999. – http://www.trinitas.ru. Data publ.:13.08.2015.

4. Chembarov E. A., Belova I. L. Ekodizayn kak novoe napravlenie v dizayne [Ecodesign as a new direction in design] // Kultura i obrazovanie [Culture and education] : el. zhurnal. – 2014. – № 4. – URL: http://vestnik-rzi.ru/date/2014/45.

5. Tabakova P. A. Kineticheskaya arkhitektura: DynamicTower Devida Fiishera v Dubae [Kinetic architecture: DynamicTower by David Fisher in Dubai]. Molodoy uchyony [Young scientist]. – 2021. – № 30. (372). – P. 14–16. – URL: https://moluch.ru/archive/372/83363 /.

© А. А. Кулагина, К. В. Чурина, И. К. Красавина, 2023
Получено: 28.03.2023 г.

УДК 719:72.03(470.341)

Л. Н. ОРЛОВА[1], д-р техн. наук, проф. кафедры архитектурного проектирования, И. Н. БУТЫРЕВСКАЯ, канд. архитектуры, ст. преп. кафедры культурологии[1], консультант отдела реставрации и охраны исторических поселений управления государственной охраны объектов культурного наследия Нижегородской области[2]

МОДИФИКАЦИЯ ПАСПОРТОВ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ В ПОСТСОВЕТСКИЙ ПЕРИОД

[1]ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83;
эл. почта: orludm.orlova@yandex.ru
[2]Управление государственной охраны объектов культурного наследия Нижегородской области
Россия, 603082, г. Н. Новгород, Кремль, корпус 14. Тел.: (831) 435-65-46;
факс: (831) 435-65-48; эл. почта: i.b.1402@mail.ru
Ключевые слова: учетная документация, формы паспортов объектов культурного наследия, паспорта объектов культурного наследия Нижегородской области.

Статья посвящена аспектам совершенствования паспортизации объектов культурного наследия России. Выявляются и анализируются предпосылки и этапы формирования целостной системы правовой защиты памятников истории и культуры в СССР и в постсоветский период. Представлены паспорта объектов культурного наследия Нижегородской области по формам этапов становления и развития.

В законодательстве Российской Федерации особое место занимает система нормативно-правовых актов, направленных на обеспечение сохранности объектов культурного наследия.

Предпосылки формирования юридического механизма охраны памятников истории и культуры были заложены еще в XVIII в. и связаны с эпохой Петра I, когда возникла осознанная постановка вопроса об охране памятников древности и был принят основополагающий Указ Петра I от 13 февраля 1718 г. о сдаче старинных редкостей комендантам.

После смерти Петра I принимались отдельные акты, касающиеся вопросов сохранения вещественных и документальных памятников старины. Вместе с тем на протяжении всего XVIII века не осознавалась ценность подлинности памятника, являющейся принципиальным моментом, на котором базируется охрана культурного наследия.

В XIX в. также предпринимались попытки регулирования сферы сохранения памятников старины, в частности принятие нормативных актов, предусматривающих запрет разрушения и перестройки древних зданий без разрешения центральной власти, проведения бесконтрольных раскопок на казенных и общественных землях.

Вторая половина XIX в. ознаменовалась разработкой проектов ряда законов по охране памятников древности, обусловленная необходимостью введения законодательного определения понятия «памятник древности», а также круга

памятников, подлежащих государственной охране. Однако в дореволюционной России закон об охране памятников старины так и не был принят.

Охрана памятников истории и культуры явилась одним из важных направлений законотворческой деятельности советского периода. Так, был принят Декрет СНК РСФСР от 5 октября 1918 г. «О регистрации, приеме на учет и сохранении памятников истории и старины, находящихся во владении частных лиц, обществ и учреждений» [1]. К 1923 г. относится принятие совместного Декрета ВЦИК и СНК РСФСР от 8 марта «Об учете и регистрации предметов искусства и старины» [2]. Правотворческая деятельность в сфере охраны памятников развивалась и в 1930-е годы.

Колоссальные утраты, понесенные культурным наследием в ходе Великой Отечественной войны, привели к возрождению интереса к памятникам истории и культуры. Еще в ходе войны издаются распорядительные акты Правительства СССР о проведении восстановительных работ на разрушенных памятниках.

Этап назревшей переоценки обществом значения памятников культуры связан с послевоенными годами, которые характеризуются активным нормотворчеством в сфере охраны культурного наследия. Постановление Совета Министров СССР от 14 октября 1948 г. № 3898 «О мерах улучшения охраны памятников культуры» [3] и разработанные на его основе «Положение об охране памятников культуры» и «Краткая инструкция о порядке учета, регистрации и содержания памятников искусства» 1949 г. объявляют гражданские и культовые здания, произведения живописи и предметы декоративного искусства, имеющие научное, историческое или художественное значение, неприкосновенным всенародным достоянием, состоящим под государственной охраной, подлежащим учету, внесению в соответствующие списки, паспортизации и реставрации.

Первичная паспортизация памятников архитектуры выполнялась по форме (отдел охраны памятников Главного управления охраны памятников архитектуры комитета по делам архитектуры при Совете Министров СССР) послевоенного периода, утвержденной приказом Министерством культуры СССР в 1949 г., на формате А4 в составе 9 пунктов (рис. 1 цв. вклейки). По данной форме паспорта выполнялись до введения в действие приказа Министерства культуры СССР от 27 марта 1972 г. № 153 «О введении единой унифицированной формы учета памятников истории и культуры СССР» [4] и инструкции по его заполнению.

Целостная система правовой защиты памятников истории и культуры была установлена в СССР с принятием в 1976 г. закона «Об охране и использовании памятников истории и культуры» [5] и развивающего положения общесоюзного – закона «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации»1978 г. [6].

В 1982 г. постановлением Совета Министров СССР от 16 сентября 1982 г. № 865 утверждено «Положение об охране и использовании памятников истории и культуры» [7]. Дальнейшая детализация многих вопросов охраны и использования памятников истории и культуры нашла свое отражение в «Инструкции о порядке учета, обеспечения сохранности, содержания, использования и реставрации недвижимых памятников истории и культуры», утвержденной приказом Министерства культуры СССР от 13 мая 1986 г. № 203 [8].

В 1970–1986 гг. проводится значительный объем работ по учету и документированию памятников культуры [4–8]. Многие теоретические вопросы

охраны и использования наследия, включая проблемы классификации и типологии памятников, методы и структуру их характеристики, разрабатываются в это время в процессе подготовки «Свода памятников истории и культуры народов СССР», так и неосуществленного [19]. Естественно, что проведение этой работы способствовало возрождению интереса специалистов к вопросам историко-культурной оценки, ранжирования и связанным с ними проблемам использования памятников. Появившиеся в эти годы исследования не выделяют специально проблемы оценки историко-культурного значения памятников культового искусства, но рассматривают их наряду с другими. В большинстве этих работ прослеживается неудовлетворенность существующей системой ранжирования памятников по трем категориям учета (всесоюзный, республиканский, местный), и делаются попытки выработки более гибкой системы, учета максимального числа факторов, поиска объективных критериев оценки. Эти исследования касались в основном недвижимых памятников, большинство высказанных в них идей так и остались лишь в статьях и диссертациях, не влияя на практическую работу.

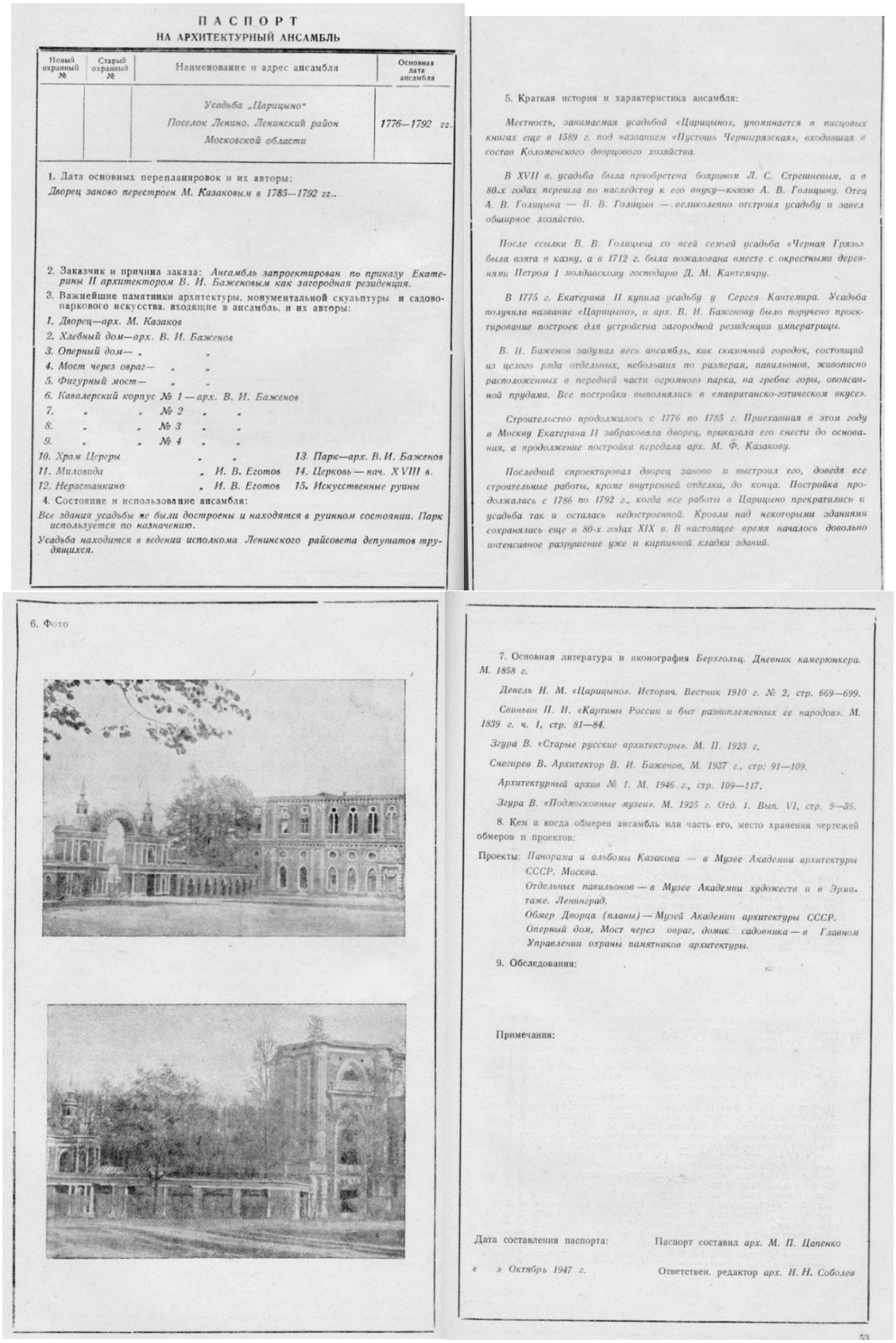
Указанная выше нормативно-правовая база, сформированная в советское время, действовала вплоть до 2002 г. – момента принятия Федерального закона от 25 июня 2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» (далее – Федеральный закон) [9], представляющего собой специальный отраслевой нормативный документ, регулирующий правоотношения в сфере сохранения, использования, популяризации и государственной охраны объектов культурного наследия.

Постсоветский период преобразований в охранной деятельности по сохранению памятников культуры связан с принятием данного Федерального закона [9], который учел новые социально-экономические условия и политическое устройство Российского государства. При этом его положения сохранили сложившийся в советский период эффективный инструментарий государственной охраны памятников истории и культуры – обязательность государственного учета объектов культурного наследия, установления их территорий и зон охраны, оформления охранных документов пользователей (собственников) памятников истории и культуры.

Ведется единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации (далее – ОКН, Реестр), содержащий сведения об ОКН. Сведения, содержащиеся в Реестре, являются основными источниками информации об объектах культурного наследия. Документационное обеспечение Реестра осуществляется федеральным органом охраны объектов культурного наследия совместно с региональными органами охраны объектов культурного наследия и включает в себя подготовку и хранение документации, предусмотренной Федеральным, в виде учетных дел ОКН, подлежащих бессрочному хранению в федеральном или региональном органе охраны ОКН.

Согласно ст. 21 Федерального закона [9] паспорт является основным учетным документом на ОКН, в который вносятся сведения, содержащиеся в едином Реестре, и подлежит оформлению соответствующим органом охраны ОКН. Составляется на каждый ОКН, включенный в Реестр, и выдается собственнику этого объекта. Паспорт имеет единую форму для всех видов

К СТАТЬЕ Л. Н. ОРЛОВОЙ, И. Н. БУТЫРЕВСКОЙ «МОДИФИКАЦИЯ ПАСПОРТОВ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ В ПОСТСОВЕТСКИЙ ПЕРИОД»



ПАСПОРТ
НА АРХИТЕКТУРНЫЙ АНСАМБЛЬ

Новый охранный №	Старый охранный №	Наименование и адрес ансамбля	Основная дата ансамбля
		Усадьба „Царицыно" *Поселок Ленино, Ленинский район* *Московской области*	*1776—1792 гг.*

1. Дата основных перепланировок и их авторы:
Дворец заново перестроен М. Казаковым в 1785—1792 гг..

2. Заказчик и причина заказа: *Ансамбль запроектирован по приказу Екатерины II архитектором В. И. Баженовым как загородная резиденция.*

3. Важнейшие памятники архитектуры, монументальной скульптуры и садово-паркового искусства, входящие в ансамбль, и их авторы:

1. Дворец—арх. М. Казаков
2. Хлебный дом—арх. В. И. Баженов
3. Оперный дом— „ „
4. Мост через овраг— „ „
5. Фигурный мост— „ „
6. Кавалерский корпус № 1 — арх. В. И. Баженов
7. „ „ № 2 „ „
8. „ „ № 3 „ „
9. „ „ № 4 „ „
10. Храм Церери „ „
11. Миловида „ И. В. Еготов
12. Нерастанкино „ И. В. Еготов
13. Парк—арх. В. И. Баженов
14. Церковь — нач. XVIII в.
15. Искусственные руины

4. Состояние и использование ансамбля:
Все здания усадьбы не были достроены и находятся в руинном состоянии. Парк используется по назначению.
Усадьба находится в ведении исполкома Ленинского райсовета депутатов трудящихся.

5. Краткая история и характеристика ансамбля:

Местность, занимаемая усадьбой «Царицыно», упоминается в писцовых книгах еще в 1589 г. под названием «Пустошь Черногрязская», входившая в состав Коломенского дворцового хозяйства.

В XVII в. усадьба была приобретена боярином Л. С. Стрешневым, а в 80-х годах перешла по наследству к его внуку—князю А. В. Голицыну. Отец А. В. Голицына — В. В. Голицын — великолепно отстроил усадьбу и завел обширное хозяйство.

После ссылки В. В. Голицына со всей семьей усадьба «Черная Грязь» была взята в казну, а в 1712 г. была пожалована вместе с окрестными деревнями Петром I молдавскому господарю Д. М. Кантемиру.

В 1775 г. Екатерина II купила усадьбу у Сергея Кантемира. Усадьба получила название «Царицыно», и арх. В. И. Баженову было поручено проектирование построек для устройства загородной резиденции императрицы.

В. И. Баженов задумал весь ансамбль, как сказочный городок, состоящий из целого ряда отдельных, небольших по размерам, павильонов, живописно расположенных в передней части огромного парка, на гребне горы, опоясанной прудами. Все постройки выполнялись в «мавританско-готическом вкусе».

Строительство продолжалось с 1776 по 1785 г. Приехавшая в этом году в Москву Екатерина II забраковала дворец, приказала его снести до основания, а продолжение постройки передала арх. М. Ф. Казакову.

Последний спроектировал дворец заново и выстроил его, доведя все строительные работы, кроме внутренней отделки, до конца. Постройка продолжалась с 1786 по 1792 г., когда все работы в Царицыно прекратились и усадьба так и осталась недостроенной. Кровли над некоторыми зданиями сохранялись еще в 80-х годах XIX в. В настоящее время началось довольно интенсивное разрушение уже и кирпичной кладки зданий.

6. Фото

7. Основная литература и иконография *Берхгольц. Дневник камергюнкера. М. 1858 г.*

Девель Н. М. «Царицыно». Историч. Вестник 1910 г. № 2, стр. 669—699.

Свиньин П. Н. «Картины России и быт разноплеменных ее народов». М. 1839 г. ч. 1, стр. 81—84.

Згура В. «Старые русские архитекторы». М. П. 1923 г.

Снегирев В. Архитектор В. И. Баженов, М. 1937 г., стр. 91—109.

Архитектурный архив № 1. М. 1946 г., стр. 109—117.

Згура В. «Подмосковные музеи». М. 1925 г. Отд. 1. Вып. VI, стр. 9—35.

8. Кем и когда обмерен ансамбль или часть его, место хранения чертежей обмеров и проектов:

Проекты: *Панорама и альбомы Казакова — в Музее Академии архитектуры СССР. Москва.*
Отдельных павильонов — в Музее Академии художеств и в Эрмитаже. Ленинград.
Обмер Дворца (планы) — Музей Академии архитектуры СССР.
Оперный дом, Мост через овраг, домик садовника — в Главном Управлении охраны памятников архитектуры.

9. Обследования:

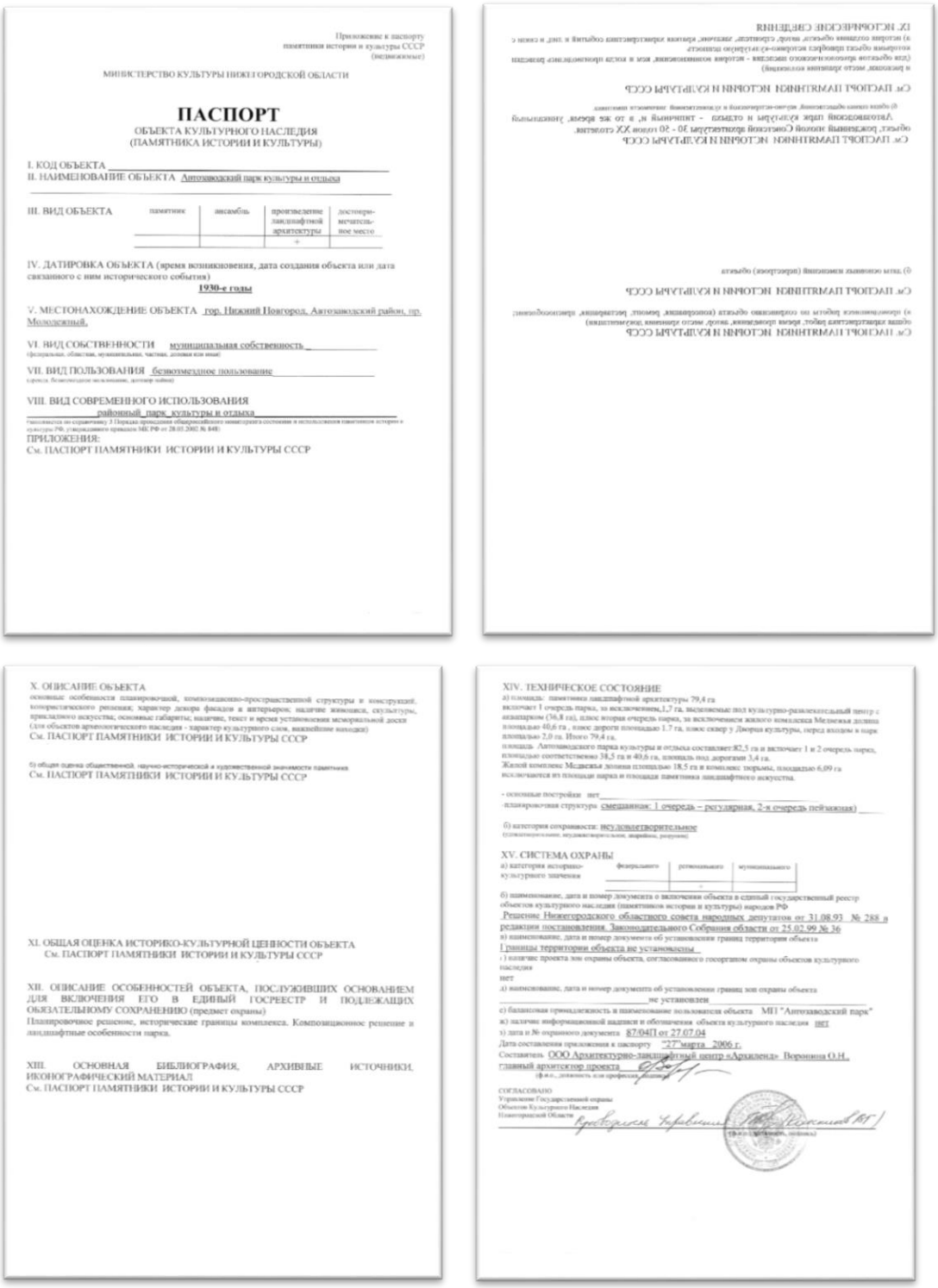
Примечания:

Дата составления паспорта:
« » Октябрь 1947 г.

Паспорт составил *арх. М. П. Цапенко*
Ответствен. редактор *арх. Н. Н. Соболев*

53

Рис. 1. Паспорт ОКН, составленный по форме 1949–1971 гг.



Приложение к паспорту
памятники истории и культуры СССР
(недвижимые)

МИНИСТЕРСТВО КУЛЬТУРЫ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

ПАСПОРТ
ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ
(ПАМЯТНИКА ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЫ)

I. КОД ОБЪЕКТА
II. НАИМЕНОВАНИЕ ОБЪЕКТА Автозаводский парк культуры и отдыха

III. ВИД ОБЪЕКТА	памятник	ансамбль	произведение ландшафтной архитектуры	достопримечательное место
			+	

IV. ДАТИРОВКА ОБЪЕКТА (время возникновения, дата создания объекта или дата связанного с ним исторического события)
1930-е годы

V. МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ ОБЪЕКТА гор. Нижний Новгород, Автозаводский район, пр. Молодежный,

VI. ВИД СОБСТВЕННОСТИ муниципальная собственность
(федеральная, областная, муниципальная, частная, долевая или иная)

VII. ВИД ПОЛЬЗОВАНИЯ безвозмездное пользование
(аренда, безвозмездное пользование, договор найма)

VIII. ВИД СОВРЕМЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
районный парк культуры и отдыха
(заполняется по справочнику 3 Порядка проведения общероссийского мониторинга состояния и использования памятников истории и культуры РФ, утвержденного приказом МК РФ от 28.01.2002 № 848)
ПРИЛОЖЕНИЯ:
См. ПАСПОРТ ПАМЯТНИКИ ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЫ СССР

X. ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА
основные особенности планировочной, композиционно-пространственной структуры и конструкций, конструктивного решения; характер декора фасадов и интерьеров; наличие живописи, скульптуры, прикладного искусства; основные габариты; надписи, текст и время установления мемориальной доски (для объектов археологического наследия - характер культурного слоя, важнейшие находки)
См. ПАСПОРТ ПАМЯТНИКИ ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЫ СССР

б) общая оценка общественной, научно-исторической и художественной значимости памятника
См. ПАСПОРТ ПАМЯТНИКИ ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЫ СССР

XI. ОБЩАЯ ОЦЕНКА ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЙ ЦЕННОСТИ ОБЪЕКТА
См. ПАСПОРТ ПАМЯТНИКИ ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЫ СССР

XII. ОПИСАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБЪЕКТА, ПОСЛУЖИВШИХ ОСНОВАНИЕМ ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ ЕГО В ЕДИНЫЙ ГОСРЕЕСТР И ПОДЛЕЖАЩИХ ОБЯЗАТЕЛЬНОМУ СОХРАНЕНИЮ (предмет охраны)
Планировочное решение, исторические границы комплекса. Композиционное решение и ландшафтные особенности парка.

XIII. ОСНОВНАЯ БИБЛИОГРАФИЯ, АРХИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ, ИКОНОГРАФИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ
См. ПАСПОРТ ПАМЯТНИКИ ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЫ СССР

XIV. ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ
а) площадь: памятника ландшафтной архитектуры 79,4 га
включает 1 очередь парка, за исключением 1,7 га, выделяемые под культурно-развлекательный центр с аквапарком (36,8 га), плюс вторая очередь парка, за исключением жилого комплекса Медвежья долина площадью 40,6 га , плюс дороги площадью 1,7 га, плюс сквер у Дворца культуры, перед входом в парк площадью 2,0 га. Итого 79,4 га.
площадь Автозаводского парка культуры и отдыха составляет:82,5 га и включает 1 и 2 очередь парка, площадью соответственно 38,5 га и 40,6 га, площадь под дорогами 3,4 га.
Жилой комплекс Медвежья долина площадью 18,5 га и комплекс тюрьмы, площадью 6,09 га исключаются из площади парка и площади памятника ландшафтного искусства.

- основные постройки нет
-планировочная структура смешанная: 1 очередь – регулярная, 2-я очередь пейзажная)

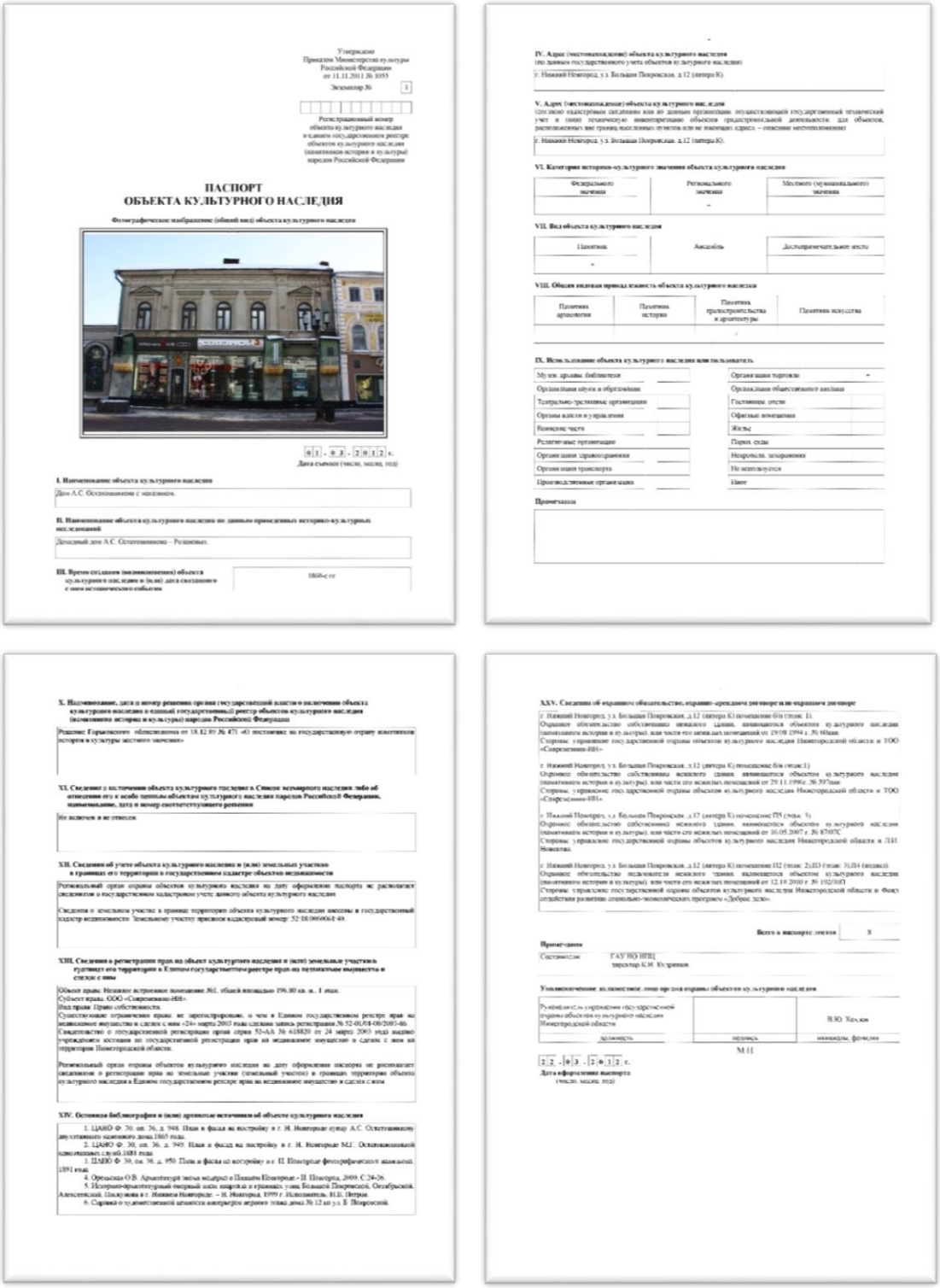
б) категория сохранности: неудовлетворительное
(удовлетворительное, неудовлетворительное, аварийное, разрушено)

XV. СИСТЕМА ОХРАНЫ
а) категория историко-культурного значения

федерального	регионального	муниципального
	+	

б) наименование, дата и номер документа о включении объекта в единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов РФ
Решение Нижегородского областного совета народных депутатов от 31.08.93 № 288 в редакции постановления Законодательного Собрания области от 25.02.99 № 36
в) наименование, дата и номер документа об установлении границ территории объекта
Границы территории объекта не установлены
г) наличие проекта зон охраны объекта, согласованного госорганом охраны объектов культурного наследия
нет
д) наименование, дата и номер документа об установлении границ зон охраны объекта
не установлен
е) балансовая принадлежность и наименование пользователя объекта МП "Автозаводский парк"
ж) наличие информационной надписи и обозначения объекта культурного наследия нет
з) дата и № охранного документа 87/04П от 27.07.04
Дата составления приложения к паспорту "27" марта 2006 г.
Составитель ООО Архитектурно-ландшафтный центр «Архиленд» Воронина О.Н.
главный архитектор проекта
(ф.и.о., должность или профессия, подпись)
СОГЛАСОВАНО
Управление Государственной охраны
Объектов Культурного Наследия
Нижегородской Области
(ф.и.о., должность, подпись)

Рис. 2. Паспорт ОКН, составленный по форме 1972–2010 гг.



Утверждено
Приказом Министерства культуры
Российской Федерации
от 11.11.2011 № 1055

Экземпляр № 1

Регистрационный номер
объекта культурного наследия
в едином государственном реестре
объектов культурного наследия
(памятников истории и культуры)
народов Российской Федерации

ПАСПОРТ
ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Фотографическое изображение (общий вид) объекта культурного наследия

01 - 03 - 2012 г.
Дата съемки (число, месяц, год)

I. Наименование объекта культурного наследия

Дом А.С. Остатошникова с наказным.

II. Наименование объекта культурного наследия по данным приведенных историко-культурных исследований

Домадный дом А.С. Остатошникова – Резиновых.

III. Время создания (возникновения) объекта культурного наследия и (или) дата связанного с ним исторического события

1860-е гг.

