

ISSN 1995-2511

ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

4

2016



ISSN 1995-2511



ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Периодическое научное издание

№ 4

Декабрь 2016

Нижний Новгород

ISSN 1995-2511



THE PRIVOLZHISKY SCIENTIFIC JOURNAL

Scientific periodical

№ 4

December 2016

Nizhny Novgorod

ББК 95; я5

П 75

ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ, № 4 (40)

Периодическое научное издание. Н. Новгород, ННГАСУ, 2016. 171 с., 13 л. цв. вклеек.

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

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

«Приволжский научный журнал» входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук по группе научных специальностей 05.23.00 – «Строительство и архитектура». Новая редакция Перечня утверждена Минобрнауки России 01.12.2015 г.

Главный редактор д-р техн. наук, проф. С. В. СОБОЛЬ
Ответственный секретарь канд. техн. наук, проф. Д. В. МОНИЧ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

чл.-кор. РААСН, д-р арх., проф. Е. А. АХМЕДОВА; чл.-кор. РААСН, проф. В. Н. БОБЫЛЕВ; засл. деят. науки РФ, д-р техн. наук, проф. В. И. БОДРОВ; д-р техн. наук, проф. А. Л. ВАСИЛЬЕВ; д-р биол. наук, проф. Д. Б. ГЕЛАШВИЛИ; чл.-кор. РААСН, д-р арх., проф. А. Л. ГЕЛЬФОНД; д-р наук, проф. Р. ГРЭФЕ; засл. деят. науки РФ, чл.-кор. РААСН, д-р техн. наук, проф. Л. Н. ГУБАНОВ; д-р техн. наук, проф. А. И. ЕРЕМКИН; чл.-кор. РААСН, д-р техн. наук, проф. В. Т. ЕРОФЕЕВ; д-р наук, проф. М. ИВЕТИЧ; засл. деят. науки РФ, акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. Н. И. КАРПЕНКО; д-р физ.-мат. наук, проф. М. М. КОГАН; д-р техн. наук, проф. Д. В. КОЗЛОВ; чл.-кор. РААСН, д-р техн. наук, проф. В. Н. КУПРИЯНОВ; д-р наук, проф. Ф. НЕСТМАНН; д-р техн. наук, проф. С. И. РОТКОВ; д-р техн. наук, проф. С. В. СТЕПАНОВ; засл. деят. науки РФ, д-р физ.-мат. наук, проф. Р. Г. СТРОНГИН; д-р физ.-мат. наук, проф. А. Н. СУПРУН; д-р техн. наук, проф. В. П. СУЧКОВ; засл. деят. науки РФ, акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. В. И. ТЕЛИЧЕНКО; засл. деят. науки РФ, акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. В. И. ТРАВУШ; засл. деят. науки РФ, акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. С. В. ФЕДОСОВ; д-р физ.-мат. наук, проф. Е. В. ЧУПРУНОВ; засл. деят. науки РФ, д-р хим. наук, проф. В. А. ЯБЛОКОВ

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

Подписано в печать 20.12.2016 г. Формат 70×108/16. Бумага офсетная
Печать офсетная. Усл. печ. л. 15,0 + вкл. 2,3. Тираж 1200 экз. Заказ № 441

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

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

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

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

Индекс журнала в каталоге Агентства «Роспечать»: 80382. Цена свободная.

Отпечатано в типографии ООО «Новые решения»

Адрес: Россия, 603098, г. Нижний Новгород, ул. Артельная, д. 35а, оф. 1.

ISSN 1995-2511

© ННГАСУ, 2016

Scientific periodical. Nizhny Novgorod, NNGASU, 2016. 171 p., 13 p. of colour illustrations.

Founder & Publisher: The Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering (NNGASU). Registered by the Federal service for the supervision of law observance in the sphere of mass media and preservation of cultural heritage of 20.12.2006. Registration certificate ПИ № ФС77 – 47479 dt. 25.11.2011. Circulation – the Russian Federation, foreign countries. Languages – Russian, English.

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

The Privolzhsky Scientific Journal is included into the list of leading peer viewed journals and publications where basic scientific results of doctoral and candidate dissertations are to be published of scientific specialities 05.23.00 – «Construction and architecture». A new version of the list is approved by decision of the Ministry of Education and Science of Russia on 01.12.2015.

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

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

corresponding member of RAACS, doctor of architecture, professor E. A. AKHMEDOVA; corresponding member of RAACS, professor V. N. BOBYLYOV; honoured worker of science of RF, doctor of technical sciences, professor V. I. BODROV; doctor of technical sciences, professor A. L. VASILIEV; doctor of biological sciences, professor D. B. GELASHVILI; corresponding member of RAACS, doctor of architecture, professor A. L. GELFOND; Ph.D., professor R. GRAEFE; honoured worker of science of RF, corresponding member of RAACS, doctor of technical sciences, professor L. N. GUBANOV; doctor of technical sciences, professor A. I. EREMKIN; corresponding member of RAACS, doctor of technical sciences, professor V. T. EROFEEV; doctor of science, professor M. IVETICH; honoured worker of science of RF, academician of RAACS, doctor of technical sciences, professor N. I. KARPENKO; doctor of physical-mathematical sciences, professor M. M. KOGAN; doctor of technical sciences, professor D. V. KOZLOV; corresponding member of RAACS, doctor of technical sciences, professor V. N. KUPRIANOV; Prof. Dr.-Ing. F. NESTMANN; doctor of technical sciences, professor S. I. ROTKOV; doctor of technical sciences, professor S. V. STEPANOV; honoured worker of science of RF, doctor of physical-mathematical sciences, professor R. G. STRONGIN; doctor of physical-mathematical sciences, professor A. N. SUPRUN; doctor of technical sciences, professor V. P. SUCHKOV; honoured worker of science of RF, academician of RAACS, doctor of technical sciences, professor V. I. TELICHENKO; honoured worker of science of RF, academician of RAACS, doctor of technical sciences, professor V. I. TRAVUSH; honoured worker of science of RF, academician of RAACS, doctor of technical sciences, professor S. V. FEDOSOV; doctor of physical-mathematical sciences, professor E. V. CHUPRUNOV; honoured worker of science of RF, doctor of chemical sciences, professor V. A. YABLOKOV

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

Signed for publishing on 20.12.2016. Format 70×108/16. Offset paper.
Offset printing. Ref. publ. p. 15,0 + illust. 2,3. Copies 1200. Order № 441

Publisher's address: 65 Iljinskaya St., 603950, Nizhny Novgorod, Russia.
Tel./fax: +7 (831) 433-04-36 (editors), +7 (831) 430-19-46 (executive secretary);
e-mail: md@nngasu.ru (executive secretary), red@nngasu.ru (editors),

web-site: www.pnj.nngasu.ru; пнж.ннгасу.рф

Index of the journal in the catalogue of the «Rospechat» agency: **80382**. Price is unfixed.

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



СОДЕРЖАНИЕ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

- Кошеев Д. В., Колесов А. И.** Результаты численного анализа по расходу стали пространственной сетчатой оболочки из трех однополюсных куполов 9
- Шеховцов Г. А., Шеховцова Р. П., Ивенин Д. П., Раскаткина О. В.** Двухэтапный фотографический способ определения крена сооружений башенного типа 14
- Маковкин Г. А., Шаров Р. А.** О влиянии гидростатического напряжения на процесс накопления повреждений при усталости 21

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

- Бодров М. В., Кузин В. Ю., Кузин Д. Ю.** Анализ режимов работы систем естественной вентиляции многоквартирных жилых домов в теплый период года 26
- Морозов М. С.** Особенности проведения капитального ремонта систем отопления многоквартирных жилых домов 32

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

- Айнетдинов Р. М., Васильев А. Л.** Опыт внедрения разработанных технологий очистки сточных вод гальванических производств на предприятиях Нижегородского региона 39
- Ваганова Н. Н., Васильев А. Л.** Исследование биологической очистки сточных вод с целью модернизации канализационных очистных сооружений г. Сарова ... 45

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

- Ерофеев В. Т., Меркулов Д. А., Каблов Е. Н., Старцев О. В., Смирнов В. Ф.** Исследование стойкости полиэфирных композитов в условиях влажного морского климата 50
- Ликомаскина М. А., Алнаиф М. С.** Исследование твердости и модуля деформации битумных композитов после выдерживания в биологически агрессивной среде 61
- Шабаев С. Н.** Теоретические основы моделирования процесса модификации битумов резиновой крошкой 66

ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

- Соболь И. С., Костров А. В., Хохлов Д. Н., Красильников В. М., Королев Н. Ю.** Применение аэрофотосъемки с беспилотного летательного аппарата для мониторинговых исследований береговой зоны водохранилища 75
- Саннов М. П.** Влияние изменения температуры на напряженно-деформированное состояние железобетонного экрана каменно-набросной плотины 79
- Гнетов Е. А.** Модель температурно-криогенного режима ложа водохранилища в криолитозоне с учетом осадки дна при оттаивании в трехмерных условиях 85

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

- Худин А. А.** Теоретические подходы к организации курсового архитектурного проектирования по интенсивной методике (в связи с переходом на пятилетнюю подготовку студентов-архитекторов) 90
- Лисицына А. В., Аникина О. А.** Историко-архитектурная среда и городской культурный ландшафт: диалектическая взаимосвязь понятий 96
- Петунина Т. Ю.** Оценка качества морфологии открытых общественных городских пространств с позиции потребителя 102



Волкова Е. М. Архитектурный облик церквей села Вершилова Чкаловского района Нижегородской области..... 110

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Агеева Е. Ю., Сидорина А. А. Тенденции развития архитектурной среды современных школьных зданий..... 119

Яковлев А. А., Яковлев М. А. Многоуровневые типологические планировочные модели складских комплексов..... 124

Ал-Обайди И. К. Основные природные факторы, определяющие подходы к проектированию зданий..... 129

Сагалаев А. В. Архитектурно-пространственная форма озеленения для исторической застройки. Эко-реорганизация среды..... 139

Покка Е. В., Агишева И. Н. Идеино-образный замысел многофункциональных пешеходных мостов..... 144

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Ахмедова Е. А., Лекарева Н. А. Градозкономические аспекты оценки городских земель с позиций инвестиционной привлекательности..... 149

Орлова Л. Н. Атмосферная индикатриса рассеяния – инварианта модели яркости небосвода в оптическом диапазоне спектра..... 155

ИНФОРМАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ

Новые издания..... 164

Перечень требований и условий для публикации научной статьи в периодическом научном издании «Приволжский научный журнал»..... 165

НА ОБЛОЖКЕ: Нижегородский кремль. Автор фото Е. Ф. Маяцких



C O N T E N T S

BUILDING CONSTRUCTIONS, BUILDINGS AND STRUCTURES

- Koscheev D. V., Kolesov A. I.** The results of numerical analysis of steel consumption for spatial gridshells of three single-band domes 9
- Shekhovtsov G. A., Shekhovtsova R. P., Ivenin D. P., Raskatkina O. V.** Two-stage photographic method of determining the heeling of tower-type structures 14
- Makovkin G. A., Sharov R. A.** On the influence of hydrostatic stress on the process of damage accumulation in fatigue 21

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

- Bodrov M. V., Kuzin V. Yu., Kuzin D. Yu.** Analysis of operating conditions of natural ventilation systems in apartment houses in a warm season 26
- Morozov M. S.** Features of overhaul repair of heating systems of apartment houses..... 32

WATER SUPPLY, SEWAGE, CONSTRUCTION SYSTEMS OF WATER RESOURCES PROTECTION

- Aynetdinov R. M., Vasil'ev A. L.** Experience of introduction of developed technologies of treatment of galvanic production wastewater on enterprises of Nizhny Novgorod region 39
- Vaganova N. N., Vasil'ev A. L.** Research of wastewater biological treatment for the purpose of modernization of wastewater treatment facilities of the city of Sarov 45

CONSTRUCTION MATERIALS AND PRODUCTS

- Erofeev V. T., Merkulov D. A., Kablov E. N., Startsev O. V., Smirnov V. F.** Study of climatic resistance of polyester composites in a humid maritime climate 50
- Likomaskina M. A., Alnaif M. S.** Study of toughness and deformation modulus of bitumen composites after aging in biologically aggressive environment..... 61
- Shabaev S. N.** Theoretical bases of modelling the process of bitumen modification with rubber crumbs..... 66

HYDRAULIC ENGINEERING CONSTRUCTION

- Sobol I. S., Kostrov A. V., Khokhlov D. N., Krasilnikov V. M., Korolyov N. Yu.** Application of aerial photography obtained from unmanned aerial vehicles for monitoring research of the coastal zone of reservoirs 75
- Sainov M. P.** Effect of temperature variation on stress-strain state of a reinforced concrete face of a rockfill dam..... 79
- Gnyotov E. A.** The model of temperature and cryogenic regime of reservoir bed in permafrost adjusted for bottom settlement during thawing at three-dimensional conditions..... 85

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

- Khudin A. A.** Approaches to the organization of course architectural designing by intensive technique (in connection with transition to five years' preparation of students-architects) 90
- Lisitsyna A. V., Anikina O. A.** Historical-architectural environment and urban cultural landscape: dialectical relationship of the concepts 96



Petunina T. Yu. Quality assessment of the morphology of urban open spaces from the view of a consumer 102

Volkova E. M. The architectural image of churches in the Vershilovo village of the Chkalovsk district of the Nizhny Novgorod region 110

ARCHITECTURE OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS. CREATIVE CONCEPTS OF ARCHITECTURAL ACTIVITY

Ageeva E. Yu., Sidorina A. A. Trends of development of architectural environment of modern school buildings..... 119

Yakovlev A. A., Yakovlev M. A. Multilevel typological planning models of warehouse complexes..... 124

Al-Obaidi I. K. Key natural factors in building design 129

Sagalaev A. V. Architectural and spatial form of gardening for historical building areas. Eco-organization of environment 139

Pokka E. V., Agisheva I. N. Ideological and figurative plan of multipurpose pedestrian bridges..... 144

TOWN-PLANNING, PLANNING RURAL BUILT-UP AREAS

Akhmedova E. A., Lekareva N. A. Grado-economic aspects of evaluation of urban land from the point of investment appeal 149

Orlova L. N. Atmosphere scattering indicatrix – an invariant of a model for the sky luminance radiation in the optical range..... 155

INFORMATION SECTION

New publications 164

List of requirements for publication in the scientific periodical «The Privolzhsky scientific journal»..... 165

COVER PAGE: Nizhny Novgorod Kremlin. Photo by E. F. Mayatskikh

УДК 624.014.2

Д. В. КОЩЕЕВ¹, инж. расчетного отдела; А. И. КОЛЕСОВ², канд. техн. наук, проф., зав. кафедрой строительных конструкций

РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО АНАЛИЗА ПО РАСХОДУ СТАЛИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СЕТЧАТОЙ ОБОЛОЧКИ ИЗ ТРЕХ ОДНОПОЯСНЫХ КУПОЛОВ

¹ООО «Диаформ»

Россия, 603116, г. Н. Новгород, Московское шоссе, д. 17, корп. 1. Тел.: (831) 282-09-69;
эл. почта: diaform_nn@mail.ru

²ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-88;
эл. почта: k_mk@nngasu.ru

Ключевые слова: пространственная сетчатая оболочка, металлоемкость, конечно-элементная модель (КЭ).

Рассмотрена задача проектирования экономичных крытых спортивных залов. Приводятся результаты численного анализа по расходу стали пространственной сетчатой оболочки из трех однополосных куполов.

Анализ состояния вопроса [1, 2, 3] показал, что для крытых спортивных залов одними из самых эффективных конструкций по расходу стали могут быть пространственные стержневые оболочки, не ущемляя при этом функциональные требования к спортзалам. При выполнении исследования использованы результаты ВКР бакалавра: выбрана пространственная оболочка в форме трех куполов в одном объеме, что показало современную художественную выразительность объемно-планировочного решения здания при хорошей экономии материалов при совмещении функций несущих и ограждающих конструкций. Вариант реального объекта такого типа имеется в г. Одессе [3] (крытый грузовой причал размерами $S \times B \times H = 160 \times 100 \times 57$ м).

Научное исследование заключается в проектировании и расчете оболочки покрытия спортивного зала (рис. 1).

В поисках максимально экономичного варианта разбивки оболочки выделены для рассмотрения три основных вопроса: эффективное разбиение сетки на расчетные группы, выбор оптимального вида сетки, поиск эффективного узлового соединения.

Определены основные геометрические параметры сетки, размеры и количество элементов (рис. 2), а также нагрузки. На основе этих данных была построена первая конечно-элементная модель исследуемой конструкции, состоящей из трех куполов Шведлера.

Первым шагом задачи было разбиение сетки на расчетные группы для назначения жесткостных характеристик элементов с целью обеспечения некоторой унификации сечений по группам. Правильная разбивка позволяет сэкономить время при расчете и снизить металлоемкость всей конструкции в целом. Подробного алгоритма этой операции не было найдено, что побудило провести небольшой численный эксперимент.

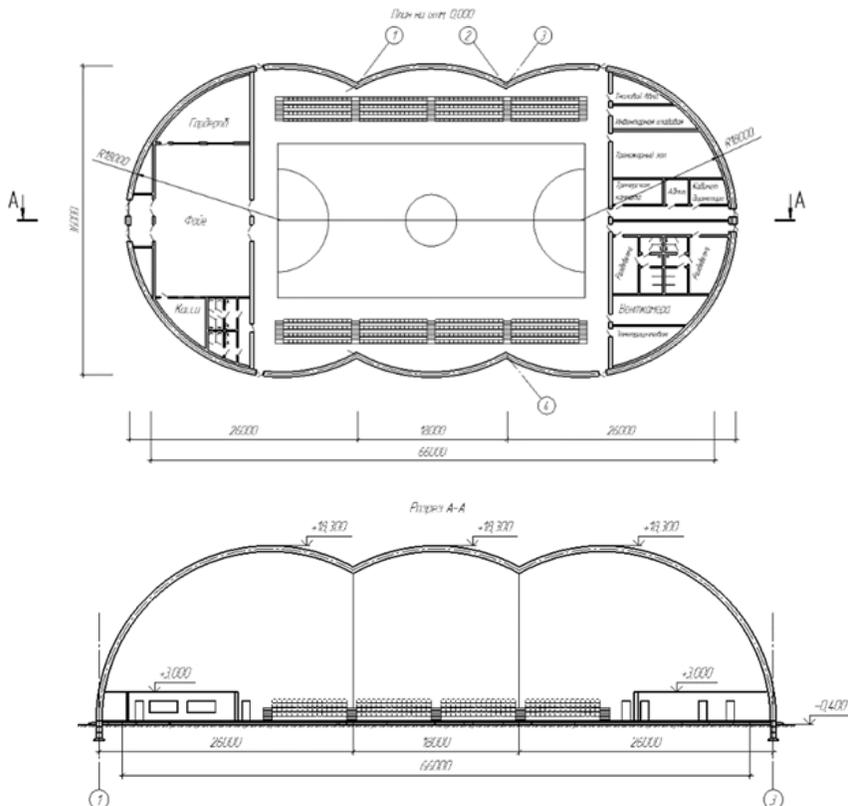


Рис. 1. План крытого спортивного зала

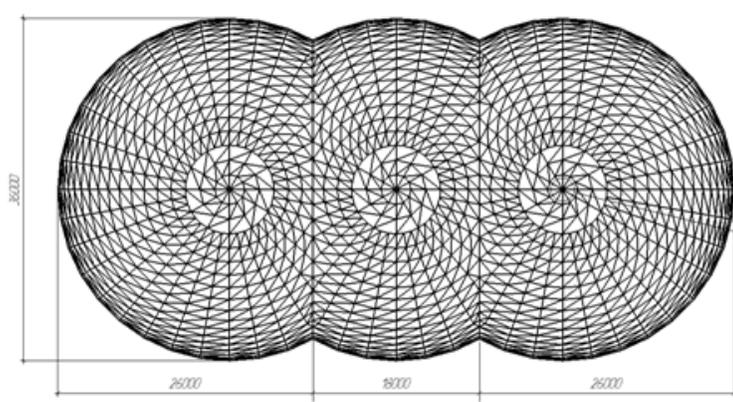


Рис. 2. КЭ модель сетки из куполов Шведлера

Данная оболочка была разбита по трем разным вариантам. В первом варианте в оболочке были выделены четыре группы: элементы, являющиеся сопряжениями «куполов»; опорные элементы; элементы, соединяющие первую и вторую группу, и прочие элементы. Во втором варианте разбивки были выделены девять областей



оболочки (рис. 1 цв. вклейки). Третий вариант разбивки является самым подробным. Отличительным признаком является выделение из общей массы элементов трех больших групп: поперечные (рис. 2 цв. вклейки), продольные (рис. 3 цв. вклейки) и раскосы (рис. 4 цв. вклейки) с последующим разбиением этих групп на более мелкие подгруппы. Таким образом, была получена 21 подгруппа элементов. Статический расчет каждого варианта был произведен при одинаковых нагрузках и геометрии сетки. Металлоемкость оболочки на 1 м² площади здания в плане составила: при разбивке по первому варианту – 62 кг/м²; по второму – 81 кг/м²; по третьему – 40 кг/м². Таким образом, разбиение сетки по третьему варианту более эффективно в сравнении с разбиением на области в первых двух вариантах. В дальнейших расчетах использовался только третий вариант образования расчетных групп элементов.

Для решения второго шага были выбраны еще два вида сетки: купол из икосаэдров, купол из шестигранников (рис. 5 цв. вклейки). Каждый вид обладает своими особенностями и требует подробного построения КЭ модели, статического расчета и обработки результатов данных.

Оболочка, основанная на куполах из икосаэдров, разбита на 9 групп элементов (рис. 6 цв. вклейки.); оболочка, основанная на куполах и шестигранниках, разбита на 16 групп (рис. 7 цв. вклейки).

В оболочках из куполов Шведлера и куполов из икосаэдров простейшей геометрической фигурой является треугольник, что позволяет выполнять узлы шарнирными, так как треугольник – геометрически неизменяемая фигура. В третьей оболочке простейшей геометрической фигурой является шестигранник, из-за чего все узлы необходимо выполнять жесткими для создания статической неизменяемой схемы. Для подсчета металлоемкости масса узлов в первых двух моделях была принята как для узлов серии [4], для третьей модели принято выполнение узлов ванной сваркой. Все КЭ модели загружены, исходя из требований норм [5]; статический расчет выполнен в программном комплексе SCAD в физически и геометрически линейной постановке задачи. По результатам расчетов элементам присвоены жесткостные характеристики, которые удовлетворяли требованиям норм [6]. Далее был выполнен подсчет металлоемкости каждой модели. Все результаты показаны в табл. 1. Используемая марка стали – С245.