IV. Адрес (местонахождение) объекта культурного наследия
(по данным государственного учета объектов культурного наследия)

г. Нижний Новгород, ул. Большая Покровская, д.12 (литера К).

V. Адрес (местонахождение) объекта культурного наследия
(согласно кадастровым сведениям или по данным организации, осуществляющей государственный технический учет и (или) техническую инвентаризацию объектов градостроительной деятельности, для объектов, расположенных вне границ населенных пунктов или не имеющих адреса – описание местоположения)

г. Нижний Новгород, ул. Большая Покровская, д.12 (литера К).

VI. Категория историко-культурного значения объекта культурного наследия

Федерального значения	Регионального значения	Местного (муниципального) значения
	-	

VII. Вид объекта культурного наследия

Памятник	Ансамбль	Достопримечательное место
+		

VIII. Общая видовая принадлежность объекта культурного наследия

Памятник археологии	Памятник истории	Памятник градостроительства и архитектуры	Памятник искусства
		+	

IX. Использование объекта культурного наследия или пользователь

Музеи, архивы, библиотеки		Организации торговли	+
Организации науки и образования		Организации общественного питания	
Театрально-зрелищные организации		Гостиницы, отели	
Органы власти и управления		Офисные помещения	
Воинские части		Жилье	
Религиозные организации		Парки, сады	
Организации здравоохранения		Некрополи, захоронения	
Организации транспорта		Не используется	
Производственные организации		Иное	

Примечания

X. Наименование, дата и номер решения органа государственной власти о включении объекта культурного наследия в единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации

Решение Горьковского облисполкома от 18.12.89 № 471 «О постановке на государственную охрану памятников истории и культуры местного значения»

XI. Сведения о включении объекта культурного наследия в Список всемирного наследия либо об отнесении его к особо ценным объектам культурного наследия народов Российской Федерации, наименование, дата и номер соответствующего решения

Не включен и не отнесен.

XII. Сведения об учете объекта культурного наследия и (или) земельных участков в границах его территории в государственном кадастре объектов недвижимости

Региональный орган охраны объектов культурного наследия на дату оформления паспорта не располагает сведениями о государственном кадастровом учете данного объекта культурного наследия

Сведения о земельном участке в границе территории объекта культурного наследия внесены в государственный кадастр недвижимости. Земельному участку присвоен кадастровый номер: 52:18:0060061-49.

XIII. Сведения о регистрации прав на объект культурного наследия и (или) земельные участки в границах его территории в Едином государственном реестре прав на недвижимое имущество и сделок с ним

Объект права: Нежилое встроенное помещение №1, общей площадью 196,80 кв. м., 1 этаж.
Субъект права: ООО «Современник-НН».
Вид права: Право собственности.
Существующие ограничения права: не зарегистрировано, о чем в Едином государственном реестре прав на недвижимое имущество и сделок с ним «24» марта 2003 года сделана запись регистрации № 52-01/01-00/2003-86.
Свидетельство о государственной регистрации права серия 52-АА № 618820 от 24 марта 2003 года выдано учреждением юстиции по государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним на территории Нижегородской области.

Региональный орган охраны объектов культурного наследия на дату оформления паспорта не располагает сведениями о регистрации прав на земельные участки (земельный участок) в границах территории объекта культурного наследия в Едином государственном реестре прав на недвижимое имущество и сделок с ним

XIV. Основная библиография и (или) архивные источники об объекте культурного наследия

1. ЦАНО Ф. 70, оп. 76, д. 948. План и фасад на постройку в г. Н. Новгороде купцу А.С. Остатошникову двухэтажного каменного дома.1865 года.
2. ЦАНО Ф. 70, оп. 76, д. 949. План и фасад на постройку в г. Н. Новгороде М.Г. Остатошниковой одноэтажных служб.1881 года.
3. ЦАНО Ф. 70, оп. 76, д. 950. План и фасад на постройку в г. Н. Новгороде фотографических павильонов. 1891 года.
4. Орешкина О.В. Архитектура эпохи модерна в Нижнем Новгороде.- Н. Новгород, 2009. С.24-26.
5. Историко-архитектурный опорный план квартала в границах улиц Большой Покровской, Октябрьской, Алексеевской, Пилсудского в г. Нижнем Новгороде. – Н. Новгород, 1999 г. Исполнитель: Н.В. Петров.
6. Справка о художественной ценности интерьеров первого этажа дома № 12 по ул. Б. Покровской.

XXV. Сведения об охранном обязательстве, охранно-арендном договоре или охранном договоре

г. Нижний Новгород, ул. Большая Покровская, д.12 (литера К) помещение б/н (этаж 1).
Охранное обязательство собственника нежилого здания, являющегося объектом культурного наследия (памятником истории и культуры), или части его нежилых помещений от 19.08.1994 г. № 60/шк.
Стороны: управление государственной охраны объектов культурного наследия Нижегородской области и ТОО «Современник-НН».

г. Нижний Новгород, ул. Большая Покровская, д.12 (литера К) помещение б/н (этаж 1).
Охранное обязательство собственника нежилого здания, являющегося объектом культурного наследия (памятником истории и культуры), или части его нежилых помещений от 29.11.1996г. № 59/шк.
Стороны: управление государственной охраны объектов культурного наследия Нижегородской области и ТОО «Современник-НН».

г. Нижний Новгород, ул. Большая Покровская, д.12 (литера К) помещение П5 (этаж 3).
Охранное обязательство собственника нежилого здания, являющегося объектом культурного наследия (памятником истории и культуры), или части его нежилых помещений от 16.05.2007 г. № 87/07С
Стороны: управление государственной охраны объектов культурного наследия Нижегородской области и Л.И. Новиковы.

г. Нижний Новгород, ул. Большая Покровская, д.12 (литера К) помещение П2 (этаж 2),П3 (этаж 3),П4 (подвал).
Охранное обязательство подсобного нежилого здания, являющегося объектом культурного наследия (памятником истории и культуры), или части его нежилых помещений от 12.10.2010 г. № 192/10П
Стороны: управление государственной охраны объектов культурного наследия Нижегородской области и Фонд содействия развитию социально-экономических программ «Доброе дело».

Всего в паспорте листов 8

Примечания

Составители: ГАУ НО НПЦ
директор К.Н. Кудряшов

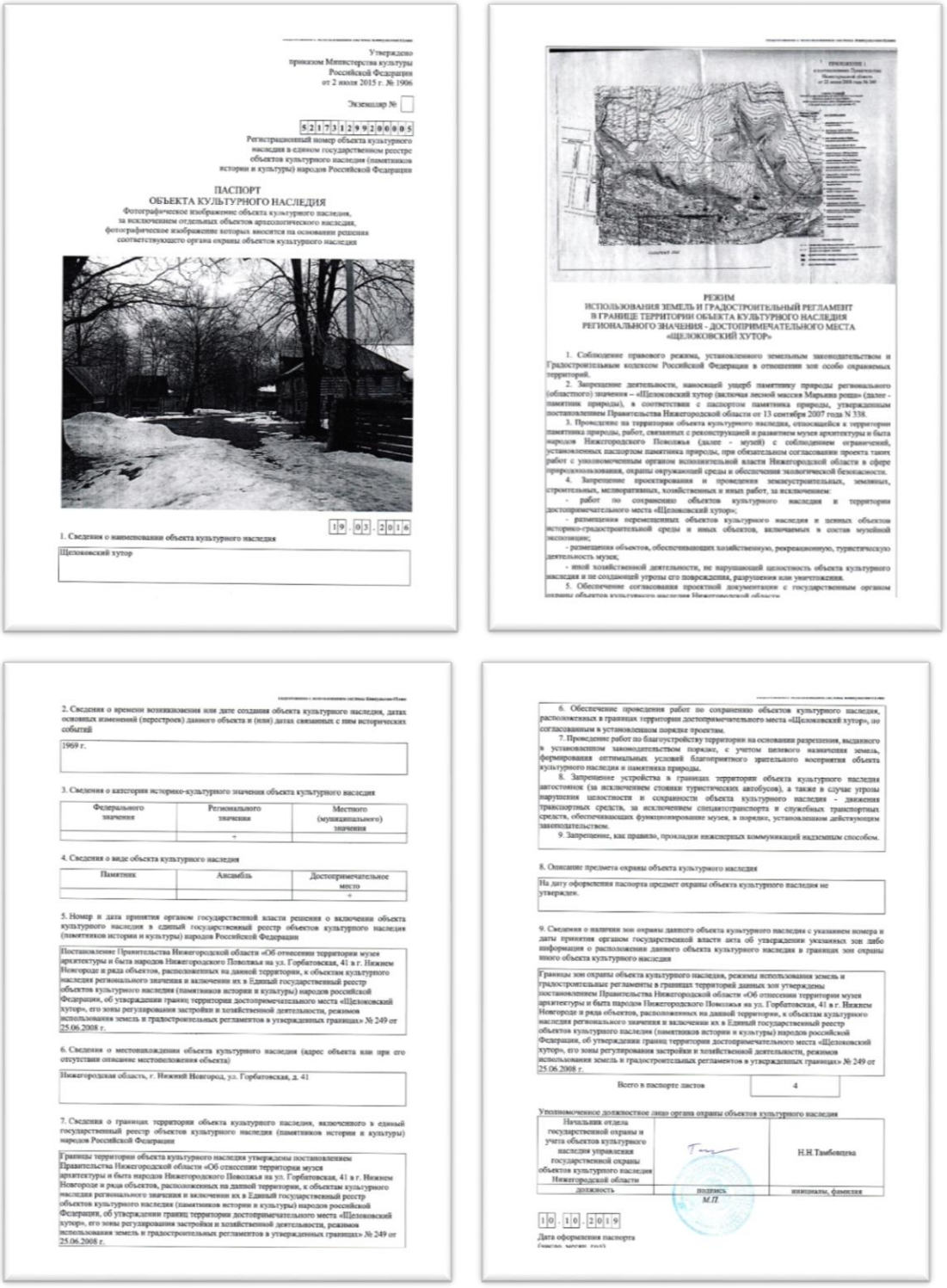
Уполномоченное должностное лицо органа охраны объектов культурного наследия

Руководитель управления государственной охраны объектов культурного наследия Нижегородской области		В.Ю. Хохлов
должность	подпись	инициалы, фамилия

М.П.

22 - 03 - 2012 г.
Дата оформления паспорта
(число, месяц, год)

Рис. 3. Паспорт ОКН, составленный по форме 2011 г.



Утверждено
приказом Министерства культуры
Российской Федерации
от 2 июля 2015 г. № 1906

Экземпляр №

5 2 1 7 3 1 2 9 9 2 0 0 0 0 5

Регистрационный номер объекта культурного наследия в едином государственном реестре объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации

ПАСПОРТ
ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Фотографическое изображение объекта культурного наследия, за исключением отдельных объектов археологического наследия, фотографическое изображение которых вносится на основании решения соответствующего органа охраны объектов культурного наследия

19 . 03 . 2016

1. Сведения о наименовании объекта культурного наследия

Щелоковский хутор

РЕЖИМ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ РЕГЛАМЕНТ
В ГРАНИЦЕ ТЕРРИТОРИИ ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ
РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ - ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬНОГО МЕСТА
«ЩЕЛОКОВСКИЙ ХУТОР»

1. Соблюдение правового режима, установленного земельным законодательством и Градостроительным кодексом Российской Федерации в отношении зон особо охраняемых территорий.

2. Запрещение деятельности, наносящей ущерб памятнику природы регионального (областного) значения – «Щелоковский хутор (включая лесной массив Марьина роща» (далее - памятник природы), в соответствии с паспортом памятника природы, утвержденным постановлением Правительства Нижегородской области от 13 сентября 2007 года N 338.

3. Проведение на территории объекта культурного наследия, относящейся к территории памятника природы, работ, связанных с реконструкцией и развитием музея архитектуры и быта народов Нижегородского Поволжья (далее - музей) с соблюдением ограничений, установленных паспортом памятника природы, при обязательном согласовании проекта таких работ с уполномоченным органом исполнительной власти Нижегородской области в сфере природопользования, охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

4. Запрещение проектирования и проведения землеустроительных, земляных, строительных, мелиоративных, хозяйственных и иных работ, за исключением:

- работ по сохранению объектов культурного наследия и территории достопримечательного места «Щелоковский хутор»;
- размещения перемещаемых объектов культурного наследия и ценных объектов историко-градостроительной среды и иных объектов, включаемых в состав музейной экспозиции;
- размещения объектов, обеспечивающих хозяйственную, рекреационную, туристическую деятельность музея;
- иной хозяйственной деятельности, не нарушающей целостность объекта культурного наследия и не создающей угрозы его повреждения, разрушения или уничтожения.

5. Обеспечение согласования проектной документации с государственным органом охраны объектов культурного наследия Нижегородской области

2. Сведения о времени возникновения или дате создания объекта культурного наследия, датах основных изменений (перестроек) данного объекта и (или) датах связанных с ним исторических событий

1969 г.

3. Сведения о категории историко-культурного значения объекта культурного наследия

Федерального значения	Регионального значения	Местного (муниципального) значения
	+	

4. Сведения о виде объекта культурного наследия

Памятник	Ансамбль	Достопримечательное место
		+

5. Номер и дата принятия органом государственной власти решения о включении объекта культурного наследия в единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации

Постановление Правительства Нижегородской области «Об отнесении территории музея архитектуры и быта народов Нижегородского Поволжья на ул. Горбатовская, 41 в г. Нижнем Новгороде и ряда объектов, расположенных на данной территории, к объектам культурного наследия регионального значения и включении их в Единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов российской Федерации, об утверждении границ территории достопримечательного места «Щелоковский хутор», его зоны регулирования застройки и хозяйственной деятельности, режимов использования земель и градостроительных регламентов в утвержденных границах» № 249 от 25.06.2008 г.

6. Сведения о местоположении объекта культурного наследия (адрес объекта или при его отсутствии описание местоположения объекта)

Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Горбатовская, д. 41

7. Сведения о границах территории объекта культурного наследия, включенного в единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации

Границы территории объекта культурного наследия утверждены постановлением Правительства Нижегородской области «Об отнесении территории музея архитектуры и быта народов Нижегородского Поволжья на ул. Горбатовская, 41 в г. Нижнем Новгороде и ряда объектов, расположенных на данной территории, к объектам культурного наследия регионального значения и включении их в Единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов российской Федерации, об утверждении границ территории достопримечательного места «Щелоковский хутор», его зоны регулирования застройки и хозяйственной деятельности, режимов использования земель и градостроительных регламентов в утвержденных границах» № 249 от 25.06.2008 г.

6. Обеспечение проведения работ по сохранению объектов культурного наследия, расположенных в границах территории достопримечательного места «Щелоковский хутор», по согласованным в установленном порядке проектам.

7. Проведение работ по благоустройству территории на основании разрешения, выданного в установленном законодательством порядке, с учетом целевого назначения земель, формирования оптимальных условий благоприятного зрительного восприятия объекта культурного наследия и памятника природы.

8. Запрещение устройства в границах территории объекта культурного наследия автостоянок (за исключением стоянки туристических автобусов), а также в случае угрозы нарушения целостности и сохранности объекта культурного наследия - движения транспортных средств, за исключением спецавтотранспорта и служебных транспортных средств, обеспечивающих функционирование музея, в порядке, установленном действующим законодательством.

9. Запрещение, как правило, прокладки инженерных коммуникаций надземным способом.

8. Описание предмета охраны объекта культурного наследия

На дату оформления паспорта предмет охраны объекта культурного наследия не утвержден.

9. Сведения о наличии зон охраны данного объекта культурного наследия с указанием номера и даты принятия органом государственной власти акта об утверждении указанных зон либо информация о расположении данного объекта культурного наследия в границах зон охраны иного объекта культурного наследия

Границы зон охраны объекта культурного наследия, режимы использования земель и градостроительные регламенты в границах территорий данных зон утверждены постановлением Правительства Нижегородской области «Об отнесении территории музея архитектуры и быта народов Нижегородского Поволжья на ул. Горбатовская, 41 в г. Нижнем Новгороде и ряда объектов, расположенных на данной территории, к объектам культурного наследия регионального значения и включении их в Единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов российской Федерации, об утверждении границ территории достопримечательного места «Щелоковский хутор», его зоны регулирования застройки и хозяйственной деятельности, режимов использования земель и градостроительных регламентов в утвержденных границах» № 249 от 25.06.2008 г.

Всего в паспорте листов: 4

Уполномоченное должностное лицо органа охраны объектов культурного наследия

Начальник отдела государственной охраны и учета объектов культурного наследия управления государственной охраны объектов культурного наследия Нижегородской области		Н.Н. Тамбовцева
должность	подпись М.П.	инициалы, фамилия

10 . 10 . 2019

Дата оформления паспорта

Рис. 4. Паспорт ОКН, составленный по форме 2015 г.

памятников – археологии, истории, архитектуры и монументального искусства, которая утверждается Министерством культуры Российской Федерации.

Паспорт ОКН является одним из обязательных документов, представляемых в орган, осуществляющий государственную регистрацию прав на недвижимое имущество и сделок с ним, при осуществлении сделок с данным объектом либо земельным участком, в пределах которого располагается объект археологического наследия. Иными словами, без паспорта нельзя зарегистрировать право собственности на ОКН, следовательно, нельзя законно использовать такой объект, осуществлять его приватизацию, сдавать в аренду, продать и т. п.

Обязанности по выдаче и составлению паспортов ОКН осуществляют органы охраны ОКН субъекта Российской Федерации (в Нижегородской области – управление государственной охраны объектов культурного наследия Нижегородской области (далее – Управление)). Паспорт составляется на основании информации об ОКН, изложенной в учетном деле данного ОКН.

В период с 1972 по 2010 гг. паспорта ОКН оформлялись по форме, утвержденной Министерством культуры РСФСР в 1970 г. (рис. 2 цв. вклейки). В дальнейшем на законодательном уровне [9–14] велась планомерная работа по совершенствованию учетной документации паспортов ОКН, при этом форма паспорта ОКН претерпела в своем развитии значительные изменения [10–12] только после принятия Приказа Росохранкультуры от 27 февраля 2009 г. № 38 «Об утверждении формы паспорта объекта культурного наследия» [10] (рис. 3–4 цв. вклейки).

В 2015 г. в статью 21 Федерального закона [9] были внесены изменения, в соответствии с которыми скорректирована форма паспорта [13, 14]. Из паспорта исключены индивидуальные и оставлены только общие сведения об ОКН. Действующая форма [13] (рис. 4 цв. вклейки) содержит меньший по объему массив информации, что позволяет Управлению быстрее подготовить и направить паспорт ОКН по межведомственному запросу органа, осуществляющего государственную регистрацию прав на недвижимое имущество и сделок с ним, то есть более оперативно поставить ОКН на учет.

На территории Нижегородской области находятся 3628 ОКН, в том числе: 787 памятников, 80 ансамблей и 5 достопримечательных мест федерального, регионального и местного значения, из числа которых в Нижнем Новгороде расположены 872 ОКН (см. таблицу).

Объекты культурного наследия Нижегородской области

Вид объекта культурного наследия	Нижний Новгород	Муниципальные районы	Всего
Памятники	787	2502	3289
Ансамбли	80	237	317
Достопримечательные места	5	17	22

В этой связи Управлением планомерно осуществляется паспортизация ОКН Нижнего Новгорода и Нижегородской области, а начиная с 2006 г. в тесном содружестве со специалистами ННГАСУ [15–18]. За этот период составлена первичная учетная документация по более чем 400 объектам, включая объекты религиозного назначения, расположенные как в Нижнем Новгороде, так и в

других исторических и православных центрах Нижегородской области: Арзамасе, Дивееве, Макарьеве.

Большинство объектов культурного наследия, расположенных на территории Нижнего Новгорода, Управлением паспортизированы (рис. 3–4 цв. вклейки). Иная ситуация с наличием паспортов ОКН на территории муниципальных районов области: меньшее количество паспортов в полном объеме составлено как на ОКН федерального, так и регионального значений.

В настоящее время при формировании единого Реестра ОКН выработка более гибкой системы паспортизации как никогда актуальна в аспекте создания необходимых условий для сохранения культурного наследия России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О регистрации, приеме на учет и сохранении памятников истории и старины, находящихся во владении частных лиц, обществ и учреждений : декрет СНК РСФСР от 5 октября 1918 г. – URL: http://www.consultant.ru. – Текст : электронный.

2. Об учете и регистрации предметов искусства и старины : декрет СНК РСФСР от 8 марта1923 г. – URL: http://www.consultant.ru. – Текст : электронный.

3. О мерах улучшения охраны памятников культуры : постановление Совета Министров СССР от 14 октября 1948 г. № 3898. – URL: http://www.consultant.ru. – Текст : электронный.

4. О введении единой унифицированной формы учета памятников истории и культуры СССР : приказ Министра культуры СССР от 27 марта 1972 г. № 153. – URL: http://www.consultant.ru. – Текст : электронный.

5. СССР. Законы. Об охране и использовании памятников истории и культуры : закон СССР от 29 октября 1976 г. – URL: http://www.consultant.ru. – Текст: электронный.

6. РСФСР. Законы. Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации: Федеральный закон Российской Федерации от 15 декабря 1978 года. – URL: http://www.consultant.ru. – Текст : электронный.

7. Положение об охране и использовании памятников истории и культуры : постановление Совета Министров СССР от 16 сентября 1982 г. № 865. – URL: http:// www. consultant.ru. – Текст : электронный.

8. Инструкция о порядке учета, обеспечения сохранности, содержания, использования и реставрации недвижимых памятников истории и культуры : приложение к Приказу Министерства культуры СССР от 13 мая 1986 г. № 203. – URL: http:// www. consultant.ru. – Текст : электронный.

9. Российская Федерация. Законы. Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации : Федеральный закон Российской Федерации от 25 июня 2002 г. № 73-ФЗ. – URL: http://www.consultant.ru. – Текст : электронный.

10. Об утверждении формы паспорта объекта культурного наследия : приказ Росохранкультуры от 27 февраля 2009 г. № 27 : [утратил силу в настоящее время]. – URL: – Текст : электронный.

11. Об утверждении формы паспорта объекта культурного наследия : приказ Росохранкультуры от 27 февраля 2010 г. № 38 : [утратил силу в настоящее время]. – URL: http://www.consultant.ru. – Текст : электронный.

12. Об утверждении формы паспорта объекта культурного наследия : приказ Министерства культуры Российской Федерации от 11 ноября 2011 г. № 1055 : [утратил силу в настоящее время]. – URL: http://www.consultant.ru. – Текст : электронный.

13. Об утверждении формы паспорта объекта культурного наследия : приказ Министерства Российской Федерации культуры от 2 июля 2015 г. № 1906. – URL: http://www.consultant.ru. – Текст : электронный.

14. Об утверждении порядка оформления и выдачи паспорта объекта культурного наследия (памятника истории и культуры) народов Российской Федерации : приказ Министерства культуры Российской Федерации от 7 июня 2016 г. № 1906. – URL: http://www.consultant.ru. – Текст : электронный.

15. Нижний Новгород : иллюстрированный каталог объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) федерального значения, расположенных на территории Нижнего Новгорода. В 2 книгах. Книга 1 / ответственный редактор А. Л. Гельфонд. – Нижний Новгород : Кварц, 2017. – 376 с. : ил. – ISBN 978-5-906698-68-1. – Текст : непосредственный.

16. Городецкий район : иллюстрированный каталог памятников истории и культуры / Правительство Нижегородской области, Управление государственной охраны объектов культурного наследия Нижегородской области ; ответственный редактор А. В. Лисицына. – Нижний Новгород : Кварц, 2011. – 504 с. : ил. – (Объекты культурного наследия Нижегородской области). – ISBN 978-5-903581-53-5. – Текст : непосредственный.

17. Орельская, О. В. Улица Ильинская: в русле старого Започаинья / О. В. Орельская, С. В. Петряев. – Нижний Новгород : БегемотНН, 2018. – 272 с. : ил. – ISBN 978-5-9500977-8-2. – Текст : непосредственный.

18. Шумилкин, М. С. Нижегородское монастырское зодчество : монография / М. С. Шумилкин, С. М. Шумилкин, Т. В. Шумилкина ; Нижегородский государственный архитектурно- строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2018. – 195 с. – ISBN 978-5-528-00263-7. – Текст : непосредственный.

19. Свичкарь, И. Г. Деятельность Государственных органов по охране историко-культурного наследия Российской Федерации в 1960–1980 гг. / И. Г. Свичкарь. – Текст : непосредственный // Вестник ЮУрГУ. – 2013. – Том 13, № 1. – С. 52–56.

ORLOVA Lyudmila Nikolaevna[1], doctor of technical science, professor of the chair of architectural design, BUTYREVSKAYA Irina Nikolaevna, candidate of architecture, senior teacher of the chair of cultural studies[1], specialist- consultant of the section of restoration and protection of historical settlements of the department of state protection of cultural heritage of the Nizhny Novgorod region[2]

MODIFICATION OF PASSPORTS OF CULTURAL HERITAGE OBJECTS IN THE POST-SOVIET PERIOD

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering. 65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia, Tel.: +7 (831) 430-17-83; e-mail: orludm.orlova@yandex.ru

[1] Department of state protection of cultural heritage objects of the Nizhny Novgorod region 14, Kremlin, Nizhny Novgorod, 603082 Tel.: +7 (831) 435-65-46; fax: +7 (831)435-65-48; e-mail: i.b.1402@mail.ru

Key words: registration documents, forms of passports of cultural heritage objects, passports of cultural heritage objects of the Nizhny Novgorod region.

The article is devoted to the aspects of improving the certification of cultural heritage objects of Russia. The prerequisites and stages of the formation of an integral system of legal protection of historical and cultural monuments in the USSR and in the post-Soviet period are identified and analyzed. The passports of the objects of cultural heritage of the Nizhny Novgorod region according to the forms of the stages of formation and development are presented.

REFERENCES

1. O registratsii, priyome na uchyot i sokhranenii pamyatnikov istorii i stariny, nakhodyaschikhsya vo vladenii chastnykh lits, obschestv i uchrezhdeniy [About registration, record keeping and preservation of historical and antiquity monuments owned by individuals, societies and institutions]: Dekret SNK RSFSR ot 5 oktyabrya 1918 g. – URL: http://www.consultant.ru.

2. Ob uchyote i registratsii predmetov iskusstva i stariny [About record keeping and registration of art and antiquities]: Dekret SNK RSFSR ot 8 marta1923 g. – URL: http://www.consultant.ru.

3. O merakh uluchsheniya okhrany pamyatnikov kultury [On measures to improve the protection of cultural monuments]: Postanovlenie Soveta Ministrov SSSR ot 14 oktyabrya 1948 g. № 3898. – URL: http://www.consultant.ru.

4. O vvedenii edinoy unifitsirovannoy formy uchyota pamyatnikov istorii i kultury SSSR [On the introduction of a single unified form of record keeping historical and cultural monuments of the USSR]: Prikaz Ministra kultury SSSR ot 27 marta 1972 g. № 153. – URL: http://www.consultant.ru.

5. SSSR. Zakony. Ob okhrane i ispolzovanii pamyatnikov istorii i kultury [On measures to protect and use monuments of history and culture]: Zakon SSSR ot 29 oktyabrya 1976 g. – URL: http://www.consultant.ru.

6. RSFSR. Zakony. Ob obektakh kulturnogo naslediya (pamyatnikakh istorii i kultury) narodov Rossiyskoy Federatsii [About objects of cultural heritage (historical and cultural monuments) of the peoples of the Russian Federation]: Federalny zakon Rossiyskoy Federatsii ot 15 dekabrya 1978 goda. – URL: http://www.consultant.ru.

7. Polozhenie ob okhrane i ispolzovanii pamyatnikov istorii i kultury [Regulations on the protection and use of historical and cultural monuments]: postanovlenie Soveta Ministrov SSSR ot 16 sentyabrya 1982 g. № 865. – URL: http://www.consultant.ru.

8. Instruktsiya o poryadke uchyota, obespecheniya sokhrannosti, soderzhaniya, ispolzovaniya i restavratii nedvizhimykh pamyatnikov istorii i kultury [Instructions on the record keeping procedure, ensuring the safety, maintenance, use and restoration of immovable historical and cultural monuments]: prilozhenie k Prikazu Ministerstva kultury SSSR ot 13 maya 1986 g. № 203.– URL: http://www.consultant.ru.

9. Rossiyskaya Federatsiya. Zakony. Ob obektakh kulturnogo naslediya (pamyatnikakh istorii i kultury) narodov Rossiyskoy Federatsii [About objects of cultural heritage (historical and cultural monuments) of the peoples of the Russian Federation]: Federalny zakon Rossiyskoy Federatsii ot 25 iyunya 2002 g. № 73-FZ. – URL: http://www.consultant.ru.

10. Ob utverzhdenii formy pasporta obekta kulturnogo naslediya [On approval of the passport form of the cultural heritage object] : prikaz Rosokhrankultury ot 27 fevralya 2009 g. № 27 (utratil silu v nastoyaschee vremya) . – URL: http://www.consultant.ru.

11. Ob utverzhdenii formy pasporta obekta kulturnogo naslediya [On approval of the passport form of the cultural heritage object] : prikaz Rosokhrankultury ot 27 fevralya 2010 g. № 38 (utratil silu v nastoyaschee vremya). – URL: http://www.consultant.ru.

12. Ob utverzhdenii formy pasporta obekta kulturnogo naslediya [On approval of the passport form of the cultural heritage object] : prikaz Min. kultury ot 11 noyabrya 2011 g. № 1055 (utratil silu v nastoyaschee vremya). – URL: http://www.consultant.ru.

13. Ob utverzhdenii formy pasporta obekta kulturnogo naslediya [On approval of the passport form of the cultural heritage object] : prikaz Min. kultury ot 2 iyulya 2015 g. № 1906. – URL: http://www.consultant.ru.

14. Ob utverzhdenii poryadka oformleniya i vydachi pasporta obekta kulturnogo naslediya (pamyatnika istorii i kultury) narodov Rossiyskoy Federatsii [On approval of the procedure for registration and issuance of a passport of an object of cultural heritage (a monument of history and culture) of the peoples of the Russian Federation]: prikaz Min. kultury ot 7 iyunya 2016 g. № 1906. – URL: http://www.consultant.ru.

15. Nizhny Novgorod: illyustrirovanny katalog obektov kulturnogo naslediya (pamyatnikov istorii i kultury) federalnogo znacheniya, raspolozhennykh na territorii Nizhnego Novgoroda [Nizhny Novgorod: illustrated catalogue of cultural heritage objects (historical and cultural monuments) of federal significance located on the territory of Nizhny Novgorod]: v dvukh knigakh. Kn.1 / [otv. red. A. L. Gelfond]. – Nizhny Novgorod: Kvarts, 2017. – 376 p.: il. – ISBN 978-5-906698-68-1.

16. Gorodetskiy rayon: illyustrirovanny katalog pamyatnikov istorii i kultury [Gorodetsky district: illustrated catalogue of historical and cultural monuments] / Pravitelstvo Nizhegor. obl., Upravlen. gos. okhrany obektov kultur. naslediya Nizhegor. obl.; otv. red. A. V. Lisitsyna. – Nizhny Novgorod: Kvarts, 2011. – 504 p.: il. – (Obekty kulturnogo naslediya Nizhegorodskoy oblasti). – ISBN 978-5-903581-53-5.

17. Orelskaya O. V., Petryaev S. V. Ulitsa Ilinskaya: v rusle starogo Zapochainya [Ilinskaya Street: in the course of the old Zapochaine]. – Nizhny Novgorod: Begemot NN, 2018. – 272 p., il. – ISBN 978-5-9500977-8-2.

18. Shumilkin M. S., Shumilkin S. M., Shumilkina T. V. Nizhegorodskoe monastyrskoe zodchestvo [Nizhny Novgorod monastic architecture]: monografiya; Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod: NNGASU, 2018. – 195 p. – ISBN 978-5-528-00263-7.

19. Svichkar I. G. Deyatelnost Gosudarstvennykh organov po okhrane istoriko-kulturnogo naslediya Rossiyskoy Federatsii v 1960-1980 gg. [Activities of State bodies for the protection of the historical and cultural heritage of the Russian Federation in the 1960s-1980s.] // Vestnik YurGU [Bulletin of SUSU] / Yugorsk. gos. un-t. – Yugra. – 2013. – Vol. 13, № 1. – P. 52–56.

© Л. Н. Орлова, И. Н. Бутыревская, 2023
Получено: 10.05.2023 г.

УДК 711.641 + 728.03(571.12)

В. Г. ЗАЛЕСОВ[1], канд. архитектуры, доц. кафедры теории и истории архитектуры; Е. И. ВОЛЫНЕЦ[2], ст. преп. кафедры дизайна архитектурной среды

ТИПОЛОГИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА ЖИЛОГО ДОМА В ГОРОДАХ ТОБОЛЬСКОЙ ГУБЕРНИИ XIX – НАЧАЛА XX ВВ.

[1]ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2. Тел.: (3822) 65-24-22; эл. почта: vzal@tsuab.ru
[2]ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»
Россия, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38. Тел.: (3452) 28-36-60; эл. почта: architect.volynets@gmail.com
Ключевые слова: типология; жилой дом, Тобольская губерния XIX – начала XX вв.

Проанализирована типология жилого дома в городах Тобольской губернии XIX – начала XX вв. Обозначена типология распределительного пространства каменных, каменно-деревянных (смешанных) и деревянных жилых домов, приведено соответствие типологии к функциональной разновидности жилого дома. Типология разработана по аналогии с ранее опубликованными научными исследованиями и дополняется новыми данными.

Типология жилого дома для городов Тобольской губернии XIX – начала XX вв. за отсутствием натурных полевых обследований до сих пор подробно не изучалась, не проводилась ее систематизация. Исследования последних лет[1] позволяют в настоящее время провести типологию жилого дома по планировочному признаку с учетом распределительного пространства. Первые дома, которые строились простыми горожанами (XVI – начало XIX вв.), практически полностью повторяли типологию сельского жилья (исключение составляло только привилегированное жилье). Со временем городские здания стали более развитыми как с точки зрения конструктивных, так и объемно- и архитектурно-планировочных решений.

Типологию жилого деревянного дома изучал ряд авторов. В ее основе общепринятая система крестьянского жилища, состоящая из следующих типов: однокамерный (клеть), пятистенок, шестистенок и крестовой дом. Впервые типологию жилого дома для Сибири ввел Е. А. Ащепков, в дальнейшем она была отражена и дополнена другими авторами для городского жилища XIX – начала XX вв. и для разных городов, в том числе и средней полосы России: В. И. Царев (города центральной Сибири), В. Т. Горбачев, М. Г. Меерович (г. Иркутск), А. В. Лисицына (г. Городец), Р. С. Айдайров (г. Казань), В. А. Самогоров, Е. А. Сысоева, Ю. Д. Черная (г. Самара) (рис. 1–3) и др. [1, 2, 3, 5, 8, 9, 10, 11].

[1] Исследования были проведены в рамках проекта «Архитектурный образ региона» под руководством С. Б. Капелевой как программа развития Тюменского индустриального университета. Работы выполнялись с 2016 по 2020 гг.

К СТАТЬЕ В. Г. ЗАЛЕСОВА, Е. И. ВОЛЫНЕЦ «ТИПОЛОГИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА ЖИЛОГО ДОМА В ГОРОДАХ ТОБОЛЬСКОЙ ГУБЕРНИИ XIX – НАЧАЛА XX ВВ. »

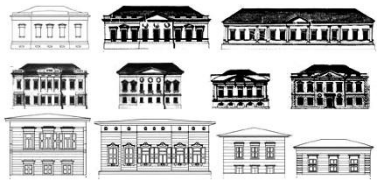


Рис. 1. Дома конца XIX – начала XX вв. в г. Иркутске

Рис. 2. Дома второй половины XIX – начала XX вв. в Казани

Рис. 3. Дерево в архитектуре жилых домов Городца

Рис. 4. Типология распределительного пространства по Куликовой И. В.

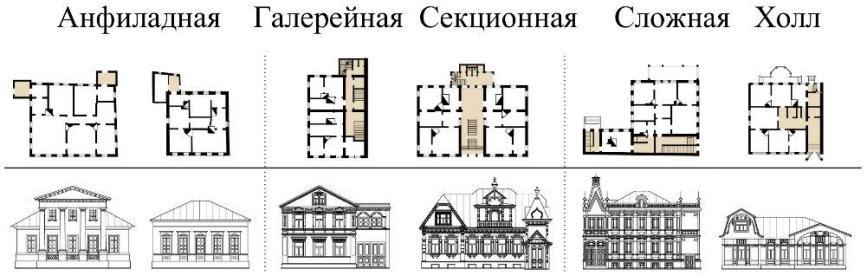


Рис. 5. Типология распределительного пространства по Грачевой Е. Е.

Рис. 6. Типология жилого дома

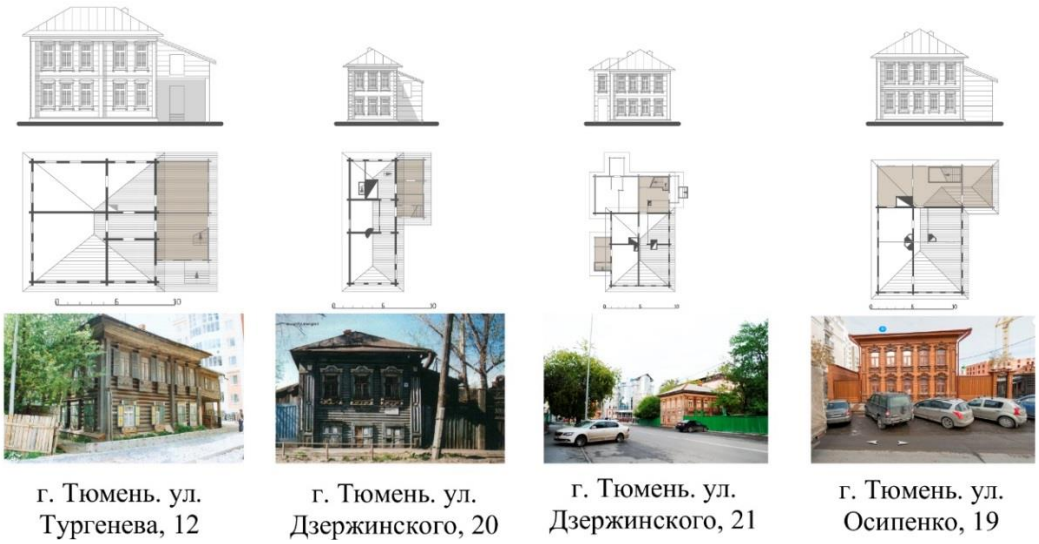


Рис. 7. Типология жилого дома: индивидуальный жилой дом (деревянный)

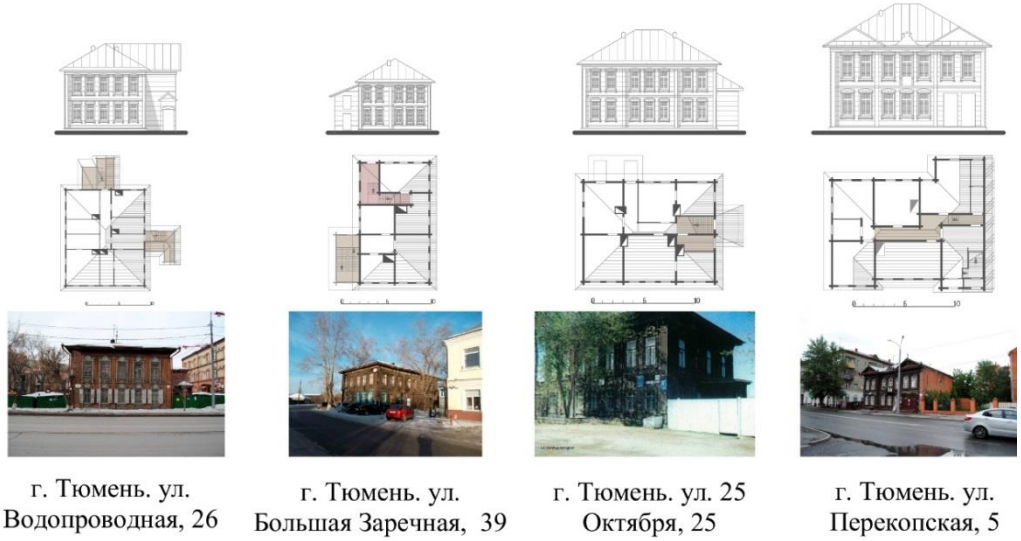


Рис. 8. Типология жилого дома: доходный (многоквартирный) дом (деревянный)

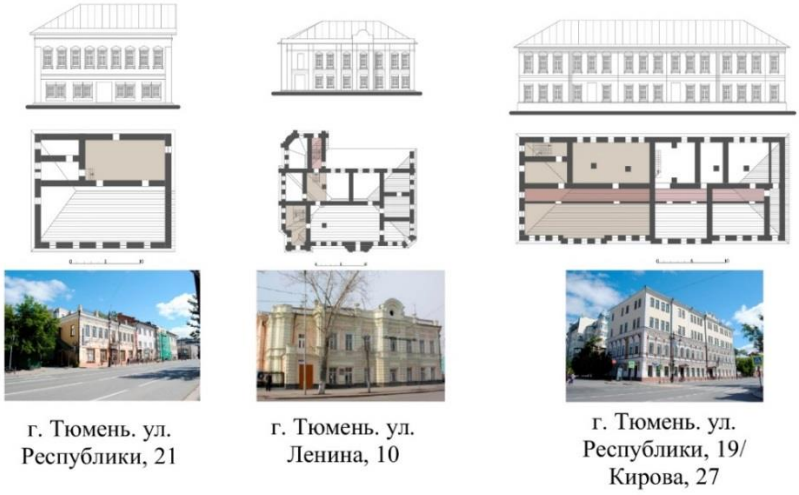


Рис. 9. Типология жилого дома: жилой дом с частично нежилой функцией

Рис. 10. Типология распределительного пространства

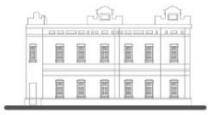
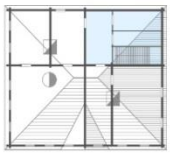
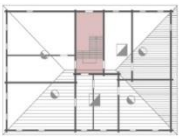
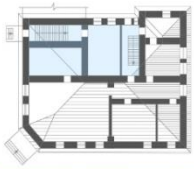
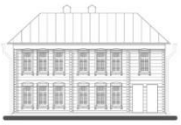
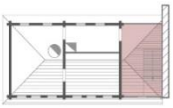
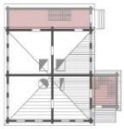
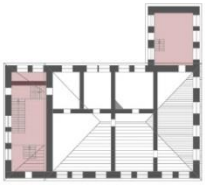
	Тип I. Лестничный блок		
Фасад			
План			
Фотография			
	г. Ишим, ул. Пономарёва, 30-32	г. Ялуторовск, ул. Первомайская, 33	г. Ялуторовск, ул. Первомайская, 21
	Тип II. Пристроенный объём		
Фасад			
План			
Фотография			
	г. Ялуторовск, ул. Оболенского, 44	г. Ишим, ул. Ленина, 32	г. Тобольск, ул. Мира, 9

Рис. 11. Типология распределительного пространства: «лестничный блок», «пристроенный объем»

Рис. 12. Типология распределительного пространства: «холл», «секционный», «смешанный»

Впервые типологию городского доходного жилого дома для Томска конца XIX – начала XX вв. с точки зрения распределительного пространства разработали В. Г. Залесов и И. В. Куликова [7]. Авторы выделяют четыре типа распределительного пространства планировочной структуры доходных домов: «коридор», «лестничный блок», «пристроенный объем» (закрытая галерея), «смешанный» (комбинированное пространство), которые характеризуют все многообразие жилой застройки деревянных доходных домов сибирского города (рис. 4 цв. вклейки).

Позднее Е. Е. Грачева разработала типологию распределительного пространства для Нижнего Новгорода [6]. Автор определила следующие типы планировочной структуры: жилые дома с «анфиладной планировкой», «с галереей», «с секционной структурой», «со сложной планировкой», «холл» (рис. 5 цв. вклейки).

В. Г Залесов и И. В. Куликова рассматривают распределительное пространство для доходных многоквартирных домов второй половины XIX – начала XX вв., Е. Е. Грачева – для трех временных промежутков: для первой и второй половины XIX в. и для конца XIX – начала XX вв. Проанализировав уже опубликованные работы, мы соглашаемся с ранее разработанной типологией и дополняем ее систематизацию для разных по функциональной разновидности жилых домов в Тобольской губернии.

Разновидность жилого дома в городах Тобольской губернии представлена следующими типами: индивидуальный жилой дом (для одной семьи), доходный (многоквартирный) жилой дом (для сдачи всего или части здания в аренду), жилой дом с частично административной функцией (рис. 6 цв. вклейки) [4].

Индивидуальный жилой дом – тип дома, в котором проживала одна семья, мог быть как каменным, так и деревянным, или же смешанной конструкции (каменно-деревянный). Дома могли иметь пристройку, которая служила тамбуром (рис. 7 цв. вклейки).

Деревянный доходный (многоквартирный) дом – сооружение, предназначенное для сдачи в аренду квартир или комнат[2]. В конце XIX – начале XX вв. доходный дом был наиболее массовым типом городского жилья и строился как для малоимущих слоев населения, так и для более солидной публики. Квартиры в доходном доме, как правило, сгруппированы вокруг лестничных клеток, коридоров или галерей (рис. 8 цв. вклейки) [7].

Исходя из названия **«жилые дома с частично нежилой функцией»**, кроме жилых комнат или квартир, в них имеются помещения с общественной функцией. Это могли быть торговые или конторские помещения и др. По конструктивным особенностям они могли быть каменными, деревянными и смешанными, в один этаж, в два и на подклете (рис. 9 цв. вклейки) [4].

По аналогии с уже изученной типологией распределительного пространства в Тобольской губернии, в ее основных исторических городах: Тобольске, Тюмени, Ишиме и Ялуторовске – выделены следующие типы: 1 – «холл», 2 – «пристроенный объем», 3 – «лестничный блок», 4 – «секционный», 5 – «смешанный тип» (рис. 10 цв. вклейки).

---

[2] В Сибири сдача в аренду жилья называлась «кортомом». «*Кортом* … наем, съем, прокат, аренда... В кортом … берут земли, воды …, а в Сибири также дома» // *Даль В. И.* Толковый словарь живого великорусского языка. Т. 2 (И–О). СПб., 1881. С. 172.

Тип I – «лестничный блок». Тип распределительного пространства, сформированного лестничным блоком. Особенность этого типа в том, что лестница расположена в отведенном для нее холле, с помощью которого распределяются входы в отдельные помещения. «Лестничный блок» располагается внутри основного объема здания (рис. 11 цв. вклейки). Такой тип характерен как для каменных, так и для деревянных жилых домов любой разновидности (индивидуальный жилой дом, доходный многоквартирный дом, жилой дом с частично административной функцией).

Тип II – «пристроенный объем». Тип распределительного пространства, при котором к основному объему дома пристраивается дополнительный, в нем располагается лестничный блок и далее происходит распределение по помещениям. Разновидностью данного типа может быть наличие нескольких пристроенных объемов, в каждом из которых может находиться лестничный блок (рис. 11 цв. вклейки). Такой тип также строился из камня и дерева. Характерен для всех разновидностей дома. Особенно удобен для доходного дома в виду того, что в случае, когда семья владельца проживала на втором этаже, а первый сдавался в наем, лестничный блок, расположенный в пристройке, позволял владельцам из тамбура сразу проходить на свой этаж. Таким образом хозяева и не «пересекались» с квартиросъемщиками.

Тип III – «холл». Тип распределительного пространства, при котором деление на помещения осуществляется с помощью коридора. Это может быть длинное с лестничным блоком либо приближенное к квадрату пространство, в котором происходит распределение по помещениям. При распределительном пространстве «холл» входы в помещения организуются с помощью вытянутого коридора, пересекающего все здание. В этом типе распределительного пространства коридор композиционно делит дом на две части. По обе стороны от него находятся комнаты или квартиры в случае, если дом доходный (рис. 12 цв. вклейки). Как и предыдущие типы характерен для всех разновидностей жилого дома, с точки зрения конструктива возводился как из дерева, так и из камня.

Тип IV – «секционный». Тип распределительного пространства, при котором жилой дом разделен на секции. Они могут быть изолированы друг от друга капитальной стеной и могут быть соединены общим холлом (рис. 12 цв. вклейки). Такой тип обнаружен только в г. Тюмени и преимущественно возводился из камня. По назначению более характерен для жилых домов с частично административной функцией.

Тип V – «смешанный». Тип распределительного пространства, при котором совмещаются (комбинируются) два или несколько типов. «Смешанный тип» объединяет в себе два и более типа распределительного пространства. Дома с таким распределительным пространством очень разнообразны (рис. 12 цв. вклейки). Характерен для всех разновидностей жилого дома, строился как из камня, так и из дерева, также и в смешанных конструкциях.

Таким образом, в статье рассмотрена типология распределительного пространства и разновидности жилых домов в городах Тобольской губернии XIX – XX вв. Изучены такие типы как «лестничный блок», «пристроенный объем», «холл», «секционный» и «смешанный». Данная классификация дополняет уже известные типологические ряды. Проанализировано распределительное пространство по отношению к функциональной разновидности дома, таким

образом, любой тип распределительного пространства можно применить к различным разновидностям дома. Тем не менее секционный тип преимущественно применялся для жилых домов с частично административной функцией. В сочетании с жильем общественная функция должны быть изолирована с точки зрения эргономики пространства, поэтому секционный тип был более удобен в этом отношении. Самым распространенным типом жилого дома в городах Тобольской губернии XIX – начала XX вв. были здания, в которых распределительным пространством являлся «пристроенный объем». С точки зрения организации пространства такие здания были удобны как для жилых домов с частично административной функцией, так и доходных домов. При таком распределительном пространстве доступ на этажи был изолирован. Так как жилые дома с частично административной функцией строились преимущественного «секционного» типа, «пристроенный объем» более характерен для индивидуальных доходных жилых домов. Типы «лестничный блок» и «холл» характерны для доходных и индивидуальных жилых домов, но так как индивидуальных жилых домов было значительно больше, делается невозможным определить какой из типов более характерен для этих разновидностей домов. «Смешанный» (комбинированный) тип жилого дома характеризуется сочетанием разных принципов распределительного пространства, поэтому мог встречаться во всех разновидностях жилых домов в соответствии с тем, какой из типов был в этом случае главенствующим.

В статье использованы фотографии автора – Волынец Е. И.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Айдаров, Р. С. Татарская деревянная усадьба в архитектурном пейзаже Казани второй половины XIX – начала XX веков : специальность 18.00.01 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Айдаров Равиль Сайярович ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2009. – 211 с. – Текст : непосредственный.

2. Ащепков, Е. А. Русское народное зодчество в Западной Сибири / Е. А. Ащепков. – Москва : Академия архитектуры СССР, 1950. – 140 с. – Текст : непосредственный.

3. Ащепков, Е. А. Русское народное зодчество в Восточной Сибири / Е. А. Ащепков. – Москва : Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1953. – 280 с. – Текст : непосредственный.

4. Волынец, Е. И. Разновидность жилого дома второй половины XIX – начала XX веков в г. Тюмени / Е. И. Волынец. – Текст : непосредственный // Архитектура и архитектурная среда : вопросы исторического и современного развития, Тюмень, 23-24 апреля 2021 г. : материалы международной научно-практической конференции в 2-х томах / Тюменский индустриальный университет. – 2021. – Том I. – С. 201–208.

5. Горбачев, В. Т. Архитектура сибирских городов XIX – начала XX века : опыт малоэтажного строительства / В. Т. Горбачев. – Санкт-Петербург : Коло, 2016. – 150 с. : ил. – ISBN 978-5-4462-0063-4СПБ. – Текст : непосредственный.

6. Грачева, Е. Е. Архитектура деревянных и каменно-деревянных жилых домов Нижнего Новгорода XIX – начала XX вв. : специальность 05.23.20 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Грачева Елена Евгеньевна ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород. – 2014. – 193 с. – Текст : непосредственный.

7. Залесов, В. Г. Архитектура деревянных доходных домов Томска (конец XIX – начало XX вв.) : монография / В. Г. Залесов, И. В. Куликова ; Томский государственный архитектурно-строительный университет. – Томск : ТГАСУ, 2016. – 423 с. – ISBN 978-5-93057-579-8. – Текст : непосредственный.

8. Лисицына, А. В. Дерево в архитектуре жилых домов Городца середины XIX – начала XX веков / А. В. Лисицына. – Текст : непосредственный. // Городецкие чтения : VII городецкие чтения : материалы научно-практических конференций, Городец, 26 декабря 2012 г. / администрация Городецкого района и Городецкий историко-художественный музейный комплекс. – Городец, – 2012. – С. 145–159. – Текст : непосредственный.

9. Меерович, М. Г. Деревянное наследие архитектуры г. Иркутска – уникальная историко-культурная и художественная ценность / М. Г. Меерович. – Текст : непосредственный // Краевед Приангарья. – 2017. – № 3. – С. 63–91.

10. Самогоров, В. А. Деревянная и каменно-деревянная архитектура Самары конца XIX – начала XX веков : монография / В. А. Самогоров, Е. А. Сысоева, Ю. Д. Черная ; Самарский государственный архитектурно-строительный университет. – Самара, 2011. – 400 с. : ил. – ISBN 978-5-91899-053-7. – Текст : непосредственный.

11. Царев, В. И. История градостроительства в Центральной Сибири с древнейших времен до начала XX в. : монография / В. И. Царев ; Красноярская государственная архитектурно-строительная академия. – Красноярск : Кларетианум, 2003. – 208 с. : ил. – ISBN 5-94491-054-3. – Текст : непосредственный.

ZALESOV[1] Valery Gennadevich, candidate of architecture, associate professor of the chair of theory and history of architecture; VOLYNETS[2] Ekaterina Igorevna, senior teacher of the chair of architectural environment design

TYPOLOGY OF THE DISTRIBUTION SPACE OF A RESIDENTIAL BUILDING IN THE CITIES OF THE TOBOLSK PROVINCE OF THE XIX – EARLY XX CENTURIES

[1]Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering
2, Salyanaya Sq., Tomsk, 634003, Russia. Tel.: +7 (3822) 65-24-22; e-mail: vzal@tsuab.ru
[2]Tyumen Industrial University
38, Volodarsky St., Tyumen, 625000, Russia. Tel. +7 (3452) 28-36-60;
e-mail: architect.volynets@gmail.com38
Key words: typology; house; Tobolsk province of the 19th – early 20th centuries.

The article analyzes the typology of a residential building in the cities of the Tobolsk province of the 19th – early 20th centuries. The typology of the distribution space of stone, stone-wood (mixed) and wooden residential buildings is indicated, the correspondence of the typology to the functional variety of a residential building is given. The typology is developed by analogy with previously published scientific studies and is supplemented with new data.

REFERENCES

1. Aydarov R. S. Tatarskaya derevyannaya usadba v arkhitekturnom peyzazhe Kazani vtoroy poloviny XIX – nachala XX vekov [Tatar wooden estate in the architectural landscape of Kazan in the second half of the 19th - early 20th centuries] : spetsialnost 18.00.01 : dissert. … kandidata arkhitektury ; Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod, 2009. – 211 p.

2. Aschepkov E. A. Russkoe narodnoe zodchestvo v Zapadnoy Sibiri [Russian folk architecture in Western Siberia]. – Moscow : Akademiya arkhitektury SSSR, 1950, 140 p.

3. Aschepkov E. A. Russkoe narodnoe zodchestvo v Vostochnoy Sibiri [Russian folk architecture in Eastern Siberia]. – Moscow : Gosudarstvennoe izdatelstvo literatury po stroitelstvu i arkhitekture, 1953 - 280 p.

4. Volynets E. I. Raznovidnost zhilogo doma vtoroy poloviny XIX – nachala XX vekov v g. Tyumeni [A kind of residential building of the second half of the 19th − early 20th centuries in the city of Tyumen] / Arkhitektura i arkhitekturnaya sreda : voprosy istoricheskogo i sovremennogo razvitiya, Tyumen, 23-24 aprelya 2021 g. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Tyumenskiy industrialny un-t. 2021. Vol. 1. P. 201–208.

5. Gorbachyov V. T. Arkhitektura sibirskikh gorodov XIX – nachala XX veka (opyt maloetazhnogo stroitelstva) [Architecture of Siberian cities of the 19th – early 20th century (experience of low-rise construction)]. – Saint-Petersburg : Kolo, 2016. – 150 p.: il. – ISBN 978-5-4462-0063-4СПБ.

6. Grachyova E. E. Arkhitektura derevyannykh i kamenno-derevyannykh zhilykh domov Novgoroda XIX – nachala XX vv. [Architecture of wooden and stone-wooden residential buildings in Novgorod in the 19th – early 20th centuries] : spetsialnost 05.23.20 : dissert … kandidata arkhitertury. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2014, 193 p.

7. Zalesov V. G., Kulikova I. V. Arkhitektura derevyannykh dokhodnykh domov Tomska (konets XIX – nachalo XX vv.) [Architecture of wooden tenement houses in Tomsk (late XIX − early XX centuries)] : monografiya / Tomskiy gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Tomsk : TGASU, 2016. − 423 p. – ISBN 978-5-93057-579-8.

8. Lisitsyna A. V. Derevo v arkhitekture zhilykh domov Gorodtsa serediny XIX – nachala XX vekov [Wood in the architecture of residential buildings in Gorodets in the middle of the 19th − early 20th centuries]. Gorodetskie chteniya : VII gorodetskie chteniya : materialy nauchno-prakticheskikh konferentsiy, Gorodets, 26 dekabrya 2012 g. / Administratsiya Gorodetskogo rayona i Gorodetskiy istoriko-khudozhestvenny muzeyny kompleks. Gorodets, 2012. P. 145–159.

9. Meerovich M. G. Derevyannoe nasledie arkhitektury g. Irkutska – unikalnaya istoriko-kulturnaya i khudozhestvennaya tsennost [The wooden heritage of the architecture of Irkutsk is a unique historical, cultural and artistic value] // Kraeved Priangarya. 2017. № 3. − P. 63–91.

10. Samogorov V. A., Sysoeva E. A., Chyornaya Yu. D. Derevyannaya i kamenno-derevyannaya arkhitektura Samary kontsa XIX – nachala XX vekov [Wooden and stone-wooden architecture of Samara in the late XIX – early XX centuries]. Samar. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Samara, 2011. – 400 p. : il. – ISBN 978-5-91899-053-7.

11. Tsaryov V. I. Istoriya gradostroitelstva v Tsentralnoy Sibiri s drevneyshikh vremyon do nachala XX v. [History of urban planning in Central Siberia from ancient times to the beginning of the 20th century] : monografiya ; Krasnoyar. gos. arkhitektur.-stroit. akademiya. Krasnoyarsk : Klaretianum, 2003. – 208 p. : il. – ISBN 5-94491-054-3.

© В. Г. Залесов, Е. И. Волынец, 2023
Получено: 22.05.2023 г.

УДК 72.025.4

В. Н. КУПРИЯНОВ, чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф. кафедры архитектуры; И. Ш. САФИН, канд. техн. наук, доц. кафедры архитектуры

КОНТРОЛЬ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОГО СОСТОЯНИЯ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ КАК ФАКТОР ИХ СОХРАННОСТИ

ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет» Россия, 420043, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1. Тел.: (843) 510-46-01, (987) 290-19-98; эл. почта: kuprivan@kgasu.ru

Ключевые слова: сохранение памятников архитектуры, тепловлажностное состояние, измерение параметров среды, измерительные приборы.

Показано, что для контроля тепловлажностных условий в объектах памятников архитектуры должны использоваться только контактные и дистанционные приборы и оборудование. Приведено описание измерительных приборов контактного и дистанционного измерения температуры, влажности и скорости воздушных потоков для непосредственного измерения параметров и приборов с накоплением информации на электронных носителях за сезонные и годовые периоды наблюдений

Сохранение объектов историко-архитектурного наследия является важной государственной задачей. Решение этой задачи зависит от учета, контроля и мониторинга во времени множества факторов. Это климатические факторы, эксплуатация, проблемы консервации, реконструкции, восстановления и многое другое.

Сохранность памятников архитектуры рассматривается с позиции сохранности фасадов и зданий в целом [1, 2], теории [3], практики [4, 5] или ошибок реставрации [6].

Одним из факторов, ускоряющий деградацию памятников, является их тепло-влажностные условия эксплуатации. Повышение влажности конструкции и воздуха помещения способствуют возникновению конденсированной влаги внутри ограждающей конструкции и на их поверхности, что весьма губительно влияет на сохранность наружных стен объектов архитектуры [7, 8]. В строительной теплофизике [9] разработан ряд теорий и экспериментальных методов по контролю, мониторингу и регулированию тепловлажностного состояния конструкций и помещений архитектурных памятников [10, 11].

Наибольшая эффективность контроля тепловлажностного состояния ограждающих конструкций можно обеспечить путем установки датчиков температуры и влажности в толще ограждения [12]. Однако для объектов историко-архитектурного наследия нарушение целостности конструкций категорически не приемлемы [13]. Требуются методы контроля тепло-влажностного состояния памятников на принципах контактного или дистанционного измерения.

В связи с этим целью работы является обзор и анализ приборов и оборудования по контактному и дистанционному контролю температуры, влажности и скорости воздушных потоков применительно исследованию тепло-влажностных условий в конструкциях и объеме памятников архитектуры.

Известны ряд фирм и предприятий по производству измерительной техники по контролю температуры и влажности в ограждающих конструкциях и в объеме помещения. Это отечественные производители широкого спектра измерительных приборов АО «ЭКСИС» [14] и «СКБ Стройприбор» [15]. А также зарубежные производители: “*GAAN*” [16], ГК “*Trotec*” [17] и компания “*Fluke corporation*” [18].