Таблица 1

Характеристики конечно-элементных моделей

Название оболочки	Количество элементов	Количество узлов	Металлоемкость, т	Металлоемкость, кг/м ² площади здания в плане
Оболочка из куполов Шведлера	3 780	1 305	86,8	40
Оболочка, построенная из икосаэдров	1 988	685	80	37
Оболочка, построенная из шестигранников	1 492	982	109,4	50,4

**К СТАТЬЕ Д. В. КОЩЕЕВА, А. И. КОЛЕСОВА
«РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО АНАЛИЗА ПО РАСХОДУ СТАЛИ
ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СЕТЧАТОЙ ОБОЛОЧКИ
ИЗ ТРЕХ ОДНОПОЯСНЫХ КУПОЛОВ»**

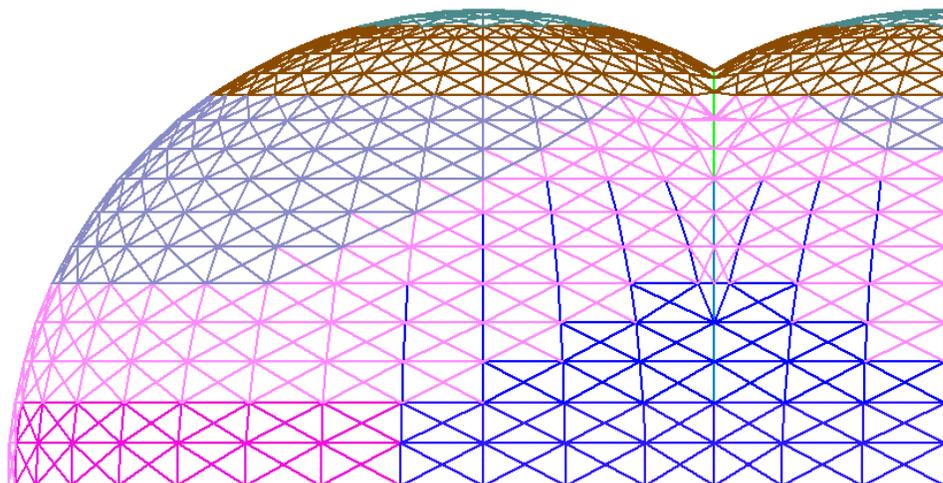


Рис. 1. 2-й вариант разбиения сетки на 9 групп элементов

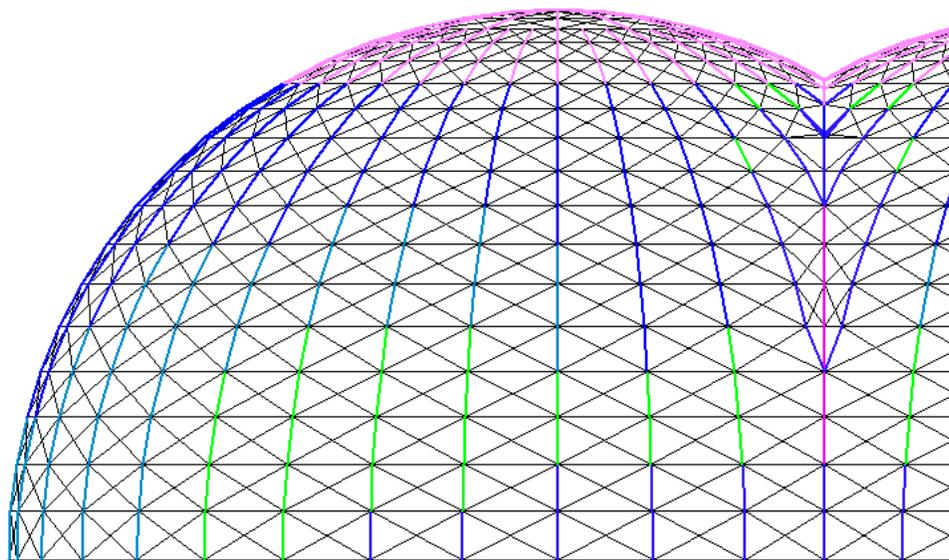


Рис. 2. 3-й вариант разбиения сетки на поперечные группы элементов

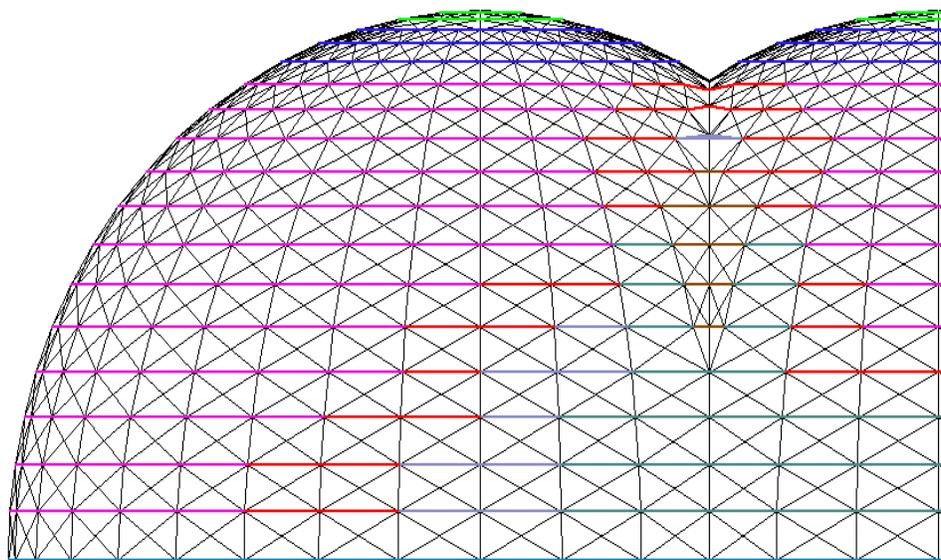


Рис. 3. 3-й вариант разбиения сетки на продольные группы элементов сетки

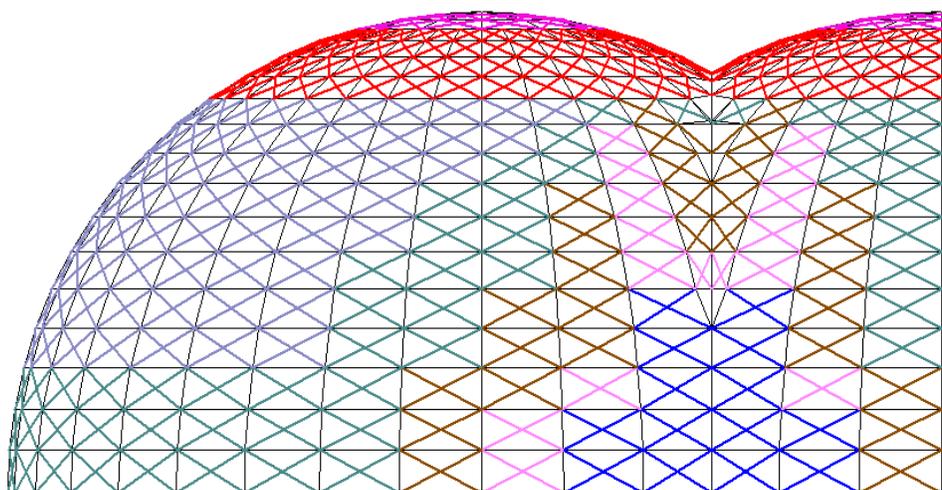
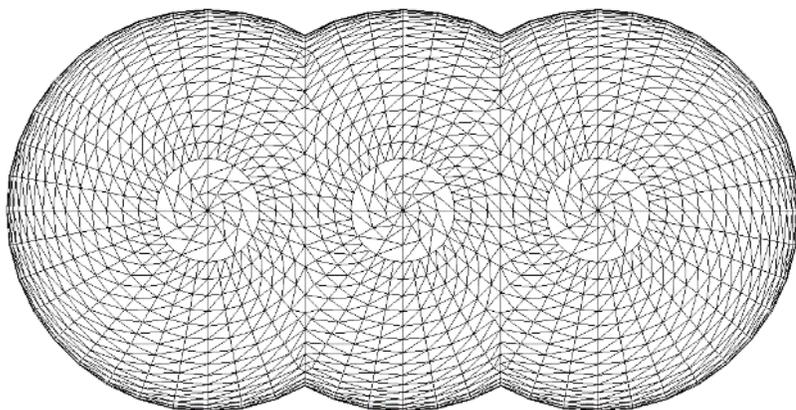
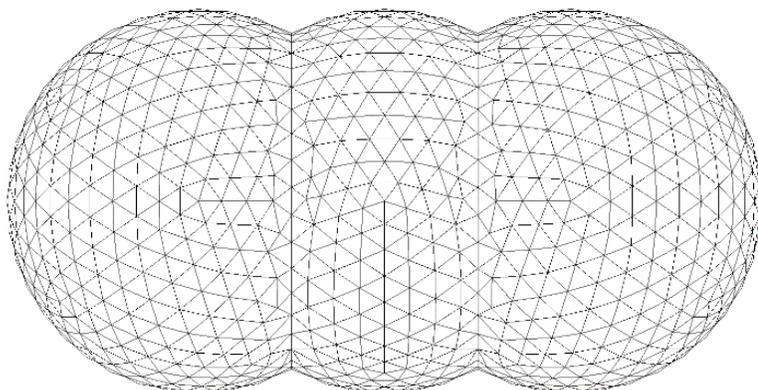


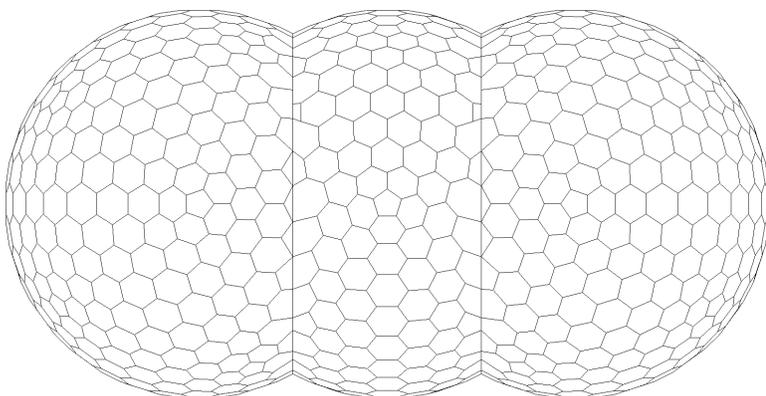
Рис. 4. 3-й вариант разбиения сетки на группы раскосов сетки



a



б



в

Рис. 5. Сетки на основе: *a* – купола Шведлера; *б* – купола из икосаэдров; *в* – купола из шести-гранников

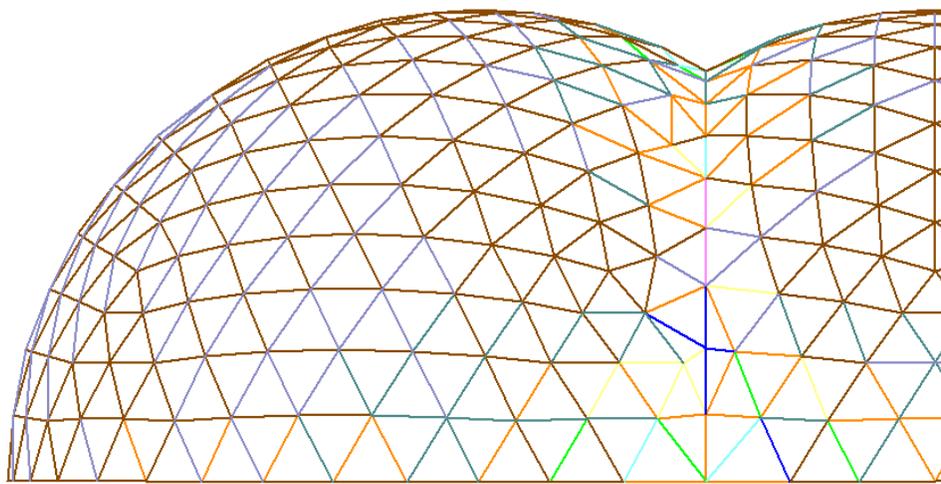


Рис. 6. Оболочка из икосаэдров, разбитая на 9 групп элементов

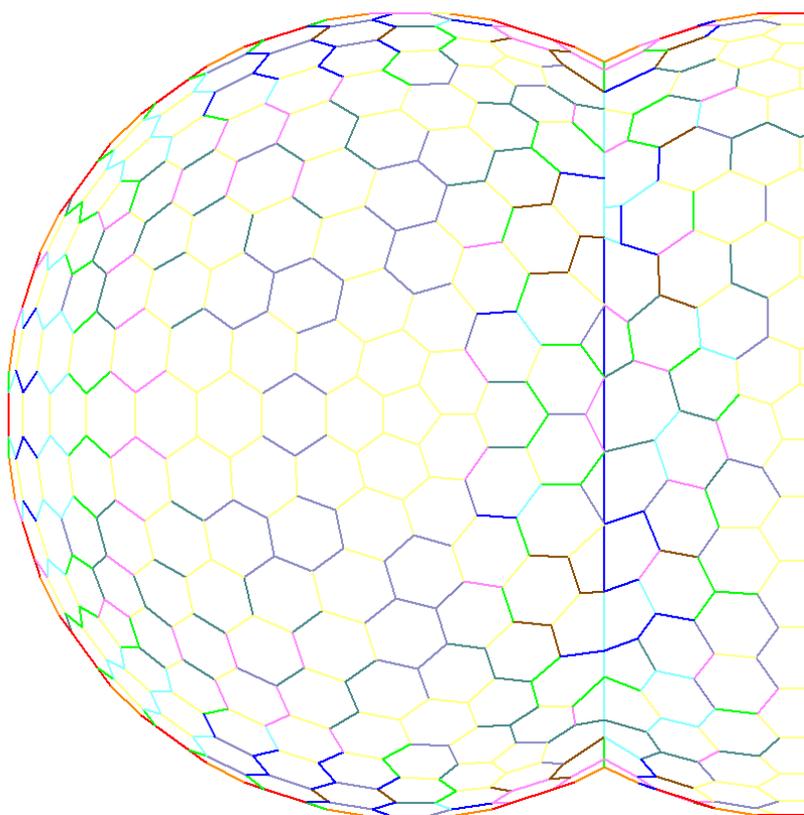


Рис. 7. Оболочка из шестигранников, разбитая на 16 групп элементов

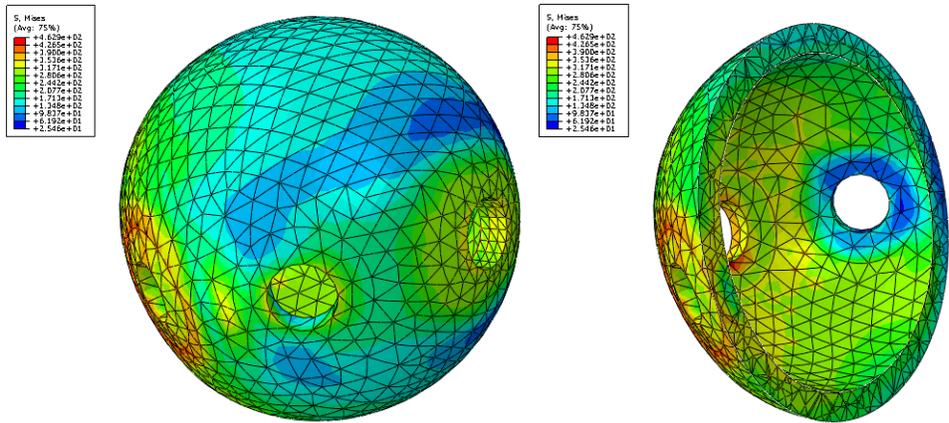


Рис. 8. Напряжения по Мизесу в узле группы 1

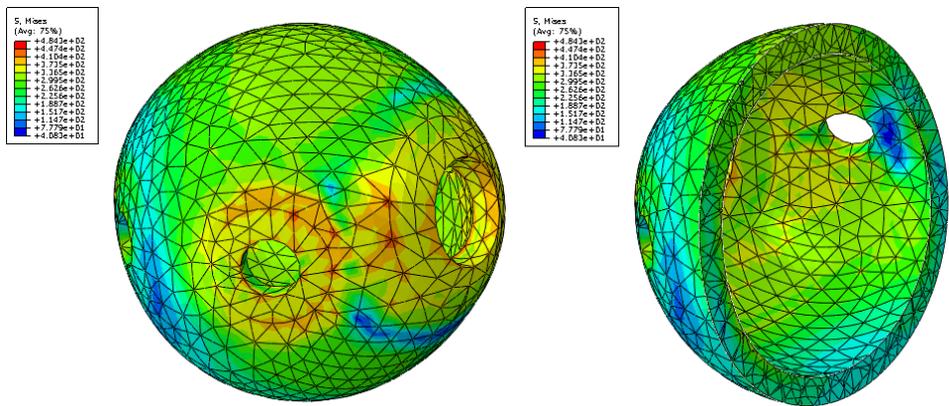


Рис. 9. Напряжения по Мизесу в узле группы 2

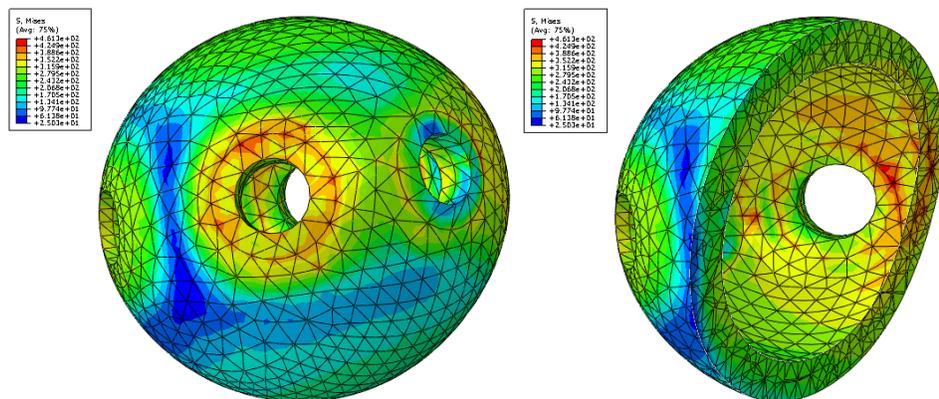


Рис. 10. Напряжения по Мизесу в узле группы 3

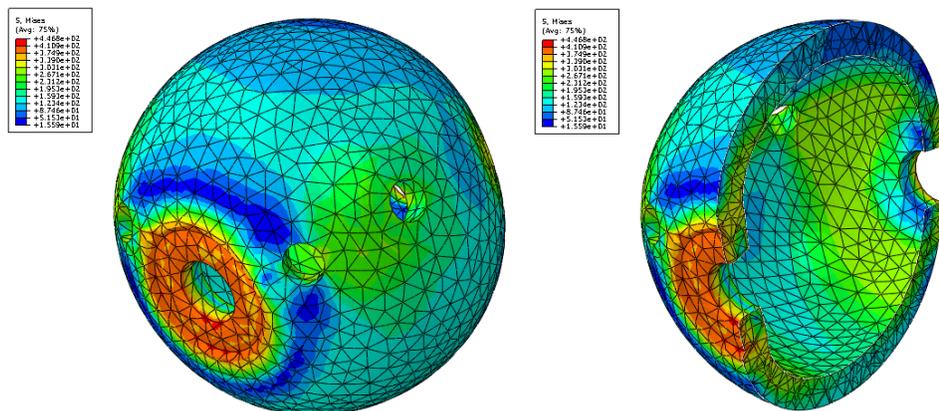


Рис. 11. Напряжения по Мизесу в узле группы 4



Таким образом, самой тяжелой является оболочка, построенная из шестигранников, а самой легкой – оболочка из икосаэдров.

Третий шаг посвящен поиску рационального узлового решения. Существует множество узловых решений. Необходимо выбрать самое эффективное и рассчитать его на усилия оболочки. Для расчетов металлоемкости оболочек из купола Шведлера и построенной из икосаэдров был принят вес узлового решения по серии 1.466-3С «Конструкций из труб типа Кисловодск». Однако это решение является не самым экономичным, а также оно не рассчитано на усилия, возникающие в данной оболочке. При рассмотрении вопроса внимание привлекли узловые решения типа «Берлин» и «Меро», но они сложны и трудоемки в изготовлении: для осуществления такого узла необходимо изменять элементы, из-за чего нарушается общая унификация. На данный момент мы остановились на выборе узла, разработанного совсем недавно в Белоруссии, в городе Бресте. Узловое решение представляет собой стальную сферу с предварительно вырезанными отверстиями для болтов, на которые крепятся элементы конструкции. Преимуществами этой системы являются: возможность расположения элементов относительно друг друга под любым углом, экономия металла до 20 %, малая трудоемкость при изготовлении, а также минимальное изменение конструкции элемента.

В ходе работы все узлы были разделены на 4 группы. Основной характеризующий фактор – воспринимаемое узлом усилие, передаваемое элементами. Первая группа узлов воспринимает усилия 0–150 кН (рис. 8 цв. вклейки); вторая группа – 150–350 кН (рис. 9 цв. вклейки); третья группа – 350–850 кН (рис. 10 цв. вклейки); четвертая группа – 850–2 000 кН (рис. 11 цв. вклейки). Были созданы КЭ-модели узлов каждой группы и рассчитаны с физической нелинейной и геометрически линейной постановкой задачи. Статический расчет проводился в ПК Abaqus, узел моделировался объемными элементами. Полученные результаты приведены в табл. 2, используемая марка стали для узловых элементов – С345.

Таблица 2

Характеристики узловых элементов

Номер группы узлов	Количество узлов	Наружный диаметр узла, мм	Толщина стенки узла, мм	Вес элемента, кг
1	445	100	7	1,5
2	164	135	10	3,9
3	52	170	18	10,3
4	24	300	25	46,8

Вывод: таким образом, самый легкий вид сетки – оболочка из икосаэдров – 36,4 кг/м² (без учета веса узловых элементов), средняя металлоемкость выбранного узлового решения на всю оболочку равна 1,4 кг/м². Общая металлоемкость конструкции равна 37,8 кг/м² площади здания в плане.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современные пространственные конструкции : справочник / Ю. А. Дыховичный, Э. З. Жуковский, В. В. Ермолаев [и др.] ; под ред. Ю. А. Дыховичного, Э. З. Жуковского. – Москва : Высш. шк., 1991. – 543 с.



2. Металлические конструкции. В 3 т. Т 2. Конструкции зданий : учеб. для строит. вузов / В. В. Горев, Б. Ю. Уваров, В. В. Филиппов [и др.] ; под ред. В. В. Горева. – Москва : Высш. шк., 1999. – 528 с.
3. Пространственные металлические конструкции : учеб. пособие для вузов / А. Г. Трущев. – Москва : Стройиздат, 1983. – 215 с.
4. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. – Москва : Госстрой России, 2011. – 80 с.
5. Серия 1.466-2. Пространственные решетчатые конструкции из труб типа Кисловодск. Рабочие чертежи [Электронный ресурс]. – 1973. – Режим доступа : <http://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293830/4293830102.htm>.
6. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. – Москва : Госстрой России, 2011. – 171 с.

KOSCHEEV¹ Dmitry Valeryevich, engineer of calculation department; KOLESOV² Aleksandr Ivanovich, candidate of technical sciences, professor, holder of the chair of building structures

THE RESULTS OF NUMERICAL ANALYSIS OF STEEL CONSUMPTION FOR SPATIAL GRIDSHELLS OF THREE SINGLE-BAND DOMES

¹JSC Diaform

17, Moskovskoe Rd., bldg 1, Nizhny Novgorod, 603116, Russia. Тел.: +7 (831) 282-09-69; e-mail: diaform_nn@mail.ru

²Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

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

Key words: spatial grid shell, steel intensity, finite element model.

The article addresses a problem of designing economical covered sports centres. The results of numerical analysis of steel intensity of spatial mesh shell of three single-band domes.