Далее приводятся описание приборов и оборудования по контролю температуры, влажности, скорости воздушных потоков, контактного и дистанционного типов применительно к исследованию памятников архитектуры [19].

Для измерения и мониторинга температуры воздуха используются термогигрометры, позволяющие на протяжении нескольких суток через определенные промежутки времени снимать показания и сохранять их в памяти прибора для дальнейшей обработки. Термометры с контактным зондом предназначен для измерения температуры различных сред, относительной влажности воздуха путем непосредственного контакта зонда с объектом измерения. При использовании зондов влажности в термометрах предусмотрена возможность расчета температуры точки росы (рис. 1 цв. вклейки).

В последнее время широкое распространение при исследовании температур дистанционным способом на различных поверхностях ограждений получило применение тепловизоров и пирометров (рис. 2 цв. вклейки).

Исследуя теплозащитные характеристики наружных стен перекрытий и покрытий возникает необходимость в измерении величин тепловых потоков. Для этого используются приборы ИПП-2 и ПОТОК.

Портативный измеритель скорости тепловых потоков ИПП-2 предназначен для контроля плотности потоков, проходящих через однослойные и многослойные ограждающие конструкции зданий и сооружений, через облицовку и теплоизоляцию энергообъектов при экспериментальном исследовании и в условиях эксплуатации (рис. 3 цв. вклейки).

ИТП-МГ4.03/Х(I) «Поток» предназначен для измерения и регистрации температуры воздуха внутри и снаружи помещения, а также позволяет измерять плотность тепловых потоков, проходящих через однослойные и многослойные ограждающие конструкции зданий и сооружений по ГОСТ 25380, через облицовку и теплоизоляцию зданий при экспериментальном исследовании и в условиях эксплуатации.

На распределение температурно-влажностных условий в помещении и в материалах окружающих ограждений влияет скорость воздушных потоков. Для контроля скорости воздуха используются анемометры. Анемометр АТТ-1002 представляет собой крыльчатый анемометр с возможностью одновременного измерения скорости и температуры воздушного потока (рис. 4 цв. вклейки). Крыльчатка анемометра оснащена подвеской на шарикоподшипниках с малым трением, которая обеспечивает точное измерение и мгновенную индикацию скорости потока воздуха на ЖК-дисплее. Анемометр автоматически сохраняет в памяти последние максимальное и минимальное значения результатов измерений.

Исследование влажности материалов, непосредственно на объекте проводятся приборами бесконтактного измерения, позволяющие не нарушать целостность поверхностных слоев материалов ограждений.

Прибор МГ4Б обеспечивает возможность измерения влажности твердых материалов (бетон, растворная стяжка, штукатурка, кирпич) в лабораторных, производственных и натурных условиях (рис. 5 цв. вклейки).

Универсальный шариковый датчик влагомера *GANN BL Compact B2* (рис. 6 цв. вклейки) используется для определения влажности строительных материалов на глубину до 40 мм любого типа, а также для определения распределения влаги в материалах стен, потолков и пола.

Приборы с выносным зондом предназначены для измерений влажности твердых строительных материалов диэлькометрическим методом по ГОСТ 21718 и ГОСТ 16588, имеет 13 градуировочных зависимостей на твердые строительные материалы: бетон тяжелый, цементно-песчаный раствор, ячеистый плотностью 400, 600, 800, 1000, легкий плотностью 1000, 1200, 1400, 1600 и 1800, кирпич керамический и силикатный, а также 15 градуировочных зависимостей на древесину.

Удобства данных приборов заключаются:

– в компактных размерах, позволяющих проникать в труднодоступные места конструкций;

– для каждого строительного материала может быть установлен индивидуальный лимит, нарушение которого будет сигнализироваться звуковым сигналом.

В конструкциях, не имеющих металлических включений, возможно применение приборов для измерения влажности микроволновым методом.

Прибор *Trotec* T610, представленный на рис. 7 цв. вклейки, позволяет легко определить распределение влаги в строительных материалах, стенах, потолках или полах на глубину до 300 мм.

Кроме того, микроволновой метод работает независимо от степени засоленности материала. Поэтому не имеет значения, проверяется старое или новое здание. T610 оснащен специальным дисплеем, обеспечивающим высококонтрастное отображение даже при ярком солнечном свете. Встроенная функция сигнализации удобна и экономит время. Перед измерением вы можете определить предельное значение в настройках T610. Если в ходе измерения превышается это значение, автоматически подается звуковой предупредительный сигнал. Таким образом, большие площади стен и пола можно измерить быстро и эффективно.

Технические характеристики и пределы измеряемых параметров некоторых приборов приведены в таблице.

Технические характеристики приборов неразрушающего контроля

Прибор	Характеристика	Величина
1.Термогигрометр ИВТМ-7М1	Диапазон измерения влажности, %	0 – 99
	Основная погрешность измерения относительной влажности, %, не более	±2,0
	Диапазон измеряемых температур, °С	-45 – +60
2.Контактный термометр ТК-5.01П	Диапазон измеряемых температур, °С	-20 – +200
	Относительная погрешность, %	±2 +ед. мл. разр.
	Цена единицы младшего разряда, °С	1
3.Измеритель плотности теплового потока ИПП-2	Приведенная погрешность измерения плотности тепловых потоков при 20 °С, % (не более)	5
	Единицы представления	Вт/м^2

К СТАТЬЕ В. Н. КУПРИЯНОВА, И. Ш. САФИНА «КОНТРОЛЬ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОГО СОСТОЯНИЯ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ КАК ФАКТОР ИХ СОХРАННОСТИ»

Термогигрометр ИВТМ-7М1 с картой памяти

Контактный термометр ТК-5.01П

Рис. 1. Приборы контроля температуры

Тепловизор модель *Fluke Ti32*

Пирометр *Trotec BP17*

Рис. 2. Приборы дистанционного контроля температуры

ИПП-2

ИТП-МГ4.03/Х(I) «Поток»

Рис. 3. Приборы для измерения теплового потока

Рис. 4. Анемометр ATT-1002

Рис. 5. Влагомер МГ4Б

Влагомер GANN BL *Compact B 2*

Измерение влажности стены

Рис. 6. Приборы контактного измерения влажности

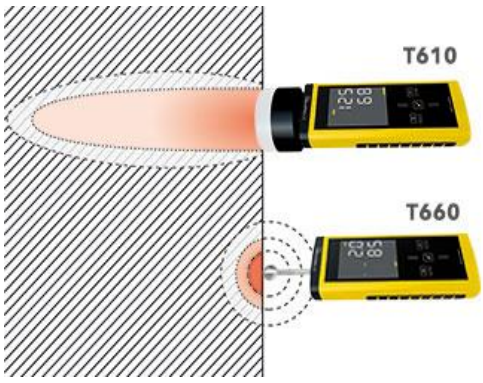


Рис. 7. Микроволновой влагомер *Trotec T610*

Окончание

4.ИТП-МГ4.03/Х(I) «Поток»	Диапазон измерения плотности тепловых потоков, Вт/м^2	10 – 999
	Диапазон измерения температуры, С	-30 – +100
	Пределы допускаемой погрешности измерения плотности тепловых потоков, %	±6
	Длительность наблюдений, ч	1 – 400
	Интервал измерений, мин	1 – 180
Влагомер – МГ4Б	Диапазоны измерений влажности измеряемых материалов, %:	
	– бетона тяжелого ρ от 2200 до 2500 кг/м^3	от 1 до 6
	– бетона , цем.-пес. раствора и кирпича	от 1 до 25
	– пиломатериалов и деревянных деталей	от 4 до 35
	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, %:	
	– для тяжелого бетона, цементно-песчаного раствора и кирпича	± 0,8; ± 1,5
	– для пиломатериалов и деревянных деталей	± 1,5; ± 2,5; ± 3
Влагомер *GANN BL Compact* B 2	Режим сканирования	1 –199,9 цифр
	прямое отображение значений влажности в мас. %, разрешение:	0,1 %
Влагомер *Trotec* T610, микроволновой	Диапазон измерения	1 – 200 ед.
	Разрешение (шаг измерения)	0,1 ед.
	Погрешность измерения	±0,1 ед.
	Максимальная глубина измерения	300 мм
Анемометр АТТ-1002	измерение скорости воздушного потока с разрешением 0,1 м/с	0,8 – 30,0 м/с
	погрешность, где *V* – скорость потока	±(0,2+0,04*V*) м/
	измерение температуры с разрешением 0,1°С	0 – 60 °С
Тепловизор *FLUKE* TI32	Диапазон измеряемых температур	от -20 °С до +600 °С
	Поле зрения	23 °по гор., 17 °по вер.
	Рабочая температура	от -10 °С до +50 °С
	Разрешение	320 х 240
Пирометр *Trotec* BP17	Диапазон измерений (ИК-сенсор) (°С)	-40 – +380
	Погрешность (ИК-сенсор)	±2 % (+0,1 – +400 °С) ±3 ° (-40 – 0 °С)

Проведенное исследование с целью обзора и анализа приборов и оборудования по контактному и дистанционному контролю температуры, влажности и скорости воздушных потоков позволяет сделать следующие выводы:

1. В настоящее время существует ряд приборов и оборудования для анализа тепло-влажностных условий в конструкциях памятников архитектуры как в интерьерах, так и фасадах. Среди приборов и оборудования по контролю тепло-влажностных условий воздушной среды и ограждающих конструкций особое место занимают приборы, позволяющие в автоматическом режиме с интервалом 5-30 минут фиксировать величины параметров среды и накапливать их на электронных носителях при круглогодичном измерении. Анализ базы данных, полученных на годовом и более отрезках времени, позволяет выявить причины возникновения критических повышений влажности и конденсации водяного пара

при сезонных колебаниях наружного климата и микроклимата помещений. Подобный анализ может стать основой по разработке мероприятий по исключению критических тепловлажностных условий, что будет способствовать сохранности памятников архитектуры.

2. Из рассмотренных приборов в натурном обследовании объектов культурного наследия наиболее оптимальными являются приборы по контролю температуры и влажности в ограждающих конструкциях и внутри зданий – термогигрометр ИВТМ-7М1 с картой памяти; для измерения температур на различных поверхностях в труднодоступных местах – тепловизор модель *Fluke Ti32* и пирометр *Trotec BP17*; для измерения влажности несущих и ограждающих конструкций с контактным датчиком –прибор *Trotec T610* и *GAAN Compact B2*; для измерения скорости воздушных потоков – анемометр АТТ-1002.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фасады памятников архитектуры: особенности очистки и окраски. – URL: https://www.remmers.ru/ru/news/fasady-pamatnikov-arhitektury-osobennosti-ocistki-i-okraski/detail/642 (дата обращения: 21.03.2023). – Текст : электронный.

2. Таякина, В. О. Реконструкция зданий как вариант сохранения образа старого города / В. О. Таякина, Т. А. Гвоздикова. – Текст : электронный // Технические и математические науки : молодежный научный форум : электронный сборник статей по материалам XVII студенческой международной заочной научно-практической конференции. – Москва, 2014. – № 10 (17). – С. 220–230. – URL: http://www.nauchforum.ru/archive/MNF_tech/10(17).pdf.

3. Бородов, В. Е. Основы реконструкции и реставрации. Укрепление памятников архитектуры : учебное пособие / В. Е. Бородов. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2015. – 180 с. – URL: https://e.lanbook.com/book/76505 (дата обращения: 10.03.2023). – Текст : электронный.

4. Гусев, Н. И. Некоторые особенности отделки реставрируемых зданий / Н. И. Гусев, М. В. Кочеткова, К. С. Паршина. – Текст : электронный // Молодой ученый / Пензенский государственный университет архитектуры и строительства. – Пенза, 2014 – № 4. – С. 157–158. – URL: https://moluch.ru/archive/63/9891/.

5. Straube, J. F. Влага в зданиях / J. F. Straube. – Текст : непосредственный // АВОК. – 2002. – № 6. – С. 30–39.

6. Белановская, Е. В. Характерные ошибки реставрации каменных памятников архитектуры Вологодской области / Е. В. Белановская. – Текст : электронный // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2012. – № 1-1 (36). – С. 5–7. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_17910985_13722665.pdf.

7. Куприянов, В. Н. Паропроницаемость и проектирование ограждающих конструкций / В. Н. Куприянов, И. Ш. Сафин. – Текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. – 2010. – № 3. – С. 385–390.

8. Дорохов, В. Б. Влияние температурно-влажностного режима заглубленных объемов на сохранность памятников архитектуры с монументальной живописью на примере Спасо-Преображенского храма города Полоцка / В. Б. Дорохов, Н. Ю. Пинтелин, Д. Ю. Желдаков. – Текст : непосредственный // Строительство и реконструкция. – 2021. – № 6 (98). – С. 43–49. – DOI 10.33979/2073-7416-2021-98-6-43-49.

9. Фокин, К. Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий / К. Ф. Фокин ; под редакцией Ю. А. Табунщикова. – Издание 5-е, перераб. – Москва : АВОК-ПРЕСС, 2006. – 252 с. : ил. – (Техническая библиотека НП "АВОК"). – Текст : непосредственный.

10. Кочев, А. Г. Особенности поддержания температурно-влажностного режима в православных храмах / А. Г. Кочев, М. М. Соколов, Е. А. Кочева. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, – 2018. – № 4 (48). – С 48–52.

11. Кочев, А. Г. Исследование исторических систем по созданию и поддержанию микроклимата в православных храмах / А. Г. Кочев, М. М. Соколов. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2021. – № 4 (60). – С. 96–100.

12. Иванцов, А. И. Натурные исследования эксплуатационных воздействий на фасадные системы с различными видами эффективных утеплителей / А. И. Иванцов, В. Н. Куприянов, И. Ш. Сафин. – Текст : непосредственный // Жилищное строительство. – 2013. – № 7. – С. 29–32.

13. Zheldakov, D. Yu. The Brick Material Durability in Brickwork / D. Yu. Zheldakov // AlfaBuild. – 2020. – № 3 (15). – P. 1504. – DOI 10.34910/ALF.15.4. – EDN XSSJKS.

14. Приборы для измерения параметров микроклимата среды – URL: https://www.eksis.ru/catalog/ (дата обращения: 20.03.2023). – Текст : электронный.

15. Производитель современных средств неразрушающего контроля. – URL: http://www.stroypribor.com/about/ (дата обращения: 16.03.2023). – Текст : электронный.

16. Производитель ручных приборов для измерения в областях применения древесины, строительных материалов, влажности и температуры. – URL: https://www.gann.de/en/gann/about (дата обращения: 20.03.2023). – Текст : электронный.

17. ГК “*Trotec*” – это широчайший спектр электроинструментов, контрольно-измерительных приборов, а также климатической техники. – URL: https://trotec-russia.ru/about/ (дата обращения: 21.03.2023). – Текст : электронный.

18. Компания “*Fluke corporation*” является мировым лидером в производстве, продаже и обслуживании электронных измерительных приборов. – URL: https://flukeshop.ru/about (дата обращения: 16.03.2023). – Текст : электронный.

19. Сизов, Б. Т. Мониторинг температурно-влажностного режима памятников архитектуры / Б. Т. Сизов. – Текст : непосредственный // АВОК. – 2003. – № 2. – С. 44.

KUPRIYANOV Valery Nikolaevich, corresponding member of RAACS, doctor of technical sciences, professor of the chair of architecture; SAFIN Ildar Shavkatovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of architecture

MONITORING OF THE HEAT AND HUMIDITY CONDITION OF ARCHITECTURAL MONUMENTS AS A FACTOR OF THEIR PRESERVATION

Kazan State University of Architecture and Engineering
1, Zelyonaya St., Kazan, 420043, Republic of Tatarstan. Tel.: +7 (843) 510-46-01,
+7 (987) 290-19-98; e-mail: kuprivan@kgasu.ru
Key words: preservation of architectural monuments, heat and humidity state, measurement of environmental parameters, measuring instruments.

The article shows that only contact and remote devices and equipment should be used to control the heat and humidity conditions in the objects of architectural monuments. The description of measuring devices for contact and remote measurement of temperature, humidity and air flow velocity for direct measurement of parameters and devices with accumulation of information on electronic media for seasonal and annual observation periods is given.

REFERENCES

1. Fasady pamyatnikov arkhitektury: osobennosti ochistki i okraski [Facades of architectural monuments: features of cleaning and painting]. – URL: https://www.remmers.ru/ru/news/fasady-pamatnikov-arhitektury-osobennosti-ocistki-i-okraski/detail/642 (data obrascheniya: 03/21/2023).

2. Tayakina V. O., Gvozdikova T. A. Rekonstruktsiya zdaniy kak variant sokhraneniya obraza starogo goroda [Reconstruction of buildings as an option to preserve the image of an old city] // Molodyozhny nauchny forum : Tekhnicheskie i matematicheskie nauki: elektr. sb. materialov XVII Mezhdunar. studench. nauchno-praktich. konf. – 2014. – № 10 (17). – P. 220–230.

3. Borodov V. E. Osnovy rekonstruktsii i restavratsii. Ukreplenie pamyatnikov arkhitektury [Fundamentals of reconstruction and restoration. Strengthening architectural monuments]: ucheb. posobie / Elektron. tekst. dannye. – Yoshkar-Ola: Povolzh. gos. tekhnolog. un-t, 2015. – 180 p. – URL: https://e.lanbook.com/book/76505 (data obrascheniya: 10.03.2023).

4. Gusev N. I., Kochetkova M. V., Parshina K. S. Nekotorye osobennosti otdelki restavriruemykh zdaniy [Some features of finishing restored buildings] // Molodoy uchyony [Young scientist]. – 2014. – № 4. – P. 157–158.

5. Straube J. F. Vlaga v zdaniyakh [Moisture in buildings] // AVOC. – 2002. – № 6. – P. 30–39.

6. Belanovskaya E. V. Kharakternye oshibki restavratsii kamennykh pamyatnikov arkhitektury Vologodskoy oblasti [Characteristic errors of restoration of stone monuments of architecture of the Vologda region] // Vestnik Cherepovetskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of Cherepovets State University]. – 2012. – № 1. – Vol. 1. – P. 5–7.

7. Kupriyanov V. N., Safin I. S. Paropronitsaemost i proektirovanie ograzhdayuschikh konstruktsiy [Vapor permeability and design of enclosing structures] // Academia. Arkhitektura i stroitelstvo [Academia. Architecture and construction]. – 2010. – №. 3. – P. 385–390.

8. Dorokhov V. B., Pintelin N. Yu., Zheldakov D. Yu. Vliyanie temperaturno-vlazhnostnogo rezhima zaglublyonnykh obyomov na sokhrannost pamyatnikov arkhitektury s monumentalnoy zhivopisyu na primere Spaso-Preobrazhenskogo khrama goroda Polotska [The influence of the temperature and humidity regime of buried volumes on the preservation of architectural monuments with monumental paintings on the example of the Transfiguration Church of the city of Polotsk // Stroitelstvo i rekonstruktsiya [Construction and reconstruction]. – 2021. – № 6(98). – P. 43-49. – DOI 10.33979/2073-7416-2021-98-6-43-49. – EDN MRMGEC.

9. Fokin K. F. Stroitelnaya teplotekhnika ograzhdayuschikh chastey zdaniy [Construction heat engineering of enclosing parts of buildings] / Pod red. Yu. A. Tabunschikova, V. G. Gagarina. – 5-e izd., peresmotr. – Moscow: AVOKPRESS, 2006. – 256 p.

10. Kochev A. G., Sokolov M. M., Kocheva E. A. Osobennosti podderzhaniya temperaturno-vlazhnostnogo rezhima v pravoslavnykh khramakh [Features of maintaining the temperature and humidity regime in Orthodox churches] // Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. – 2018. – № 4(48). – P. 48–52.

11. Kochev A. G., Sokolov M. M. Issledovanie istoricheskikh sistem po sozdaniyu i podderzhaniyu mikroklimata v pravoslavnykh khramakh [Research of historical systems for the creation and maintenance of microclimate in Orthodox churches] // Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. – 2021. – № 4(60). – P. 96–100.

12. Ivantsov A. I., Kupriyanov V. N., Safin I. S. Naturnye issledovaniya ekspluatatsionnykh vozdeystviy na fasadnye sistemy s razlichnymi vidami effektivnykh utepliteley [Field studies of operational impacts on facade systems with various types of effective insulation] // Zhilischnoe stroitelstvo [Housing construction]. – 2013. – № 7. – P. 29–32.

13. Zheldakov D. Yu. The Brick Material Durability in Brickwork // AlfaBuild. – 2020. – № 3(15). – P. 1504. – DOI 10.34910/ALF.15.4. – EDN XSSJKS.

14. EXIS JSC: pribory dlya izmereniya parametrov mikriklimata sredy [devices for measuring the parameters of the microclimate of the environment]. – URL: https://www.eksis.ru/catalog / (data obrascheniya: 03/20/2023).

15. SKB Stroypribor : proizvoditel sovremennykh sredstv nerazrushayuschego kontrolya [manufacturer of modern means of non-destructive testing]. – URL: http://www.stroypribor.com/about / (data obrascheniya: 03/16/2023).

16. GAAN – proizvoditel ruchnykh priborov dlya izmereniya v oblastyakh primeneniya drevisiny, stroitelnykh materialov, vlazhnosti i temperatury [GAAN is a manufacturer of hand-held instruments for measuring in the fields of wood, building materials, humidity and temperature]. – URL: https://www.gann.de/en/gann/about (data obrascheniya: 03/20/2023).

17. GK “Trotec” – eto shirochayshiy spektr elektroinstrumentov, kontrolno-izmeritelnykh priborov, a takzhe klimaticheskoy tekhniki [GC "Trotec" is a wide range of power tools, control and measuring devices, as well as climate technology]. – URL: https://trotec-russia.ru/about / (data obrascheniya: 03/21/2023).

18. Kompaniya Fluke Corporation yavlyaetsya mirovym liderom v proizvodstve, prodazhe i obsluzhivanii elektronnykh izmeritelnykh priborov [Fluke Corporation is a world leader in the production, sale and maintenance of electronic measuring instruments]. – URL: https://flukeshop.ru/about (data obrascheniya: 03/16/2023).

19. Sizov B. T. Monitoring temperaturno-vlazhnostnogo rezhima pamyatnikov arkhitektury [Monitoring of temperature and humidity regime of architectural monuments] // AVOK. – 2003. – № 2. – P. 44.

© В. Н. Куприянов, И. Ш. Сафин, 2023
Получено: 05.04.2023 г.

УДК 725:502.3

М. Ю. БОЛГОВ, аспирант кафедры архитектурного проектирования

«ЗЕЛЕНАЯ» АРХИТЕКТУРА ОФИСНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-87; эл. почта: korbol@list.ru
Ключевые слова: архитектура, «зеленая» архитектура, природа, офисные здания и сооружения, экоархитектура.

Приведен краткий обзор, анализ и характеристика новых архитектурных примеров и концепций «зеленого» проектирования на примере архитектуры офисных зданий и сооружений, выявлены особенности формирования концепции «зеленых» офисов, реализующих идею природной интеграции в архитектуре.

Одной из новейших тенденций в развитии архитектуры начала XXI века стала экологизация зданий различных типов (т. е. последовательное внедрение экологических идей сохранения природы и устойчивой окружающей среды). В настоящее время одним из востребованных типов общественных зданий в крупных и крупнейших городах мира стали офисные объекты. Офисно-деловые центры предназначены для работы как руководства предприятия, компании (дирекции и секретариата), администрации фирмы, так и для работы служащих компании с клиентами для осуществления коммерческой, исследовательской и интеллектуальной деятельности, обработки документации и ее хранения, поэтому для комфортного пребывания значительного количества работников необходимо наличие не только новейшего оборудования, но и создание благоприятной среды, которая осуществляется и с помощью концепции «зеленой» архитектуры. В связи с этим возникает проблема проектирования новой типологической структуры данного типа зданий. Современные офисно-деловые центры крупных компаний размещаются не в приспосабливаемых зданиях, а стремятся иметь специальное здание с представительским обликом, построенное по индивидуальному проекту, где будут выполнены все требования заказчика. В большинстве стран мира, в городах-мегаполисах офисные здания – это небоскребы, расположенные в деловой части города. В крупнейших и крупных городах разных стран не всегда отмечается гонка за сверхвысотные сооружения, а внимание обращается на местоположение объекта вблизи зеленых зон. Рассмотрим ряд конкретных примеров офисно-деловых зданий в разных странах.

Небоскреб **«Спираль»** (“*The Spiral*”) (рис. 1 цв. вклейки) (арх. Бьярка Ингельс, 2024 г.) расширяет зеленое пространство на месте бывших железнодорожных путей Нью-Йорка. Здание в районе Манхеттена высотой 314 метров представляет собой стеклянный параллелепипед, в котором непрерывная зеленая спиралевидная цепочка открытых террас с зелеными садами на ряде этажей взаимодействует с рабочими местами на каждом уровне. Центром композиции является ряд атриумных пространств, соединенных между собой. Спираль закручивается вокруг трехступенчатой башни, которая постепенно становится уже к вершине. Это создает уникальные конфигурации этажей и динамичную композицию. Внутри здания каждая терраса превращается в атриум

К СТАТЬЕ М. Ю. БОЛГОВА
«ЗЕЛЕНАЯ» АРХИТЕКТУРА ОФИСНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

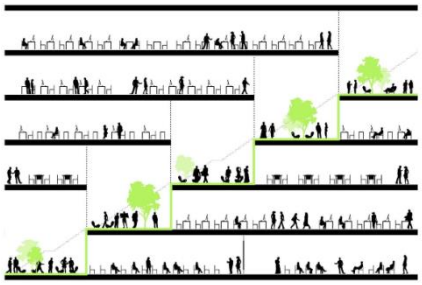


Рис. 1. “*The Spiral” BIG Architects*, США (Нью Йорк), 2014

Рис. 2. *“Float” RPBW Architects*, Германия (Дюссельдорф), 2018

Рис. 3. Штаб-квартира “*Lakeside Design*” *CSWADI*, Китай (Ченгду), 2020

Рис. 4. Конференц-центр, *TJAD Original Design Studio*, Китай (Шанхай), 2021

Рис. 5. Офисное здание, фирма Скотт Браунинг, Великобритания (Веллингфорт), 2020

Рис. 6. *“Tairan” Zhubo Designe*, Китай (Шеньжень), 2012

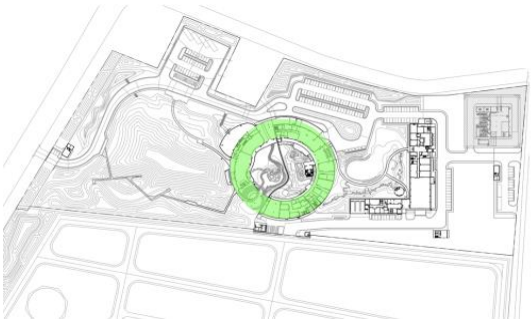


Рис. 7. СПГ *Architects* 49, Тайланд, 2022

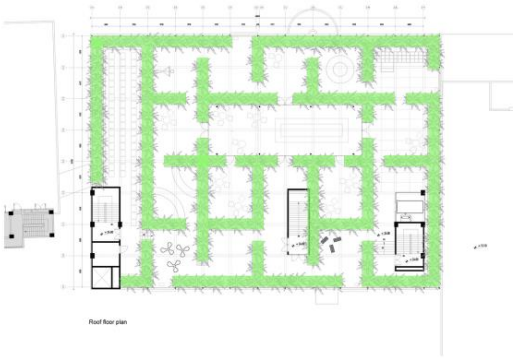


Рис. 8. «Фабрика идей» *MVRDV Architects*, Китай (Шеньжень), 2021

двойной высоты с видом на Манхэттен, в место для встреч и проведения различных мероприятий. Эти пространства соединяют несколько уровней в здании. «Спираль» устанавливает новый стандарт для современного рабочего места, где природа становится неотъемлемой частью рабочей среды, а пространственные особенности постоянно адаптируются к изменяющимся потребностям арендаторов и их организаций. Ступенчатая форма «Спирали» в определенной степени перекликается с архитектурой классических ступенчатых небоскребов Нью-Йорка начала XX века. Силуэт небоскреба диалогичен с архитектурой Рокфеллеровского центра, а современные материалы и детали ставят его в авангард современного дизайна высотных зданий на пути к тому, чтобы стать будущей классикой на горизонте Манхэттена [2].

Деловой комплекс **«Флоут»** (“Float”) (рис. 2 цв. вклейки) 2018 года, выполненный в архитектурной мастерской Ренцо Пиано, расположен в районе Медиенхафен в Дюссельдорфе (Германия), недалеко от гавани. Он состоит из шести отдельных офисных блоков разного размера и высоты, соединенных серией мостов – «Пассерелей». Геометрия зданий соответствует направлениям улиц. Объемы заполняют существующий пробел в застройке квартала города. Расстояния между отдельными блоками позволяют проникать естественному свету и обеспечивают вид на гавань с северной стороны. С южной стороны создается микроклиматическая и акустическая буферная зона между улицей и зданием. Благодаря сплошному остеклению здания выглядят легкими и прозрачными. Слегка приподнятые над землей они словно плывут по морю. Поверхности крыш покрыты пышной зеленью, что позволяет аккумулировать излишнюю влагу в летнее время года. Остекление от пола до потолка позволяет продуктивно использовать солнечное освещение в течение светового дня, а установленные фотогальванические элементы на южных фасадах корпусов позволяют собирать солнечную энергию и преобразовывать ее в электрическую для использования освещения в темное время суток [2].

Проект **«Штаб-квартиры *Lakeside Design*»** для г. Чегду (Китай) (рис. 3 цв. вклейки) архитектурной мастерской *CSWADI* (2020 г.) стал важным объектом в создании экологического пояса вдоль озера Синлун города Ченгду (Китай). Вся офисная зона покрыта пышной зеленью, что позволяет создать образ зеленого холма у водоема. Остекление из тройного серебристого стекла способствует максимальному получению дневного света и минимизации длинноволнового солнечного излучения. Расположение корпусов организовано в шахматном порядке, чтобы сформировать множество внутренних и наружных промежуточных пространств, таких как озелененные атриумы, боковые и заглубленные дворы, сады на крыше и веранды, что, в свою очередь, образует систему микросреды с эффективным взаимодействием света, тепла и ветра. Внутри здания воздух проникает через атриум, а горячий воздух выбрасывается через три световых люка для достижения естественной вентиляции в переходные сезоны и сокращения времени работы кондиционера. Открытая система здания укрепляет концепцию «зеленого» офиса, способствует социальному взаимодействию, позитивному диалогу пользователей с окружающей средой. Вертикальная пешеходная система с ландшафтными лестницами в качестве основного ядра покрывает более 80 % офисной площади [3].