REFERENCES

1. Sovremennye prostranstvennye konstruksii : spravochnik [Modern spatial structures: Handbook] / Yu. A. Dykhovichny, E. Z. Zhukovskiy, V. V. Ermolaev, et al.; pod red. Yu. A. Dykhovichny, E. Z. Zhukovskiy. – Moscow: Vyssh. shk., 1991. 543 p.
2. Metallicheskie konstruksii [Metal structures]. V 3 t. T 2. Konstruksii zdaniy [Structures of buildings]: ucheb. dlya stroit. vuzov / V. V. Gorev, B. Yu. Uvarov, V. V. Filippov, et al.; pod red. V. V. Gorev. – Moscow: Vyssh. shk., 1999, 528 p.
3. Prostranstvennye metallicheskie konstruksii [Spatial metal structures]: ucheb. posobie dlya vuzov / A. G. Trushev. – Moscow: Stroyizdat, 1983, 215 p.
4. SP 20.13330.2011. Nagruzki i vozdeystviya [Loads and impacts] – Moscow: Gosstroy Rossii, 2011, 80 p.
5. Seriya 1.466-2 Prostranstvennye reshyotchatye konstruksii iz trub tipa Kislovodsk. Rabochie chertezhi [Spatial lattice structures of the pipes “Kislovodsk”. [Elektronny resurs]. 1973. Rezhim dostupa : <http://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293830/4293830102.htm>.
6. SP 16.13330.2011 Stalnye konstruksii [Steel structures]. – Moscow: Gosstroy Rossii, 2011, 171 p.

© Д. В. Кощеев, А. И. Колесов, 2016

Получено: 19.09.2016 г.

УДК 528.482:69.058.2

Г. А. ШЕХОВЦОВ, д-р техн. наук, проф. кафедры инженерной геодезии;
Р. П. ШЕХОВЦОВА, доц. кафедры инженерной геодезии; Д. П. ИВЕНИН,
ст. преп. кафедры инженерной геодезии; О. В. РАСКАТКИНА, асс. кафедры
технологии строительного производства

ДВУХЭТАПНЫЙ ФОТОГРАФИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРЕНА СООРУЖЕНИЙ БАШЕННОГО ТИПА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 434-05-26;
факс: (831) 430-19-36; эл. почта: ing_geod@nngasu.ru

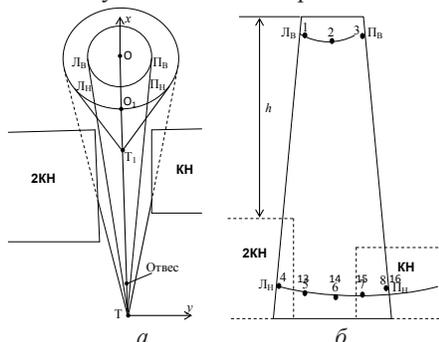
Ключевые слова: крен, сечение, пиксель, фотокамера, двухэтапный способ.

Приведена методика двухэтапного способа определения крена сооружений башенного типа, когда нижняя их часть закрыта посторонними предметами (здания, сооружения, деревья, транспорт и т. п.). Суть методики заключается в том, что измерения верхней части производятся из одной точки, а измерения нижней – из другой, с которой просматривается нижняя часть. Экспериментальные исследования методики на примере дымовой трубы выполнены фотографическим способом с использованием цифровой фотокамеры.

Разработанные на кафедре инженерной геодезии ННГАСУ [1] координатные, линейно-угловые, фотографические способы контроля вертикальности сооружений башенного типа, например, круглой формы предусматривают соответствующие измерения верхнего, нижнего (а при необходимости и средних) наблюдаемых сечений.

Однако на практике зачастую нижняя часть сооружения (рис. 1а,б) закрыта посторонними предметами (здания, сооружения, деревья, транспорт и т. п.). Вследствие этого наблюдатели ограничиваются определением крена только верхней видимой части сооружения h (рис. 1б) с последующей экстраполяцией крена на всю высоту сооружения, что может отрицательно сказаться на точности получаемых результатов.

Для устранения этого недостатка предлагается названный нами двухэтапный способ определения крена. Его суть поясняется на рис. 1а и заключается в следующем.



КН – здание

Рис. 1. Схемы выполнения линейно-угловых, фотографических (а) и координатных (б) измерений дымовой трубы

Из точки T производят линейно-угловые или координатные измерения верхнего сечения 1–2–3 сооружения по методике, описанной в работах [2, 3, 4]. Путем вертикального проектирования отмечают на нижнем сечении сооружения точку O_1 по направлению линии $T-O$. Переносят прибор в точку T_1 , расположенную на линии $T-O_1$, и производят линейно-угловые или координатные измерения нижнего невидимого ранее сечения сооружения. По результатам измерений можно определить частные крены одновременно по осям x и y условной системы координат, общий крен и его направление.

Считаем перспективным применение такой двухэтапной методики определения крена с помощью фотографического способа с применением неметрических фотокамер, принципиальные основы которого кратко изложены в работе [1]. Суть способа поясняется рис. 1а,б и заключается в следующем. Из точки T фотографируют все сооружение с отвесом, расположенным на некотором расстоянии перед объективом фотокамеры. Причем отвес, во-первых, должен располагаться по центру верхнего сечения и, во-вторых, для исключения влияния дисторсии объектива отвес и сооружение должны располагаться в центральной части снимка.

Отмечают на нижнем сечении сооружения точку O_1 по направлению линии $T-O$ (рис. 1а). Переносят фотокамеру в точку T_1 , расположенную на линии $T-O_1$ и фотографируют нижнюю невидимую ранее часть сооружения с точкой O_1 .

Предлагаемая методика была опробована на дымовой трубе высотой 30 м и радиусами (поверху 1,3 м и понизу 2,0 м), левая нижняя часть которой была закрыта транспортным средством.



Рис. 2. Фотографии трубы с точки T (а) и с точки T_1 (б)



Вначале был осуществлен первый этап, который заключался в том, что с точки Т была сфотографирована цифровой фотокамерой вся труба с горизонтально расположенной на нижнем сечении трубы рейкой (рис. 2а) с расстояния 11,1 м при расположении отвеса в 3 м от фотокамеры. В качестве точки O_1 фигурировал взятый по отвесу отсчет по рейке, равный 1 500 мм, отмеченный также на трубе белой чертой. Затем фотокамеру перенесли в точку T_1 , расположенную на линии Т– O_1 (рис. 1а) на расстоянии 3,6 м от трубы, и сфотографировали нижнюю невидимую ранее часть трубы (рис. 2б).

Обработка обоих снимков, открытых в Paint, заключалась в следующем. Подводили курсор к левому краю, отвесу и правому краю трубы на уровне ее верхнего 1–2–3 и нижнего 4–5–6–7–8 сечений и брали отсчеты в пикселях Л, О и П, соответствующие каждому положению курсора. Результаты измерений приведены в табл. 1 (стб. 1–6).

Таблица 1

Результаты обработки фотоснимков трубы

Верхние отсчеты, пкс			Нижние отсчеты, пкс			Верх	Низ	В, пкс	Н, пкс	Ку, пкс
Л	О	П	Л	О	П	Л _в П _в	Л _н П _н			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 330	1 450	1 605	545	1 449	2 350	120 –155	904 –901	17,5	–1,5	19

Находили в пикселях расстояния L_B , P_B и L_H , P_H (стб. 7, 8) от отвеса до верхних и нижних краев трубы как разности соответствующих отсчетов О–Л и О–П. Вычисляли в пикселях расстояния от отвеса до оси сооружения:

поверху $V = -(L_B + P_B)/2 = -(120 - 155)/2 = 17,5$ пкс

и понизу $H = -(L_H + P_H)/2 = -(904 - 901)/2 = -1,5$ пкс (стб. 9, 10),

причем в этих выражениях необходимо учитывать знаки L_B , P_B и L_H , P_H .

Крен сооружения в пикселях, в данном случае по оси у (рис. 1а) будет равен $K_y = V - H = 17,5 + 1,5 = 19$ пкс (стб. 11), а в метрической системе единиц крен будет равен произведению K_y на размер одного пикселя.

Для определения размера одного пикселя необходимо известную длину отрезка разделить на количество содержащихся в нем пикселей. В результате измерений снимка на рис. 2а установлено, что в 1,5-метровой рейке содержится 1119 пкс, следовательно, $\delta = 1500/1119 = 1,340$ мм/пкс.

Поэтому крен трубы в метрической системе равен $K_y = 19 \times 1,340 = 25$ мм.

В свое время [3] были выполнены координатные (рис. 1б) и линейно-угловые (рис. 1а) измерения этой же трубы с одной точки Т. Были получены значения частных кренов по осям координат, причем частный крен K_y составил соответственно 24 мм и 15 мм (фотографическим способом 25 мм). В силу разных причин (неидеальность реального объекта, несовпадение наблюдаемых сечений, погрешности измерений и т. п.) расхождения в значениях частных кренов K_y составили соответственно 1 мм и 10 мм, что на основании исследований, приведенных в работе [4], вполне возможно. Кроме того, согласно [5] допустимые погрешности измерения крена таких сооружений высотой до 100 м не должны превышать 30 мм, что и соблюдается в нашем случае.



Если референтная прямая (отвес) располагается строго по центру верхнего сечения сооружения (рис. 2а), то расстояние от отвеса до оси сооружения В поверху будет равно нулю, и в обработке снимка будет участвовать только нижнее сечение трубы, в результате чего частный крен $K_y = H\delta$. Теперь достаточно на втором снимке (рис. 2б) определить ЛН и ПН и вычислить крен K_y . Причем масштабирование снимка (определение δ) можно выполнить двояко. Для этого можно размер нижнего сечения в мм поделить на количество пикселей, содержащихся в нем, или по рейке, которую при необходимости можно использовать также для определения расстояния $T-O_1$ фотографическим способом.

Так, например, на рис. 2б отсчет по левому краю 3-метровой рейки составил 490 пкс, по правому – 2 359 пкс, откуда $\delta = 3\,000 / (2\,359 - 490) = 1,6$ мм/пкс. Следовательно, крен K_y будет в метрической системе единиц равен $19 \text{ пкс} \times 1,6 \text{ мм/пкс} = 30 \text{ мм}$.

Расположение отвеса относительно центра верхнего сечения можно проконтролировать по верхним отсчетам L_B, O_B и P_B по формуле:

$$(L_B + P_B)/2 - O_B = C, \tag{1}$$

где C – смещение отвеса относительно центра верхнего сечения, пкс.

Если подсчитанное по формуле (1) смещение C оказалось со знаком плюс, то отвес смещен в левую сторону от центра верхнего сечения, со знаком минус – в правую. С учетом смещения C и его знака можно в положение точки O_1 ввести эту поправку и отсчет O_H брать по положению курсора в откорректированной точке O_1 . Либо к отсчету O_H прибавить эту поправку с учетом ее знака.

Представляет интерес степень влияния погрешности центрирования фотокамеры в точке T_1 на точность определения крена сооружения АВ (рис. 3).

Действительно, если точка расположения фотокамеры T_1 сместится с линии $T-O_1$ на некоторую величину $T_1T'_1 = l$ (нестворность фотокамеры), то вместо правильных значений L_H и P_H будут на снимке измерены неправильные значения L_H' и P_H' . В результате этого вместо правильного значения крена $H = -(L_H + P_H)/2$ будет определено его неправильное значение $H' = -(L_H' + P_H')/2$, отличающееся на величину Δ' .

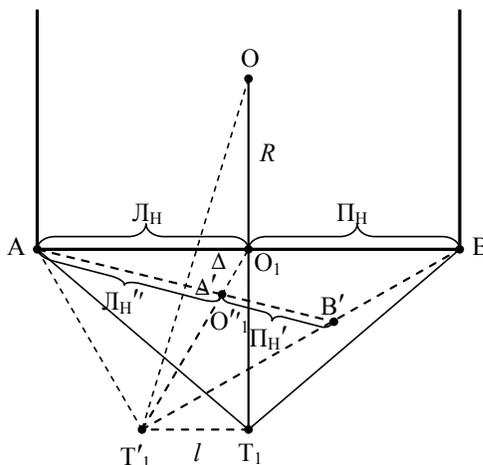


Рис. 3. Схема к определению влияния нестворности фотокамеры



Ввиду малости угла $T_1'OT_1$ примем с некоторой незначительной долей приближения $\Delta' \approx \Delta$, тогда из подобия соответствующих треугольников получим:

$$\Delta = lR/OT_1 = lk, \quad (5)$$

где $k = R/OT_1$ – коэффициент, характеризующий величину отстояния фотокамеры от сооружения, причем, чем он меньше, тем меньше влияние величины l на Δ . Для различных значений $l = 5; 10; 15; 20$ мм и $k = 1/2; 1/3; 1/4; 1/5$ вычислены погрешности Δ (табл. 2).

Таблица 2

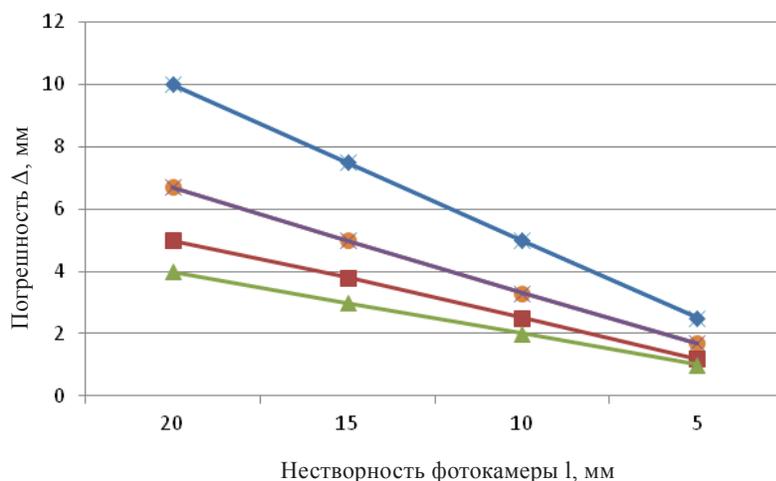
Погрешности Δ в зависимости от l и k

l , мм	Погрешность Δ , мм			
	$k = 1/2$	$k = 1/3$	$k = 1/4$	$k = 1/5$
1	2	3	4	5
5	2,5	1,7	1,2	1
10	5	3,3	2,5	2
15	7,5	5	3,8	3
20	10	6,7	5	4

По данным табл. 2 построены графики зависимости погрешности Δ от величины нестворности l и коэффициента k , наглядно иллюстрирующие как с увеличением расстояния T_1O_1 от $1R$ до $4R$ погрешность Δ уменьшается от 2,5–10 мм до 1–4 мм при величине нестворности 5–20 мм.

На основании рис. 4 можно констатировать, что при точности центрирования фотокамеры в точке T_1 равной 5 мм погрешность определения крена не превысит 1–2 мм.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования подтвердили состоятельность предлагаемого двухэтапного способа определения крена сооружений башенного типа.

Рис. 4. Графики зависимости погрешности Δ от l и k

**Выводы:**

1. Полученные результаты подтверждают состоятельность предложенного двухэтапного способа определения крена сооружений башенного типа в сложных для геодезических измерений условиях промышленных площадок.

2. Можно рекомендовать комбинированный способ, включающий проектирование с помощью, например, теодолита с точки Т – средней точки верхнего сечения – на горизонтальную рейку внизу сооружения с последующей отметкой точки Т₁ и фотографированием с этой точки нижней ранее закрытой части сооружения с рейкой.

3. Рассмотренную двухэтапную методику можно применять для контроля пространственного положения сооружений башенного типа практически любыми способами, описанными в работе [1].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шеховцов, Г. А. Современные геодезические методы определения деформаций инженерных сооружений : монография / Г. А. Шеховцов, Р. П. Шеховцова ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород : ННГАСУ. – 2009. – 156 с.

2. Шеховцов, Г. А. Теоретические основы одностороннего линейно-углового способа определения крена сооружений башенного типа круглой формы и результаты его моделирования / Г. А. Шеховцов, Ю. Н. Раскаткин // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2014. – № 2. – С. 134–140.

3. Экспериментальные исследования координатного способа определения крена промышленных дымовых труб / Г. А. Шеховцов, Р. П. Шеховцова, Д. П. Ивенин, О. В. Раскаткина // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2016. – № 1. – С. 58–64.

4. Шеховцов, Г. А. Результаты моделирования координатного способа определения центра и радиуса сечений сооружений круглой формы / Г. А. Шеховцов, Р. П. Шеховцова, О. В. Раскаткина // Научные исследования: от теории к практике : материалы VII междунар. науч.-практ. конф., 13 март. – Чебоксары, 2016. – № 1 (7). – С. 179–187.

5. Руководство по определению кренов инженерных сооружений башенного типа геодезическими методами. – Москва, 1981. – 55 с.

SHEKHOVTSOV Gennady Anatol'evitch, doctor of technical sciences, professor of the chair of engineering geodesy; SHEKHOVTSOVA Raisa Pavlovna, associate professor of the chair of engineering geodesy; IVENIN Denis Pavlovich, senior teacher of the chair of engineering geodesy; RASKATKINA Olga Valer'evna, assistant of the chair of building technology

TWO-STAGE PHOTOGRAPHIC METHOD OF DETERMINING THE HEELING OF TOWER-TYPE STRUCTURES

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering,
65, Pjinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 434-05-26;
fax: +7 (831) 430-19-36; e-mail: ing_geod@nngasu.ru

Key words: heeling, section, pixel, camera, two-stage method.

The article describes methodology of a two-stage method of determining the heeling of tower-type structures when their lower part is hidden by other objects (buildings, structures, trees, vehicles, etc.). The main point of the method is that the upper section of a structure is measured from one point, while the lower section – from another one, from which it is visible. Experimental investigation of the method was carried out by photographing a chimney with the help of digital camera.



REFERENCES

1. Shekhovtsov G. A., Shekhovtsova R. P. *Sovremennyye geodezicheskiye metody opredeleniya deformatsiy inzhenernykh sooruzheniy* : monografiya [Modern geodetic methods of determining deformations of engineering structures: monography]; Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2009. 156 p.
2. Shekhovtsov G. A., Raskatkin Yu. N. *Teoreticheskiye osnovy odnostoronnego lineynougloвого sposoba opredeleniya krena sooruzheniy bashennogo tipa krugloy formy i rezultaty ego modelirovaniya* [Theoretical bases of one-side linear-angular method for determining heeling of tower-type structures of round shape and results of method modeling]. *Privolzhskiy nauchny zhurnal* [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2014. № 2. P. 134–140.
3. Shekhovtsov G. A., Shekhovtsova R. P., Ivenin D. P., Raskatkina O. V. *Ekspirementalnyye issledovaniya koordinatnogo sposoba opredeleniya krena promyshlennykh dymovykh trub* [Experimental studies of the coordinate method for determining the heeling of industrial chimneys]. *Privolzhskiy nauchny zhurnal* [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2016. № 1. P. 58–64.
4. Shekhovtsov G. A., Shekhovtsova R. P., Raskatkina O. V. *Rezultaty modelirovaniya koordinatnogo sposoba opredeleniya tsentra i radiusa secheniy sooruzheniy krugloy formy* [Results of modeling the coordinate method of determining the centre and radius of sections of circular-shaped structures]. *Nauchnye issledovaniya: ot teorii k praktike* [Scientific research: from theory to practice]: materialy VII mezhdunar. nauch.-prakt. konf., 13 mart. Cheboksary, 2016. № 1 (7). P. 179–187.
5. *Rukovodstvo po opredeleniyu krenov inzhenernykh sooruzheniy bashennogo tipa geodezicheskimi metodami* [Manuel on determining the heeling of tower-type engineering structures by geodetic methods]. Moscow, 1981. 55 p.

© Г. А. Шеховцов, Р. П. Шеховцова, Д. П. Ивенин, О. В. Раскаткина, 2016

Получено: 19.09.2016 г.



УДК 539.3

Г. А. МАКОВКИН, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой общей физики и теоретической механики; **Р. А. ШАРОВ**, аспирант кафедры общей физики и теоретической механики

О ВЛИЯНИИ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА ПРОЦЕСС НАКОПЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПРИ УСТАЛОСТИ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 433-98-64;
факс: (831) 430-19-36; эл. почта: nir@nngasu.ru

Ключевые слова: сложное напряженное состояние, малоцикловая усталость, непропорциональное нагружение, процесс накопления повреждений.

Предлагается новый параметр для оценки соотношения шаровой и девиаторной составляющих тензора напряжений. Предлагается также вид функции для учета влияния вида напряженного состояния на скорость накопления повреждений при малоцикловой усталости, вид которой адекватен экспериментально установленным закономерностям.

Как известно, скорость протекания процесса усталости существенно зависит от вида напряженного состояния. Результаты экспериментальных исследований процессов усталости при сложном напряженном состоянии свидетельствуют о существенном влиянии на долговечность материала так называемой «жесткости» напряженного состояния, которая зависит от соотношения гидростатической и девиаторной составляющих тензора напряжений.

Так, в работах, посвященных численному моделированию деградации физико-механических свойств материала в процессе усталости [1, 2, 3], кинетическое уравнение накопления повреждений при малоцикловой усталости строится в виде зависимости, имеющей следующую структуру:

$$\Omega_p = f(\beta) \cdot \varphi(W_p) \cdot \psi(\Omega_p) \cdot W_p,$$

где Ω_p – некий параметр поврежденности, в соответствии с основополагающей концепцией Л. М. Качанова, изменяющий свое значение от нуля в неповрежденном состоянии до единицы в момент полного исчерпания прочности материала;

W_p – часть энергии диссипации, расходуемая на изменение внутренней структуры материала в процессе его деградации;

β – параметр вида напряженного состояния, известный также как «коэффициент жесткости» напряженного состояния.

Выделение из общей энергии диссипации той ее части, которая непосредственно расходуется на образование и накопление повреждений, является нетривиальной задачей, которой мы не станем касаться в данной публикации.

Используем обычный способ разделения тензора напряжений на гидростатическую и девиаторную составляющие:

$$\begin{aligned}\sigma_{ij} &= \sigma_{ij}^0 + \sigma'_{ij}, \\ \sigma_{ij}^0 &= \delta_{ij} \sigma, \quad \sigma = \sigma_{ii} / 3,\end{aligned}$$

где σ_{ij} – тензор напряжений, σ – гидростатическое напряжение,

δ_{ij} – дельта Кронекера, σ'_{ij} – девиатор напряжений,



σ_{ij}^0 – шаровая составляющая тензора напряжений.

Параметр жесткости напряженного состояния обычно принимается равным отношению гидростатического напряжения к интенсивности напряжений:

$$\beta = \sigma / \sigma_{\text{int}}, \quad \sigma_{\text{int}} = \sqrt{3/2} \sqrt{\sigma'_{ij} \sigma'_{ij}}.$$

Легко заметить, что при такой формулировке значение параметра будет равно нулю для процессов циклического кручения и равно плюс или минус бесконечности в условиях гидростатического растяжения-сжатия. Следует заметить, что столь широкая область значений порой вызывает трудности при численной реализации модели.

При формулировке функции $f(\beta)$ следует опираться на данные экспериментальных исследований. Обобщая имеющиеся в литературе данные [2], можно утверждать, что скорость накопления повреждений увеличивается при увеличении значения параметра β и уменьшается при его уменьшении.

Рядом авторов для функции $f(\beta)$ были предложены отличающиеся друг от друга формулировки, обладающие различной степенью адекватности.

В монографии [2], например, приведено следующее выражение:

$$f(\beta) = 1 + C_1 \beta^{C_2},$$

где C_1 и C_2 – экспериментально определяемые подгоночные параметры.

Данный вид функции не может быть признан удовлетворительным по причине четности функции.

В исследовании [1] было использовано следующее представление:

$$f(\beta) = (k_\beta)^{a_p}, \quad k_\beta = 1 + \frac{3(1-2\nu)}{1+\nu} \beta^2, \quad a_p = \begin{cases} -a_1 & \text{при } \beta < 0, a_1 \geq 0 \\ +a_2 & \text{при } \beta > 0, a_2 \geq 0 \end{cases}$$

где ν – коэффициент Пуассона, а коэффициенты a_1 и a_2 должны быть найдены из соображений наилучшего соответствия данным эксперимента.

Данное представление отражает экспериментально наблюдаемую зависимость, но, на наш взгляд, обладает необоснованной сложностью.

Для оценки вида напряженного состояния предлагаем ввести другой параметр, квадрат которого положим равным отношению сверток тензора гидростатических напряжений и тензора полных напряжений:

$$\bar{\beta}^2 = \frac{\sigma_{ij}^0 \sigma_{ij}^0}{\sigma_{mn} \sigma_{mn}}.$$

Учитывая, что

$$\sigma_{ij}^0 \sigma_{ij}^0 = \delta_{ij} \sigma \delta_{ij} \sigma = 3 \sigma^2,$$

$$\sigma_{ij} \sigma_{ij} = (\sigma'_{ij} + \delta_{ij} \sigma)(\sigma'_{ij} + \delta_{ij} \sigma) = \frac{2}{3} \sigma_{\text{int}}^2 + 3 \sigma^2,$$



вновь введенный параметр можно выразить через гидростатическое напряжение и интенсивность напряжений следующим образом:

$$\bar{\beta} = \frac{\sigma\sqrt{3}}{\sqrt{\frac{2}{3}\sigma_{\text{int}}^2 + 3\sigma^2}}$$

Легко убедиться в том, что параметр принимает следующие значения:

$$\begin{aligned} \bar{\beta} &= 0 && \text{при} && \text{знакопеременном кручении,} \\ \bar{\beta} &= \pm\sqrt{1/3} && \text{при} && \text{одноосном растяжении или сжатии,} \\ \bar{\beta} &= \pm\sqrt{2/3} && \text{при} && \text{двухосном растяжении или сжатии,} \\ \bar{\beta} &= \pm 1 && \text{при} && \text{всестороннем растяжении или сжатии.} \end{aligned}$$

Заметим, что область значений параметра лежит в интервале $[-1, +1]$, что чрезвычайно удобно при классификации видов напряженных состояний.

Для учета влияния вида напряженного состояния на скорость накопления микрорповреждений при малоциклового усталости предлагается функция следующего вида:

$$f(\bar{\beta}) = k^{a\bar{\beta}}$$

Для использования данной функции необходимо предварительно провести экспериментальные исследования скорости протекания процесса усталости при двух видах напряженного состояния: одноосном растяжении-сжатии и знакопеременном кручении полого цилиндрического образца.

Оставляя методику определения неизвестных коэффициентов a и k по результатам усталостных испытаний для рассмотрения в следующей публикации, приведем на рис. 1 схематичный график предложенной функции.

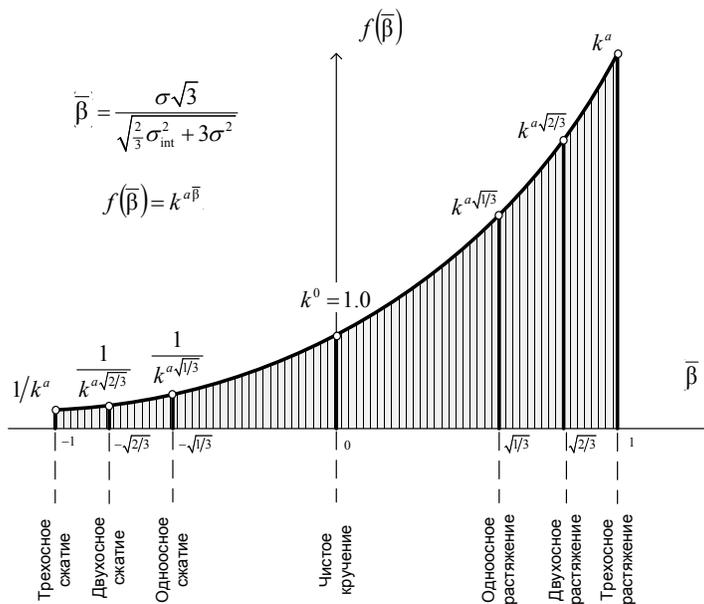


Рис. 1. Характер функции, учитывающей вид напряженного состояния

Каким образом вид напряженного состояния при циклическом нагружении по различным траекториям напряжений оценивается с помощью предложенной функции, показано на рис. 2.

1. При знакопеременном кручении по траектории $O-B-D-O$ значение функции постоянно и равно единице на протяжении всей истории циклического нагружения.

2. При одноосном симметричном циклическом растяжении-сжатии, чему соответствует траектория $O-A-C-O$, значение функции отличается на полуциклах растяжения и сжатия, оставаясь постоянным в пределах одного полуцикла нагружения.

3. Особый интерес представляет рассмотрение циклического нагружения трубчатого образца по круговой траектории $A-B-C-D-A$, при котором интенсивность напряжений на протяжении всей истории нагружения остается постоянной и равной некоторой заданной величине R . В этом случае значение функции меняется в процессе нагружения непрерывно. График изменения значения функции в зависимости от косинуса угла, определяющего положение точки нагружения на траектории напряжений, показан на рис. 2.

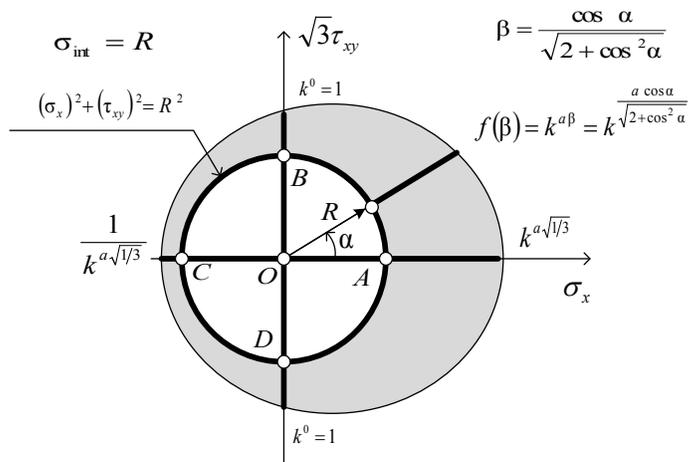


Рис. 2. Изменение вида напряженного состояния на различных траекториях нагружения

Рассмотренные примеры убеждают в том, что свойства предложенной функции, призванной учесть влияние вида напряженного состояния на скорость накопления повреждений, находятся в соответствии с физическими представлениями, обладая при этом необходимой математической простотой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Маковкин, Г. А. Оценка долговечности конструкций, работающих в условиях нестационарного термосилового нагружения, основанная на моделировании процессов повреждения : автореф. дис. ... докт. техн. наук / Г. А. Маковкин ; Нижегород. гос. техн. ун-т. – Нижний Новгород, 2006. – 42 с.
2. Волков, И. А. Уравнения состояния вязкоупругопластических сред с повреждениями / И. А. Волков, Ю. Г. Коротких. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 424 с.



3. Маковкин, Г. А. Математическая модель процессов накопления повреждений / Г. А. Маковкин, Ю. Г. Коротких, // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород. – 2008. – № 1. – С. 52–59.

MAKOVKIN Georgy Anatolievich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of common physics and theoretical mechanics; SHAROV Roman Alexandrovich, postgraduate student of the chair of common physics and theoretical mechanics

ON THE INFLUENCE OF HIDROSTATIC STRESS ON THE PROCESS OF DAMAGE ACCUMULATION IN FATIGUE

The Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., 603950, Nizhny Novgorod, Russia. Tel.: +7 (831) 433-98-64;
fax: +7 (831) 430-19-36; e-mail: nir@nngasu.ru

Key words: complex stress state, low-cycle fatigue, non-proportional loading, damage accumulation process.

The paper proposes a new parameter for the assessment of the ratio of the hydrostatic and deviatoric components of the stress tensor. It is also proposes a function taking into account the influence of the stress state type on the rate of damage accumulation in low cycle fatigue, the form of which adequate experimental data.

REFERENCES

1. Makovkin G. A. Otsenka dolgovechnosti konstruksii, rabotayushikh v usloviyakh nestatsionarnogo termosilovogo nagrugeniya, osnovannaya na modelirovanii protsessov povregdeniya [Evaluation of durability of structures operating under conditions of nonstationary thermal and force loading, based on modeling of damage processes]. Avtoref. dis. ... doct. tekhn. nauk. G. A. Makovkin. Nizhegor. gos. tekhn. un-t. Nizhny Novgorod, 2006. 42 p.
2. Volkov I. A. Uravneniya sostoyaniya viazkoplasticheskikh sred s povrezhdeniyami [The equations of state of the viscoplastic solids with the damage] I. A. Volkov, Y. G. Korotkikh. Moskva: PHISMATLIT. 2008. 424 p.
3. Makovkin G. A. Matematicheskaya model protsessov nakopleniya povrezhdeniy [Mathematical model of damage accumulation processes] G. A. Makovkin, Y. G. Korotkikh. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scietific Journal]. Nizhegor. gos. architectur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2008. № 1. P. 52–59.

© Г. А. Маковкин, Р. А. Шаров, 2016

Получено: 14.11.2016 г.

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

УДК 697.952

М. В. БОДРОВ, д-р техн. наук, проф. кафедры отопления и вентиляции;
В. Ю. КУЗИН, асс. кафедры отопления и вентиляции; **Д. Ю. КУЗИН**, студент

АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СИСТЕМ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ В ТЕПЛЫЙ ПЕРИОД ГОДА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-85;
эл. почта: tes84@inbox.ru

Ключевые слова: аэродинамика, вентиляция, воздухообмен, многоквартирный жилой дом, отопление, тепловая защита, энергетическая эффективность.

Рассмотрены основные режимы работы систем естественной вентиляции многоквартирных жилых домов с индивидуальными вытяжными каналами в теплый период года. Изучена возможность сквозного проветривания помещений многоквартирных жилых домов посредством открытия форточек окон на противоположных фасадах зданий. Приведены результаты расчетов интервалов времени теплого периода года, при которых сквозное проветривание неэффективно и требует применения иных средств обеспечения расчетного воздухообмена.

Существующие в нашей стране подходы к обеспечению расчетного воздухообмена многоквартирных жилых домов (МЖД) с использованием средств естественной вентиляции [1, 2] предусматривают применение регулируемых оконных створок, фрамуг, форточек, клапанов и автономных стеновых воздушных клапанов с заданной степенью открывания. В жилых домах, расположенных в третьем и четвертом климатическом районах строительства, нормативно требуется предусматривать не только системы естественной вентиляции, но и сквозное, и угловое проветривание в пределах площади квартир [1].

В современной практике проектирования достаточно широко распространено мнение о том, что системы естественной вентиляции МЖД в зависимости от временного периода должны эксплуатироваться в двух характерных режимах. Первый режим соответствует холодному, переходному и части теплого периодов года, при которых расчетный воздухообмен обеспечивается путем подачи наружного воздуха в помещения жилых домов через приточные устройства и организованным удалением через проектные вытяжные каналы. Второй режим работы систем естественной вентиляции предназначен для теплого периода года, когда располагаемого давления $p_{расч}$ недостаточно для обеспечения расчетного воздухообмена в помещениях. В этом случае предполагается сквозное (и/или угловое) проветривание помещений, при котором конструктивно система естественной вентиляции переходит из канального в бесканальный режим работы, а подача и удаление воздуха в помещениях при этом осуществляется либо через форточки, либо через открытые створки оконных блоков.

Более подробно рассмотрим работу вентиляции помещений МЖД в теплый



период года (второй режим). Все помещения квартир условно можно разделить на следующие функциональные группы: жилые помещения (спальни, детские и др.); зоны приготовления пищи (кухни, кухни-столовые); комнаты санитарной гигиены (ванные, санузлы, душевые), а также коридоры. Помещения санитарной гигиены имеют принципиально отличный от жилых помещений и кухонь режим работы систем вентиляции в теплый период года, что связано с отсутствием в них проектных отверстий для прямой подачи воздуха с улицы. При сквозном проветривании они являются отрезанными от бесканальной системы естественной вентиляции, работоспособность которой поддерживается в первую очередь за счет динамического давления ветрового потока наружного воздуха. Воздухообмен помещений санитарной гигиены может осуществляться только с помощью вертикальных вытяжных каналов системы естественной вентиляции, основной движущей силой которой также является ветровое давление $p_{\text{ветр}}$, Па.

Минимальная скорость ветрового потока, необходимая для обеспечения расчетного воздухообмена в помещениях санитарной гигиены МЖД $v_{\text{тр}}$, м/с может быть определена по формуле:

$$v_{\text{тр}} = \sqrt{\frac{2p_{\text{расп}}}{\rho_{\text{н}}(c_{\text{фас}} - c_{\text{кр}})k}}, \quad (1)$$

где $\rho_{\text{н}}$ – плотность наружного воздуха, кг/м³; $c_{\text{фас}}$, $c_{\text{кр}}$ – аэродинамические коэффициенты на фасадах и кровле здания в местах подачи и удаления воздуха рассматриваемого помещения; k – коэффициент, учитывающий изменение скорости ветра над поверхностью земли: $k = 0,52-1$ на отметке от 3 до 30 м от поверхности земли; $k = 1$ – на отметке выше 30 м [3, 4].

Результаты расчета требуемой скорости наружного воздуха $v_{\text{тр}}$ для обеспечения расчетного располагаемого давления и, как следствие, требуемого воздухообмена в помещениях санитарной гигиены характерного в современном строительстве 17-этажного МЖД башенного типа приведены на рис. 1. Анализ рис. 1 показывает, что для удаления необходимого по расчету расхода вытяжного воздуха через проектные вентиляционные каналы скорость ветра должна находиться в интервале от 1,9 до 12,5 м/с.

На метеорологических станциях скорость ветра измеряется на высоте 10 м от уровня земли, что позволяет проводить пересчет расчетных скоростей ветра вблизи отдельных этажей здания v_i , м/с при условии обеспечения расчетного воздухообмена в помещении, приточное отверстие которого располагается на высоте метеорологических измерений:

$$v_i = \frac{v_{\text{тр},10}k_i}{k_{10}}, \quad (2)$$

где $v_{\text{тр},10}$ – требуемая скорость ветра для обеспечения расчетного воздухообмена в помещении, приточное устройство которого располагается на высоте 10 м, м/с; k_i – коэффициент учета изменения скорости ветра над поверхностью земли на i -й отметке; k_{10} – то же на высоте 10 м.

Полученные и приведенные на рис. 1 значения v_i показывают, что для наибольшего числа этажей данные скорости будут значительно меньше требуемых значений (до 1,5 раз).

Таким образом, для обеспечения расчетного воздухообмена в помещениях ванных и санузлов на большей части этажей требуется скорость ветра на порядок выше, чем для третьего этажа МЖД на высоте 10 м ($v_{\text{тр}} = 10,1$ м/с, рис. 1).

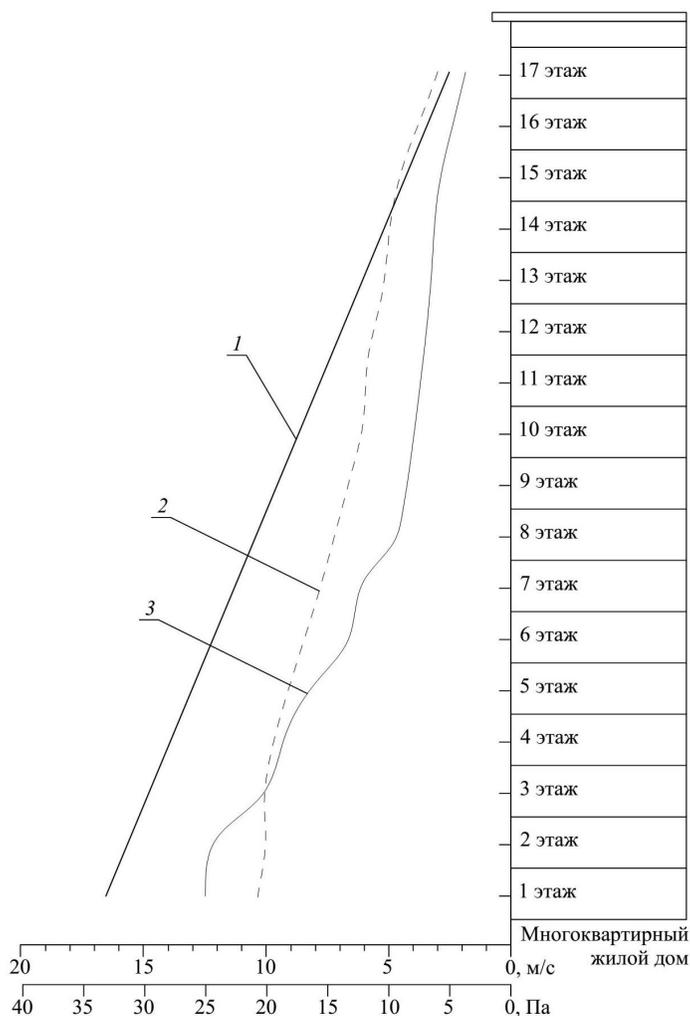


Рис. 1. Зависимости требуемых $v_{тр}$, м/с, расчетных скоростей ветра v_i , м/с и расчетного располагаемого давления $p_{расч}$, Па для помещений многоквартирного жилого дома в зависимости от рассматриваемого этажа: 1 – $p_{расч}$; 2 – v_i ; 3 – $v_{тр}$

Для оценки действительных повторяемостей скоростей и направлений ветра N , % нами были обработаны фактические метеорологические данные, измеренные на территории г. Нижнего Новгорода за период с 2005 по 2015 гг. [5]. Значения N за данный период времени в месяцы с наиболее высокой средней температурой наружного воздуха (июнь–август) приведены на рис. 2. Видно, что наиболее вероятными (не равными нулю) скоростями воздуха в г. Нижнем Новгороде являются $v_{ветр} = 1-2$ м/с, а также нет ни одного значительно преобладающего направления и/или скорости ветра в рассмотренные месяцы, что затрудняет оценку оптимальности выбора ориентации и геометрической формы зданий с точки зрения обеспеченности расчетного воздухообмена.



Данные значения гораздо меньше приведенных на рис. 1, что говорит о невозможности поддержания требуемого воздухообмена в помещениях ванных и санузлов МЖД в течение рассмотренных месяцев теплого периода с наибольшими средними температурами наружного воздуха, что недопустимо, т. к. именно в них наиболее вероятны вредные выделения от испарения чистящих и моющих средств, стиральных порошков, влаговыведения, а также неприятные запахи.

Расчетный расход воздуха при работе вентиляции помещений кухонь и жилых комнат в бесканальном режиме путем сквозного проветривания с полным открытием двух форточек на противоположных фасадах здания L , $\text{м}^3/\text{ч}$, может быть определен по формуле:

$$L = v_{\text{ветр}} \sqrt{\frac{\rho_n}{2S}}, \quad (2)$$

где S – характеристика сопротивления открытых оконных форточек, расположенных на противоположных фасадах здания, $\text{Па}/(\text{м}^3/\text{ч})^2$.

Воздухообмен одной квартиры при размерах оконных форточек 560×450 мм и скорости ветра $v_{\text{ветр}} = 1$ м/с будет составлять $L = 370$ $\text{м}^3/\text{ч}$, что соответствует требованиям для типовой трехкомнатной квартиры.

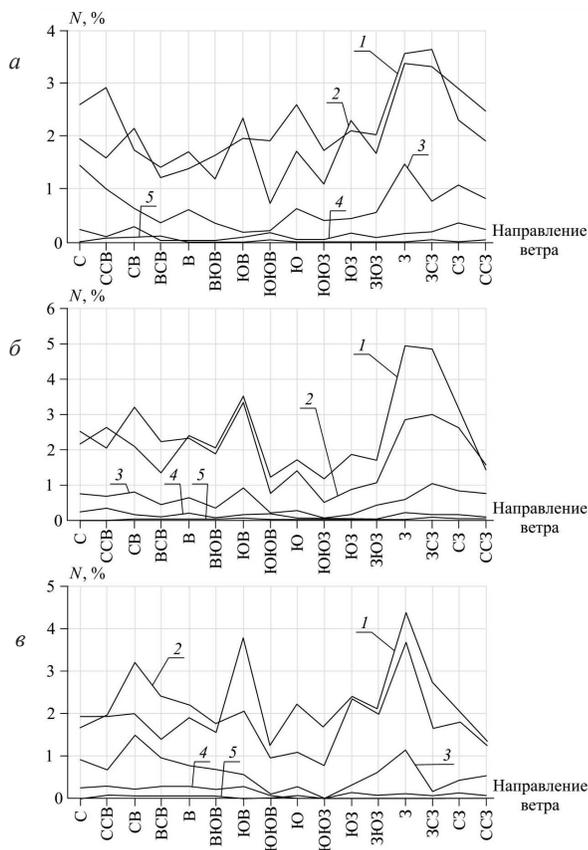


Рис. 2. Повторяемости направлений (С, ССВ...ССЗ) ветра N , %, для условий г. Нижнего Новгорода за период измерений с 2005 по 2015 гг. при скоростях ветра: 1 – $v_{\text{ветр}} = 1$ м/с; 2 – $v_{\text{ветр}} = 2$ м/с; 3 – $v_{\text{ветр}} = 3$ м/с; 4 – $v_{\text{ветр}} = 4$ м/с; 5 – $v_{\text{ветр}} \geq 5$ м/с; для расчетных месяцев теплового периода: а – июнь; б – июль; в – август

В то же время анализ измерений безветренности наружного воздуха ($v_{\text{ветр}} = 0$) для условий Нижнего Новгорода (рис. 3) показал, что в теплый период года ее повторяемость составляет: в июне месяце $N = 16,5 \%$; в июле $N = 18 \%$; в августе – 21% . Полученные данные показывают, что в рассматриваемые месяцы в $18,8 \%$ случаев наблюдается штиль, и сквозное проветривание будет невозможно. Другим важным фактором, сужающим границы работы сквозного проветривания, является наличие режимов обдува здания наружным воздухом, при которых аэродинамические коэффициенты на противоположных фасадах здания будут незначительны или одинаковы (рис. 4), что также приведет к значительному снижению воздухообмена в помещениях либо полному отсутствию сквозного проветривания.

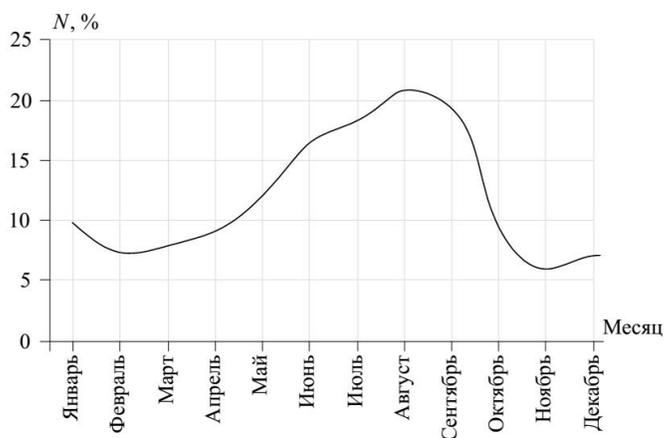


Рис. 3. Повторяемость безветренности (штиля) для месяцев года в условиях г. Нижнего Новгорода за период измерений с 2005 по 2015 гг.

Анализ проведенных исследований позволяет сделать вывод, что обеспеченность расчетного воздухообмена в жилых помещениях, кухнях и санузлах, вентилируемых с применением сквозного проветривания, является сложно прогнозируемой величиной и в отдельных случаях может составлять от 0 до 50 % в рассмотренные месяцы теплого периода.