Современный офисный **конференц-центр** в Шанхае (рис. 4 цв. вклейки) по проекту “*TJAD Original Design Studio*” (2021 г.) расположен на территории

бывшей ткацкой фабрики. Участок представлял собой группу небольших зданий, разбросанных среди зарослей. Задача сохранить целостность этого участка архитекторами была решена удачно. Они объединили и изменили существующие одноэтажные здания и пространства, чтобы органично вписаться в окружающую природную среду. Крыша, выполненная из железобетона, создает эффект хаотично разложенных лоскутов газона, края которых имеют загнутый вид, создавая таким образом атриумы, фигурные проемы, далее формирующиеся во внутренние дворики, а дворовое пространство встраивается в местный ландшафт. За счет неоднородности расположения «лоскутов» происходит формирование внутренних пространств разной площади и высоты [3].

Работа британской фирмы «Скотт Браунригг» над созданием энергосберегающего проекта **двухэтажного офисного здания – штаб-квартиры** (рис. 5) для компании "*CABI*" (2020 г.) в Валингфорде (*Wallingford*), которая применяет научные знания для решения проблем в сельском хозяйстве и окружающей среде, привела к формированию объекта, в котором экспериментальный биоразнообразный ландшафт удачно сочетается с новой гибкой рабочей средой. Архитектурное решение отличается высокой энергоэффективностью благодаря стратегиям использования материалов и конструкций. Дизайн включает в себя тщательный подбор материалов, что снизит потребление энергии. Здание сориентировано по сторонам света таким образом, чтобы летом создавалось затенение, а зимой проникал солнечный свет. Естественная вентиляция была достигнута за счет перфорированного фасада, который пропускает прохладный воздух в здание днем и ночью, который затем поднимается и собирается наверху. Вентиляция с повторным использованием тепла применяется зимой для предварительного подогрева свежего воздуха, который затем нагнетается в полы. Расположенное в природной зоне здание мимикрирует под среду с помощью живой крыши, которая привлекает насекомых и птиц и увеличивает биоразнообразие [4].

Офисное здание **«Тайран»** (рис. 6 цв. вклейки) в китайском городе Шэньчжэнь по проекту архитектурного бюро *Zhubo* (2015 г.) находится в деловом центре города. Это здание переменной этажности с внутренним благоустроенным зеленым двором в центре. Авторами сформирован своего рода тип городского здания-квартала с центральным общественным пространством, обрамленным корпусами разной этажности. Озеленение поднимается по ступеням террас и продолжается на плоских эксплуатируемых кровлях. Сады на террасах – это основное место отдыха для сотрудников офисов. Такое архитектурное решение отходит от типичной типологии интернационального многоэтажного офисного здания. Крыша здания «Тайран» представляет собой ряд ступеней-террас, образующих 5-й фасад здания. Они были спроектированы как единый многоуровневый ландшафт и представляют собой пышные сады со скамейками, деревянными террасами и растениями, создающими уникальный вид из окружающих офисных башен. Фасад здания состоит из поставленных друг на друга вытянутых одноэтажных блоков, выполняющих функцию разделения офисных единиц [5].

Офисное здание «**Резервуар для хранения сжиженного природного газа (СПГ)»** послужил прототипом для воплощения идеи-метафоры (рис. 7 цв. вклейки) архитекторов мастерской "*Architects* 49" для крупной нефтегазовой компании Таиланда. Первоначальная концепция заключалась в том,

чтобы спроектировать здание, создающее ощущение пребывания в уникальной среде резервуара. Таким образом, диаметр и форма основного офисного помещения напоминают размеры настоящего резервуара. Чтобы уменьшить внушительный размер резервуара, естественное озеленение распределяется по всему пространству, где зеленая крыша спускается до уровня земли, соединяя здание с окружающей средой. Верхнее атриумное остекление, плавно перетекающее на этаж ниже, позволяет равномерно проникать солнечному свету по всему периметру помещений. Внешне конструкция спроектирована таким образом, чтобы корреспондировать с окружающей средой. Это достигается за счет сохранения исходной среды водно-болотных угодий вместе с местными деревьями [6].

«Фабрика идей» (рис. 8 цв. вклейки) трансформирует бывшее здание фабрики в г. Шэньчжэне (Китай). Проект архитекторов из мастерской *MVRDV* (2021 г.) представляет собой соединение офисов Института городских исследований Китая «Ванке» и помещений, предназначенных для аренды. Вместо того чтобы сносить заброшенное здание фабрики, архитекторы выполнили проект его реконструкции. К первоначальной структуре здания был надстроен дополнительный этаж, чтобы увеличить площадь для создания «зеленого» пространства. Новый фасад слегка отодвинут от края строения, образуя открытые лоджии, охватывающие все здание. На кровлю ведет лестница. При входе на крышу посетителей встречает зеленый бамбуковый лес, образующий бамбуковый «лабиринт», который делит крышу на разные пространства – зоны отдыха. Бамбук создает прохладное, затененное пространство и поддерживает биоразнообразие в плотной городской среде. Партнер-основатель *MVRDV* Вини Маас поясняет: «Мы не только смогли использовать эту существующую структуру, мы усилили ее использование, добавив дополнительный этаж с зеленой и общественной крышей» [7].

«Зеленое» строительство и экологическая составляющая являются важнейшими аспектами новой эпохи, формирующими позитивные отношения между архитектурой, окружающей средой и человеком. Многофункциональные офисные здания обычно относятся к урбанизированным районам с высокой плотностью населения и высотной застройкой. В то же время, по сравнению со зданиями фиксированных функций и форм, пространство офисных зданий постоянно трансформируется и эволюционирует, и они становятся экологически ориентированными зданиями [8]. Создание комфортной и благоприятной среды в офисных зданиях становится неотъемлемой частью на стадии проектирования. «Неагрессивная» среда (приглушенное искусственное освещение, нейтральные цвета, естественные материалы) способствует повышению продуктивности и снижает уровень общей утомляемости среди персонала и посетителей. Этот эффект достигается благодаря использованию открытых и освещенных пространств с использованием натуральных зеленых насаждений в интерьерах и экстерьерах, естественному освещению в течении светового дня с помощью панорамного остекления и/или атриумов, продуманной планировке, способствующей оптимальному движению потока людей внутри помещений и за их пределами. Большинство проектов прибегает к идее стирания границ между рабочим и нерабочим пространством, между архитектурой и природой, что способствует образованию комфортной среды. При этом уместно вспомнить, что первым в мировой архитектурной практике с подобной концепцией выступил

один из лидеров советского архитектурного авангарда 1920–1930-х годов И. И. Леонидов в своем конкурсном проекте «Дом промышленности» в Москве (1930 г.). Он отказался от традиционной коридорно-ячейковой типологии конторских зданий и предложил новаторство – универсальный план этажей, рациональную организацию труда служащих в сочетании с отдыхом, организовав на каждом этаже рядом с рабочей зоной рекреационную зону для кратковременного отдыха. Леонидов открыл один из этажей многоэтажного здания, превратив его в сад для отдыха, запроектировал эксплуатируемую кровлю с переносным бассейном, гимнастическим полем и беговой дорожкой [10].

Аналитический обзор показал, что большинство зарубежных офисных зданий, являясь многофункциональными деловыми центрами, в настоящее время характеризуются наличием ряда приемов, таких как рекреационные зоны в виде эксплуатируемых «зеленых» крыш и террас, «зеленых» помещений в качестве зон отдыха на разных этажах, в зоне работы с клиентами, в вестибюлях, кафе для конторских служащих, в странах с жарким климатом – наличие открытых пространств «зеленых» этажей и дворов-садов. Эти тенденции, как видно из обзора разных офисных зданий, в настоящее время становятся общепринятыми. Сочетая в себе вышеперечисленные качества, устойчивая «зеленая» архитектура снискала популярность среди архитекторов множества архитектурных мастерских по всему миру, она удовлетворяет всем нынешним требованиям в области проектирования офисных зданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. BIG. – URL: https://big.dk/ (дата обращения: 19.01.2023). – Текст : электронный.
2. RPBW. – URL: http://www.rpbw.com/project/the-float-building (дата обращения: 19.01.2023). – Текст : электронный.
3. Archdaily. CSWADI architects. – URL: https://www.archdaily.com/991645/cswadi-lakeside-design-headquarters-cswadi?ad_medium=office-landing&ad_name=featured-image (дата обращения: 19.01.2023). – Текст : электронный.
4. TJAD Original Design Studio. – URL: https://www.archdaily.com/office/tjad-original-design-studio?ad_name=project-specs&ad_medium=single (дата обращения: 19.01.2023). – Текст : электронный.
5. Archdaily. Scott Brownrigg. – URL: https://www.archdaily.com/951983/cabi-headquarters-scott-brownrigg?ad_source=search&ad_medium=projects_tab/ (дата обращения: 19.01.2023). – Текст : электронный.
6. Zhubo Designe. – URL: http://www.zhubo.com/en/work/office-and-industrial-park/211.html/ (дата обращения: 19.01.2023). – Текст : электронный.
7. Architects 49. – URL: http://a49.co.th/Projects/view/406/ (дата обращения: 19.01.2023). – Текст : электронный.
8. MVRDV architects. – URL: https://www.mvrdv.com/projects/436/idea-factory/ (дата обращения: 19.01.2023). – Текст : электронный.
9. Edwards, B. Green building pay: Productivity, Design, Ecology / B. Edwards, E. Naboni. – London : Routledge, 2013. – № 3.
10. Александров, П. А. Иван Леонидов. / П. А. Александров, С. О. Хан-Магомедов. – Москва : Стройиздат, 1971. – 127 с. – (Мастера архитектуры). – Текст : непосредственный.

BOLGOV Mikhail Yurevich, postgraduate student of the chair of architectural design

"GREEN" ARCHITECTURE OF OFFICE BUILDINGS AND STRUCTURES

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia, Tel.: +7 (831) 430-17-83;
e-mail: korbol@list.ru
Key words: architecture, "green" architecture, nature, office buildings and structures, ecoarchitecture.

The article gives a brief review, analysis and characterization of new architectural examples and concepts of "green" design on the example of the architecture of office buildings and structures; the features of the formation of the concept of "green" offices that implement the idea of natural integration in architecture are revealed.

REFERENCES

1. BIG. – URL: https://big.dk/ − (data obrascheniya: 19.01.2023).
2. RPBW. – URL: http://www.rpbw.com/project/the-float-building (data obrascheniya: 19.01.2023).
3. Archdaily. CSWADI architects. – URL: https://www.archdaily.com/991645/cswadi-lakeside-design-headquarters-cswadi?ad_medium=office-landing&ad_name=featured-image (data obrascheniya: 19.01.2023).
4. TJAD Original Design Studio. – URL: https://www.archdaily.com/office/tjad-original-design-studio?ad_name=project-specs&ad_medium=single (data obrascheniya: 19.01.2023).
5. Archdaily. Scott Brownrigg. – URL: https://www.archdaily.com/951983/cabi-headquarters-scott-brownrigg?ad_source=search&ad_medium=projects_tab/ (data obrascheniya: 19.01.2023).
6. Zhubo Designe. – URL: http://www.zhubo.com/en/work/office-and-industrial-park/211.html/ (data obrascheniya: 19.01.2023).
7. Architects 49. – URL: http://a49.co.th/Projects/view/406/ (data obrascheniya: 19.01.2023).
8. MVRDV architects. – URL: https://www.mvrdv.com/projects/436/idea-factory/ (data obrascheniya: 19.01.2023).
9. Edwards B., Naboni E. Green building pay: Productivity, Design, Ecology. – London: Routledge, 2013. – № 3.
10. Aleksandrov P. A., Khan-Magomedov S. O. Ivan Leonidov. − Moscow: Stroyizdat, 1971. – 127 p. (Mastera arkhitektury).

© М. Ю. Болгов, 2023
Получено: 11.02.2023 г.

УДК 728:721(65)

БУАРИУА Мохамед Анис, аспирант

ДЖЕНТРИФИКАЦИЯ ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСОВ ГОРОДА КОНСТАНТИН В АЛЖИРЕ

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.
Тел.: (812) 575-05-34 (общий отдел); факс: (812) 316-58-72; эл. почта: mbuariua@gmail.comrector@spbgasu.ru
Ключевые слова: джентрификация, преобразование жилых комплексов, жилые комплексы, пространственные модели, традиционная архитектура, колониальная архитектура, город Константин, городские районы.

Рассматриваются проблемы, связанные с внедрением процессов джентрификации в архитектуру жилых комплексов Алжира на примере города Константин. Эти проблемы связаны с вопросами, которые оставили периоды колонизации, что в последующем отразилось на социально-экономическом уровне и на особенностях развития городских территорий.

Введение. Порвав с колониальным прошлым, независимый, вдохновленный новой жизнью Алжир столкнулся с негативным наследием колониального периода, связанного с нехваткой продовольственных, сырьевых и энергетических ресурсов, возникшими социально-экономическими проблемами. Новые благоприятные условия по восстановлению Алжира в большей степени повлияли не только на экономику и политику, но и на архитектуру, в том числе и на жилые комплексы города Константин. Жилищный кризис стал серьезной проблемой, затронувшей все сферы жизни. Для ее решения были разработаны жилищные программы *Zhun* (*new urban housing areas*), 1984, социальное жилье в новых районах *Ali Mendjeli*, 2000.

В первую очередь реализация жилищных программ столкнулась с проблемами организации проектов и строительных производств, компетентностью специалистов разработчиков, отсутствием необходимых рекомендаций, недостаточной поддержкой городской общественности. Опыт создания современных, восстановление и реконструкция старых жилых комплексов свидетельствует о том, что для их развития необходимо внедрение новых походов, в том числе принципов джентрификации. Джентрификация – преобразование непрестижных городских территорий в районы для среднего и высшего класса с постепенным переселением местных жителей [1].

Новизна подходов по внедрению принципов джентрификации, представленных в работе, обусловлена тем, что в настоящее время в городе Константин нет специально разработанных программ для жилых территорий. Задачи, решаемые такими программами, направлены на проведение крупномасштабных мероприятий, предназначенных для преобразования жилых районов. Применительно к городу Константин эти проблемы усугубляются тем, что в городе сконцентрированы различные по архитектурно-типологической

организации жилые комплексы, которые относятся к определенному времени и разным стилям. Среди них необходимо выделить территории, с ограниченными возможностями развития жилых комплексов, которые в основном расположены в центральной части. Территории с частично ограниченными возможностями развития расположены за границами центральной части по периметру города и новыми районами с благоприятными возможностями развития, где создаются жилые кварталы по принципу городов-спутников.

Цель исследования – теоретически обосновать внедрение принципов джентрификации в преобразование и развитие жилых комплексов города Константин применительно к различным наиболее характерным территориям.

Особенность внедрения принципов джентрификации в жилые комплексы, состоящие из традиционного османского жилища (годы строительства: 1700 – 1830 гг.).

Для традиционного османского жилища отличительной особенностью является наличие патио, которое является неотъемлемой частью жилого комплекса [2].

Во всех перечисленных типах двор имел множество функций, выполнял важнейшие хозяйственные задачи, а также играл роль распределителя, соединяющего помещения жилища. С экологической точки зрения двор играл ключевую роль в освещении и вентиляции комнат жилища. В арабо-исламскую эпоху эффективное использование двора гарантировало выполнение религиозных требований.

Кроме компоновочных отличий, разница между четырьмя основными моделями дома заключалась в размерах двора, площадь которого колебалась от 50 до 1000 квадратных метров.

В начале 2000-х годов городские власти обязали жителей рассматриваемых районов переселиться в новые квартиры. В результате 90 % семей были переселены из традиционного старого центра в новые районы (хроуб). Основные особенности внедрения принципов джентрификации для этого типа жилых комплексов связаны с тем что, во-первых, центральный жилой квартал города Константин территориально ограничен естественным природным каньоном. Это не позволяет при реставрации и реконструкции жилых комплексов расширять границы квартала. Во-вторых, было выявлено что для организации жилых комплексов в существующих зданиях традиционного османского жилища целесообразно в большей части размещение апартаментов. Эта категория жилья более всего подходит для этих районов при реконструкции и реставрации зданий [3].

Особенность внедрения принципов джентрификации в жилые комплексы, состоящие из Коллективных жилищ (годы строительства: 1830 – 1962 гг.)

В начале 2000-х годов администрация города Константин обязала жителей этих районов переселиться в новые квартиры. В результате этого 45 % семей были переселены из жилых комплексов, состоящих из Коллективных жилищ, в новые районы (хроуб). Как и на территории старой исторической части, жители поначалу отказывались переселяться в новые районы. Однако в 2015 году было проведено много работ по реконструкции существующих зданий. Установлено, что эти работы не были доведены до конца по двум причинам: первая – это ограниченный бюджет, и вторая – это неквалифицированные специалисты по строительству и эксплуатации этих объектов. Было рекомендовано пригласить

команду квалифицированных специалистов из других стран для восстановления старых исторических фасадов колониальных зданий [4].

Первоначальная идея внедрения принципов джентрификации в этих районах состоит в том, чтобы разместить здесь как социальное жилье (созданное быстро и экономично благодаря новым производственным процессам). Кроме них планируется разместить объекты обслуживания, также магазины и коллективные объекты рядом с рабочими местами. В данном решении прекрасно выражены принципы Афинской хартии в части функционального обобщения потребностей человека, которые объединяются вокруг четырех основных составляющих функций: жить, работать, перемещаться, отдыхать. Основные направления принципов джентрификации в жилые комплексы, состоящие из Коллективных жилищ, связаны с реконструкцией и частичной реставрацией объектов под малый, средний и крупный бизнес. Возможность размещения малых предприятий рядом с жилыми комплексами дает возможность пешеходной доступности к рабочим местам.

Особенность внедрения принципов джентрификации в жилые комплексы, состоящие из Постколониального современного жилья (годы строительства: 1962 – 2022 гг.) [5].

Архитектурные корни формообразования **Постколониального современного** жилища в Алжире частично уходят в далекое прошлое, связанное с традиционным домом. Эти корни в Алжире связаны с историческим наследием Медины, которая была окружена крепостными стенами и служила образцом для формообразования объектов, в том числе города Константин. Особенно отчетливо они проявились в традиционном алжирском доме, который был огорожен глухими высокими стенами. Дом был организован вокруг традиционного двора, который служил центральным местом притяжения для всей семьи. Такой тип алжирского дома со временем претерпел изменения, которые преобразовали его основные характеристики. Он также подвергся модификации и формообразованию, в частности в создании интерьера и экстерьера жилища. Это проявлялось в раскрытии и расширении оконных и дверных проемов, выходящих на улицу. На протяжении всей истории он претерпевал значительную эволюцию вслед за изменениями в использовании жилья, которое тяготело ко всему современному.

Методы внедрения процесса джентрификации в градостроительство и социальные проблемы в городе Константин связаны с эволюционным развитием

В то время как в городе Константин увеличивалась потребность в жилье, увеличивалась необходимость решения экологических проблем, связанных с загрязнением районов. Выявились и другие проблемы, такие как рост населения и одновременно его отток в города из-за наводнений в сельской местности. При решении подобных проблем, внедрение принципов джентрификации для жилых комплексов становится более целесообразной, поэтому органы государственной власти приняли решение о крупномасштабном строительстве жилых комплексов в рамках общей стратегии урбанизации города Константин (PUD).

В данный период жилищное строительство вступило в управляемую сферу, в роли регулятора процесса стал выступать сектор для инвестиций, появились новые формы жилья. Кроме того, после переходного периода с 1988 по 2020 гг. политический подход и экономические данные были использованы в новой

стратегии по внедрению принципов джентрификации. Все здания были учтены, в итоге чего было выявлено, что не все из них имели собственника. Вторая проблема была связана с тем, что часть зданий старого фонда требует капитального ремонта и реконструкции. Этот период характеризовался довольно низкими темпами производства, большое внимание уделялось решению жилищной проблемы и демографическому взрыву. На рис. 1 представлена схема размещения территорий города Константин, выбранных для внедрения принципов джентрификации. На схеме выделены наиболее характерные территории с различными типами жилых комплексов.

Для построения современного и сильного государства Алжир выбрал активную политику, где первенство отдавалось жилищному сектору. Однако впоследствии он не оправдал ожиданий местного населения. Ситуация стала критичной, когда запущенные программы были выполнены только на 65 %, а технология индустриализации, которая должна была взять на себя половину программы, выполнила только 12 % своей квоты. Для удовлетворения растущих потребностей населения государство перешло к строительству крупных комплексов коллективного жилья.

На рис. 3 представлен алгоритм внедрения принципов джентрификации для жилых комплексов города Константин. Алгоритм раскрывает последовательность применяемых мер, необходимых для комплексной реализации проекта. Первое – это разработка направлений функциональной организации территории креативной направленности. Второе – создание и утверждение юридической организации по реорганизации жилого комплекса. Третье – поиск и привлечение инвесторов. Четвертое – создание программы и проекта джентрификации. Пятое – реализация проекта в условиях города Константин [6].

Основные выводы и рекомендации:

1. Необходимо выделить следующие особенности территорий города Константин, на которых целесообразно проводить джентрификацию:

– территории с ограниченными возможностями развития жилых комплексов, которые в основном расположены в центральной части;

– территории с частично ограниченными возможностями развития, расположенными за границами центральной части по периметру города;

– территории новых районов с благоприятными возможностями развития, где создаются жилые кварталы по принципу городов-спутников.

2. Особенности внедрения принципов джентрификации для жилых комплексов **с традиционным османским жилищем с 1700 по 1830 гг.** города Константин связаны:

– Во-первых, с ограничением территории естественным природным каньоном.

– Во-вторых, для организации жилых комплексов в существующих зданиях традиционного османского жилища целесообразно в большей части размещение апартаментов.

– В-третьих, кроме жилых функций, здесь уместно размещение музейных и выставочных объектов, клубов по интересам, ресторанов, кафе.

Рис. 1. Примеры жилых комплексов территорий города Константин 2016

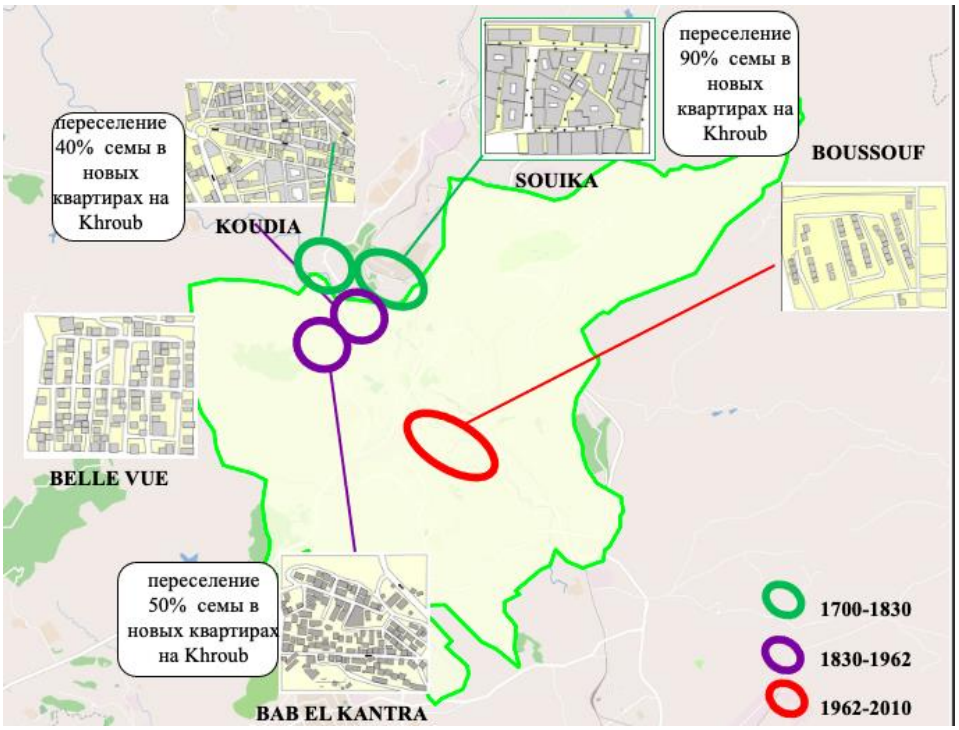


Рис. 2. Схема размещения территорий города Константин, выбранных для внедрения принципов джентрификации с различными типами жилых комплексов [7]

Рис. 3. Алгоритм внедрения принципов джентрификации для жилых комплексов города Константин

3. Особенности внедрения принципов джентрификации для **Коллективных жилищ (годы строительства: 1830 – 1962 гг.)**

Внедрение принципов джентрификации в этих районах состоит в том, чтобы разместить здесь социальное жилье (созданное быстро и экономично благодаря новым производственным процессам). Кроме него планируется разместить объекты обслуживания, магазины и коллективные объекты рядом с рабочими местами. Основные направления принципов джентрификации в жилые комплексы, состоящие из Коллективных жилищ, связаны с реконструкцией и частичной реставрацией объектов под малый, средний и крупный бизнес.

4. Особенности внедрения принципов джентрификации для **Постколониального современного жилья (годы строительства: 1962–2022 гг.)**

Основные отличительные принципы внедрения джентрификации для этих районов обусловлены изменениями и преобразованиями жилых комплексов с учетом современных технологий и направлений в архитектуре. В качестве рекомендуемых функций для размещения на данных территориях целесообразно выделить элитные жилые комплексы, жилые комплексы с апартаментами. Уместно рассмотрение размещения музейных, выставочных функций, объектов народных промыслов с кварталами ремесленников. Рядом с ними можно рекомендовать создание туристических отелей и торгово-развлекательных объектов.

Заключение. Внедрение принципов джентрификации для города Константин позволяют администрации города особое внимание уделить улучшению качества территорий в центральных застроенных районах. Архитектурное преобразование объектов в результате такого планирования окажет положительное влияние на алжирское консервативное общество. Противостояние этих двух образов жизни породило среду, которая становится значимой в алжирском городе. Главным условием внедрения принципов джентрификации является разработка и утверждение объектов жилого комплекса без увеличения арендной платы. Внедрение современных типологических элементов жилых комплексов в традиционную градостроительную систему, которая основана на общинной жизни, идентичности, близости отношений с природой, ведет к взаимопроникновению двух антагонистических субкультур. Последние разрушают стереотипы, приводят к дисбалансу в обществе, конфликтам и дисфункции на коллективном уровне, которые впоследствии отражаются на личности.

Однако сегодня наша роль заключается в консолидации и примирении. С помощью этого исследования мы пытаемся найти адекватные решения проблем, от которых наше общество страдает в течение нескольких лет на архитектурном городском уровне. Это примирение между современной архитектурой и близостью консерватизму может быть достигнуто только в том случае, если каждый выполнит свою часть работы, а наши лидеры выберут лучшие варианты в будущем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абделькрим, Эрау. Эволюция жилищной политики в Алжире : диссертация на получение диплома магистра / Эрау Абделькрим ; Университет Ферхат Абас Сетифа. – Сетиф, – 2012. – 30 с. – Текст : непосредственный.

2. Жоан Сальват-Папассеит. Выдержка из Патио-дом, дом во дворе, дом летом-зимой, среди дома-земноморского использования / Жоан Сальват-Папассеит. – Текст : непосредственный // Традиционная средиземноморская архитектура : программа MEDA Европейского Союза. – 2001.

3. FOURA, урожденная BOUCHAIR Yasmina: Типирование, стандартизация и гомогенизация жилья и жилищных комплексов: влияние на постоянство, культурные модели и образ жизни : государственная докторская диссертация. – Константин, 2007.

4. Дахмани, Кримо. Логика захвата коллективного проживания в рамках международного городского проекта : диссертация на соискание докторской степени / Кримо Дахмани ; Университет Мохаммеда Хидера. – Бискра, 2016. – 13 с. – Текст : непосредственный.

5. Чаби Надя. Человек. Окружающая среда, урбанизм : докторская диссертация / Чаби Надя ; Университет Ментури. – Константин. – 288 с. – Текст : непосредственный.

6. Джентрификация и творческая промышленность в Берлине. Опыт выживания / Д. Смирнов, Н. Снегирева, Л. Воронкова, О. Паченков. – Текст непосредственный // Проект Internanional. – Москва, 2017. – № 44.

Mohamed Anis BOUARIOUA, postgraduate student

GENTRIFICATION OF RESIDENTIAL COMPLEXES OF THE CITY OF CONSTANTINE IN ALGERIA

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering
4, 2-ya Krasnoarmeyskaya St., St. Petersburg, 190005, Russia. Tel.: +7 (812) 575-05-34, fax: +7(812) 316-58-724; e-mail: rector@spbgasu.ru, mbuariua@gmail.com
Key words: gentrification, transformation of living complexes, residential complexes, space-use behaviours, traditional architecture, colonial architecture, town of Constantine, urban areas.

The paper deals with the problems associated with the introduction of gentrification processes in the architecture of residential complexes in Algeria by the example of the city of Constantine. These problems are related to issues that left the periods of colonization, which subsequently affected the socio-economic level and the development of urban areas.

REFERENCES

1. Abdelkrim Eraou. Evolyutsiya zhilischnoy politiki v Alzhire [The evolution of housing policy in Algeria] : diss. na poluchenie diploma magistra, Ferhat Abas Setif un-t, 2012, 30 p.

2. Joan Salvat-Papasseit. Vyderzhka iz Patio-dom, dom vo dvore, dom letom-zimoy, sredi doma zemnomorskogo ispolzovaniya [Extract from "Patio-house, house in the yard, house in summer-winter, among the house-terrestrial use]. Traditsionnaya credizemnomorskaya arkhitektura [Traditional Mediterranean Architecture] : programma MEDA Evropeyskogo Soyuza, 2001.

3. FOURA, née BOUCHAIR Yasmina. Tipirovanie, standartizatsiya i gomogenizatsiya zhlya i zhilischnykh kompleksov: vliyanie na postoyanstvo, kultunye modeli i obraz zhizni [Typing, standardization and homogenization of housing and housing estates: impact on permanence, cultural patterns and lifestyles] : gos. doctor. diss.; Constantine, 2007.

4. Dahmani Krimo. Logika zakhvata kollektivnogo prozhivaniya v ramkakh mezhdunarodnogo gorodskogo proekta [The logic of capturing collective living in an international urban project] : diss. … dok. nauk. Mohammed Hydera un-t. Biskra, 2016, 13 p.

5. Chabi Nadia. Chelovek. Okruzhyuschaya sreda, urbanizm [Man, Environment, Urbanism] : doctor. diss., Mentouri un-t. Constantine, 288 p.

6. Smirnov D., Snegiryova N., Voronkova L., Pachenkov O. Dzhentrifikatsiya i tvorcheskaya promyshlennost v Berline. Opyt vyzhivaniya [Gentrification and creative industry in Berlin. Survival experience]. Proekt Internanional. Moscow, 2017. – № 44.

© М. А. Буариуа, 2023
Получено: 22.05.2023 г.