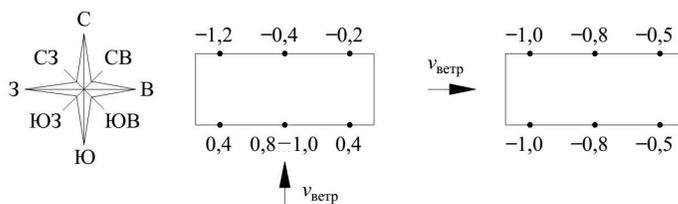


Рис. 4. Примеры распределения аэродинамических коэффициентов на фасадах жилого дома башенного типа при различных направлениях его обдува

Кроме указанных и обоснованных аэродинамическими расчетами недостатков сквозного проветривания также стоит отметить, что его применение невозможно даже в самые теплые месяцы года в связи со снижением температуры наружного воздуха $t_{\text{н}}$ в ночные часы до величины ниже минимально допустимой исходя из



требуемого перепада между температурами внутреннего воздуха t_v и приточной струи $t_{пр}$ [2]. Данное несоответствие приводит как к несоблюдению комфортных температур внутреннего воздуха, так и к отсутствию расчетного воздухообмена в помещениях вследствие закрытия приточных отверстий жильцами квартир.

Приведенные результаты могут являться обоснованием для обязательного применения в многоквартирных жилых домах, расположенных в климатических условиях г. Нижнего Новгорода, систем механической вытяжной вентиляции при полном отказе от сквозного проветривания.

Статья подготовлена в рамках выполнения НИР «Разработка и научное обоснование теплофизических закономерностей переноса теплоты и влаги в неотопляемых производственных сельскохозяйственных зданиях» (код проекта 3008) с финансированием из средств Минобрнауки России, в рамках базовой части государственного задания на научные исследования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 54.13330.2011. Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003 : утв. М-вом регион. развития Рос. Федерации 24.12.2010 : ввод в д. 20.05.2011. – Москва : Минрегион России, 2011. – 40 с.
2. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 : утв. М-вом регион. развития Рос. Федерации 30.06.2012 : ввод в д. 01.01.2013. – Москва : Минрегион России, 2012. – 76 с.
3. Малявина, Е. Г. Воздушный режим высотного жилого здания в течение года. Ч. 2. Воздушный режим при механической вытяжной вентиляции / Е. Г. Малявина, С. В. Бирюков, С. Н. Дианов // АВОК: вентиляция, отопление, кондиционирование. – 2005. – № 1. – С. 26–33.
4. Ретгер, Э. И. Архитектурно-строительная аэродинамика / Э. И. Ретгер. – Москва : Стройиздат, 1984. – 296 с.
5. Погода в 243 странах Мира [Электронный ресурс] // Расписание Погоды. – Режим доступа : <http://rp5.ru>. – (дата обращения: 13.10.2016).

BODROV Mikhail Valer'evich, doctor of technical sciences, professor of the chair of heating and ventilation; KUZIN Viktor Yur'evich, assistant of the chair of heating and ventilation; KUZIN Denis Yur'evich, student

ANALYSIS OF OPERATING CONDITIONS OF NATURAL VENTILATION SYSTEMS IN APARTMENT HOUSES IN A WARM SEASON

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-85;
fax: +7 (831) 430-19-36; e-mail: tes84@inbox.ru

Key words: aerodynamics, ventilation, air exchange, apartment building, heating, thermal protection, energy efficiency.

The article describes basic operation conditions of natural ventilation systems of apartment buildings with individual exhaust channels in a warm season. A possibility of through-ventilation of premises in apartment buildings by opening vent windows on the opposite facades of buildings is studied. The results of calculation of time intervals of a warm period of the year in which the cross-ventilation is not effective and requires the use of other means to ensure the designed air exchange are presented.



REFERENCES

1. SP 54.13330.2011 Zdaniya zhilye mnogokvartirnye [Residential apartment buildings]. Aktualizirovannaya redaktsiya SNIp 31-01-2003, utv. M-vom region. razvitiya Ros. Federatsii 24.12.2010 : vvod v d. 20.05.2011. Moscow, 2011. 40 p.
2. SP 60.13330.2012. Otoplenie, ventilyatsiya i konditsionirovanie vozdukha [Heating, ventilation and air conditioning]. Aktualizirovannaya redaktsiya SNIp 41-01-2003, utv. M-vom region. razvitiya Ros. Federatsii 30.06.2012: vvod v d. 01.01.2013. Moscow. Minregion Rossii, 2012. 76 p.
3. Malyavina, E. G., Biryukov S. V., Dianov S. N. Vozdushny rezhim vysotnogo zhilogo zdaniya v techenie goda. Ch. 2. Vozdushny rezhim pri mekhanicheskoy vytyazhnoy ventilyatsii [Air mode of a high-rise apartment building during a year. Part 2. Air mode with mechanical exhaust ventilation], AVOK. 2005. № 1. P. 26–33.
4. Retter, E. I. Arkhitekturno-stroitel'naya aerodinamika [Architectural and Civil Engineering Aerodynamics]. Moscow. Stroyizdat, 1984. 296 p.
5. Pogoda v 243 stranakh mira [Weather in 243 countries around the world] [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: <http://rp5.ru>. Data obrascheniya: 30.11.2015.

© М. В. Бодров, В. Ю. Кузин, Д. Ю. Кузин, 2016

Получено: 15.10.2016 г.

УДК 697.3

М. С. МОРОЗОВ, аспирант кафедры отопления и вентиляции

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-85;
факс: (831) 430-19-36; эл. почта: nig@nngasu.ru

Ключевые слова: отопление, тепловой пункт, элеватор, капитальный ремонт многоквартирных жилых домов, энергосбережение.

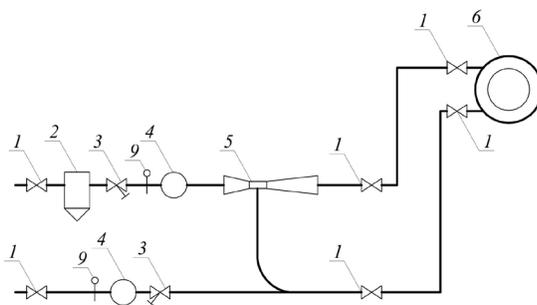
Приведен сравнительный анализ наиболее распространенных схем систем внутреннего теплоснабжения, применяемых при проведении капитального ремонта многоквартирных жилых домов, позволяющий рационально отнестись к выбору проектного решения и достичь наибольшей экономии капиталовложений и топливно-энергетических ресурсов.

В настоящее время одной из самых актуальных проблем в сфере жилищно-коммунального хозяйства является снижение энергоемкости и повышение энергоэффективности активных систем обеспечения параметров микроклимата (СОМ), в частности внутренних сетей теплоснабжения (системы отопления, узлов ввода теплоносителя в здание, индивидуальных тепловых пунктов и др.) при проведении капитального ремонта многоквартирных жилых домов (МЖД). Отсутствие комплексного системного научно обоснованного подхода к вопросу проведения реконструкции отопительных систем МЖД вынуждает при подготовке проектной документации использовать нормативно-техническую базу, регламентирующую новое строительство [1, 2], что приводит к следующим негативным, а иной раз

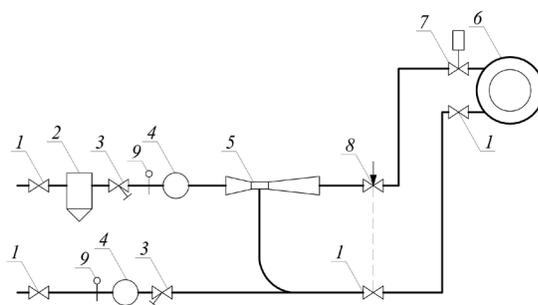


и парадоксальным результатам: полное отсутствие энергосберегающего эффекта; необоснованное удорожание капитальных затрат при проведении реконструкции; повышенные эксплуатационные затраты.

Для анализа и сравнения целесообразности применения того или иного конкретного технологического энергосберегающего мероприятия при капитальном ремонте активных СОМ автором были рассмотрены и классифицированы четыре основные принципиальные схемы внутренних систем теплоснабжения, широко применяемые при проведении реконструкции данных сетей: схема № 1 – элеваторная, с нерегулируемой системой отопления (ЭНСО), представленная на рис. 1а; схема № 2 – элеваторная, с автоматизированной системой отопления (ЭСАСО), рис. 1б; схема № 3 – насосная, с автоматизированным индивидуально-тепловым пунктом (ИТП) и нерегулируемой системой отопления (НСНСО), рис. 2а; схема № 4 – насосная, с автоматизированными ИТП и системой отопления (НСАСО), рис. 2б.

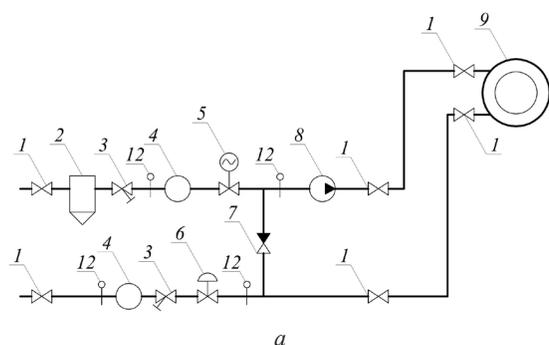


а

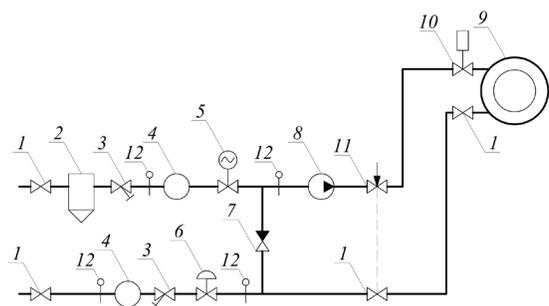


б

Рис. 1. Принципиальные схемы элеваторных систем теплоснабжения: а – схема № 1 (с нерегулируемой системой отопления); б – схема № 2 (с автоматизированной системой отопления): 1 – запорная арматура; 2 – грязевик; 3 – фильтр сетчатый; 4 – расходомер узла коммерческого учета теплоты; 5 – водяной элеватор; 6 – потребитель (нагревательный прибор); 7 – термостатический клапан с термоголовой; 8 – автоматический балансировочный клапан; 9 – термопреобразователь сопротивления



a



б

Рис. 2. Принципиальные схемы насосного автоматизированного теплового пункта: *a* – схема № 3 (с нерегулируемой системой отопления); *б* – схема № 4 (с автоматизированной системой отопления): 1 – запорная арматура; 2 – грязевик; 3 – фильтр сетчатый; 4 – расходомер узла коммерческого учета теплоты; 5 – регулирующий клапан; 6 – регулятор перепада давления; 7 – обратный клапан; 8 – циркуляционный насос; 9 – потребитель (нагревательный прибор); 10 – термостатический клапан с термоголовой; 11 – автоматический балансировочный клапан; 12 – термopреобразователь сопротивления

Схема № 1 (ЭСНСО) получила в СССР наибольшее распространение при строительстве жилого фонда в различных климатических областях страны ввиду своей простоты и малых капитальных и эксплуатационных затрат, поэтому анализ эффективности внедрения современных типовых энергосберегающих мероприятий в системах внутреннего теплоснабжения целесообразно проводить путем сравнения с техническими решениями данной схемы.

Методология исследования автора основана на количественной оценке показателя удельной характеристики расхода тепловой энергии $q_{от}^p$ на отопление и вентиляцию МЖД [3] при анализе четырех вышеприведенных схем на рис. 1 и рис. 2:

$$q_{от}^p = [k_{об} + k_{вент} - (k_{быт} + k_{рад}) v \zeta] (1 - \zeta) \beta_h, \quad (1)$$

где $k_{об}$ – удельная теплозащитная характеристика здания МЖД, Вт/(м³·°C); $k_{вент}$ – удельная вентиляционная характеристика здания МЖД, Вт/(м³·°C); $k_{быт}$, $k_{рад}$ – удельная характеристика бытовых тепловыделений здания МЖД и теплопоступлений от солнечной радиации соответственно, Вт/(м³·°C); v – коэффи-



коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций; ζ – коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления: $\zeta = 0,5; 0,7; 0,9; 0,95$ для схем № 1, 2, 3, 4 соответственно; ξ – коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление; β_n – коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными теплопотерями через радиаторные участки ограждений, повышенной температурой воздуха в угловых помещениях и теплопотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения.

Для оценки мероприятий был принят типовой 5-этажный панельный МЖД, расположенный в г. Нижнем Новгороде, со следующими объемно-планировочными решениями: размеры в плане $a \times b = 90 \times 12$ м; высота этажа $h_{эт} = 3,0$ м; с elevаторным узлом ввода и двухтрубной системой отопления. Результаты расчетов $q_{от}^p$ для четырех сравниваемых схем в течение отопительного периода представлены на рис. 3.

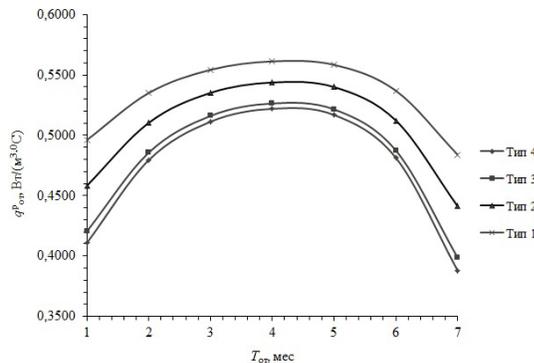


Рис. 3. График зависимости удельной характеристики расхода тепловой энергии $q_{от}^p$ в течение отопительного периода для схем № 1–4

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что наибольшим потенциалом энергоэффективности обладает схема № 4 (НСАСО), а наименьшим – схема № 1 (ЭСНСО).

Однако оценка предлагаемого конкретного мероприятия без технико-экономического обоснования (только по величине его энергоэффективности) не всегда корректна. Следовательно, необходимо рассчитать срок окупаемости рассматриваемых решений, для чего требуется определить величину совокупных дисконтных затрат (СДЗ), связанных с дополнительными капитальными вложениями и уровнем годовых эксплуатационных издержек с учетом изменения цен и тарифов на энергоносители, а также рисков капиталовложений [4].

$$\text{СДЗ} = K \left(1 + \frac{p}{100}\right)^T + \mathcal{E} \left[\left(1 + \frac{p}{100}\right)^T - 1 \right] \left(\frac{100}{p} \right), \quad (2)$$

где K – общие капитальные затраты, руб.; p – норма дисконта, равная ставке рефинансирования ЦБ РФ, %; T – расчетный срок, лет; \mathcal{E} – суммарные годовые эксплуатационные издержки, руб./год, определяемые по (3).

$$\mathcal{E} = 0,86 C_T (q_1 - q_2) F_{от} \cdot 10^{-3}, \quad (3)$$

где C_T – стоимость тепловой энергии, отпускаемой ОАО «Теплоэнерго» (по дан-



ным на III квартал 2016 г.); $F_{от}$ – отапливаемая площадь здания, m^2 ; q_1, q_2 – удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период без учета энергосберегающих мероприятий и с учетом их проведения соответственно, $kВт \cdot ч / (m^2 \cdot год)$.

Для расчета капитальных затрат K , руб. в схемах № 2–4 приняты основные конструктивные элементы автоматизации внутренних систем теплоснабжения фирмы «Herz». Величина общих капитальных затрат складывается только из стоимости материалов и оборудования, требуемых для модернизации систем, и по результатам расчета составляет:

1) для капитального ремонта внутренней системы отопления $K = 709\,190$ руб., включая стоимость термостатических клапанов и головок, автоматических балансировочных клапанов, установленных на каждом нагревательном приборе и стояке системы отопления;

2) для капитального ремонта ИТП $K = 239\,660$ руб., включая стоимость регулирующего клапана, регулятора перепада давлений, датчиков температуры, контроллера, циркуляционных насосов;

3) для капитального ремонта ИТП и внутренней системы отопления $K = 948\,850$ руб.

Результат определения сроков окупаемости внедряемых энергосберегающих мероприятий во внутренних системах теплоснабжения представлен на графиках (рис. 4–6).

Установлено, что срок окупаемости T при внедрении энергосберегающих мероприятий по схеме № 2 составляет 21,1 год; по схеме № 3 – 9,2 года; по схеме № 4 срок окупаемости превышает срок службы ремонтируемого МДЖ, а именно 125 лет.

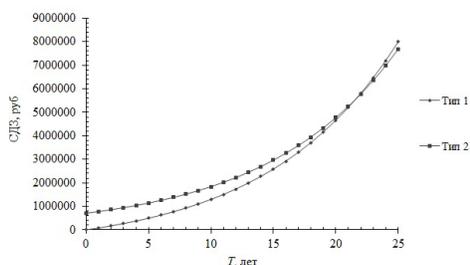


Рис. 4. График зависимости СДЗ от T для вариантов схем: тип 1 и тип 2

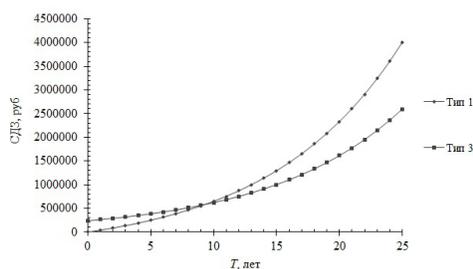


Рис. 5. График зависимости СДЗ от T для вариантов схем: тип 1 и тип 3

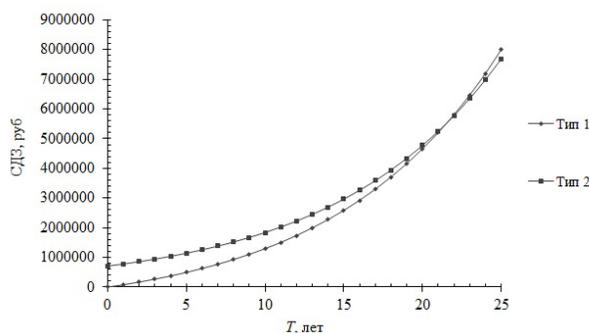


Рис. 6. График зависимости СДЗ от T для вариантов схем: тип 1 и тип 4

Выводы:

1. Многоквартирные жилые дома должны быть выделены в самостоятельный класс зданий и сооружений по нормированию средств поддержания расчетных параметров микроклимата в круглогодичном цикле эксплуатации.
2. Требуется разработка нормативной базы по строительству новых и реконструкции существующих активных СОМ МЖД, учитывающая целесообразность применения и сроки окупаемости конкретных типовых энергосберегающих мероприятий, а также повышение уровня общей эксплуатационной надежности инженерных систем МЖД в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская Федерация. Законы. Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон Рос. федерации от 23.10.2009 № 261-ФЗ : [ред. от 03.07.2016]. – Режим доступа : КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф.
2. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 : утв. М-вом регион. развития Рос. Федерации 30.06.2012 : ввод в д. 01.01.2013. – Москва : Минрегион России, 2012. – 76 с.
3. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 : утв. М-вом регион. развития Рос. Федерации 30.06.2012 : ввод в д. 01.07.2013. – Москва : Минрегион России, 2012. – 96 с.
4. Самарин, О. Д. Теплофизические и технико-экономические основы теплотехнической безопасности и энергосбережения в здании / О. Д. Самарин ; Моск. гос. строит. ун-т. – Москва : МГСУ, 2007. – 160 с.

MOROZOV Maksim Sergeevich, postgraduate student of the chair of heating and ventilation

FEATURES OF OVERHAUL REPAIR OF HEATING SYSTEMS OF APARTMENT HOUSES

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-85;
fax: +7 (831) 430-19-36; e-mail: nir@nngasu.ru

Key words: heating, heating unit, elevator, overhaul repair of apartment houses, energy saving.



The article presents a comparative analysis of the most common patterns of internal heat supply systems used in overhaul repair of apartment houses, allowing rationalization of the choice of design decisions to achieve the greatest savings in capital investment and fuel- energy resources.

REFERENCES

1. Rossiyskaya Federatsiya. Zakony. Ob energosberezhenii i povyshenii energeticheskoy effektivnosti i o vnesenii izmeneniy v otdelnye zakonodatelnye akty Rossiyskoy Federatsii [Russian Federation. Laws. On energy saving and energy efficiency and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation]. [Elektronnyy resurs] : feder. zakon Ros. Federatsii ot 23.10.2009 № 261-FZ : [red. ot 03.07.2016]. Rezhim dostupa: KonsultantPlyus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf.
2. SP 60.13330.2012. Otoplenie, ventilyatsiya i konditsionirovanie vozdukha [Heating, ventilation and air conditioning]. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 41-01-2003, utv. M-vom region. razvitiya Ros. Federatsii 30.06.2012 : vvod v d. 01.01.2013. Moscow: Minregion Rosii, 2012. 76 p.
3. SP 50.13330.2012. Teplovaya zaschita zdaniy [Thermal protection of buildings]. Aktualizirovannaya redaktsiya SNIP 23-02-2003 utv. M-vom region. razvitiya Ros. Federatsii 30.06.2012 : vvod v d. 01.07.2013. Moscow: Minregion Rosii, 2012, 96 p.
4. Samarin O. D. Teplofizicheskie i tekhniko-ekonomicheskie osnovy teplotekh-nicheskoy bezopasnosti i energosberezheniya v zdanii [Thermo-physical and technical-economic basis of thermal safety and energy saving in a building]. Mosk. gos. stroit. un-t, Moscow: MGSU, 2007. 160 p.

© **М. С. Морозов, 2016**

Получено: 15.10.2016 г.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

УДК 628.3(470.341-25)

Р. М. АЙНЕТДИНОВ¹, канд. техн. наук, ген. директор; **А. Л. ВАСИЛЬЕВ²**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой инженерно-экологических систем и технологий

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ РАЗРАБОТАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НИЖЕГОРОДСКОГО РЕГИОНА

¹ООО «ТЭКО»

Россия, 603000, г. Н. Новгород, ул. Костина, д. 22. Тел.: (831) 211-33-74;
факс: (831) 211-33-75; эл. почта: info@teco-nn.ru

²ФГБОУ 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: наилучшие доступные технологии, гальванические производства, очистка сточных вод.

Приведены результаты практического внедрения технологии очистки стоков гальванических производств, разработанных на основе информации о наилучших доступных технологиях в области очистки сточных вод.

Приволжский федеральный округ – традиционно сложившийся промышленный регион, крупнейшими центрами которого являются города: Самара, Нижний Новгород, Казань, Сызрань. На территории Нижегородского региона располагаются предприятия машиностроения, приборостроения, автомобильной и авиационной промышленности и другие. Одними из ключевых звеньев производственной цепочки для этих предприятий являются гальванические цеха и участки. Технологическое назначение специальных покрытий заключается в повышении прочности и долговечности изделий, их коррозионной стойкости и механической прочности, обеспечении высокой точности допусков и посадок, современного товарного вида продукции. Все это – основа мотивации широкого распространения гальванических покрытий в промышленности [1]. Тем более что в последние годы намечена ярко выраженная тенденция резкого увеличения объемов загрузки предприятий, особенно предприятий, работающих по государственным заказам.

Однако, обладая несомненными достоинствами в повышении качества и обеспечении требуемых характеристик выпускаемого продукта, электрохимические производства являются крупнейшими и одними из наиболее опасных загрязнителей окружающей среды (воды, почвы и атмосферного воздуха) ионами тяжелых металлов: кадмия, хрома, цинка, никеля, меди, железа и т. д.

За последние десятилетия в нашей стране и за рубежом радикально усовершенствованы с позиции экологической безопасности и экономичности технологические процессы, в том числе и с замкнутыми системами водопользования, обеспечивающие значительное сокращение поступления токсичных загрязнений в окружающую среду.

Гальванические производства имеют солидную историю становления и развития, и вместе с тем потребность экономики предопределяет их широкое применение в будущем. Таким образом, вопросы оптимизации технологических и конструктивных параметров систем очистки промышленных сточных вод приобретают большую актуальность. Это становится возможным путем разработки каталога наилучших доступных технологий на основе унифицированных конструкций и технологий на базе существующего огромного опыта практической эксплуатации очистных сооружений сточных вод гальванопроизводств, что позволяет значительно сокращать сроки проектирования, согласования и строительства очистных сооружений, снижать капитальные затраты, обеспечивать успешное и современное решение природоохранных задач.

Аналитический обзор особенностей наилучших доступных технологий (НДТ) в России и за рубежом позволяет выделить основные критерии оценки наилучших доступных технологий [2], которые могут быть сведены в следующую схему (рис. 1).



Рис. 1. Схема критериев наилучших доступных технологий

Критерии оценки объединены межотраслевым справочником НДТ [3] и выделены решения, признанные наилучшими доступными технологиями, включающими соответствующие параметры экологической результативности, ресурсо- и энергоэффективности, экономические показатели.

Следует отметить, что сведения, приведенные в справочнике, носят методический характер, определяющий общие подходы к принятию технических (что для нас наиболее важно) и управленческих решений по очистке сточных вод.

В данной статье рассмотрен опыт практического внедрения разработок, которые прошли все стадии проектирования, изготовления и комплектации оборудования, монтаж очистных сооружений, пуско-наладочные работы на примере одного из предприятий авиационной промышленности.



Согласно справочнику НДТ использовались деструктивные физико-химические методы очистки сточных вод: окислительно-восстановительные методы, химическое осаждение с последующим применением безреагентных методов физико-механической и физико-химической обработки (отстаивание, фильтрование, ионный обмен).

Согласно Техническому заданию заказчика проведена классификация сточных вод [4], на основании чего предусмотрена очистка промывных сточных вод и отработанных растворов от участков хромирования и фосфатирования, поступающих на очистные сооружения отдельными потоками:

- промывные хромосодержащие сточные воды;
- промывные кисло-щелочные сточные воды;
- концентрированные (отработанные) растворы.

Принципиальная технологическая схема очистки сточных вод приведена на рис. 2.

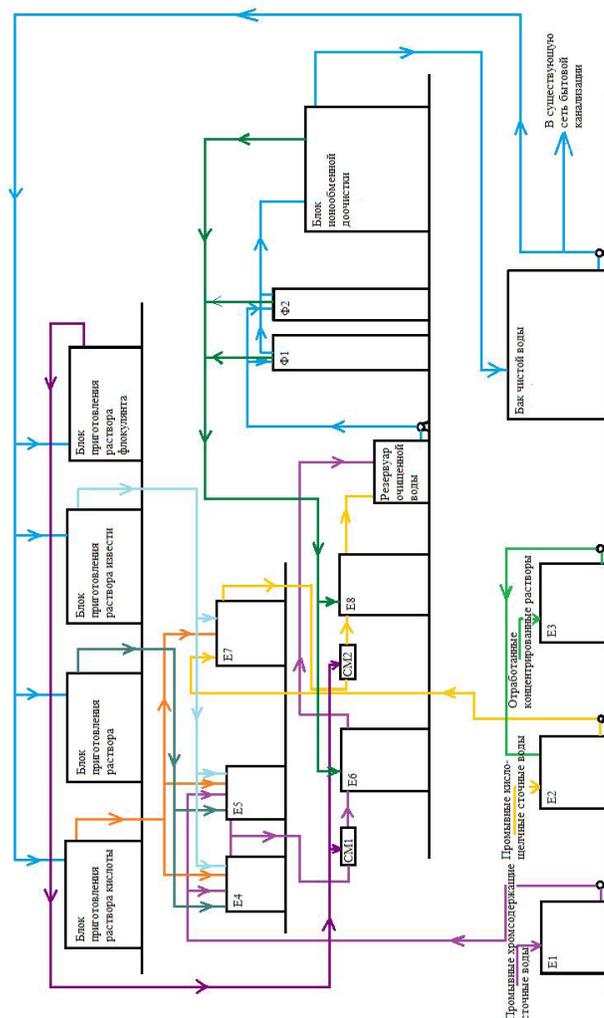


Рис. 2. Технологическая схема очистки сточных вод машиностроительного предприятия авиационной промышленности



Проектом предусмотрен физико-химический метод очистки с применением реагентов, с доочисткой на напорных механических осветлительных и ионообменных фильтрах.

Режим работы станции – круглосуточный.

Предложенная технология обеспечивает качество очистки поступающих на локальные очистные сооружения сточных вод, удовлетворяющих требованиям к использованию на собственные нужды очистных сооружений (приготовление растворов реагентов, промывку фильтрующей загрузки механических фильтров), а также нормам ПДК для приема очищенных производственных сточных вод в канализационный коллектор населенного пункта.

Процессы очистки каждой категории сточной воды – периодические.

Промывные хромсодержащие сточные воды от участка хромирования поступают в приемную емкость (Е1), рассчитанную на прием и усреднение сточных вод в течение 3 часов и далее на обработку в реакторах (Е4) и (Е5), оборудованных импеллерными мешалками для обезвреживания хромсодержащих сточных вод реагентами (серная кислота, пиросульфит натрия, известковое молоко). Объем реакторов обеспечивает время контакта с реагентами не менее 30 минут. Цикл обработки в реакторе – 90 минут.

После обезвреживания шестивалентного хрома и обеспечения $pH = 9,8$ сточные воды через смеситель (СМ1) ершового типа, куда подается флокулянт, поступают в тонкослойный отстойник (Е6), оборудованный предварительной камерой хлопьеобразования. Далее осветленные сточные воды отводятся в накопитель (Е9).

Промывные кисло-щелочные сточные воды (в основном это промывные воды после процессов обезжиривания) поступают в приемную емкость (Е2) и далее в реактор (Е7) с механической мешалкой для нейтрализации сточных вод растворами серной кислоты и известкового молока до $pH = 9,8$. Время контакта в реакторе не менее 30 минут. Затем сточные воды через ершовый смеситель (СМ2), куда дозируется раствор флокулянта, поступают в тонкослойный отстойник (Е8), работающий параллельно с отстойником (Е6). Осветленные сточные воды направляются в накопитель (Е9).

Отработанные концентрированные растворы (ванны фосфатирования) собираются в приемную емкость (Е3), затем дозируются в емкость (Е2) и проходят дальнейшую обработку совместно с промывными кисло-щелочными сточными водами.

Доочистка обработанных хромсодержащих и кисло-щелочных сточных вод после накопителя (Е9) производится на вертикальных напорных механических осветлительных фильтрах (Ф1), (Ф2) и напорных ионитовых фильтрах. Промывные воды фильтров отводятся в камеры хлопьеобразования тонкослойных отстойников (Е6) и (Е8). Отфильтрованные сточные воды отводятся в бак чистой воды, а далее в существующую внутриплощадочную сеть бытовой канализации.

Образующийся в тонкослойных отстойниках осадок направляется для обезвреживания на фильтр-пресс и далее на полигон (класс опасных отходов – 3).

Автоматизация работы станции предусматривает релейную схему управления и обеспечивается комплектом оборудования, обеспечивающим автоматическую работу станции: датчики уровней (верхний, нижний, аварийный), рН-метры, Сг-метры.

Предусмотрен ручной режим управления работой станции.

Характеристики поступающих на очистные сооружения сточных вод и качество очищенных сточных вод приведены в таблице.



Характеристики поступающих на очистные сооружения сточных вод и качество очищенных сточных вод

Наименование загрязнений	Концентрация загрязнений в мг/л			ПДК для сброса в водоотводящий коллектор
	до очистки (Е1)	до очистки (Е2)	после фильтров	
pH	2,5–3,0	6,0	4,0	6,5–8,5
Cr ⁺⁶	20	–	отс.	0,0007
Cr ⁺³	–	–	0,01	0,01
SO ₄ ²⁻	85	–	85	100
NO ₃ ⁻	–	2,25	0,9	0,9
PO ₄ ⁻³	–	0,5	0,5	1,9
Zn ⁺²	–	0,2	0,01	0,07
Mg ⁺²	–	343	10	–
Fe ⁺³	–	9,7	1,0	1,1
NH ₄ ⁺	–	115	12,0	12,45
Взвешенные вещества	–	–	3–5	200

Станция очистки сточных вод предприятия введена в эксплуатацию в 2012 году и успешно функционирует. Отметим, что конструкции основного технологического оборудования, его изготовление и монтаж выполнены под руководством авторов статьи.

Аналогичным образом решены комплексные задачи очистки сточных вод гальванических производств на ряде других предприятий машиностроения, приборостроения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Айнетдинов, Р. М. Очистка сточных вод гальванических цехов приборостроительных предприятий : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.04 / Р. М. Айнетдинов ; Горьк. инженер.-строит. ин-т им. В. П. Чкалова. – Горький, 1989. – 130 с.
2. Суржко, О. А. Оценка технологий утилизации гальваношламов по критериям наилучших доступных технологий / О. А. Суржко, С. В. Золотарев, К. О. Оковитая // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2015. – № 7 (4).
3. Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях // Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. – 2015. – № ИТС 8.
4. Айнетдинов, Р. М. Классификация сточных вод гальванических производств – основа оптимального прогнозирования процесса очистки стоков / Р. М. Айнетдинов, А. Л. Васильев // Проблемы теории и практики современной науки : сб. ст. – Нефтекамск, 2016. – С. 26–29.



AYNETDINOV Ravil Myasumovich¹, candidate of technical sciences, general director; VASIL'EV Aleksey L'vovich², doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of engineering-ecological systems and technologies

**EXPERIENCE OF INTRODUCTION OF DEVELOPED TECHNOLOGIES
OF TREATMENT OF GALVANIC PRODUCTION WASTEWATER ON
ENTERPRISES OF NIZHNY NOVGOROD REGION**

¹JSC "TEKO"

22, Kostin St., Nizhny Novgorod, 603000, Russia. Tel.: +7 (831) 211-33-74;
fax: +7 (831) 211-33-75; e-mail: info@teco-nn.ru

²Nizhny 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: best available technologies, galvanic production, wastewater treatment.

The article presents the results of practical implementation of the technology of treatment of wastewater of electroplating production, developed on the basis of information about the best available technologies in the field of wastewater treatment.

REFERENCES

1. Aynetdinov R. M. Oчistka stochnykh vod galvanicheskikh tsekhov priborostroitelnykh predpriyatiy [Treatment of wastewater of galvanic shops of instrument-making enterprises]: avtoref. dis. kand. tekhn. nauk (05.23.04); Gork. inzh.-stroit. in-t im. V.P. Chkalova. Gorky, 1989. 130 p.

2. Surzhko O. A., Zolotaryov S. V., Okovitaya K. O. Otsenka tekhnologiy utilizatsii galvanoshlamov po kriteriyam nailuchshikh dostupnykh tekhnologiy [Evaluation of technologies of galvanic sludge recycling according to the criteria of the best available techniques]. Aktualnye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk. [Actual problems of humanities and natural sciences.]. 2015. № 7(4).

3. Oчistka stochnykh vod pri proizvodstve produktsii (tovarov), vypolnenii rabot i okazanii uslug na krupnykh predpriyatiyakh [Wastewater treatment in the production of products (goods), performance of works and provision of services at large enterprises]. Informatsionno-tekhnicheskii spravochnik po nailuchshim dostupnym tekhnologiyam. [Information and technical reference book on best available techniques]. 2015. № ITS 8.

4. Aynetdinov R. M., Vasilev A. L. Klassifikatsiya stochnykh vod galvanicheskikh proizvodstv – osnova optimalnogo prognozirovaniya protsessa oчistki stokov [Classification of wastewaters of electroplating production - the basis of optimal prediction of wastewater treatment process]. Problemy teorii i praktiki sovremennoy nauki: sb. statey. [Problems of theory and practice of modern science: Selected articles.]. Neftekamsk, 2016. P. 26-29.

© **Р. М. Айнетдинов, А. Л. Васильев, 2016**

Получено: 02.04.2016 г.



УДК 628.315(470.341-25)

Н. Н. ВАГАНОВА, аспирант кафедры инженерно-экологических систем и технологий¹, начальник цеха водоотведения и очистки сточных вод²;
А. Л. ВАСИЛЬЕВ¹, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой инженерно-экологических систем и технологий

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ЦЕЛЮ МОДЕРНИЗАЦИИ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ Г. САРОВА

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

²МУП «Горводоканал»

Россия, 607188, Нижегородская обл., г. Саров, ул. Димитрова, д. 6. Тел.: (83130) 7-79-16;
 факс: (83130) 7-79-25; эл. почта: osvgvk@yandex.ru

Ключевые слова: канализационные очистные сооружения, первичные отстойники, биофлокуляция, интенсификация, биологическая очистка.

Рассмотрены: результаты исследования сооружений биологической очистки г. Сарова, причины их неэффективной работы, выбор метода интенсификации биологической очистки, применение биофлокуляции и результаты по интенсификации биологической очистки.

Канализационные очистные сооружения г. Сарова работают по наиболее распространенной в России технологической схеме – песколовки, первичные отстойники, аэротенки, вторичные отстойники. Очистные сооружения были введены в эксплуатацию в 1998 году. На очистку поступают очень разбавленные сточные воды [1]. В таблице представлены характеристики поступивших на очистку сточных вод за 5 лет.

Характеристика сточных вод, поступающих на очистку (по годам)

Наименование показателя	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Взвешенные вещества, мг/дм ³	80	107	125,5	103	99
БПКполн, мгО ₂ /дм ³	135	158	179	146	129
ХПК, мгО ₂ /дм ³	195	253	271	279	289
Аммоний-ион, мг/дм ³	20	34	34,9	33,7	31
Нитрит-анион, мг/дм ³	0,1	0,03	0,05	0,1	0,1
Нитрат-анион, мг/дм ³	0,2	0,22	0,28	0,12	0,36
Фосфаты, мг/дм ³	2,3	2,3	2,4	2,14	2,56
СПАВ, мг/дм ³	1,2	1,55	2,18	1,49	1,81
Нефтепродукты, мг/дм ³	1,7	0,89	0,48	0,65	1,08

С момента ввода сооружений в эксплуатацию качественный состав поступающей на очистку сточной воды существенно изменился только по двум показателям (рис. 1): к 2014 году значительно увеличилась концентрация загрязнений по ХПК (в 1,8 раз) и аммоний-иону (в 1,55 раза), при этом пиковые нагрузки в 2014 году составили: по ХПК – 375 мгО₂/л, по аммоний-иону – 48 мг/л.

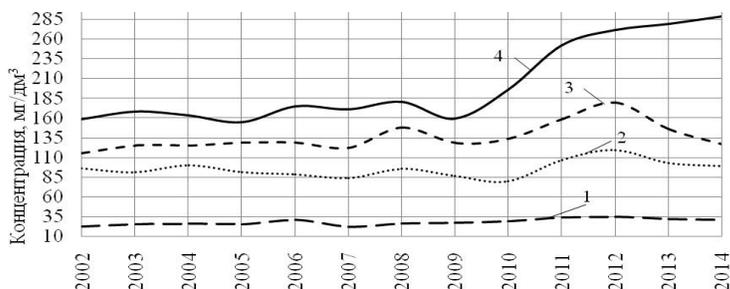


Рис. 1. Динамика изменения концентраций в поступающей воде: 1 – аммоний-ион; 2 – взвешенные вещества; 3 – БПК_{полн}; 4 – ХПК

Снизилось и количество стоков, поступающих на очистку. В 2014 году их количество достигло 27 070 м³/сут, или 9 880,560 тыс. м³/год, что на 32 % ниже проектного расхода [2].

Биологическая очистка сточных вод г. Сарова представлена трехкоридорными аэротенками-вытеснителями (4 шт.) и вторичными радиальными отстойниками (4 шт.). Подача сжатого воздуха в аэротенки осуществляется двумя турбокомпрессорами марки ТВ-80-1,6 с производительностью 6 000 м³/ч каждый. Подача активного возвратного ила производится двумя центробежными насосами типа СМ 250-200-400 «б». Аэротенки работают в режиме нитрификации с 33 %-й регенерацией: возвратный активный ил поступает в начало первого коридора, осветленная сточная вода – в начало второго коридора. Аэрационная система частично реконструирована: в двух секциях воздух диспергируется с помощью трубчатых аэраторов, уложенных вдоль продольной стенки коридора, в двух оставшихся – с помощью мембранных аэраторов, расположенных равномерно.

Сооружения биологической очистки стабильно обеспечивают очистку до НДС водоема рыбохозяйственного назначения по взвешенным веществам, БПК_{полн}, ХПК и нефтепродуктам. По аммоний-иону, нитрит-аниону, нитрат-аниону, фосфатам и СПАВ очистка не обеспечивается.

В 2014 году концентрации загрязнений в биологически очищенной воде в среднем составили: взвешенные вещества – 5,68 мг/дм³, БПК_{полн} – 2,57 мгО₂/дм³, ХПК – < 30 мгО₂/дм³, аммоний-ион – 3,7 мг/дм³ (от 0,43 до 26,3 мг/дм³), нитрит-анион – 1,28 мг/дм³ (от 0,28 до 6,07 мг/дм³), нитрат-анион – 34 мг/дм³ (от 3,6 до 65 мг/дм³), фосфаты (по Р) – 1,51 мг/дм³ (от 0,042 до 2,72 мг/дм³), нефтепродукты – < 0,05 мг/дм³, СПАВ – 0,25 мг/дм³.

В аэротенках поддерживается доза активного ила от 3 до 4,5 г/дм³. Степень рециркуляции активного ила в 2014 году составила 130 % [2]. Время контакта сточной воды с активным илом составляет в среднем 3,1 часа. Пропускная способность 4 секций аэротенков с 33 %-й регенерацией составляет 45 200 м³/сут. Иловый индекс находится в диапазоне 260–350 см³/г. Седиментационные свойства активного ила нарушены, что приводит к повышенному выносу ила из вторичных отстойников. Вспухание ила на очистных сооружениях г. Сарова носит хронический, гелевый (ненитчатый) характер. С 2013 года в сточных водах, поступающих на очистку, возросла доля инертных к биохимическому окислению и сложных веществ. Это подтверждается снижением соотношения БПК_{полн}: ХПК ниже 0,5 в поступающих на очистку сточных водах (рис. 2).

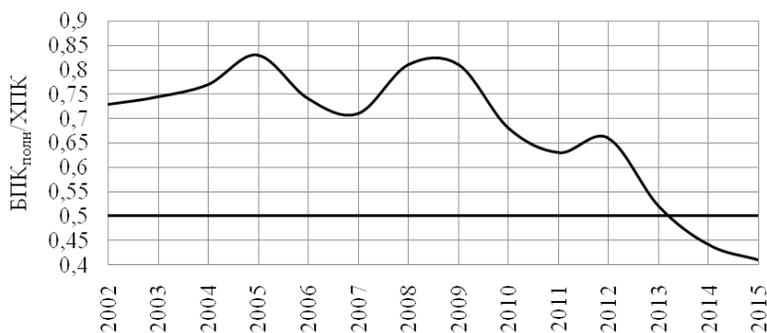


Рис. 2. Динамика изменения соотношений БПК_{полн}/ХПК по годам

Такие сточные воды могут быть направлены на сооружения биологической очистки только после предварительного локального удаления из них загрязняющих веществ физико-химическими методами очистки непосредственно на очистных сооружениях промышленных предприятий [3]. Тем не менее в целом сооружения биологической очистки справляются с возложенной на них задачей и обеспечивают очистку сточной воды до проектных показателей.

Однако сегодня требуется достижение не проектных показателей, а НДС водоема рыбохозяйственного назначения. Поэтому актуальным является поиск путей интенсификации очистки сточных вод на уже работающих сооружениях в условиях увеличения в сточных водах сложноокисляемых веществ.

Под интенсификацией понимается не только повышение окислительной мощности, но и повышение эффекта или глубины очистки сточных вод в них, равно как и всемерное сокращение затрат на обработку единицы объема очищаемой жидкости. Поскольку на очистных сооружениях основное количество энергии тратится на биохимическое окисление загрязнений сточных вод, доля окисляемых загрязнений должна жестко ограничиваться. Важнейшим технологическим инструментом для этого ограничения являются первичные отстойники. При реализации классической технологии очистки в аэротенки рекомендуется подавать как можно более глубоко осветленную воду [4].

Обширные исследования, проведенные за последние годы в нашей стране и за рубежом, позволили разработать и испытать различные методы интенсификации процессов отстаивания сточных вод и уплотнения осадков [5]. Интенсификация работы первичных отстойников может осуществляться несколькими способами: 1) совершенствование существующих конструкций отстойников в результате модификации водораспределительных и водосбросных устройств, что позволяет улучшить гидродинамический режим отстойников; 2) оборудование существующих отстойников полочными или трубчатыми вставками для создания режима тонкослойного отстаивания; 3) предварительная аэрация сточных вод в сочетании с биокоагуляцией (биофлокуляцией); 4) применение различных реагентов. Наибольшее распространение получили методы, связанные с использованием биофлокулирующих свойств избыточного активного ила. В результате сорбции загрязнений на активном иле более интенсивно идет процесс укрупнения взвешенных веществ. При этом происходит изъятие вредных для биологической очистки примесей [6].

В целях извлечения из сточной воды сложноокисляемых загрязнений, интенсификации биологической очистки и снижения потребления электроэнергии на

биохимическое окисление загрязнений в первичные радиальные отстойники был направлен избыточный активный ил. Избыточный активный ил подавался винтовым насосом в распределительную чашу первичных отстойников, откуда вместе со сточной водой равномерно распределялся между отстойниками. Подача активного ила в отстойники осуществлялась периодически, от 40 до 100 % от общего количества образующегося избыточного активного ила. В первичных отстойниках были созданы аноксидные условия: свободный кислород отсутствует (так как воздух в отстойники не подавался), однако кислород присутствует в химически связанном виде в форме нитратов [3]. По мере накопления слой всплывшего и выпавшего на дно осадка удалялся из отстойников на сооружения обработки осадка. В таком режиме эффективность снижения БПК_{полн} в первичных отстойниках была увеличена с 21 до 56 %, в отдельных случаях до 70 % (рис. 3).

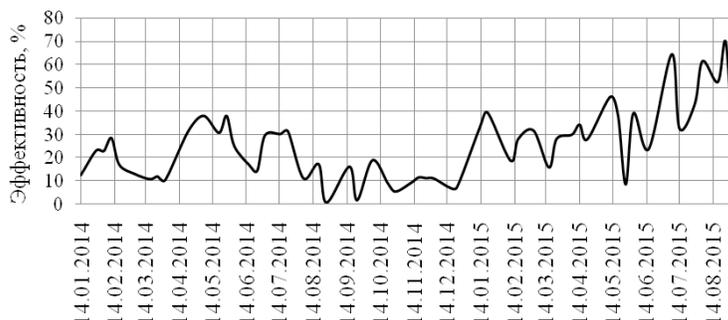


Рис. 3. Эффективность снижения БПК_{полн} в первичных отстойниках

Интенсификация работы сооружений биологической очистки выразилась в снижении илового индекса до 170 см³/г, уменьшении выноса взвешенных веществ из вторичных отстойников с 8,1 мг/дм³ до 3,25 мг/дм³, устойчивом достижении по БПК_{полн} нормативно-допустимого сброса для водоемов рыбохозяйственного назначения, увеличении эффективности очистки по аммоний-иону с 88,5 до 96,8 %. Также было уменьшено количество воздуха, подаваемого в аэротенки, что выразилось в сокращении потребления электроэнергии на 10 кВт*ч в 1 час, или 31 000 руб./мес.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хенце, М. Очистка сточных вод / М. Хенце, П. Армоэс, Й. Ля-Кур-Янсен, Э. Арван. – Москва : Мир, 2006. – 480 с.
2. Ваганова, Н. Н. Биологическая очистка сточной воды в условиях снижения количества поступающих стоков / Н. Н. Ваганова, А. Л. Васильев // Международный союз ученых. Наука. Технологии. Производство. – 2015. – № 3 (7). – С. 70–72.
3. Жмур, Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н. С. Жмур. – Москва : АКВАРОС, 2003. – 512 с.
4. Данилович, Д. А. Энергосбережение и альтернативная энергетика на очистных сооружениях канализации // Д. А. Данилович // Водоснабжение и санитарная техника. – 2011. – № 1. – С. 9–20.
5. Яковлев, С. В. Водоотведение и очистка сточных вод / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов – Москва : АСВ, 2004. – 187 с.
6. Чупраков, Е. Г. Интенсификация работы городских очистных сооружений за счет предварительной обработки сточных вод в вихревых гидродинамических устройствах : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.04 / Е. Г. Чупраков ; Пензен. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Пенза, 2005. – 139 с. : ил.