УДК 711.553.5

А. А. ЯКОВЛЕВ, д-р архитектуры, проф. кафедры архитектурного проектирования; М. А. ЯКОВЛЕВ, канд. архитектуры, ст. преподаватель кафедры истории архитектуры и архитектурного проектирования

ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950 г. Н. Новгород, ул. Ильинская, 65. Тел.: (831) 430-17-83; эл. почта: arch@nngasu.ru
Ключевые слова: складской комплекс, транспортно-логистический комплекс, основы формирования ТЛК, разновидности ТЛК, системы снабжения, факторы размещения ТЛК.

Рассматриваются особенности размещения складских зданий транспортного направления. Описана система факторов размещения ТЛК, рассмотрены их основы формирования. ТЛК классифицированы по размещению, организации производственных процессов и социально-экономическому значению. Рассмотрены централизованная и децентрализованная системы снабжения.

Транспортный тип складских зданий отражает специфику размещения транспортно-логистических комплексов (ТЛК). Они располагаются, как правило, в местах реализации готовой продукции, но могут занимать и промежуточное положение – в местах пересечения транспортных потоков, в коммунально-складской зоне или зоне внешнего транспорта. ТЛК зависят от клиентской и торговой сети, используют несколько видов транспорта. Относятся к макрологистическим и мезологистическим системам.

На примере ***Нижегородской области*** можно отметить, что склады этого типа размещаются около крупных автомобильных магистралей (транспортно-логистический комплекс «Алиди», «Логопром») и аэропортов (международный логистический терминал «Стригино»), а также в промышленных зонах городов (логистический центр «Приволжский», «Дом Центр»). Часто под логистические центры приспосабливаются существующие производственные и складские здания [1].

В России современное развитие крупных городов сопровождается процессами реконструкции раннее сформировавшихся планировочных элементов и городов новыми функциональными элементами и ТЛК [2, 3, 4]. В настоящее время ***в Нижнем Новгороде*** на базе аэропорта создается многофункциональный авиа-авто-железнодорожный узел. Предпосылками к их формированию послужили увеличение и концентрация транспортных потоков и строительство международного пассажирского терминала. Это определило специфику построения ТЛК – его складские терминалы получили прямую связь с грузовым терминалом аэропорта. Благодаря этому произошло объединение железнодорожных, автомобильных и воздушных видов перевозок по наикратчайшему пути [5].

Современное производство характеризует три формы ее организации: индустриальная – исторически сложившаяся, научно-производственная – инновационная и сервисная – интегрированного, комплексного обслуживания.

На современном этапе развития большинство предприятий индустриальной формы производства подверглись коренной реконструкции с приспособлением под другие функции. Интеграция отраслевого производства и академической науки определила развитие предприятий научно-производственной формы инновационного производства. К ним относятся технопарки, технополисы, техноэкополисы и особые экономические зоны. В ряду новых форм производства находятся ТЛК. Специфика ТЛК в том, что их деятельность направлена на предоставление предприятиям набора комплексных услуг в сфере транспортировки, складирования и распределения товаров и информации. Можно выделить пути формирования ТЛК: реконструкция существующих транспортно-складских объединений, встраивание в сложившиеся производственные районы и возведение новых транспортно-логистических объектов. В настоящее время происходит территориальное перераспределение промышленных предприятий и производственных объектов в структурах городов. Складывается общая тенденция выноса активно развивающихся производств, в том числе, крупных ТЛК, в периферийные планировочные зоны городской застройки [6].

Размещение ТЛК и выбор его организационного уровня диктуются рядом условий, определяемых производственным, экономическим и инженерным потенциалом территорий города, а также наличием в них аэропорта, морского порта, железнодорожной станции, вокзала. По характеру размещения относительно обслуживаемых ими предприятий ТЛК могут быть расположены в сложившихся производственных районах – в реконструируемой и новой застройке.

ТЛК являются носителями взаимодействия различных видов транспорта с грузовыми, пассажирскими потоками и обеспечивают коммуникационные связи в цепочке «производитель - потребитель». Коммуникационные связи включают административно-деловые и информационные центры, складские и пассажирские терминалы [7, 8].

Основы формирования ТЛК – многофункциональные высокотехнологические производственные объекты, координирующие взаимодействие разных видов производственных предприятий на основе комплектации, хранения и перевозки грузов, развития сервисных коммерческо-деловых и информационных услуг. Их можно считать составными универсальными элементами любого современного предприятия. ТЛК формируются в узлах пересечений ведущих транспортных магистралей (транспортно-логистических коридоров), а поэтому размещаются, прежде всего, в крупных городах.

Существуют разновидности ТЛК по уровням организации производственных процессов и социально-экономическому значению.

- ***малые*** – локального уровня, представляют собой простую форму организации транспортно-складского хозяйства – «моноструктуры», формирующиеся на промышленных предприятиях и обслуживающие их товарно-материальные потоки;

- ***средние*** – городского уровня, обслуживающие товарно-материальные и информационные потоки городского значения и размещаемые в коммунально-

складских или производственно-селитебных районах городов, к ним относятся торгово-складские терминальные комплексы;

- ***крупные*** – регионального, государственного и международного значения, формируемые как многофункциональные и многоцелевые объекты с развитой инфраструктурой, характеризуются полифункциональной производственной организацией (торгово-выставочного, делового, информационного и общественного назначения), широким составом элементов и открытыми пространствами транспортных коммуникаций. Средние и крупные ТЛК обычно размещаются на межселенных территориях и представляют собой самостоятельные производственные объекты [9].

Логистический подход к управлению складами как основному элементу логистической инфраструктуры требует централизованного управления складским хозяйством. На производстве это означает объединение складов снабжения, производственных складов и складов готовой продукции под единым началом службы логистики. Управление складской сетью на уровне обслуживания также должно объединять всю систему складов.

В ***децентрализованной системе снабжения*** (каждый склад сети снабжается поставщиками изолированно от других) все склады практически не отличаются по функциональному назначению. Они различаются по мощности, которая зависит от объема рынка снабжения и уровня спроса клиентов. В ***централизованной системе*** складскую сеть определяет не только число складов, но и функциональное назначение каждого склада.

Центральный склад выполняет основную функцию распределения, поэтому он также называется распределительным. Его задача — концентрировать запасы и формировать новые партии товаров в соответствии с потребностями региональных складов.

Региональный склад совмещает функции распределения (расформирование партий, приходящих на склад) с подсортировкой (комплектация заказов на уровне транспортной тары или даже единиц товара). Региональные склады становятся распределительными (для распределения партий по другим складам) и подсортировочными (для снабжения конечных потребителей в этом же регионе) одновременно, поэтому они называются подсортировочно-распределительными. Такие склады максимально приближены к розничной сети или к сфере услуг.

Подсортировочные склады должны обеспечивать выполнение заказа любого уровня комплектации. Подсортировочных складов в сети всегда больше, чем распределительных. Благодаря увеличению числа подсортировочных складов в сети повышается уровень обслуживания клиентов, сокращаются транспортные затраты на доставку заказов клиентам, повышается надежность и гарантия доставки [10].

Основными факторами размещения ТЛК являются

1. Социально-экономические: макроуровень – численность населения, среднедушевые доходы населения, валовой региональный продукт, оборот розничной торговли, объем промышленного производства, объемы экспортной и импортной продукции, объем транспортных услуг; микроуровень – стоимость земельного участка, размер арендной платы, величина затрат на складирование и транспортировку.

2. Географические: макроуровень – принадлежность к климатической зоне, наличие транспортных коридоров и близость к ним, расположение относительно

внешних границ; микроуровень – размер и конфигурация участка, близость к поставщикам и рынкам сбыта.

3. Инфраструктурные: макроуровень – обеспеченность железными и автомобильными дорогами, состояние транспортных коммуникаций, наличие резервов пропускной способности транспортной инфраструктуры; микроуровень – наличие резервов пропускной способности на подходах, транспортная доступность местности.

4. Политические и нормативно-правовые: макроуровень – особенности таможенной политики, реализуемые национальные проекты и правительственные программы в транспортно-логистическом комплексе; микроуровень – местное законодательство, планы местных властей на площадку, налоговые льготы, соответствие строительным и экологическим нормам.

5. Показатели транспортной работы: макроуровень – объем перевозок грузов автомобильным, железнодорожным и другими видами транспорта; микроуровень – номенклатура груза, свойства груза, доля опасных грузов, требования к сохранности груза [11, 12, 13].

По размещению различают следующие виды ТЛК [14]:

1. ***Логистический центр*** – смешанный тип логистического звена, выполняющий одновременно генерирующие функции (накопление определенных товаров для последующей их передачи по звеньям логистической цепи), преобразующие функции (пространственно-временное перемещение товаров из мест отправления в места назначения), поглощающие функции (приемка товаров для временного хранения).

2. ***Логистический накопительно-распределительный центр*** – комплексная интегрированная система грузодвижения, состоящая из территориально разобщенных объектов, технологически связанных между собой выполняемыми функциями по сбору, переработке, распределению и доставке грузов.

3. ***Транспортно-складской комплекс*** – совокупность складских площадей, складского оборудования, транспорта и персонала, сконцентрированных на определенной территории, предназначенная для сдачи в аренду и оказания логистических, транспортных и сопутствующих услуг внешним клиентам по обслуживанию внутрирегиональных, межрегиональных и международных автомобильных и железнодорожных грузопотоков.

4. ***Логистический терминал*** – перевалочная база для переформирования крупных партий грузов, доработки грузов до товарной кондиции (сборка, фасовка, розлив в мелкую тару).

5. ***Транспортно-логистический комплекс*** – территориальное объединение хозяйствующих субъектов, занимающихся грузовыми перевозками и сопутствующими услугами, включающими несколько терминалов, интегрирующих в себе различные виды деятельности, а также имеющие различную степень внешнего взаимодействия.

6. ***Грузовой терминал*** – специальный комплекс технических и технологических устройств, организационно взаимоувязанных и предназначенных для выполнения логистических операций, связанных с приемом, погрузкой-разгрузкой, хранением, сортировкой, грузопереработкой различных партий грузов, а также сервисным, коммерческо-деловым и информационным обслуживанием грузоотправителей и грузополучателей, перевозчиков и других

логистических посредников – организаторов и участников транспортно-распределительного процесса.

7. ***Мультимодальный терминальный комплекс*** транспортно экспедиционное предприятие, выполняющее функции транспортно распределительного логистического центра с широким спектром предоставляемых услуг, предоставляет собой комплекс инженерно-технических сооружений с современным технологическим оборудованием, позволяющим иметь в составе терминала специализированные складские помещения для хранения и переработки грузов, помещения для выполнения таможенных функций; банки; транспортно-эскпедиционные и логистические фирмы; брокерские и страховые компании; службу охраны и безопасности; административные помещения и офисы клиентов; торговые представительства и бизнес-центры; почту, телефон, телеграф; центры технического обслуживания подвижного состава транспорта; комнаты отдыха и гостиницы, пункты питания; центры оптово-розничной торговли с сетью магазинов; информационные центры; реабилитационно-оздоровительные комплексы; стоянки для отстоя подвижного состава.

8. ***Логистический транспортно-распределительный центр*** – многофункциональный терминальный комплекс, сооружаемый в узлах транспортной сети на пересечении магистральных путей сообщения, обеспечивающий клиентуру комплексным транспортно-экспедиционным обслуживанием, функционирующий на основе логистических технологий и обеспечивающий максимальный эффект во всей логистической цепи от грузоотправителя до грузополучателя на основе интеграции товароматериальных, информационных, сервисных и финансовых потоков.

9. ***Логистический центр обслуживания*** – рыночные предприятия, осуществляющие контроль и координацию складского и транспортного обслуживания и информационного обеспечения [15, 16, 17].

10. ***Логистический терминальный комплекс*** – транзитно-перевалочный пункт, необходимый при интермодальных перевозках для перегрузки товара с одного вида транспорта на другой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шмелева, А. Е. Исследование и развитие рынка складской недвижимости Нижегородской области : диссертация на соискание академической степени магистра экономики по направлению 080100.68 – "Экономика" : программа 521606 "Экономика фирмы и отраслевых рынков" / Шмелева Алина Евгеньевна ; научный руководитель направления М. Н. Дмитриев, научный руководитель магистранта М. Н. Дмитриев ; Нижегородский государственный архитектурно- строительный университет. – Нижний Новгород , 2007. – 123 с. – Текст : непосредственный.

2. Герастовский, Д. Проблемы создания логистических центров на примере Московского региона / Д. Герастовский. – Текст : непосредственный // Транспорт Российской Федерации. – 2007 – № 11. – С. 43–45.

3. Дроган, А. В. Формирование территориальной структуры мультимодальной логистической системы города Екатеринбурга / А. В. Дроган. – Текст : непосредственный // Энерго и ресурсосбережения в архитектуре и строительстве : восьмые уральские академические чтения / Российская академия архитектуры и строительных наук уральского регионального отделения. – Екатеринбург, 2003. – С. 78–93.

4. Новичкова, М. А. Особенности формирования транспортно-логистических комплексов в условиях полярного Урала / М. А. Новичкова. – Текст : непосредственный //

Актуальные проблемы архитектуры и дизайна : международная конференция молодых ученых и студентов / Уральская государственная архитектурно–художественная академия, 4-6 апреля 2018 г. – Екатеринбург, 2018.

5. Савенко, С. В. Развитие транспортно-логистических центров в Европейском регионе / С. В. Савенко. – Текст : непосредственный // Проблемы развития внешнеэкономических связей и привлечение иностранных инвестиций : региональный аспект : сборник научных трудов / Донецкий национальный университет. – Донецк, 2009. – С. 442–448.

6. Белоусова, Н. С. Архитектурное формирование транспортно-логистических комплексов : специальность 18.00.01 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Белоусова Наталья Сергеевна ; Уральская государственная архитектурно–художественная академия. – Екатеринбург, 2007. – 22 с. – Текст : непосредственный.

7. Прокофьева, Т. А. Развитие логистической инфраструктуры в транспортном комплексе России – стратегическое направление в реализации транзитного потенциала страны в системе Евроазиатских МТК. / Т. Прокофьева, О. Кашпурова, Д. Владимиров. – Текст : непосредственный // Логистика. – 2013. – № 1. – С. 40–43.

8. Прокофьева, Т. А. Развитие системы национальных и международных транспортных коридоров на основе логистических центров. / Т. А. Прокофьева. – Текст : непосредственный // Инфраструктура России : сборник статей. – Москва, 2012 – С. 345–350.

9. Белоусова, Н. С. Крупные города как центры транспортно-логистических комплексов / Н. С. Белоусова. – Текст : непосредственный // Архитектон : известия вузов. – 2006. – № 14. – С. 35–43.

10. Дыбская, В. В. Логистика складирования / В. В. Дыбская. – Москва : ГУ-ВШЭ, 2000. – 189 с. – Текст : непосредственный.

11. Анализ целесообразности строительства комплексного транспортно-логистического узла : отчет для Freight Village Kaluga / Knight Frank. – Москва, 2012. – 189 с. – Текст : непосредственный.

12.Гаджинский, А. М. Выбор места расположения склада / А. М. Гаджинский. – Текст : электронный // Справочник экономиста. – 2004. – № 8. – URL: https://www.profiz.ru/se/8_2004/mesto_sklada/.

13. Копылова, О. А. Методика оценки вариантов размещения региональных логистических центров : специальность 05.22.01 : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Копылова Олеся Александровна. – Магнитогорск, 2014. – 189 с. – Текст : непосредственный.

14. Копылова, О. А. Методика выбора мест размещения транспортно-логистических центров / О. А. Копылова, А. Н. Рахмангулов. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования : материалы 69-й научно-технической конференции / Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова. – Магнитогорск, 2011.

15. Комаров, К. Л. О национальной системе мультимодальных транспортных узлов / К. Л. Комаров. – Текст : непосредственный // Логистика. – 2002. – № 1. – С. 14–15.

16. Остапчук, Н. Н. Развитие логистических центров в транспортном пространстве Европейского Союза / Н. Н. Остапчук. – Текст : непосредственный // Управление общественными и экономическими системами. – 2007. – № 1. – С. 1–7.

17. Альбеков, А. У. Закономерности развития транспортно-складской логистики на региональном уровне / А. У. Альбеков, Е. М. Грибов. – Ростов на Дону : РГЭА, 1999. – 159 с. – Текст : непосредственный.

YAKOVLEV Andrey Aleksandrovich, doctor of architecture, professor of the chair of architectural design; YAKOVLEV Mikhail Andreevich, candidate of architecture, senior teacher of the chair of architecture history and architectural design

SPECIFIC FEATURES OF LOCATION OF TRANSPORT AND LOGISTIC COMPLEXES AND MANAGEMENT OF TRANSPORT AND WAREHOUSE PROCESSES

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: warehouse complex, transport and logistic complex, fundamentals of TLC formation, varieties of TLC, supply systems, location factors of TLC.

The article discusses the features of locating warehouse buildings of a transport type. The system of TLC placement factors is described, fundamentals of their formation are considered. TLCs are classified by location, organization of production processes and socio-economic significance. Centralized and decentralized supply systems are considered.

REFERENCES

1. Shmelyova A. E. Issledovanie i razvitie rynka skladskoy nedvizhimosti Nizhegorodskoy oblasti [Research and development of the warehouse real estate market in the Nizhny Novgorod region] : diss. … magistra ekonomiki po napravleniyu 080100.68 – “Ekonomika” : programma 521606 “Ekonomika firmy i otraslevykh rynkov” ; nauch. ruk. napravleniya M.N. Dmitriev, nauch. ruk. magistranta M.N. Dmitriev ; Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod, 2007. 123 p.

2. Gerastovskiy D. Problemy sozdaniya logisticheskikh tsentrov na primere Moskovskogo regiona [Problems of creating logistics centers on the example of the Moscow region] // Transport Rossiyskoy Federatsii [Transport of the Russian Federation]. – 2007 – № 11. – P. 43–45.

3. Drogan A. V. Formirovanie territorialnoy struktury multimodalnoy logisticheskoy sistemy goroda Ekaterinburga [Formation of the territorial structure of the multimodal logistics system of the city of Ekaterinburg] // Energo i resursosberezheniya v arkhitekture i stroitelstve [Energy and resource saving in architecture and construction] : vosmye uralskie akademicheskie chteniya / Rossiyskaya akademiya arkhitektury i stroitelnykh nauk uralskogo regionalnogo otdeleniya. Ekaterinburg, 2003. – P. 78–93.

4. Novichkova M. A. Osobennosti formirovaniya transportno-logisticheskikh kompleksov v usloviyakh polyarnogo Urala [Features of the formation of transport and logistics complexes in the conditions of the polar Urals]. Aktualnye problemy arkhitektury i dizayna : mezhdunarodnaya konferentsiya molodykh uchyonykh i studentov / Ural. gos. arkhitektur.-stroit. akademiya, 4-6 aprelya 2018 g. – Ekaterinburg, 2018.

5. Savenko S. V. Razvitie transportno-logisticheskikh tsentrov v Evropeyskom regione [Development of transport and logistics centers in the European region] // Problemy razvitiya vneshneekonomicheskikh svyazey i privlechenie inostrannykh investitsiy: regionalny aspekt. Sbornik nauchnykh trudov [Problems of development of foreign economic relations and attraction of foreign investments: regional aspect. Collection of scientific works]. Donetskiy natsionalny universitet. Donetsk, 2009. – P. 442–448.

6. Belousova N. S. Arkhitekturnoe formirovanie transportno-logisticheskikh kompleksov [Architectural formation of transport and logistics complexes] : spetsialnost 18.00.01 : diss. … kand. arkh.; Ural. gos. arkhitektur.-stroit. akademiya. Ekaterinburg, 2007, 22 p.

7. Prokofeva T. A., Kashpurova O., Vladimirov D. Razvitie logisticheskoy infrastruktury v transportnom komplekse Rossii – strategicheskoe napravlenie v realizatsii tranzitnogo potentsiala strany v sisteme Evroaziatskikh MTK [The development of logistics infrastructure in the transport complex of Russia is a strategic direction in realizing the country's transit potential in the system of Eurasian ITCs] / Logistika [Logistics]. – 2013. – № 1. – P. 40–43.

8. Prokofeva T. A. Razvitie sistemy natsionalnykh i mezhdunarodnykh transportnykh koridorov na osnove logisticheskikh tsentrov [Development of a system of national and international transport corridors based on logistics centers] / Infrastruktura Rossii [Infrastructure of Russia] : sbornik statey. – Moscow, 2012. – P. 345–350.

9. Belousova N. S. Krupnye goroda kak tsentry transportno-logisticheskikh kompleksov [Large cities as centers of transport and logistics complexes] // Arkhitekton: izvestiya VUZov [Architecton: news of higher educational institutions], 2006. – № 14. – P. 35–43.

10. Dybskaya V. V. Logistika skladirovaniya [Warehousing logistics]. Moscow : GU-VShE. 2000, 189 p.

11. Analiz tselesoobraznosti stroitelstva kompleksnogo transportno-logisticheskogo uzla: otchyot dlya Freight Village Kaluga / Knight Frank [Feasibility study for the construction of an integrated transport and logistics hub: report for Freight Village Kaluga / Knight Frank]. – Moscow, 2012. – 189 p.

12. Gadzhinsky A. M. Vybor mesta raspolozheniya sklada [Choice of warehouse location]. Spravochnik ekonomista. 2004. – № 8. – URL: https://www.profiz.ru/se/8_2004/mesto_sklada/.

13. Kopylova O. A. Metodika otsenki variantov razmescheniya regionalnykh logisticheskikh tsentrov [Methodology for assessing options for the placement of regional logistics centers]: spetsialnost 05.22.01 : diss. … kand. tekh. nauk . – Magnitogorsk, 2014. – 189 p.

14. Kopylova O. A., Rakhmangulov A. N. Metodika vybora mest razmescheniya transportno-logisticheskikh tsentrov [Methodology for selecting locations for transport and logistics centers]. Aktualnye problemy sovremennoy nauki, tekhniki i obrazovaniya [Actual problems of modern science, technology and education]: materialy 69-y nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. Magnitogorsk. gos. tekhn. un-t im. G. I. Nosova. Magnitogorsk, 2011.

15. Komarov K. L. O natsionalnoy sisteme multimodalnykh transportnykh uzlov [About the national system of multimodal transport hubs] / Logistika [Logistics]. – 2002. – № 1. – P. 14–15.

16. Ostapchuk N. N. Razvitie logisticheskikh tsentrov v transportnom prostranstve Evropeyskogo Soyuza [Development of logistics centers in the transport space of the European Union] / Upravlenie obschestvennymi i ekonomicheskimi sistemami [Management of social and economic systems]. – 2007. – № 1. – P. 1–7.

17. Albekov A. U., Gribov E. M. Zakonomernosti razvitiya transportno-skladskoy logistiki na regionalnom urovne [Patterns of development of transport and warehouse logistics at the regional level]. Rostov on Don : RGEA, 1999, 159 p.

© А. А. Яковлев, М. А. Яковлев, 2023

Получено: 28.01.2023 г.

УДК 711.58(470.341-25)

С. В. НОРЕНКОВ, д-р филос. наук, проф. кафедры архитектурного проектирования; Л. Н. ОРЛОВА, д-р техн. наук, проф. кафедры архитектурного проектирования; В. А. ДЕНИСОВА, магистрант кафедры архитектурного проектирования

ЦЕННОСТНО-НОРМАТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ ЖИЛЫХ ТЕРРИТОРИЙ В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831)430-17-83; эл. почта: snorenkov@yandex.ru, orludm.orlova@yandex.ru, violka-del-fante@yandex.ru
Ключевые слова: комплексное развитие территорий, жилые комплексы, ценности, нормативы, особенности.

Статья посвящена выявлению ценностно-нормативных особенностей комплексного развития жилых территорий в Нижнем Новгороде. Определены инфраструктурно-экологические факторы, обусловливающие ценностные приоритеты жилищного строительства. Выделены зоны планировочной структуры города, приведены схемы зонирования территории по годам постройки жилья и его стоимости, представлена схема комплексного развития территории для жилищного строительства в нагорной части города.

Современная архитектура и строительство в России вступили на новый этап комплексного развития территорий (КРТ) [1–3], являющегося, по сути своей, промежуточным на пути к системному планированию и архитектурно-градостроительному проектированию всех видов строительства.

Нижний Новгород активно включился в разработку стратегии обновления городской среды (рис. 1–4 цв. вклейки), осуществляя деятельность по составлению схем КРТ архитектурно-исторического ядра и территорий нагорной и заречной частей города на основе внедрения новых методик КРТ [4], отдавая предпочтение формированию современных жилых комплексов, в числе которых кварталы, микрорайоны и пространства жилищно- строительных кооперативов (рис. 6 цв. вклейки).

Ценность жилья в жизни человека неоспорима [5]. По К. Марксу, человеческое общество, как и живая природа, не стоит на месте, а поступательно развивается. Главной причиной развития он считал то обстоятельство, что человеку для нормальной жизнедеятельности необходимо есть, пить, одеваться и *иметь жилище*.

Категория «ценности» более глубокая, чем понятие «стоимость», хотя между ними прослеживается и взаимозависимость в связи с оценочными представлениями, в частности о жилье, сложившимися в разных социальных группах общества. В качестве примера можно привести более высокую ценность жилья в нагорной части Нижнего Новгорода (рис. 5 цв. вклейки), сложившуюся исходя из ряда культурных, экономических и позитивных экологических факторов. Тем не менее наблюдаются случаи, когда аналогичные по площадям и

К СТАТЬЕ С. В. НОРЕНКОВА, Л. Н. ОРЛОВОЙ, В. А. ДЕНИСОВОЙ «ЦЕННОСТНО-НОРМАТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ ЖИЛЫХ ТЕРРИТОРИЙ В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ»

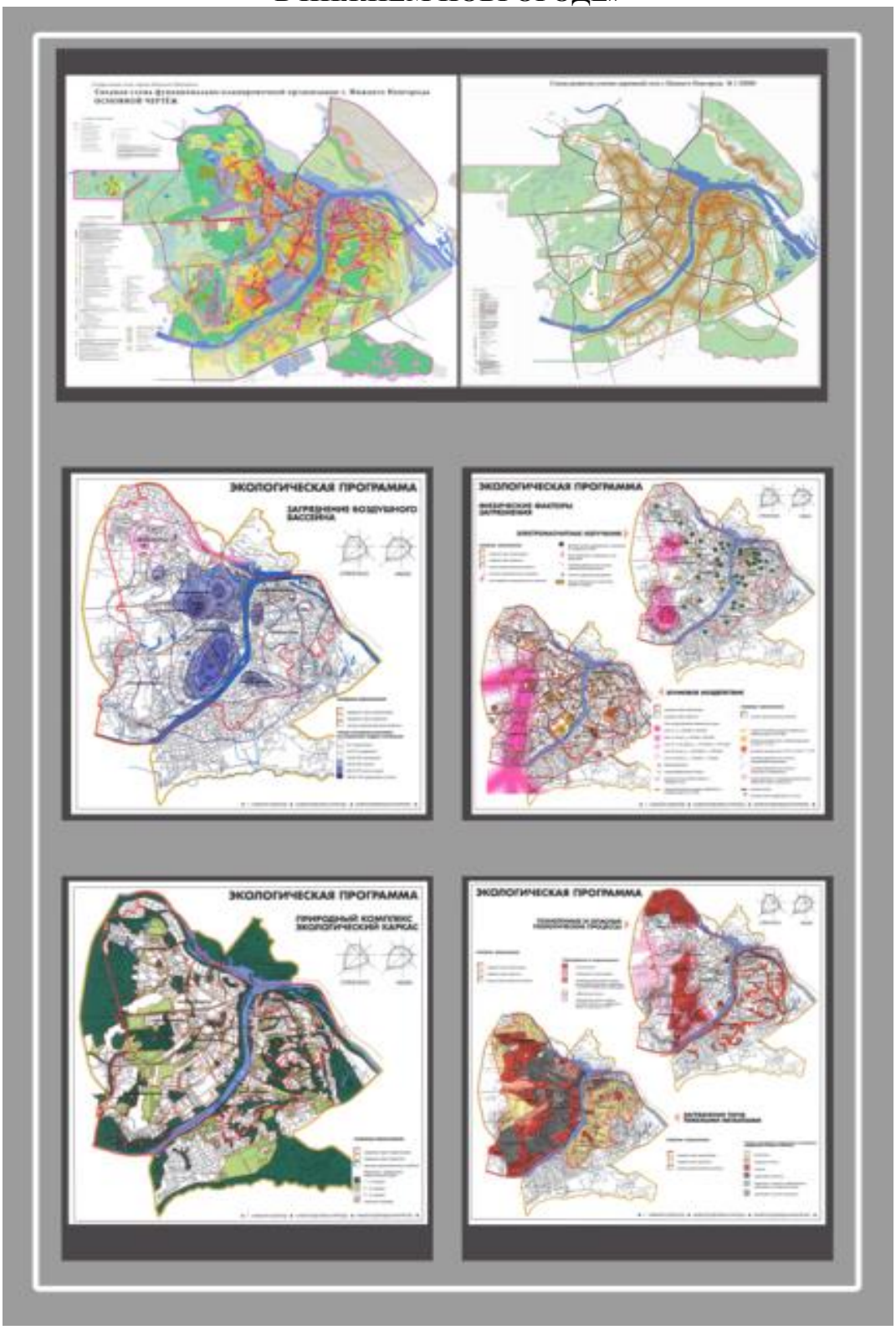


Рис. 1. Инфраструктурно-экологические факторы Нижнего Новгорода, обусловливающие ценностные приоритеты жилищного строительства