VAGANOVA Natal'ya Nikolaevna, post-graduate student of the chair of engineering-ecological systems and technologies¹, shop superintendent of sewerage and wastewater treatment²; VASIL'EV Aleksey Lvovich¹, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of engineering-ecological systems and technologies

RESEARCH OF WASTEWATER BIOLOGICAL TREATMENT FOR THE PURPOSE OF MODERNIZATION OF WASTEWATER TREATMENT FACILITIES OF THE CITY OF SAROV

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

²Municipal unitary enterprise Gorvodokanal
6, Dimitrov St., Sarov, Nizhny Novgorod region, 607188, Russia. Tel.: +7 (83130) 7-79-16;
fax: +7 (83130) 7-79-16; e-mail: osvgyk@yandex.ru

Key words: wastewater treatment plant, primary sedimentation tanks, bioflocculation, intensification, biological treatment.

The article addresses the results of investigation of the biological treatment facilities of the city of Sarov, reasons of their inefficient work, selection of a method of biological treatment intensification, application of bioflocculation, as well as the results of biological treatment intensification.

REFERENCES

1. Hence M., Armoès P., Lya-Kur-Yansen J., Arvan È. Ochistka stochnykh vod. [Wastewater treatment]. Moscow, Mir, 2006. 480 p.

2. Vaganova N. N., Vasiliev A. L. Biologicheskaya ochistka stochnoy vody v usloviyakh snizheniya kolichestva postupayuschikh stokov [Biological treatment of wastewater at the decrease of wastewater quantities]. Mezhdunarodny soyuz uchyonykh. Nauka. Tekhnologii. Proizvodstvo [International union of scientists. Science. Technology. Production], 2015, № 3 (7), P. 70–72.

3. Zhmur N. S. Tekhnologicheskies i biokhimicheskies protsessy ochistki stochnykh vod na sooruzheniyakh s aerotenkami [Technological and biochemical processes of waste water treatment on treatment plants with aerotanks]. Moscow, AKVAROS, 2003, 512 p.

4. Danilovich D. A. Energoberezhnie i alternativnaya energetika na ochistnykh sooruzheniyakh kanalizatsii [Power conservation and energy alternatives at the wastewater treatment facilities]. Vodospabzhenie i sanitarnaya tekhnika [Water supply and sanitary equipment], 2011, № 1, P. 9–20.

5. Yakovlev S. V., Voronov Yu. V. Vodootvedenie i ochistka stochnykh vod [Sewerage and wastewater treatment]. Moscow, Assotsiatsiya stroitelnykh vuzov, 2004. 187 p.

6. Chuprakov E. G. Intensifikatsiya raboty ochistnykh sooruzheniy za schyot predvaritelnoy obrabotki stochnykh vod v bikhrevykh gidrodinamicheskikh ustroystvakh [Intensification of work of treatment facilities due to preliminary processing of wastewater in vortex hydrodynamic devices]: dis. ... kand. tekhn. nauk : 05.23.04; Penzen. gos. arkhitektur.-stroit. un-t., Penza, 2005. 139 p.

© Н. Н. Ваганова, А. Л. Васильев, 2016

Получено: 16.04.2016 г.

УДК [691.175:678+620.1]+551.585.1

В. Т. ЕРОФЕЕВ¹, чл.-кор. РААСН, д-р техн. наук, проф., декан архитектурно-строительного факультета, зав. кафедрой строительных материалов и технологий; **Д. А. МЕРКУЛОВ¹**, аспирант кафедры строительных материалов и технологий; **Е. Н. КАБЛОВ²**, д-р техн. наук, проф., ген. директор; **О. В. СТАРЦЕВ²**, д-р техн. наук, проф., зам. нач. по научной работе ГЦКИ им. Г. В. Акимова; **В. Ф. СМИРНОВ³**, д-р биол. наук, проф., зав. отделом биологических исследований

ИССЛЕДОВАНИЕ СТОЙКОСТИ ПОЛИЭФИРНЫХ КОМПОЗИТОВ В УСЛОВИЯХ ВЛАЖНОГО МОРСКОГО КЛИМАТА

¹ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева»

Россия, 430005, г. Саранск, ул. Большевистская, д. 68. Тел.: (8342) 47-40-19; эл. почта: dimamerkulov@bk.ru

²ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Государственный научный центр Российской Федерации

Россия, 105005, г. Москва, ул. Радио, д. 17. Тел. (499) 261-86-77

³ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского»

Россия, 603950, г. Н. Новгород, пр. Гагарина, д. 23. Тел.: (831) 462-30-90

Ключевые слова: полимерные композиты, полиэфирная смола марки ПН-609-21М, иницирующая система, отвердитель Бутанокс М50, ускоритель УНК-2, матрица планирования, прочность, модуль упругости, климатическая стойкость.

Приводятся результаты исследования стойкости полимерных композитов в условиях влажного морского климата. Исследования проведены с помощью методов математического планирования эксперимента. Оптимизировано количественное содержание отверждающей системы (инициатора и ускорителя отверждения) в композитах на основе ненасыщенной полиэфирной смолы марки ПН-609-21М. Стойкость оценивалась по изменению показателей прочности на сжатие и изгиб, модуля упругости и массосодержания. В результате исследований получены составы композитов повышенной стойкости при выдерживании в условиях влажного морского климата Черноморского побережья и морской воды.

В настоящее время полимерные композиционные материалы применяются практически во всех отраслях современного промышленного производства: машиностроения, строительства, химической и пищевой промышленности и т. д. [1–8]. В строительной отрасли используются преимущественно полимерные материалы на основе термореактивных синтетических смол. Широкое применение нашли герметики, стеклопластики, мастики, полимербетоны и другие полимерные материалы на основе различных вяжущих веществ [6, 7, 9–13]. Как в России, так и за рубежом освоен большой выпуск синтетических смол, которые являются вяжущими компонентами для изготовления полимербетонов.

Полимерные материалы в процессе эксплуатации как в воздушной среде на открытых площадках, так и в некоторых зданиях, наряду с физическими и химическими воздействиями, подвергаются микробиологическим повреждениям, главным образом микроскопическими грибами, которые могут использовать их



отдельные компоненты в качестве источника питания [1, 14–16]. Кроме этого, на материалы воздействуют продукты метаболизма микроорганизмов: органические и неорганические кислоты, вода и т. д. [17].

Основной задачей в поисках причин возникновения биодеструкции является определение стойкости к воздействию грибов, так как, согласно литературным данным [14–22], из микроорганизмов наибольшее негативное воздействие оказывают именно мицелиальные грибы. Деградация различных полимерных строительных материалов и конструкций в биологически агрессивных средах в большей мере происходит в результате химического взаимодействия их компонентов с компонентами материала. Деградация плотных материалов, к которым относятся полимербетоны, осуществляется диффузионным путем [2, 9, 22–27].

Однако лабораторные исследования не позволяют учесть воздействие климатических факторов на материалы, т. е. определить степень взаимосвязи интенсивности процессов биоповреждений с климатическим старением. Действие климатических факторов вызывает изменение состава и структуры полимерных материалов и, как следствие, меняет видовой состав микроорганизмов, участвующих в деструктивных процессах [2]. В работе [6] определялся видовой состав микроорганизмов, выделенных с поверхности образцов после их выдерживания в условиях климата Черноморского побережья (на открытой площадке), а также после старения в морской воде.

Целью настоящей работы являлся подбор оптимального содержания иницирующей системы полиэфирной смолы для получения композитов с улучшенными физико-механическими показателями и с высокой стойкостью к воздействию агрессивных климатических факторов Черноморского побережья и морской воды.

При выполнении экспериментальных исследований рассматривались композиты на смоле марки ПН-609-21М (ГОСТ 27952 – 88). Основой для этих смол является полиэтиленгликольмалеинатфталат, который представляет собой прозрачную жидкость от светло-коричневого до темно-коричневого цвета без механических примесей. Вязкость при температуре 20 °С по ВЗ-246 составляет 20–32 с, плотность при 23 °С равна 1,165 – 1,180 г/см³. Для отверждения вяжущего использовалась двухкомпонентная система, состоящая из ускорителя и инициатора твердения. Ускоритель твердения – УНК-2 (ТУ 2494-002-05015213-2006) – раствор нафтената кобальта в стироле, жидкость от розового до темно-фиолетового цвета, без механических примесей, с содержанием кобальта 1,2–1,5 %. Инициатор твердения (Бутанокс М50) – пероксид метилэтилкетона в растворе диметилфталата (диметилфталат 55–70 %, пероксид метилэтилкетона 35 %, метилэтилкетон 1–5 %, вод 1–3 %).

Исследования выполнялись с применением математических методов планирования эксперимента. Был реализован план Коно, состоящий из 9 опытов. В качестве факторов варьирования рассматривали количественное содержание компонентов отверждающей системы – инициатора и ускорителя твердения.

В качестве исследуемых свойств контрольных образцов рассматривались прочность при сжатии и изгибе, модуль упругости, коэффициент диффузии. Физико-механические свойства композитов определялись испытанием образцов размером 1×1×3 см. Коэффициент диффузии определялся по общепринятой методике согласно [5].

Составы с различным содержанием отверждающей системы, принятые по матрице планирования, и полученные результаты их физико-механических свойств приведены в табл. 1.



Таблица 1

Результаты физико-механических свойств составов

Номер опыта	Матрица планирования		Рабочая матрица		Предел прочности, МПа		Модуль упругости, МПа	Коэффициент диффузии ($\text{см}^2/\text{с}$) $\times 10^{-5}$
	X_1	X_2	Бутанокс М50, мас. ч	УНК-2, мас. ч	при сжатии	при изгибе		
1	+1	+1	2,6	1,7	160,0	107,5	1460	2,70
2	-1	+1	0,9	1,7	155,0	68,6	1270	2,10
3	+1	-1	2,6	0,8	152,3	95,7	1360	3,86
4	-1	-1	0,9	0,8	138,3	75,6	1130	4,39
5	-1	0	0,9	1,2	151,0	93,4	1230	4,27
6	+1	0	2,6	1,2	131,3	93,3	1160	1,25
7	0	-1	1,8	0,8	155,0	96,0	1470	3,38
8	0	+1	1,8	1,7	152,3	89,1	1390	2,14
9	0	0	1,8	1,2	166,3	111	1520	1,21

Статистическая обработка результатов эксперимента позволила получить зависимости изменения прочности при сжатии ($R_{\text{сж}}$), при изгибе ($R_{\text{изг}}$), модуля упругости ($E_{\text{сж}}$) и коэффициента диффузии ($D \times 10^{-5}$) полиэфирных композитов от количественного содержания компонентов отверждающей системы:

$$R_{\text{сж}} = 166,30 - 9,85 \cdot X_1 - 1,35 \cdot X_2 - 25,15 \cdot X_1^2 - 2,25 \cdot X_1 \cdot X_2 - 12,65 \cdot X_2^2 + 7,45 \cdot X_1^2 \cdot X_2 + 14,60 \cdot X_1 \cdot X_2^2 + 22,90 \cdot X_1^2 \cdot X_2^2;$$

$$R_{\text{изг}} = 111,00 - 0,05 \cdot X_1 - 3,45 \cdot X_2 - 17,65 \cdot X_1^2 + 4,70 \cdot X_1 \cdot X_2 - 18,45 \cdot X_2^2 + 4,65 \cdot X_1^2 \cdot X_2 + 14,80 \cdot X_1 \cdot X_2^2 + 11,95 \cdot X_1^2 \cdot X_2^2;$$

$$E_{\text{сж}} = 1520,00 - 32,50 \cdot X_1 - 44,50 \cdot X_2 - 322,50 \cdot X_1^2 - 10,50 \cdot X_1 \cdot X_2 - 85,50 \cdot X_2^2 + 102,50 \cdot X_1^2 \cdot X_2 + 135,50 \cdot X_1 \cdot X_2^2 + 197,50 \cdot X_1^2 \cdot X_2^2;$$

$$D \cdot 10^{-5} = -25,185 + 33,922 \cdot X_1 + 64,645 \cdot X_2 - 6,901 \cdot X_1^2 - 74,627 \cdot X_1 \cdot X_2 - 28,384 \cdot X_2^2 + 15,666 \cdot X_1^2 \cdot X_2 + 31,823 \cdot X_1 \cdot X_2^2 - 6,697 \cdot X_1^2 \cdot X_2^2.$$

Из уравнений регрессий следует, что увеличение содержания инициатора и ускорителя твердения выше нулевого уровня по матрице планирования приводит к снижению прочности при сжатии и изгибе, а также модуля упругости. В то же время в отличие от ускорителя твердения при повышении количества инициатора твердения снижается коэффициент диффузии полимерных композитов. Из уравнений также видно, что взаимодействие инициатора и ускорителя твердения приводит к увеличению прочности при изгибе. По уравнениям регрессии построены графические зависимости (рис. 1).

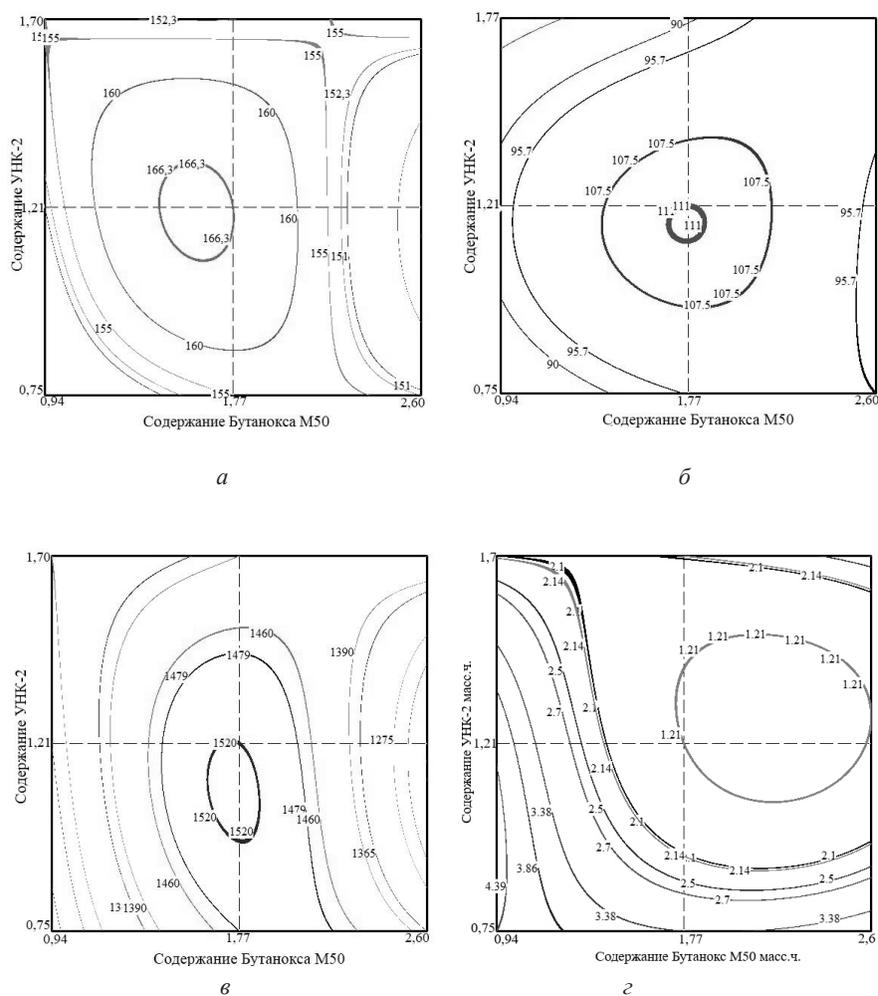


Рис. 1. Зависимости изменения: *а* – прочности при сжатии; *б* – прочности при изгибе; *в* – модуля упругости; *з* – коэффициента диффузии D от содержания компонентов отверждающей системы

Пользуясь графическими зависимостями, можно выбрать составы полимерных композитов, обладающих улучшенными значениями физико-механических свойств. Можно назвать в этом случае следующий состав: полиэфирная смола марки ПН-609-21М – 100 мас. ч, отвердитель Бутанокс М50 – 1,77 мас. ч, ускоритель твердения УНК-2 – 1,21 мас. ч. При таком же количественном содержании компонентов отверждающей системы материалы характеризуются наименьшей проницаемостью.

В последующем нами было исследовано изменение физико-механических свойств образцов, выдержанных в условиях Черноморского побережья и в морской воде. Образцы в 4-кратной повторности выдерживали на открытой площадке и в морской воде в течение 360 суток. Изменения физико-механических показателей образцов приведены в табл. 2.



Таблица 2

Относительные показатели образцов

Номер опыта	Относительные показатели образцов, выдержанных на открытой площадке				Относительные показатели образцов, выдержанных в морской воде			
	$R'_{сж} / R^0_{сж}$	$R'_{изг} / R^0_{изг}$	$E'_{сж} / E^0_{сж}$	$\Delta G \%$	$R'_{сж} / R^0_{сж}$	$R'_{изг} / R^0_{изг}$	$E'_{сж} / E^0_{сж}$	$\Delta G \%$
1	0,925	0,910	0,959	0,732	0,935	0,930	0,968	0,717
2	0,910	0,891	0,947	0,714	0,917	0,908	0,950	0,711
3	0,898	0,882	0,925	0,690	0,906	0,895	0,930	0,669
4	0,823	0,796	0,890	0,610	0,830	0,810	0,915	0,591
5	0,850	0,848	0,915	0,645	0,870	0,837	0,924	0,625
6	0,837	0,815	0,936	0,632	0,847	0,810	0,945	0,613
7	0,888	0,875	0,940	0,677	0,902	0,876	0,957	0,656
8	0,905	0,897	0,918	0,698	0,914	0,890	0,918	0,677
9	0,948	0,936	0,980	0,740	0,964	0,950	0,982	0,717

Статистическая обработка результатов эксперимента позволила получить относительные зависимости изменения прочности при сжатии, при изгибе, модуля упругости, массосодержания полиэфирных композитов, выдержанных в климатических условиях Черноморского побережья, от количества компонентов отверждающей системы (X_1 и X_2):

$$R'_{сж} / R^0_{сж} = 0,964 - 0,012 \cdot X_1 + 0,006 \cdot X_2 - 0,106 \cdot X_1^2 - 0,015 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,056 \cdot X_2^2 + 0,023 \cdot X_1^2 \cdot X_2 + 0,035 \cdot X_1 \cdot X_2^2 + 0,094 \cdot X_1^2 \cdot X_2^2;$$

$$R'_{изг} / R^0_{изг} = 0,950 - 0,013 \cdot X_1 + 0,007 \cdot X_2 - 0,127 \cdot X_1^2 - 0,022 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,067 \cdot X_2^2 + 0,020 \cdot X_1^2 \cdot X_2 + 0,034 \cdot X_1 \cdot X_2^2 + 0,123 \cdot X_1^2 \cdot X_2^2;$$

$$E'_{сж} / E^0_{сж} = 0,982 + 0,010 \cdot X_1 - 0,019 \cdot X_2 - 0,047 \cdot X_1^2 + 0,001 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,044 \cdot X_2^2 + 0,038 \cdot X_1^2 \cdot X_2 + 0,002 \cdot X_1 \cdot X_2^2 + 0,051 \cdot X_1^2 \cdot X_2^2;$$

$$\Delta G = 0,717 - 0,006 \cdot X_1 + 0,011 \cdot X_2 - 0,098 \cdot X_1^2 - 0,018 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,050 \cdot X_2^2 + 0,031 \cdot X_1^2 \cdot X_2 + 0,027 \cdot X_1 \cdot X_2^2 + 0,103 \cdot X_1^2 \cdot X_2^2.$$

После испытания образцов в морской воде и проведения статической обработки результатов эксперимента получены другие уравнения регрессии:

$$R'_{сж} / R^0_{сж} = 0,948 - 0,007 \cdot X_1 + 0,009 \cdot X_2 - 0,104 \cdot X_1^2 - 0,010 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,051 \cdot X_2^2 + 0,023 \cdot X_1^2 \cdot X_2 + 0,032 \cdot X_1 \cdot X_2^2 + 0,102 \cdot X_1^2 \cdot X_2^2;$$

$$R'_{изг} / R^0_{изг} = 0,939 - 0,017 \cdot X_1 + 0,015 \cdot X_2 - 0,107 \cdot X_1^2 - 0,016 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,057 \cdot X_2^2 + 0,017 \cdot X_1^2 \cdot X_2 + 0,042 \cdot X_1 \cdot X_2^2 + 0,094 \cdot X_1^2 \cdot X_2^2;$$

$$E'_{сж} / E^0_{сж} = 0,980 + 0,011 \cdot X_1 - 0,011 \cdot X_2 - 0,054 \cdot X_1^2 - 0,006 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,051 \cdot X_2^2 + 0,034 \cdot X_1^2 \cdot X_2 + 0,001 \cdot X_1 \cdot X_2^2 + 0,056 \cdot X_1^2 \cdot X_2^2.$$

Интерес вызывает сравнительное рассмотрение регрессионных уравнений, полученных после испытаний образцов, выдержанных на открытой площадке и в морской воде. Видно, что морская вода в большей степени понижает упругопрочностные показатели, при этом наблюдается большее изменение массосодер-



жения в сторону увеличения. Если рассматривать влияние факторов варьирования на изменение упруго-прочностных свойств, то они показывают, что в обоих вариантах испытания знаки коэффициентов X_1 и X_2 неодинаковые. Это означает, что первый фактор при переходе через нулевой уровень в сторону увеличения уменьшает оптимизируемые параметры, а второй увеличивает. По уравнениям регрессии были построены графики в изолиниях исследуемых показателей, которые приведены на рис. 2–5.