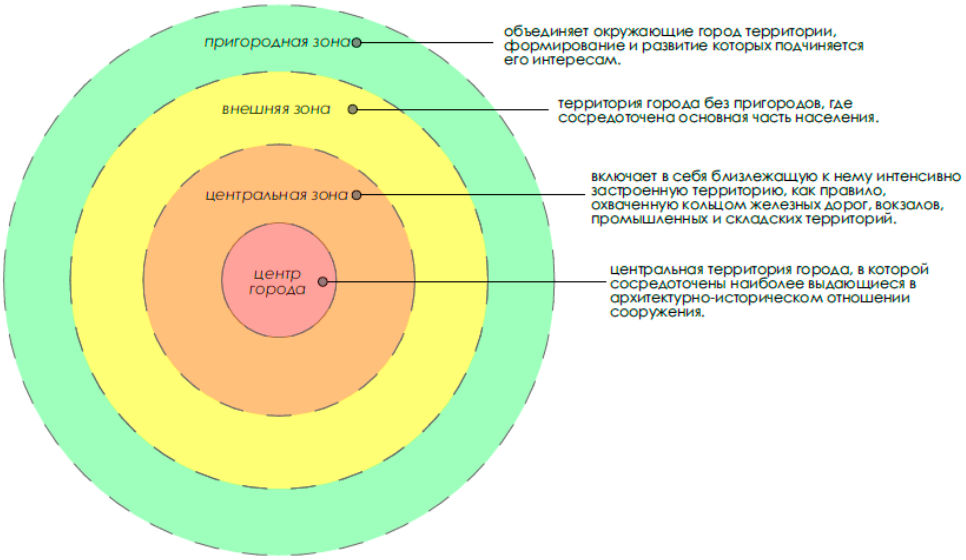


Рис. 2. Идеализированные зоны планировочной структуры крупнейшего города

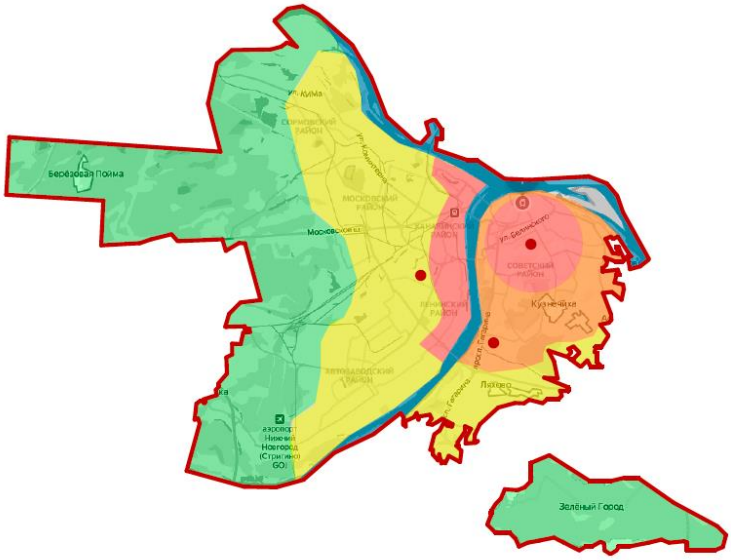


Рис. 3. Зоны планировочной структуры Нижнего Новгорода, схематично отражающие обозначенные на рис. 2 цв. вклейки территории, различные по нормативно-ценностным показателям

Рис. 4. Годы застройки жилых районов

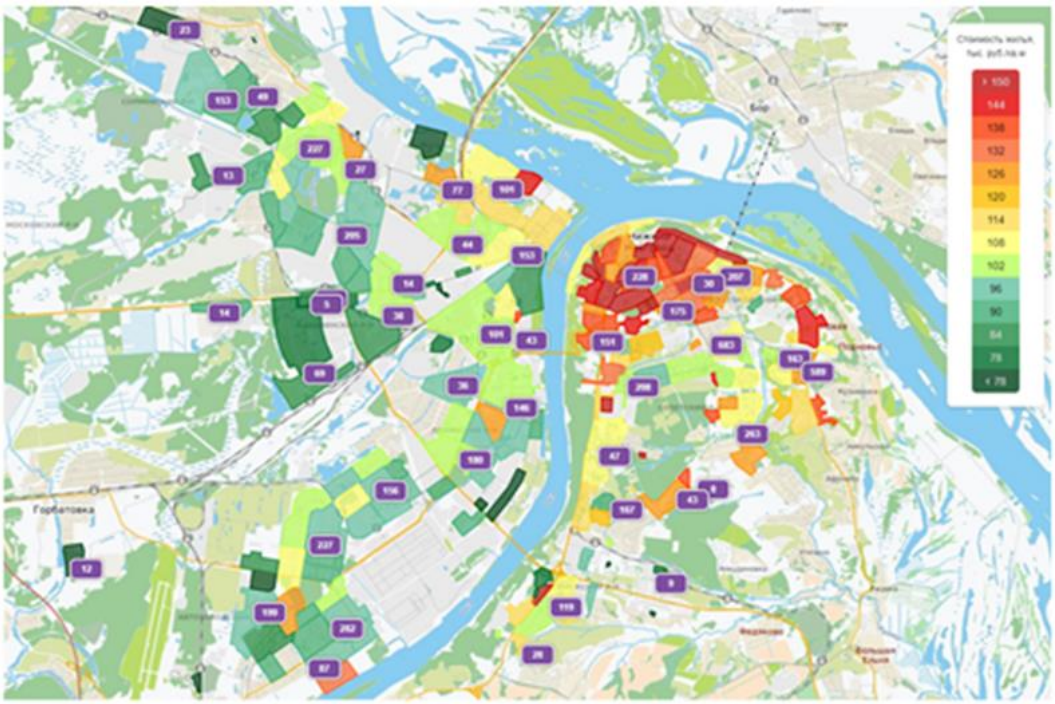


Рис. 5. Стоимость жилья в зависимости от расположения в структуре города

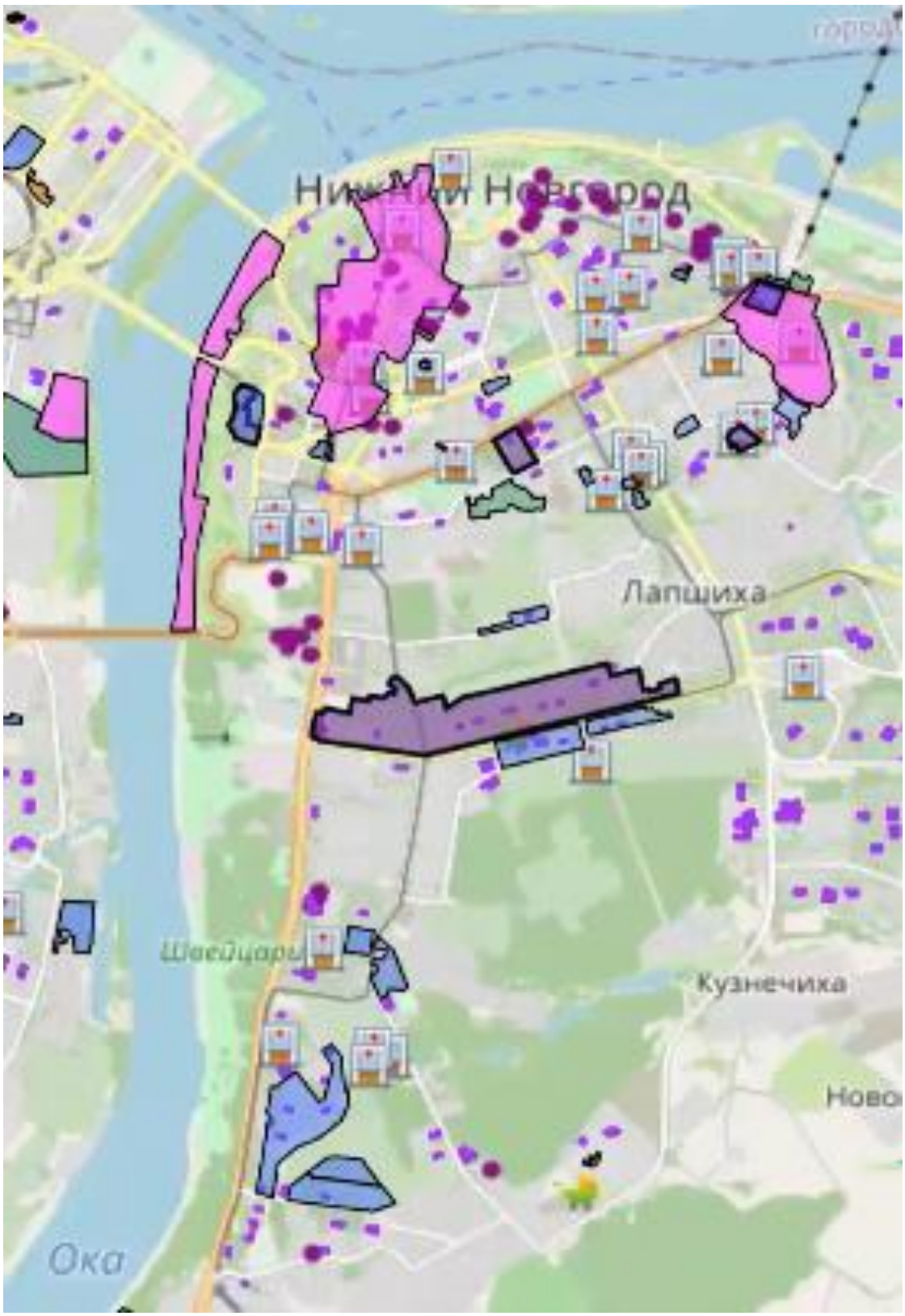


Рис. 6. Схема комплексного развития территорий (КРТ) для жилищного строительства в нагорной части Нижнего Новгорода

набору удобств квартиры реализуются в заречной части дороже, чем в нагорной. Здесь вступает в действие множество причин, обусловленных транспортной доступностью, близостью работы, привязанностью к месту рождения, родственными и дружескими связями, предпочтительной этажностью дома, качеством отделки квартиры и т. д.

Связь терминов «ценность и норма» в сочетании «ценностно-нормативного» дает дополнительные аргументы в поисках особенностей комплексного развития жилых территорий, что подтверждается глубоким философским смыслом слова норма, связанного с категорией «мера».

С развитием рынка недвижимости становится нормой нарастание потока судебных дел по разрешению жилищных споров. Они касаются широкого спектра проблем, начинающихся с затяжного согласования и утверждения проектной документации, включая прохождение госэкспертизы, повсеместных недочетов и ошибок при строительстве, введении в эксплуатацию недоброкачественных зданий, тяжб по купле и продаже жилой недвижимости.

Множество проблем связано с фрагментарностью жилых образований, нуждающихся в повышении фактора комплексности в устойчивом развитии территорий.

Технологии философии права с опережением подсказывают версии новейших технологий проектирования, создания и эксплуатации жилых пространств, комплексов, домов и квартир. В понимании сверхсложных жилищных проблем может быть полезна разработанная Г. П. Корневым «идеонормативная концепция истины» [6], используемая в правоприменении, согласно которой качество знаний любой проблематики начинается с идеи-нормы, регулирующей процессы приведения знаний к истинной достоверности в понимании людьми вопросов, в том числе и жилищных.

Так, в XX веке при преобладающей тенденции территориального развития и расширения в условиях индустриализации в градостроительстве СССР использовали жесткое разделение города на зоны: жилые, промышленные и общественно-деловые. На сегодняшний день данный способ функционального зонирования является неэффективным, поскольку приводит к непомерному разрастанию территории города и возрастанию нагрузки на транспортную сеть [7–11]. Примерами служат отдаленные жилые районы: Кузнечиха, Верхние Печеры, Мещерское озеро, Соцгород-1, Щербинки,7-й микрорайон Сормова, микрорайон Юг и т. д. [7].

Понимание сложности и ответственности развития исторических образований, коим является Нижний Новгород, как взгляд из будущего города с его проблемами, порожденными в настоящем, отражено в монографии главного архитектора Нижнего Новгорода (2002–2005 гг.) и Нижегородской области (2005–2011 гг.) О. В. Рыбина [12].

В настоящее время в качестве идеи-нормы на первый план выступает проектирование и строительство многофункциональных жилых комплексов, которые сочетают одновременно несколько функций: жилую, торговую, офисную, развлекательную и спортивную [13–16]. Такой подход является наиболее перспективной формой пространственной организации жилой среды города, в которой отразились потребности современного человека в разнообразном и многозначном городском окружении, удовлетворяющем его в жилье, работе, общении и отдыхе. Наблюдается тенденция в расположении

объектов общественно-деловой инфраструктуры в шаговой доступности на территории комплекса в отдельно стоящих зданиях либо на первых этажах домов с расположением входов со стороны улицы. Превалирует безопасный двор «без машин», современное благоустройство, подземный и надземный паркинг.

Архитектоника жилищного ансамблестроения [15], раскрываемая через выявление и модельное выражение артефактов проектного творчества в рабочей документации, принятой госэкспертизой, представляется авторам сверхсложной и малоизученной. Конкурсное проведение выбора генерального подрядчика на строительство имеет как свои положительные стороны, так и множество неопределенностей по срокам и качеству. Заключение госэкспертизы в данном случае имеет смысл в качестве некоторых начал для дальнейших исследований на интегральных стыках проектирования, строительства и авторского надзора, зачастую отстраняемого. В нарождающемся комплексном развитии жилых территорий главные интересы практиков скорее сместятся в сторону формирования по дорожным картам ценностно-нормативных процедур, адекватных общим планам, достоверно отражающим реальные состояния формирования городской среды.

Для застроенных городских территорий целесообразным является применение инструментов Стандарта комплексного развития территорий с обновленными нормативами и комфортными для современной жизни показателями, которые призваны объединить все аспекты в единую концепцию [3].

Проведенное исследование позволило выявить основные градостроительные ценностно-нормативные особенности развития территорий в Нижнем Новгороде в рамках современных требований и нормативной базы КРТ:

1. Нормативно-законодательная база комплексного развития жилых территорий в Нижнем Новгороде разработана, но требует совершенствования.

2. С применением инструментов Стандарта КРТ на основе разработанной идеализированной кольцевой структуры крупнейшего города сформирована структура зонирования территории Нижнего Новгорода по нормативно-ценностным показателям в прямой зависимости от более позитивной экологии и приближенности к историческому ядру города, а также Схема КРТ для жилищного строительства в нагорной части Нижнего Новгорода.

3. Разработаны процедуры выбора территорий под очереди строительства в соответствии с требованиями Градостроительного кодекса РФ, нормативно-законодательных документов регионального значения для Нижегородской области и правил КРТ.

4. Имеют место конкурсные презентации проектных предложений и мастер-планов в соответствии с нормативными требованиями и процедурами согласований и проведения публичных слушаний.

5. На путях внедрения комплексного развития жилых территорий в Нижнем Новгороде необходимо совершенствование как правил открытых конкурсов на проектирование и строительство, так и принятия итоговых решений по процедурам с учетом заключений профессиональных экспертиз и публичных слушаний.

Полученные результаты будут использованы для дальнейших исследований в области формирования современной архитектуры жилых образований Нижнего Новгорода в рамках требований и нормативной базы КРТ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская Федерация. Президент. Об утверждении основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей: указ Президента Российской Федерации от 09 ноября 2022 года № 809. – URL: http://www.consultant.ru. – Текст: электронный.

2. Российская Федерация. Законы. Градостроительный кодекс Российской Федерации: ГК РФ: Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2004 года № 190-ФЗ: [принят Государственной Думой 22 декабря 2004 года: одобрен Советом Федерации 24 декабря 2004 года]: [с изменениями и дополнениями на 11 января 2023 года]. – URL: http://www.consultant.ru. – Текст: электронный.

3. Российская Федерация. Законы. О внесении изменений в градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях обеспечения комплексного развития территорий: Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2020 года № 494-ФЗ: [редакция от 14 августа 2020 года]. – URL: http://www.consultant.ru. – Текст: электронный.

4. Стандарт комплексного развития территорий, разработанный Минстроем России и ДОМ.РФ вместе с КБ Стрелка по поручению Председателя Правительства РФ. – URL: https://www.дом.рф/urban/standards/printsipy-kompleksnogo-razvitiya-territoriy/?ysclid=l dmyb00lzb493840952. – Текст: электронный.

5. Генеральный план города Нижнего Новгорода, утвержденный постановлением городской Думы города Нижнего Новгорода от 17 марта 2010 года № 22. – URL: Нижний Новгород.рф›uploads/editor/2f/5d/GP_22.pdf. – Текст: электронный.

6. Региональные нормативы градостроительного проектирования Нижегородской области, утвержденные постановлением Правительства Нижегородской области от 31 декабря 2015 года №921. – URL: docs.cntd.ru›document/465531455. – Текст: электронный.

7. Местные нормативы градостроительного проектирования городского округа город Нижний Новгород, утвержденные постановлением городской думы Нижнего Новгорода, Нижегородской области от 19 сентября 2018 года № 188. – URL: gordumannov. ru› ?id =59816. – Текст : электронный.

8. Правила землепользования и застройки города Нижнего Новгорода, утвержденные приказом Департамента градостроительной деятельности и развития агломераций Нижегородской области от 30.03.2018 г. № 07-01-06/22. – URL: https://xn--b1acdfjbh2acclca1a.xn--p1ai/Gorod/Napravleniya-raboty/Gradostroitelstvo/Pravila-zemlepol zovaniya -i-zastroyki?ysclid=ldmz64iqmo545236388. – Текст: электронный.

9. Об особенностях комплексного развития территорий в Нижегородской области: постановление Правительства Нижегородской области от 13 июля 2021 № 601: [редакция от 19 июля 2021 года]. – URL: http://www.consultant.ru. – Текст: электронный.

10. Береговских, А. Н. Генеральный план Омска / А. Н. Береговских. – Омск: Омскбланкиздат, 2021. – 279 с. – Текст: непосредственный.

11. Вавилонская, Т. В. Стратегия обновления архитектурно-исторической среды: монография / Т. В. Вавилонская : Самарск. гос. архитектур.-строит. ун-т . – Самара: СГАСУ 2008. – 368 с.: 90 ил. – Текст: непосредственный.

12. Гельфонд, А. Л. Концепции формирования комфортной городской среды малых исторических городов / А. Л. Гельфонд. – Текст: непосредственный // Жилищное строительство. – 2018. – № 12. – С. 31–35.

13. Крашенинникова, Е. С. Синархия артефактов творчества: архитектоника ансамблестроения: монография / Е. С. Крашенинникова, С. В. Норенков; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2017. – 296 с. – Текст: непосредственный.

14. Норенков, С. В. Городские регламенты жилища округов, мегаполисов, агломераций: синархиотектоника мест силы России / С. В. Норенков,

Е. С. Крашенинникова, В. А. Денисова. – Текст: непосредственный // Градостроительство и архитектура / Самарск. гос. техн. ун-т. – Самара. – 2022. – Том 12, № 1. – С. 68–74.

15. Рыбин, О. В. Из будущего в настоящее / О. В. Рыбин. – Нижний Новгород: Промграфика, 2011. – 164 с.: ил. – Текст: непосредственный.

16. Корнев, Г. П. Идеонормативная концепция истины. Философия и правоприменение / Г. П. Корнев. – Москва: Академический проект, 2006. – 350 с. – (Технологии философии права / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – ISBN 5-8291-0429-6. – Текст: непосредственный.

NORENKOV Sergey Vladimirovich, doctor of philosophic sciences, professor of the chair of architectural design; ORLOVA Lyudmila Nikolaevna, doctor of technical sciences, professor of the chair of architectural design; DENISOVA Violetta Alekseevna undergraduate student of the chair of architectural design

VALUE-NORMATIVE FEATURES OF THE INTEGRATED DEVELOPMENT OF RESIDENTIAL AREAS IN NIZHNY NOVGOROD

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering.
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia, Tel.: +7 (831) 430-17-83;
e-mail: snorenkov@yandex.ru, orludm.orlova@yandex.ru, violka-del-fante @ yandex. ru
Key words: integrated development of territories, residential complexes, values, standards, features.

The article is devoted to the identification of value-normative features of the integrated development of residential areas in Nizhny Novgorod. The infrastructural and environmental factors that determine the value priorities of housing construction are determined. Zones of the planning structure of the city are highlighted, the zoning schemes of the territory according to the years of construction of housing and its cost are given.

REFERENCES

1. Rossiyskaya Federatsiya. Prezident. Ob utverzhdenii osnov gosudarstvennoy politiki po sokhraneniyu i ukrepleniyu tradistionnykh rossiyskikh dukhovno-nravstvennykh tsennostey [On the approval of the foundations of the state policy for the preservation and strengthening of traditional Russian spiritual and moral values]: ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 09 noyabrya 2022 goda № 809. – URL: http://www.consultant.ru.

2. Rossiyskaya Federatsiya. Zakony. Gradostroitelny kodeks Rossiyskoy Federatsii [Town-planning Code of the Russian Federation]: GK RF: Federalny zakon Rossiyskoy Federatsii ot 29 dekabrya 2004 goda № 190-FZ : [prinyat Gosudarstvennoy Dumoy 22 dekabrya 2004 goda : odobren Sovetom Federatsii 24 dekabrya 2004 goda] :[s izmeneniyami i dopolneniyami na 11 yanvarya 2023 goda]. – URL: http: // www.consultant.ru.

3. Rossiyskaya Federatsiya. Zakony. O vnesenii izmeneniy v gradostroitelny kodeks Rossiyskoy Federatsii i otdelnye zakonodatelnye akty Rossiyskoy Federatsii v tselyakh obespecheniya kompleksnogo razvitiya territoriy [On amendments to the town- planning code of the Russian Federation and certain legislative acts of the Russian Federation in order to ensure the integrated development of territories] : Federalny zakon Rossiyskoy Federatsii ot 30 dekabrya 2020 goda № 494-FZ : [redaktsiya ot 14 avgusta 2020 goda]. – URL: http://www.consultant.ru.

4. Standart kompleksnogo razvitiya territoriy, razrabotanny Minstroem Rossii i DOM.RF vmeste s KB Strelka po porucheniyu Predsedatelya Pravitelstva RF [The standard of integrated

development of territories developed by the Ministry of Construction of Russia and DOM.RF together with the Strelka Design Bureau on behalf of the Prime Minister of the Russian Federation]. – URL: https://www.dom.rf/urban/standards/printsipy-kompleksnogo-razvitiya-territoriy /? ysclid =l dmyb00lzb493840952.

5. Generalny plan goroda Nizhnego Novgoroda, utverzhdyonny postanovleniem gorodskoy Dumy goroda Nizhnego Novgoroda ot 17 marta 2010 goda № 22 [The General Plan of the City of Nizhny Novgorod, approved by Resolution No. 22 of the Nizhny Novgorod City Duma of March 17, 2010]. – URL: Нижний Новгород.рф›uploads/editor/2f/5d/GP_22.pdf.

6. Regionalnye normativy gradostroitelnogo proektirovaniya Nizhegorodskoy oblasti, utverzhdyonnye postanovleniem Pravitelstva Nizhegorodskoy oblasti ot 31 dekabrya 2015 goda №921 [Regional standards of urban planning design of the Nizhny Novgorod region, approved by the Decree of the Government of the Nizhny Novgorod Region dated December 31, 2015 N°. 921]. – URL: docs.cntd.ru›document/465531455.

7. Mestnye normativy gradostroitelnogo proektirovaniya gorodskogo okruga gorod Nizhny Novgorod, utverzhdyonnye postanovleniem gorodskoy dumy Nizhnego Novgoroda, Nizhegorodskoy oblasti ot 19 sentyabrya 2018 goda № 188 [Local standards of urban planning design of the Nizhny Novgorod city district, approved by Resolution No. 188 of the Nizhny Novgorod City Duma, Nizhny Novgorod Region, dated September 19, 2018]. – URL: gordumannov. ru›?id=59816.

8. Pravila zemlepolzovaniya i zastroyki goroda Nizhnego Novgoroda, utverzhdyonnye prikazom Departamenta gradostroitelnoy deyatelnosty i razvitiya aglomeratsiy Nizhegorodskoy oblasti ot 30.03.2018 g. № 07-01-06/22 [The rules of land use and development of the city of Nizhny Novgorod, approved by the order of the Department of Urban Development and Agglomerations of the Nizhny Novgorod region dated 30.03.2018 No. 07-01-06/22]. – URL: https://xn--b1acdfjbh2acclca1a.xn--p1ai/Gorod/Napravleniya-raboty/Gradostroitelstvo/Pravila-zemle polzovaniya-i-zastroyki?ysclid=ldmz64iqmo545236388.

9. Ob osobennostyakh kompleksnogo razvitya territoriy v Nizhegorodskoy oblasti [On the features of the integrated development of territories in the Nizhny Novgorod Region]. – URL: http://www.consultant.ru.

10. Beregovskikh A. N. Generalny plan Omska [General plan of Omsk]. – Omsk : Omskblankizdat, 2021. – 279 p.

11. Vavilonskaya T. V. Strategiya obnovleniya arkhitekturno-istoricheskoy sredy [Strategy for updating the architectural and historical environment]: monografiya: Samarsk . gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Samara: SGASU, 2008. – 368 p.: 90 il.

12. Gelfond A. L. Kontseptsii formirovaniya komfortnoy gorodskoy sredy malykh istoricheskikh gorodov [Concepts of forming a comfortable urban environment of small historical cities] // Zhilischnoe stroitelstvo [Housing construction]. – 2018. – № 12. – P. 31−35.

13. Krasheninnikova E. S., Norenkov S. V. Sinarkhiya artefaktov tvorchestva: arkhitektonika ansamblestroeniya [Synarchy of artifacts of creativity: architectonics of ensemble building] : monografiya; Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod: NNGASU, 2017. – 296 p.

14. Norenkov S. V., Krasheninnikova E. S., Denisova V. A. Gorodskie reglamenty zhilischa okrugov, megapolisov, aglomeratsiy: sinarkhiotektonika mest sily Rossii [City regulations of housing districts, megacities, agglomerations: synarchiotectonics of places of power in Russia] // Gradostroitelstvo i arkhitektura [Urban planning and architecture] / Samarsk. gos. tekhn. un-t. – Samara. – 2022. – Vol. 12, № 1. – P. 68−74.

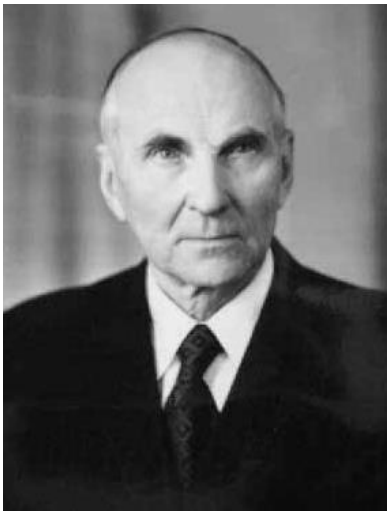
15. Rybin O. V. Iz buduschego v nastoyaschee [From the future to the present]. – Nizhny Novgorod: Promgrafika, 2011. – 164 p.: il.

16. Kornev G. P. Ideonormativnaya kontseptsiya istiny. Filosofiya i pravoprimenenie [The ideonormative concept of truth. Philosophy and law enforcement]. – Moscow :

Akademicheskiy proekt, 2006. – 350 p. – (Tekhnologii filosofii prava / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – ISBN 5-8291-0429-6.

© С. В. Норенков, Л. Н. Орлова, В. А. Денисова, 2023
Получено: 17.02.2023 г.

К 110-летию со дня рождения Петра Алексеевича Богословского – основателя кафедры гидротехнических сооружений (научно-педагогической гидротехнической школы) в ГИСИ – ННГАСУ



Богословский
Петр Алексеевич
(1913–1993)

Правительственным решением 1 сентября военного 1942 г. в Горьковском инженерно-строительном институте им. В. П. Чкалова (ГИСИ) была открыта необходимая для государства специальность «Гидротехническое строительство» и образована кафедра гидротехнических сооружений (ГС). В 1942–1945 гг. кафедрой заведовали эвакуированные из г. Москвы профессора А. В. Чаплыгин и Н. И. Анисимов, затем до 1952 г. доцент Е. Г. Голиков, с 1952 г. по 1989 г. доктор техн. наук, профессор П. А. Богословский.

Петр Алексеевич Богословский начинал трудовую деятельность в качестве старшего рабочего изыскательской партии на Северном Кавказе и в Донбассе. Затем учеба в Новочеркасском инженерно-мелиоративном институте, работа в институте Гидропроект (Москва), служба в Красной Армии: в 1941 г. он участвовал в строительстве оборонительных сооружений под Москвой. Позднее был отозван в Гидропроект, где работал инженером, руководителем группы, начальником экспедиции. Здесь он провел исследования внутреннего обледенения трубопроводов гидроэлектростанций, по этой теме защитил кандидатскую диссертацию. В 1950 г. вышла в свет его монография «Ледовый режим трубопроводов гидроэлектрических станций».

В 1949 г. Петр Алексеевич переехал в г. Горький, поступил на работу в ГИСИ им. В. П. Чкалова, доцентом на кафедру гидротехнических сооружений. В 1952 г. был назначен заведующим кафедрой, в этой должности трудился до 1989 г., с 1989 г. до 1993 г. работал в должности профессора.

П. А. Богословский явился фактическим организатором кафедры гидротехнических сооружений в ГИСИ, был замечательным педагогом, чутким воспитателем студентов. Он поставил курс «Гидроэлектрические станции» и спецкурс «Термические расчеты гидротехнических сооружений», читаемые и в

настоящее время. Лекции Петра Алексеевича отличались высоким теоретическим и методическим уровнем, доходчивостью, четким изложением материала. Большое внимание он уделял проведению производственных практик студентов на крупных гидротехнических стройках страны.

Еще в Гидропроекте П. А. Богословский положил начало исследованиям термического режима гидросооружений. Понимая исключительное значение гидротехнического строительства в северо-восточных районах страны, Петр Алексеевич успешно развил эти исследования в ГИСИ. Им были разработаны теоретические основы, методы расчетов и моделирования температурно-фильтрационных процессов в грунтовых гидротехнических сооружениях в условиях вечной мерзлоты. Пионерные статьи П. А. Богословского, например, «О строительстве земляных плотин в районах распространения многолетнемерзлых грунтов» (Труды ГИСИ им. В. П. Чкалова, 1958, вып. 29, с. 3–94), считаются классикой по северному гидротехническому строительству. Итогом большого труда стала докторская диссертация «Термический режим земляных плотин в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов», которую Петр Алексеевич защитил в 1959 г. Он оставил после себя более 100 печатных научных работ.

П. А. Богословский явился одним из основоположников теории северной гидротехники в стране. Сформированное научное направление актуально в настоящее время и не потеряет актуальности в будущем.

В 1950–1980-е годы им лично и его учениками продолжались и расширялись по тематике исследования термического режима гидросооружений: водосбросов и их оснований, земляных и каменно-земляных плотин, примыканий гидросооружений к берегам, переработке мерзлых берегов водохранилищ с целью обеспечения надежного строительства и эксплуатации гидроузлов в суровых климатических условиях и др. Научные работы проводились по важнейшей тематике в рамках Координационных планов работ вузов в области строительства, научно-технических программ Госстроя СССР и др. Исследования выполнялись в содружестве с проектными и научно-исследовательскими институтами, занимавшимися проектированием гидросооружений, и со строителями, возводившими их в районах вечной мерзлоты. Результаты работ использовались, например, институтом Гидропроект для обоснования проекта Вилюйской ГЭС в Якутии, институтом ВНИИПРОзолото при проектировании гидроузлов с водохранилищами для водоснабжения алмазодобывающей промышленности и др. Под руководством П. А. Богословского были защищены 12 кандидатских диссертаций. Кафедра ГС ГИСИ стала научно-педагогической школой в теории северной гидротехники, признанной в стране.

В 1962–1980 гг. в городах: Норильск, Магадан, Воркута, Тюмень, Красноярск, Якутск, Москва – проходили Всесоюзные совещания-семинары по обмену опытом гидротехнического строительства на вечномерзлых грунтах. Одним из их организаторов и бессменным участником был Петр Алексеевич Богословский. Он состоял членом научно-технического совета Минвуза СССР, членом координационного совета по строительству гидротехнических сооружений в суровых климатических условиях, многие годы был членом редколлегии журнала «Известия вузов. Строительство и архитектура».

Государство наградило П. А. Богословского медалью «За оборону Москвы», орденом Отечественной войны II степени, знаком «Отличник высшей школы».

Вслед за П. А. Богословским руководство деятельностью кафедры ГС ГИСИ в 1989–1995 гг. осуществлял Борис Михайлович Ерахтин (1927–2017). Он в 1950 г. закончил наш институт по специальности Промышленное и гражданское строительство, но свою трудовую деятельность связал с гидротехническим строительством: 1950–1952 гг. – мастер, начальник СМУ на строительстве Усть-Каменогорской ГЭС; 1953–1963 гг. – начальник участка на строительстве Бухтарминской ГЭС; с февраля 1963 по июль 1963 гг. – главный инженер СаратовГЭСстроя; с июля 1963 по 1971 гг. – главный инженер ЧиркейГЭСстроя; 1971–1977 гг. – главный инженер, начальник ДаугавГЭСстроя; 1977–1981 гг. – начальник ЧебоксарГЭСстроя. В 1981–1989 гг. Б. М. Ерахтин – профессор кафедры гидротехнических сооружений ГИСИ им. В. П. Чкалова; в 1989–1995 гг. – заведующий кафедрой; в 1995–2005 гг. – профессор кафедры ГС.

Участвуя в строительстве гидроузлов, Борис Михайлович был разработчиком новых методов организации и технологии работ. На Бухтарминской ГЭС им внедрен метод бетонирования массивной плотины в подвижных шатрах с искусственным климатом. На строительстве арочной плотины Чиркейской ГЭС использовались метод гладкого взрывания при разработке котлована в скальных породах и механизированный бетоноукладочный комплекс. На Рижской ГЭС было осуществлено освоение песчаного бетона. На строительстве Чебоксарской ГЭС применены железобетон и малотрудоемкие сборно-монолитные железобетонные конструкции.

На кафедре гидротехнических сооружений Б. М. Ерахтин руководил и участвовал в выполнении нескольких НИР в содружестве с работниками УС КолымаГЭСстрой по применению прогрессивных методов бетонных работ в суровых климатических условиях и им была защищена диссертация «Сооружение гидроузлов в сложных природных условиях» в форме научного доклада на соискание ученой степени доктора технических наук, утвержденная ВАК в 1990 г.

Б. М. Ерахтин имел более 70 печатных работ, в том числе книги «Опыт строительства гидроузлов», «Проектирование бетонных плотин с учетом производства работ», «Строительство гидроэлектростанций в России». Он автор 22 изобретений.

Основным направлением в учебной работе Б. М. Ерахтина являлась постановка дисциплины «Организация, планирование и управление гидротехническим строительством». Им были подготовлены курс лекций, методические пособия для практических занятий.

В 1965–1971 гг. Борис Михайлович состоял членом Советского национального комитета по большим плотинам и членом редакции журнала «Гидротехническое строительство».

Успехи Б. М. Ерахтина в гидротехническом строительстве отмечены правительственными наградами: орденами Октябрьской революции, Дружбы народов, Почета, четырьмя медалями; ему присвоены звания «Почетный энергетик СССР», «Заслуженный строитель РСФСР».

В бытность заведующим кафедрой ГС Б. М. Ерахтин поддержал докторскую диссертацию «Влияние мерзлого состояния грунтов на разрушение берегов каналов и водохранилищ криолитозоны» доцента Е. С. Гоголева (1938–2021); после защиты ее в 1989 г. последний переместился на должность заведующего кафедрой гидравлики, в которой пребывал до 2007 г.

От Б. М. Ерахтина эстафету заведования кафедрой ГС ННГАСУ принял доктор техн. наук, профессор Станислав Владимирович Соболь (род. 20.02.1946). Он в 1969 г. окончил ГИСИ им. В. П. Чкалова по специальности «Гидротехническое строительство речных сооружений и гидроэлектростанций», поступил ассистентом на кафедру гидротехнических сооружений. В 1973 г. был принят в аспирантуру к доктору техн. наук, профессору П. А. Богословскому, в 1975 г. защитил кандидатскую диссертацию, затем работал доцентом. В 1993 г. защитил докторскую диссертацию «Взаимодействие водохранилищ с основанием и берегами в условиях вечной мерзлоты». Защита прошла в Санкт-Петербургском государственном техническом университете – цитадели российской гидротехнической науки. В том же году получил звание профессора. В 1995 г. был избран заведующим кафедрой гидротехнических сооружений и в этой должности работал до сентября 2021 г. В 2006–2013 гг. одновременно трудился в должности проректора по научной работе уже Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета (ННГАСУ). С сентября 2021 г. С. В. Соболь – профессор кафедры.

Область научных интересов С. В. Соболя: взаимодействие гидроузлов и водохранилищ с окружающей средой в сложных природных условиях. Он имеет список научных публикаций из 180 наименований, 12 свидетельств на изобретения, автор монографий «Водохранилища в области вечной мерзлоты», «Фрактальные параметры водных объектов», «Водохранилища в окружающей среде» и др. Подготовил к защите диссертаций 6 аспирантов и 2 докторантов. Работал по научному анализу эксплуатации плотин Вилюйской, Хантайской, Курейской, Тельмамской, Амгуэмской гидроэлектростанций, малых гидроузлов на северо-востоке и в средней полосе России, по прогнозированию береговых процессов и оценке фрактальных параметров водохранилищ. Участник ФЦП «Возрождение Волги» (1998–2004 гг.), российско-германского научно-исследовательского проекта «Волга–Рейн» (1998–2008 гг.).

Будучи заведующим, С. В. Соболь обеспечивал сотрудничество кафедры с компаниями «Алмазы России-Саха», «Волжский энергетический каскад», ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, Институт мерзлотоведения СО РАН и др. Принимал участие в проведении международных научно-промышленных форумов «Великие реки» (1999–2013 гг.). Организатор и главный редактор учрежденного в ННГАСУ в 2006 году периодического издания «Приволжский научный журнал».

Для учебного процесса издал электронные курсы лекций по дисциплинам «Сооружения речных гидроузлов», «Гидротехнические сооружения водного транспорта», «Температурный режим гидротехнических сооружений в криолитозоне» и др.

За годы работы в ННГАСУ заслужил звание «Почетный работник высшего профессионального образования» (2008 г.), почетные грамоты от Госстроя (2000 г.) и Минрегионразвития (2005 г.), ведомственный орден «За заслуги в строительстве» от Российского союза строителей (2016 г.).

В 2000-е гг. кафедра ГС послужила «кузницей кадров» для вуза, из нее вышли 4 проректора: по научной работе – С. В. Соболь (2006–2013 гг.) и сперва кандидат, а затем доктор техн. наук, профессор И. С. Соболь (2013–2022 гг.); по учебной работе – канд. техн. наук, профессор А. В. Янченко (2010–2014 гг.); по административно-хозяйственной работе – канд. техн. наук, доцент А. Н. Ежков (2013–2016 гг.) и заведующие двумя кафедрами: гидравлики – канд. техн. наук,

доцент А. К. Битюрин (2007–2023 гг.); оснований, фундаментов и инженерной геологии (ОФИГ) – канд. техн. наук, доцент Е. Н. Горохов (с 2009 г.), также ряд магистров-гидротехников пополнили коллективы преподавателей смежных кафедр университета. А. К. Битюрин в новом коллективе переключился на проектирование малых гидроузлов и водопропускных сооружений в насыпях автодорог Нижегородской области с внедрением современных конструкций. Е. Н. Горохов продолжил исследования по северной гидротехнике с погружением в них молодых сотрудников своей новой кафедры, в 2016 г. защитил в МГСУ докторскую диссертацию «Развитие теории и методы виртуального моделирования температурно-криогенного режима каменно-земляных плотин в криолитозоне», выпустил 3 кандидатов техн. наук, получил аттестат профессора. Наши кафедры успешно сотрудничают в научно-практической деятельности.

В 2016 г. к кафедре ГС присоединили кафедру автомобильных дорог, и мы стали именоваться кафедрой гидротехнических и транспортных сооружений (ГТС).

С сентября 2021 г. кафедрой ГТС заведует доктор техн. наук, профессор Илья Станиславович Соболь (род. 20.09.1976 г.). В 1998 г. он окончил ННГАСУ по специальности «Гидротехническое строительство», в 1999 г. завершил обучение в магистратуре со степенью магистра техники и технологий, в 2003 г. после аспирантуры защитил кандидатскую диссертацию, работал доцентом кафедры ГС, одновременно деканом инженерно-строительного факультета (2012–2013 гг.), затем проректором ННГАСУ по научной работе, в 2015 г. защитил диссертацию «Основы инженерной оценки переформирования берегов, ложа и изменения морфометрических параметров равнинных водохранилищ в период эксплуатации» на соискание ученой степени доктора техн. наук, получил должность профессора, был избран по конкурсу и в 2021 г. заступил в должность заведующего кафедрой ГТС (т. о. приняв на себя обязанности руководителя научно-педагогической гидротехнической школы ННГАСУ).

Научная деятельность И. С. Соболя направлена на исследование переформирований чаш водохранилищ в процессе эксплуатации, устойчивости оползневых берегов и откосов, оценку температурного состояния земляных плотин в области вечной мерзлоты. Он автор 80 научных статей, монографии «Предельное состояние основания и берегов малых водохранилищ в криолитозоне», программ для ЭВМ по инженерным прогнозам переформирований абразионных и термоабразионных берегов и ложа водохранилищ, базы данных «Цифровые модели рельефа ложа и берегов водохранилищ Верхней Волги». В 2013–2020 гг. организовывал научный конгресс международного научного форума «Великие реки» в г. Нижнем Новгороде, участвовал с докладами в международных научных симпозиумах в Москве, Санкт-Петербурге, Мирном, Якутске. Подготовил 1 кандидата техн. наук, курирует работу 2 аспирантов.

Коллектив кафедры ГТС ведет прикладные научные исследования по обоснованию проектов и мониторингу речных гидроузлов с водохранилищами, набережных, накопителей промотходов, участков автодорог, других сооружений в Европейской части и на Северо-Востоке страны, вместе с группой привлеченных инженеров – своих выпускников, ежегодно выполняет наибольший среди кафедр вуза объем хоздоговорных проектно-экспертно-исследовательских работ для города Нижнего Новгорода по берегоукреплениям рек Волги и Оки,

противооползневым мероприятиям, инженерному обустройству овражно-балочных городских территорий, аналогичных работ для близлежащих регионов РФ.

В начале 2023 г. к кафедре ГТС присоединили кафедру гидравлики. После двух этапов оптимизации состав кафедры ГТС оказался следующим (список для истории ННГАСУ): доктор техн. наук, профессор И. С. Соболь – заведующий кафедрой; доктор техн. наук, профессор С. В. Соболь; кандидаты техн. наук, профессора А. В. Февралев, А. В. Янченко; кандидаты техн. наук, доценты Д. Н. Хохлов, В. И. Костин, Р. Х. Измайлов, А. К. Битюрин, В. В. Агеева, М. И. Зонов; старшие преподаватели В. М. Красильников, Н. П. Сидоров, М. А. Янченко, М. В. Заболухин; ассистент Л. О. Оганесян. С. В. Соболь, А. В. Февралев, А. В. Янченко, А. К. Битюрин – бывшие аспиранты профессора П. А. Богословского. Сегодня вместе с гидротехниками кафедры ОФИГ (заведующий – доктор техн. наук, профессор Е. Н. Горохов, канд. техн. наук Е. А. Гнетов, старшие преподаватели А. А. Маленов, С. Я. Скворцов) – это наиболее квалифицированное в г. Нижнем Новгороде подразделение, способное решать разноплановые теоретические и практические задачи гидротехнического (также дорожного) строительства.

Представление об образовании в стране менялось с каждым поворотом нашей непредсказуемой истории. В настоящее время кафедрой ГТС ведется выпуск специалистов по специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений» со специализацией «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности», бакалавров по профилям «Гидротехническое, геотехническое и энергетическое строительство» и «Автомобильные дороги», магистров по направлению подготовки «Строительство» с профилями «Гидротехническое строительство» и «Автомобильные дороги», функционирует аспирантура (3 аспиранта) и имеется докторантура по научной специальности «Гидротехническое строительство, гидравлика и гидрология». Выпускники кафедры успешно обзаводятся инженерными должностями в строительной, энергетической, дорожной отраслях, многие – за пределами Нижегородской области. Некоторые смогли достигнуть серьезных высот.

В СССР крупные гидроузлы с большими водохранилищами строились главным образом в целях электроэнергетики. Самым результативным было пятилетие 1980–1985 гг., когда на объектах энергетики (ГЭС, ТЭС, АЭС) годовой прирост мощностей достиг 12 млн кВт – показатель по своей величине тогда еще не виданный в мире. Гордостью и восхищением светились глаза молодых строителей гигантов гидроэнергетики. На всех крупных гидротехнических объектах работали выпускники кафедры ГС ГИСИ, проходили производственные практики студенты-гидротехники. Но с середины 1980-х гг. гидроэнергетика стала подвергаться критике со стороны околоэкологической общественности. Причиной называют суету горбачевской перестройки, ослабление государства в целом. В итоге к концу 1980-х гг. развитие гидроэлектроэнергетики было приостановлено – новые проекты отменены, начавшееся строительство ряда ГЭС закрыто. А вскоре прекратил существование и сам СССР. В результате оказалось, что почти весь фонд гидроэнергетических объектов России создан в XX веке.

Астрономическим числом 2 896 млрд кВт·ч/год выражается валовой потенциал возобновляемых гидроэнергетических ресурсов России, экономический потенциал оценивается 852 млрд кВт·ч/год. Большинство стран,

располагающих гидроэнергетическими ресурсами, стремятся как можно быстрее их использовать, создавая тем самым базу для развития экономики. Норвегия утилизировала 96 % своего гидроэнергетического потенциала, Канада – 73 %, США – 71,8 %, Китай довел уровень его освоения до 61 %. В России процент использования экономического потенциала ее могучих рек невелик (19–20 %) и освоен он по территории страны неравномерно. Основной вклад в суммарную годовую выработку ГЭС вносят электростанции Ангаро-Енисейского (57 %) и Волжско-Камского (21 %) каскадов. Из крупных ГЭС в XXI в. достроены Богучанская на р. Ангаре, Бурейская и Нижне-Бурейская на р. Бурее, Светлинская на р. Вилюе, Усть-Среднеканская на р. Колыме. Установленная мощность электростанций в России на 1 января 2020 г. составила 246,34 млн кВт, в том числе: ТЭС – 66,82 %; ГЭС – 20,24 %; АЭС – 12,31 %; остальные – 0,62 %; выработка электроэнергии за 2019 г. (1080,6 млрд кВт·ч) впервые превысила показатели РСФСР образца 1991 г. (1075 млрд кВт·ч). Правительством РФ одобрена «Генеральная схема размещения объектов гидроэнергетики России до 2035 года». Предполагается построить: Нижне-Ангарскую ГЭС на р. Ангаре, Мокскую на р. Витиме, Граматухинскую (Нижне-Зейскую) на р. Зее, Канкунскую на р. Тимптоне, еще несколько, в т. ч. в бассейне р. Амура. Вводы мощностей на ГЭС связываются с появлением крупных потребителей электроэнергии, определяются требованиями развития энергосистем, возможностями энергокомпаний, экономической эффективностью перспективных объектов, доступностью экспорта электроэнергии. При этом в области гидроэлектроэнергетики сегодня мир развивается быстрее, чем мы.

Экологически чистая гидроэлектроэнергия – как раз то, что нужно России, устремившейся в мир всеобщей цифровизации. Качественное преобразование электроэнергетики в направлении гидроэлектрификации страны, как свидетельствует мировой опыт, улучшает условия жизни людей.

Автор данной публикации застал годы серьезного отношения к гидротехнике и гидроэнергетике в нашей стране. В последние же десятилетия видит снижение интереса государства, корпораций и общества к научным исследованиям и практической деятельности в этой отрасли. Гидроэлектрифицировать Россию – задача трудная, но не сложная: всего-то и требуется пропустить через турбины ГЭС воды российских рек, бесцельно сливающиеся в Мировой океан, ничего не доставая из недр Земли для непрерывного расходования. Но менеджмент корпораций, жестко привязанных к рыночной экономике, реализует теорию и практику того, как максимизировать прибыль в короткие сроки при минимуме издержек. Бизнес опасается капиталоемкости и долгосрочности проектов ГЭС несмотря на долголетнюю возможность их послепостроечной эксплуатации с гораздо большими прибылями, чем от электростанций всех других типов – за счет дешевизны получаемой электроэнергии. Что будет с российской гидроэлектроэнергетикой дальше – трудно загадывать. Сегодня многие люди с недоверием относятся к будущему, сознавая, что до такой степени не властны над ним, что даже нелепо по этому поводу размышлять. Но завтра все равно наступит. И стоит надеяться, что прогресс, на который обречена Россия в предначертанном ей пути развития, не обойдет гидроэлектрификацию страны и она когда-нибудь состоится.

И в процессе перманентных реформаций высшей школы светлое будущее у кафедры гидротехнических и транспортных сооружений ННГАСУ, как всегда, впереди!

Научно-технические издания ННГАСУ
о гидротехнике, гидроэнергетике, водохранилищах

Ерахтин, Б. М. Опыт строительства гидроузлов / Б. М. Ерахтин. – Москва : Энергоатомиздат, 1987. – 286 с.

Ерахтин, Б. М. Проектирование бетонных плотин с учетом производства работ : Начала теории / Б. М. Ерахтин. – Москва : Энергоатомиздат, 1997. – 96 с. – ISBN 5-283-01263-8.

Соболь, И. С. Предельное состояние основания и берегов малых водохранилищ в криолитозоне: монография / И. С. Соболь. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2006. – 214 с. – ISBN 5-93530-177-6.

Ерахтин, Б. М. Строительство гидроэлектростанций в России : учебно-справочное пособие гидростроителя / Б. М. Ерахтин, В. М. Ерахтин. – Москва : АСВ, 2007. – 731 с. – ISBN 978-5-93093-494-6.

Ерахтин, Б. М. Романтики (на стройках века) / Б. М. Ерахтин. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2007. – 395 с.

Ерахтин, Б. М. Романтики. Книга 2. Обманутое поколение / Б. М. Ерахтин. – Нижний Новгород, 2008. – 98 с.

Соболь, С. В. Водохранилища в области вечной мерзлоты : монография / С. В. Соболь. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2007. – 431 с. – ISBN 978-5-87941-483-7.

Копосов, Е. В. Особенности формирования подземного стока в зоне влияния крупных равнинных водохранилищ : монография / Е. В. Копосов, И. Н. Гришина. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2007. – 288 с. – ISBN 978-5-87941-480-6.

Соболь, С. В. Деревянные сооружения в природоприближенном гидротехническом строительстве : учебное пособие / С. В. Соболь, И. С. Соболь. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2007. – 226 с. – ISBN 978-5-87941-514-8.

Соболь, С. В. Температурные расчеты сооружений и водохранилищ гидроузлов : учебное пособие / С. В. Соболь, Е. Н. Горохов, И. С. Соболь, А. Н. Ежков. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2008. – 144 с. : – ISBN 5-87941-536-0.

Экологически безопасное, устойчивое развитие бассейна Волги : аспекты международного научного сотрудничества : монография / Е. В. Копосов, А. В. Палеев, С. В. Соболь, О. В. Кащенко, И. В. Катраева [и др.]. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2008. – 178 с. – ISBN 978-5-87941-532-2.

Экологическая, социальная и экономическая эффективность использования водной энергии малых рек : монография / Е. В. Копосов, С. В. Соболь, А. В. Февралев. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2009. – 266 с. – ISBN 978-5-87941-588-9.

Соболь, С. В. Использование водной энергии малых рек : монография / С. В. Соболь, А. В. Февралев. – Нижний Новгород : ННГАСУ , 2009. – 284 с. – ISBN 978-5-87941-631-2.

Исследование актуальных геоэкологических проблем Приволжья : сборник науч. трудов / Ред. коллегия Е. В. Копосов, И. Н. Гришина, С. В. Соболь. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2009. – 472 с. – ISBN 978-5-87941-593-3.

Рекреационное использование малых водохранилищ : монография / С. В. Соболь, А. В. Февралев, О. А. Грачева. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2010. – 248 с. – ISBN 978-5-87941-736-4.

Методология обеспечения защиты урбанизированных территорий от природных и техногенных негативных воздействий : монография / Под общ. ред. Е. В. Копосова. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2013. – 596 с. – ISBN 978-5-87941-849-1.

Соболь, С. В. Безопасность гидротехнических объектов : учебное пособие / С. В. Соболь, А. В. Февралев. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2018. – 204 с. – ISBN 978-5-528-00334-4.

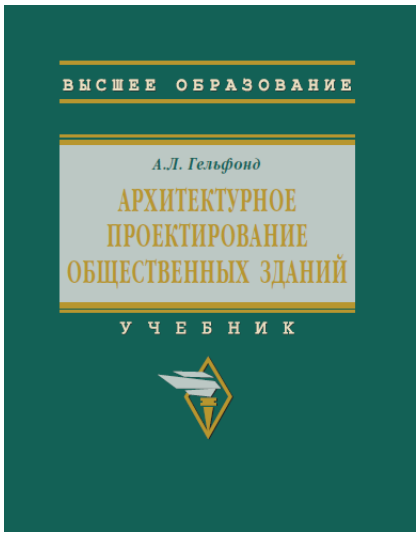
Соболь, С. В. Фрактальные параметры водных объектов : монография / С. В. Соболь. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2019. – 232 с. – ISBN 978-5-528-00344-3.

Соболь, С. В. Заметки о гидротехнике: реальность и мифы : научно-техническое издание / С. В. Соболь. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2020. – 235 с. – ISBN 978-5-528-00424-2.

Соболь, С. В. Водохранилища в окружающей среде : научно-техническое издание / С. В. Соболь. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2022. – Книга 1. – 388 с., Книга 2. – 408 с. – ISBN 978-5-528-00485-3. – ISBN 978-5-528-00486-0.

С. В. Соболь, доктор техн. наук, профессор кафедры ГТС ННГАСУ

НОВЫЕ ИЗДАНИЯ



Гельфонд, А. Л. Архитектурное проектирование общественных зданий : учебник / А. Л. Гельфонд. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2023. – 373 с., с. цв. ил. – (Высшее образование). – **DOI 10.12737/1995408.**

Издание рекомендовано Федеральным учебно-методическим объединением в системе высшего образования по укрупненной группе направлений «Архитектура» в качестве учебника для обучающихся по основным образовательным программам высшего образования.

Учебник посвящен основным принципам формирования архитектуры общественных зданий различного типа. Рассматривает социальные, экономические, градостроительные, функцио-нальные, планировочные, конструктивные, композиционно-художественные основы архитектурного проектирования, а также нормативные требования к архитектурному проектированию общественных зданий. Охватывает материал от изучения структурных узлов здания и отдельных его элементов до сооружения в целом и направлен на то, чтобы максимально ознакомить студента с потребностями реального архитектурного проектирования. Большое внимание уделено всем актуальным в настоящее время типам зданий: учебно-воспитательным учреждениям; музейно-выставочным, спортивным сооружениям; учреждениям торговли и общественного питания; сооружениям по обслуживанию автомобилей; зрелищным сооружениям; кредитно-финансовым учреждениям; офисам; бюро; деловым центрам, а также многофункциональным комплексам.

Соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования последнего поколения. Предназначен для студентов высших учебных заведений, магистрантов и аспирантов, обучающихся по укрупненной группе направлений «Архитектура».

Лампси, Б.Б. Статика сооружений: учеб. пособие / Б.Б. Лампси, Б.Б. Лампси (мл.), П.А. Хазов, Н.Ю. Трянина; Нижегород. гос. архитект. – строит. ун-т – Н.Новгород: ННГАСУ, 2023. – 101 с.
ISBN 978-5-528-00511-9/

В популярной форме авторы знакомят читателей с основными понятиями и методами строительной механики, необходимыми для изучения статически определимых и статически неопределимых плоских стержневых систем. Изложение сопровождается примерами, помогающими овладеть теорией и приобрести минимальные навыки в решении задач.

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 – с?. ?. 3). м. п. 3). ***Печатный и электронный варианты рукописи статьи должны быть идентичны.***

1.3. Сопроводительные документы к рукописи статьи должны включать в себя:

1.3.1. Сопроводительное письмо в двух экземплярах в печатном виде на листе формата А4 **по утвержденной форме**, которая приведена на интернет-сайте журнала: http://www.pnj.nngasu.ru Данное письмо подписывается руководителем организации (юридического лица), откуда исходит рукопись статьи. Если автор статьи не является работником какой-либо организации, не является аспирантом, докторантом, соискателем ученой степени, то сопроводительное письмо подписывается им лично (в этом случае к сопроводительному письму должны прилагаться документы, подтверждающие статус безработного). Для работников ННГАСУ, а также для аспирантов, докторантов, соискателей ученой степени, официально оформленных в ННГАСУ, сопроводительное письмо представлять не требуется.

1.3.2. Выписку из протокола заседания кафедры (отдела, научно-технического совета или иного правомочного органа) с рекомендацией статьи к публикации в Приволжском научном журнале в двух экземплярах в печатном виде на листах формата А4. Если статья представляется не от лица какой-либо организации, а непосредственно физическим лицом, то вместо выписки представляется рекомендация к опубликованию, подписанная научным работником, имеющим ученую степень по соответствующей специальности (определяется по номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной Минобрнауки России).

1.3.3. Экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати в двух экземплярах в печатном виде на листах формата А4. Данный документ оформляется по форме, утвержденной в организации, откуда исходит рукопись статьи. Форма экспертного заключения, утвержденная в ННГАСУ, размещена на интернет-сайте журнала: http://www.pnj.nngasu.ru (для работников ННГАСУ, а также для аспирантов, докторантов, соискателей ученой степени, официально оформленных в ННГАСУ, данный документ оформляется в отделе интеллектуальной собственности и трансфера технологий (корпус II, каб. 213-а, тел.: (831) 430-19-34).

Если в организации, откуда исходит рукопись статьи, нет утвержденной формы экспертного заключения, то в качестве образца может использоваться форма ННГАСУ (при этом автор должен внести соответствующие изменения в

наименования должностей и Ф.И.О. ответственных лиц). Если статья представляется не от лица какой-либо организации, а непосредственно физическим лицом, то экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати представлять не требуется.

1.3.4. Документ (копия бланка подписки), подтверждающий оформление подписки на Приволжский научный журнал на 2 (два) номера или более (индекс 80382 в каталоге «Урал-Пресс»). Подписка может быть оформлена физическим или юридическим лицом. Требование по оформлению подписки ***не распространяется*** на следующие категории лиц: 1) на аспирантов (статус аспиранта подтверждается справкой из организации, в которой проходит обучение в аспирантуре); 2) на штатных сотрудников ННГАСУ; 3) на членов редакционной коллегии Приволжского научного журнала. *Примечание:* если соавтором статьи является лицо, не относящееся ни к одной из вышеуказанных категорий, то требование по оформлению подписки на журнал сохраняется.

1.4. Если авторами статьи являются работники различных организаций (юридических лиц), то сопроводительные документы оформляются от одной из организаций (по усмотрению авторов), а от остальных необходимо представить выписки из протоколов заседаний кафедр (отделов, научно-технических советов или иных правомочных органов) с рекомендацией статьи к опубликованию с учетом сформированного авторского коллектива. Данные выписки должны быть подписаны руководителем организации, которая заверяется печатью организации.

2. Правила оформления рукописи научной статьи в печатном виде

2.1. Рукопись статьи (при оформлении основного текста статьи ***на русском языке***) должна включать в себя следующие составные элементы:

- индекс УДК (универсальная десятичная классификация);
- фамилии, инициалы авторов ***на русском языке***;
- ученые степени и ученые звания авторов ***на русском языке*** (звания в 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 Хазову П. А.*

Конверт с материалами может быть отправлен по почте, с использованием курьерской доставки или доставлен лично автором (доверенным лицом автора). В случае отправки с использованием курьерской доставки, а также в случае личной доставки, конверт необходимо сдавать в канцелярию ННГАСУ (г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65, ННГАСУ, корпус I, 1-й этаж, каб. 127).

5. Порядок рассмотрения редакцией материалов научной статьи и ее рецензирования

5.1. После получения материалов научной статьи ответственный секретарь журнала проводит оценку их достаточности и правильности оформления. В случае отклонений от установленных требований, автору по электронной почте направляется письмо с уведомлением: «Материалы научной статьи не соответствуют требованиям, установленным редакцией журнала».

5.2. Материалы статей, оформленные в соответствии с установленными требованиями, ответственный секретарь регистрирует и направляет для рассмотрения члену редакционной коллегии журнала, который имеет соответствующую специальность (по номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной Минобрнауки России). Член редакционной коллегии

организует рецензирование (экспертную оценку) рукописи научной статьи в соответствии с порядком, установленным редакцией журнала. С составом редакционной коллегии, в т. ч. с научными специальностями ее членов, а также с «Порядком рецензирования научных статей» можно ознакомиться на интернет-сайте Приволжского научного журнала: http://www.pnj.nngasu.ru.

5.3. Если на статью получена положительная рецензия, то она включается в план публикации соответствующего тематического раздела журнала. Автору статьи по почте, а также по электронной почте направляется копия рецензии (без указания личности рецензента) и уведомление «Включено в план публикации». Сроки и очередность опубликования устанавливаются редакцией с учетом количества статей, находящихся в плане публикации соответствующего тематического раздела журнала. Как правило, дата приема статей для издания очередного номера устанавливается не позднее, чем за 4 (четыре) месяца до месяца выхода (например, для № 1 (март) этот срок должен быть не позднее 01 ноября). При этом дата устанавливается по дате получения редакцией положительной рецензии на статью.

5.4. Если на статью получена рецензия с замечаниями, но рецензент указывает на возможность публикации статьи после доработки, то автору статьи по почте направляется копия рецензии (без указания личности рецензента) и уведомление «На доработку». Порядок оформления, представления и рассмотрения 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 ПЕРИОДИЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

«ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ»

Основан в 2006 году

Периодичность – ежеквартально

Журнал рассчитан на профессорско-преподавательский состав, аспирантов, а также студентов старших курсов вузов, работников научно-исследовательских и проектных институтов, инженерно-технический персонал организаций и предприятий.

Журнал имеет разделы:

- Строительные конструкции, здания и сооружения (2.1.1);
- Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (2.1.3);
- Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов (2.1.4);
- Строительные материалы и изделия (2.1.5);
- Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология (2.1.6);
- Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства (2.1.10);
- Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия (2.1.11);
- Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности (2.1.12);
- Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов (2.1.13).

В ЖУРНАЛЕ ПУБЛИКУЮТСЯ
статьи о результатах научных исследований по группе научных специальностей 2.1 – «Строительство и архитектура». Статьи рецензируются.

Каталожная цена за 6 месяцев – 1000 руб.
Цена отдельного номера – 500 руб.

Подписной индекс по каталогу «Урал-Пресс»: 80382

Адрес редакции: Россия, 603950, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65.
Тел./факс: (831) 433-04-36, 430-19-36

ISSN 1995-2511
9 771995 251524