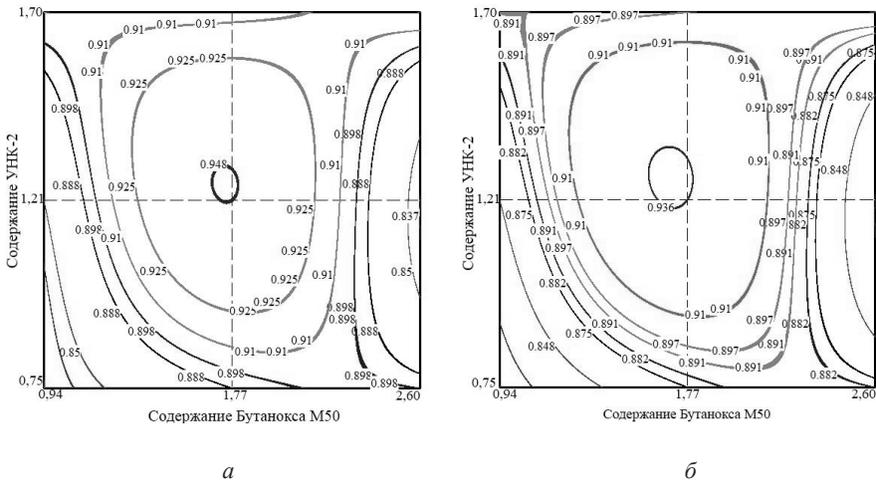


Рис. 2. Зависимости изменения коэффициента стойкости: *а* – при сжатии; *б* – изгибе образцов, выдержанных на открытой площадке Черноморского побережья

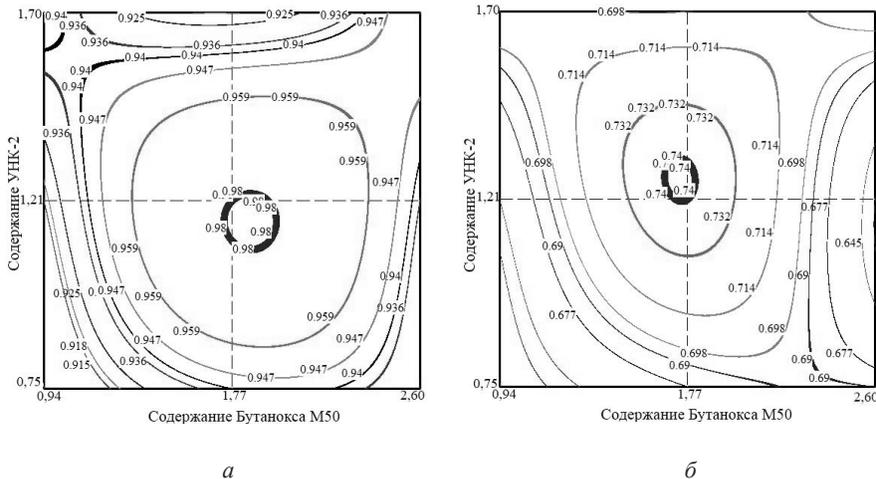


Рис. 3. Зависимости изменения коэффициента стойкости: *а* – по модулю упругости; *б* – массосодержания образцов, выдержанных на открытой площадке Черноморского побережья

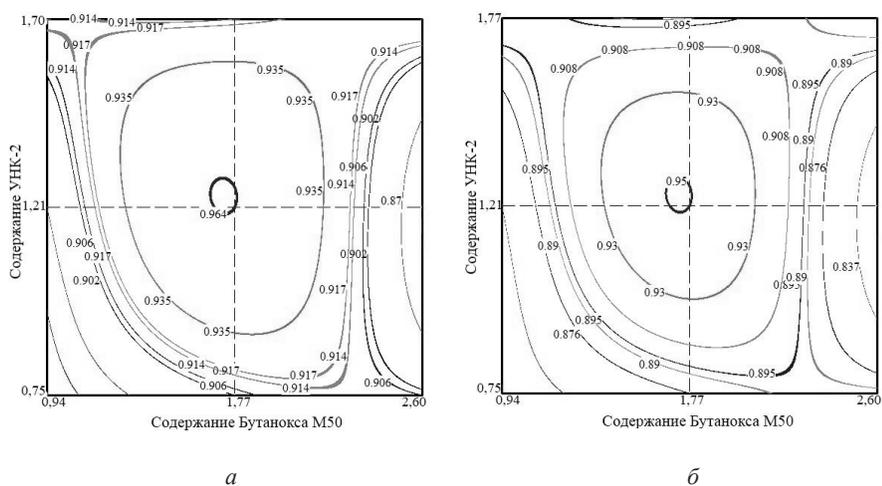


Рис. 4. Зависимости изменения: *a* – коэффициента стойкости при сжатии; *b* – изгибе образцов, выдержанных в морской воде

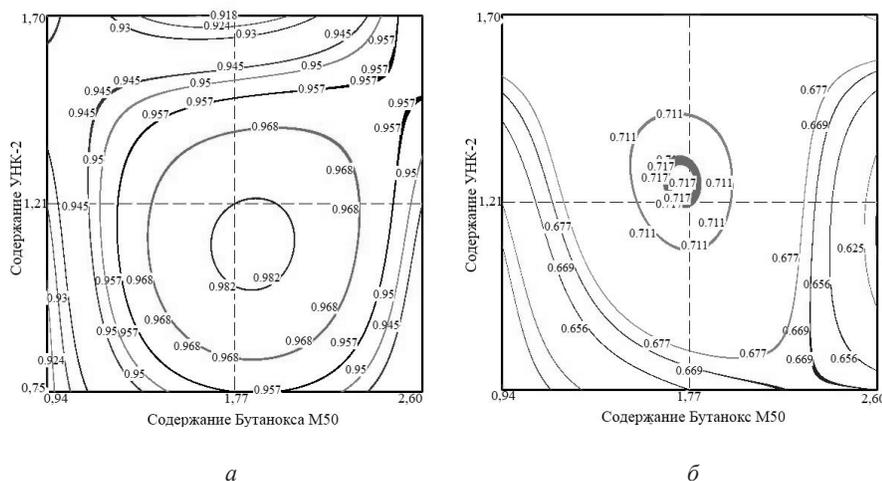


Рис. 5. Зависимости изменения коэффициента стойкости: *a* – по модулю упругости; *b* – массосодержания образцов, выдержанных в морской воде

Анализ графиков показывает: потеря прочности композитов составляет 15 %, что не является существенным. Поэтому можно сделать вывод, что полиэфирные композиты достаточно стойки к воздействию климатических агрессивных сред Черноморского побережья и морской воды. Графические зависимости позволяют выделить составы с наименьшим изменением физико-механических свойств композитов после выдерживания на открытой площадке Черноморского побережья и в морской воде. Наибольшую стойкость показали составы 1 и 9, которые содержат соответствующие компоненты в следующих пределах: полиэфирная смола ПН-609-21М – 100 мас. ч; отвердитель Бутанокс М50 – 1,77–2,6 мас. ч; ускоритель УНК-2 – 1,21–1,7 мас. ч.



Таким образом, в результате проведенных оптимизационных исследований получены составы с улучшенными упруго-прочностными свойствами и повышенной долговечностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бобрышев, А. Н. Физика и синергетика дисперсно-неупорядоченных конденсированных композитных систем / А. Н. Бобрышев, В. Т. Ерофеев, В. Н. Козомазов – Санкт-Петербург : Наука, 2012. – 476 с.
2. Каркасные строительные композиты. Ч. 2 / В. Т. Ерофеев, Н. И. Мищенко, В. П. Селяев, В. И. Соломатов. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 1995. – 200 с.
3. Каблов, Е. Н. Коррозия или жизнь / Е. Н. Каблов // Наука и жизнь. – 2012. – № 11. – С. 16–21.
4. Фурфураолацетоновые композиты каркасной структуры : монография / В. Т. Ерофеев, Д. А. Твердохлебов, К. В. Тармосин, А. Д. Богатов, В. В. Леснов, А. А. Коляшин, С. В. Казначеев. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2008. – 216 с.
5. Оптимизация составов биостойких эпоксидных композитов, отверждаемых аминофенольным отвердителем / В. Т. Ерофеев, А. В. Лазарев, А. Д. Богатов, С. В. Казначеев [и др.] // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – № 4 (26). – С. 218–227.
6. Ерофеев, В. Т. Дорожные битумоминеральные материалы на основе модифицированных битумов (Технология, свойства долговечность) : монография / В. Т. Ерофеев, Ю. М. Баженов, Ю. И. Калгин ; Мордов. гос. ун-т им. Н. П. Огарева ; Воронеж. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2009. – 273 с.
7. Исследование биологической стойкости эпоксидных покрытий / С. Н. Богатова, А. Д. Богатов, В. Т. Ерофеев [и др.] // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2011. – № 3. – С. 42–45.
8. Бобрышев, А. Н. Полимерные композиционные материалы : учеб. пособие / А. Н. Бобрышев, В. Т. Ерофеев, В. Н. Козомазов. – Москва : АСВ, 2013. – 473 с.
9. Армополимербетон в транспортном строительстве / под ред. В. И. Соломатова. – Москва : Транспорт, 1979. – 232 с.
10. Бажанова, М. Е. Исследование стойкости полимерных и металлополимерных трубопроводных материалов в условиях воздействия почвенных микроорганизмов / М. Е. Бажанова, В. Т. Ерофеев, А. Н. Бобрышев // Известия Юго-западного государственного университета. – 2011. – № 5-2 (38). – С. 415–421.
11. Оптимизация содержания компонентов винилэфирных композитов / В. Т. Ерофеев, Е. В. Волгина, С. В. Казначеев [и др.] // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 1. – С. 22–31.
12. Оптимизация содержания отверждающих компонентов в винилэфирных композитах / В. Т. Ерофеев, Е. В. Волгина, И. В. Ерыкалина. [и др.] // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2011. – № 5-2 (38). – С. 427–433.
13. Калгин, Ю. И. Разработка и исследование литого асфальтобетона на битумно-каучуковом вяжущем / Ю. И. Калгин, В. Т. Ерофеев // Строительные материалы. – 2007. – № 1. – С. 60–63.
14. Биологическое сопротивление материалов / В. И. Соломатов [и др.]. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2001. – 196 с.
15. Соломатов, В. И. Строительные биотехнологии и биокompозиты / В. И. Соломатов, В. Д. Черкасов, В. Т. Ерофеев. – Москва : МИИТ, 1998. – 165 с.
16. Бажанова, М. Е. Стойкость трубопроводных материалов в условиях воздействия почвенных микроорганизмов / М. Е. Бажанова, В. Т. Ерофеев // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2012. – № 1. – С. 31–33.
17. Богатова, С. Н. Долговечность ячеистого бетона на основе боя стекла / С. Н. Богатова, А. Д. Богатов, В. Т. Ерофеев // Промышленное и гражданское строительство. – 2011. – № 4. – С. 52–54.



18. Ерофеев, В. Т. Видовой состав микрофлоры, выделенной с полимерных композитов на основе эпоксидных смол в условиях влажного морского климата / Известия Казанского ГАСУ. – 2013. – № 2 (24). – С. 233–237.

19. Исследование биостойкости композитов на основе ненасыщенных полиэфирных смол / В. Т. Ерофеев, А. В. Кудимова, Е. А. Захарова [и др.] // Биоповреждения и биокоррозия в строительстве : материалы Третьей Междунар. науч.-техн. конф. / Рос. акад. архитектуры и строит. наук ; Мордов. ун-т. – Саранск, 2009. – С. 97–101.

20. Экономические потери от биодеструкции / С. М. Вдовин, Е. Н. Каблов, В. Т. Ерофеев, [и др.] // Композиционные строительные материалы. Теория и практика : сб. ст. Междунар. науч.-техн. конф. / под ред. В. И. Калашникова. – Пенза, 2015. – С. 21–29.

21. Исследование биостойкости битумных и полимербитумных композитов и видового состава микобиоты, выделенной с материалов, экспонированных в условиях влажного морского климата и после старения в морской воде / В. Т. Ерофеев, А. И. Сальникова, В. Ф. Смирнов [и др.] // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – 2015. – № 3(35). – С. 52–61.

22. Стойкость полимерных композитов на основе полиэфиракрилатной смолы в условиях влажного морского климата / В. Т. Ерофеев, А. В. Мышкин, Е. Н. Каблов, О. В. Старцев [и др.] // Региональная архитектура и строительство. – 2014. – № 3. – С. 5–12.

23. Каблов, Е. Н. Материалы нового поколения // Защита и безопасность. – 2014. – № 4. – С. 28–29.

24. Исследование долговечности битумных композитов в условиях переменной влажности, ультрафиолетового облучения и морской воды / В. Т. Ерофеев, А. И. Сальникова, Е. Н. Каблов [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12. – С. 254.

25. Соломатов, В. И. Химическое сопротивление материалов / В. И. Соломатов, В. П. Селяев, Ю. А. Соколова – Москва : РААСН, 2001. – 284 с.

26. Моисеев, Ю. В. Химическая стойкость полимеров в агрессивных средах / Ю. В. Моисеев, Г. Е. Заиков – Москва : Химия, 1979. – 288 с.

EROFEEV Vladimir Trofimovich¹, corresponding member of RAACS, doctor of technical sciences, dean of the department of architecture and civil engineering, professor, holder of the chair of construction materials and technologies; MERKULOV Dmitriy Alekseevich¹, postgraduate student of the chair of construction materials and technologies; KABLOV Evgeniy Nikolaevich², doctor of technical sciences, professor, director general; STARTSEV Oleg Vladimirovich², doctor of technical sciences, professor, deputy director for science of G. V. Akimov Gelendzhik climatic testing center; SMIRNOV Vasilij Filippovich³, doctor of biological sciences, head of the department of biological studies

STUDY OF CLIMATIC RESISTANCE OF POLYESTER COMPOSITES IN A HUMID MARITIME CLIMATE

¹ National Research Ogaryov Mordovia State University

68, Bolshevistskaya St., Saransk, 430005, Republic of Mordovia, Russia. Tel.: +7 (8342) 47-40-19; e-mail: dimamerkulov@bk.ru

²All-Russian Research Institute of Aviation Materials, State Research Center of the Russian Federation

17, Radio St., Moscow, 105005, Russia. Tel.: +7 (499) 261-86-77

³National Research Lobachevsky Nizhny Novgorod State University

23, Gagarina Ave., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 462-30-90

Key words: polymer composites, polyester resin grade PN-609-21M, initiator system, hardener Butanox M50, accelerator UNK-2, planning matrix, strength, modulus of elasticity, climate resistance.



The article presents the results of a study of resistance of polymer composites under conditions of wet maritime climate. Researches were carried out by methods of mathematical experiment planning. Quantitative content of a curing system (initiator and curing accelerator) in composites based on unsaturated polyester resin grade PN-609-21M was optimized. Durability was assessed by changes in compression and flexural strength, modulus of elasticity and mass content. As a result of research, composite formulations of increased resistance were obtained when exposed to humid maritime climate of the Black Sea coast and sea water.

REFERENCES

1. Bobryshev A. N., Erofeev V. T., Kozomazov V. N. Fizika i sinergetika dispersno-neuporyadochennykh kondensirovannykh kompozitnykh sistem [Physics and synergetics of dispersion-disordered condensed composite systems]. Saint-Petersburg. Nauka, 2012. 476 p.
2. Erofeev V. T., Mischenko N. I., Selyaev P. V., Solomatov V. I. Karkasnye stroitelnye kompozity. Chast 2 [Frame construction composites. Part 2]. Saransk. Izd-vo Mordov. un-ta, 1995. 200 p.
3. Kablov E. N. Koroziya ili zhizn [Corrosion or life]. Nauka i zhizn [Science and life]. 2012, № 11. P. 16–21.
4. Erofeev V. T., Tverdokhlebov D. A., Tarmosin K. V., Bogatov A. D., Lesnov V. V., Konyashin A. A., Kaznacheev S. V. Furfuratsetonovye kompozity karkasnoy struktury [Furfuraceous composites of frame structure]. Saransk. Izd-vo Mordov. un-ta, 2008. 216 p.
5. Erofeev V. T., Lazarev A. V., Bogatov A. D., Kaznacheev S. V., Smirnov V. F., Khudyakov V. A. Optimizatsiya sostavov biostoykikh epoksidnykh kompozitov, otverzhdaemykh aminofenolnym otverдителем [Optimization of the composition of biologically stable epoxy composites, cured with aminophenol hardener]. Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta [Proceedings of Kazan State University of Architecture and Civil Engineering]. 2013. № 4 (26). P. 218–227.
6. Erofeev V. T., Bazhenov Yu. M., Kalgin Yu. I. Dorozhnye bitumomineralnye materialy na osnove modifitsirovannykh bitumov (Tekhnologiya, svoystva, dolgovechnost) [Road bitumen-mineral materials based on modified bitumen (Technology, properties, durability)]. Mordov. gos. un-t im. N. P. Ogaryova ; Voronezh. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Saransk. Izd-vo Mordov. un-ta. Saransk, 2009. 273 p.
7. Bogatova S. N., Bogatov A. D., Erofeev V. T., Kaznacheev S. V., Zakharova E. A. Issledovanie biologicheskoy stoykosti epoksidnykh pokrytiy [Investigation of biological resistance of epoxy coating]. Lakokrasochnye materialy i ikh primenenie [Coating materials and their application]. 2011. № 3. P. 42–45.
8. Bobryshev A. N., Erofeev V. T., Kozomazov V. N. Polimernye kompozitsionnye materialy [Polymer composite materials]. Moscow, ASV, 2013. 473 p.
9. Armopolimerbeton v transportnom stroitelstve [Reinforced polymer concrete in transport construction], pod red. V. I. Solomatova. Moscow. Transport, 1979. 232 p.
10. Bazhanova M. E., Erofeev V. T., Bobryshev A. N. Issledovanie stoykosti polimernykh i metallopolimernykh truboprovodnykh materialov v usloviyakh vozdeystviya pochvennykh mikroorganizmov [The study of stability of polymeric and metal-polymeric pipe materials exposed to soil microorganisms]. Izvestiya Yugo-zapadnogo gosudarstvennogo universiteta [Proceedings of Southwest State University]. 2011. № 5-2 (38). P. 415–421.
11. Erofeev V. T., Volgina E. V., Kaznacheev S. V., Bogatov A. D., Rykalin I. V. Optimizatsiya soderzhaniya komponentov vinilefirnykh kompozitov [Optimization of the component content of vinyl ester composites]. Regionalnaya arkhitektura i stroitelstvo [Regional architecture and construction]. 2012. № 1. P. 22-31.
12. Erofeev V. T., Volgina E. V., Erykalina I. V., Kaznacheev S. V. Optimizatsiya soderzhaniya otverzhdayuschikh komponentov v vinilefirnykh kompozitakh [Optimization of the content of curing components in vinyl ester composites]. Izvestiya Yugo-zapadnogo gosudarstvennogo universiteta [Proceedings of Southwest State University]. 2011. № 5-2 (38). P. 427–433.
13. Kalgin Yu. I., Erofeev V. T. Razrabotka i issledovanie litogo asfaltobetona na bitumno-kauchukovom vyazhuschem [Research and development of mastic asphalt concrete based on bitumen-rubber binder]. Stroitelnye materialy [Building materials]. 2007. № 1. P. 60–63.



14. Solomatov V. I., et al. Biologicheskoe soprotivlenie materialov [Biological resistance of materials]. Saransk. Izd-vo Mordov. un-ta. 2001. 196 p.

15. Solomatov V. I., Cherkasov V. D., Erofeev V. T. Stroitelnye biotekhnologii i biokompozity [Construction biotechnology and biocomposites]. Moscow. Mosk. gos. un-t putey soobscheniya, 1998. 165 p.

16. Bazhanova M. E., Erofeev V. T. Stoykost truboprovodnykh materialov v usloviyakh vozdeystviya pochvennykh mikroorganizmov [Resistance of pipe materials under the impact of soil microorganisms]. Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V. G. Shukhova [Bulletin of Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov]. 2012, № 1. P. 31–33.

17. Bogatova S. N., Bogatov A. D., Erofeev V. T. Dolgovechnost yacheistogo betona na osnove boya stekla [Durability of cellular concrete on the basis of glass breakage]. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo [Industrial and Civil Engineering]. 2011. № 4. P. 52–54.

18. Erofeev V. T. Vidovoy sostav mikroflory, vydelennoy s polimernykh kompozitov na osnove epoksidnykh smol v usloviyakh vlazhnogo morskogo klimata [Species composition of microflora isolated from polymer composites based on epoxy resins in the humid marine climate]. Izvestiya Kazanskogo GASU [Bulletin of the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering]. № 2 (24). 2013. P. 233–237.

19. Erofeev V. T., Kudimova A. V., Zakharova E. A., et al. Issledovanie biostoykosti kompozitov na osnove nenasychennykh poliefirnykh smol [Study of decay resistance of composites based on unsaturated polyester resin]. Biopovrezhdeniya i biokorozhiya v stroitelstve [Biodeterioration and biological corrosion in construction]: materialy Tret'ey Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. Ros. akad. arkhitektury i stroit. nauk. Mordov. un-t. Saransk. 2009. P. 97–101.

20. Vdovin S. M., Kablov E. N., Erofeev V. T., Startsev O. V., Svetlov D. A., Bogatov A. D., Dergunova A. V. Ekonomicheskie poteri ot biodestruktsii [Economic losses from biodegradation]. Kompozitsionnye stroitelnye materialy. Teoriya i praktika [Composite building materials. Theory and practice]. Sb. st. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. pod red. V. I. Kalashnikova. Penza, 2015. P. 21–29.

21. Erofeev V. T., Salmikova I. A., Smirnov V. F., Kablov E. N., Startsev O. V., Smirnova O. N., Zakharova E. A., Varchenko E. A. Issledovanie biostoykosti bitumnykh i polimerbitumnykh kompozitov i vidovogo sostava mikrobioty, vydelennoy s materialov, eksponirovannykh v usloviyakh vlazhnogo morskogo klimata i posle stareniya v morskoy vode [Investigation of biostability of bituminous and polymer modified composites and species composition of mycobiota isolated from materials exposed in a humid marine climate and after ageing in sea water]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. 2015. № 3 (35). P. 52–61.

22. Erofeev V. T., Myshkin V. A., Kablov E. N., Startsev O. V., Smirnov V. F., Smirnova O. N. Stoykost polimernykh kompozitov na osnove poliefirakrilatnoy smoly v usloviyakh vlazhnogo morskogo klimata [Resistance of polymer composites based on polyester acrilate resin in humid marine climate]. Regionalnaya arkhitektura i stroitelstvo [Regional architecture and construction]. 2014. № 3. P. 5–12.

23. Kablov E. N. Materialy novogo pokoleniya [A new generation of materials]. Zashchita i bezopasnost [The Protection and Security]. 2014, № 4. P. 28–29.

24. Erofeev V. T., Salmikova I. A., Kablov E. N., Startsev O. V., Varchenko A. E. Issledovanie dolgovechnosti bitumnykh kompozitov v usloviyakh peremennoy vlazhnosti, ultrafioletovogo oblucheniya i morskoy vody [Study of durability of bituminous composites in conditions of variable humidity, UF radiation and sea water]. Fundamentalnye issledovaniya [Fundamental research]. 2014. № 12. P. 254.

25. Solomatov V. I., Selyaev V. P., Sokolova Yu. A. Khimicheskoe soprotivlenie materialov [Chemical resistance of materials]. Moscow. RAASN, 2001. 284 p.

26. Moiseev Yu. V., Zaikov G. E. Khimicheskaya stoykost polimerov v agressivnykh sredakh [Chemical resistance of polymers in aggressive media]. Moscow. Khimiya, 1979. 288 p.

© В. Т. Ерофеев, Д. А. Меркулов, Е. Н. Каблов, О. В. Старцев, В. Ф. Смирнов, 2016
Получено: 14.11.2016 г.



УДК 691.16

М. А. ЛИКОМАСКИНА, аспирант кафедры строительных материалов и технологий; **М. С. АЛНАИФ**, магистрант кафедры строительных материалов и технологий

ИССЛЕДОВАНИЕ ТВЕРДОСТИ И МОДУЛЯ ДЕФОРМАЦИИ БИТУМНЫХ КОМПОЗИТОВ ПОСЛЕ ВЫДЕРЖИВАНИЯ В БИОЛОГИЧЕСКИ АГРЕССИВНОЙ СРЕДЕ

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

Россия, 430005, г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68. Тел.: (8342) 48-25-64; эл. почта: der-general@adm.mrsu.ru

Ключевые слова: битумные композиты, долговечность, биостойкость, старение, модуль деформации, твердость.

Представлены и проанализированы результаты испытаний, проведенных на консистометре Гепплера битумных композитов, выдержанных в биологической среде в течение 6 месяцев. Получены показатели твердости и модуля упругости материалов. Установлено существенное влияние первоначальных свойств исходных материалов, входящих в состав битумных композитов и технологии изготовления образцов на полученные в ходе испытаний показатели. Выявлены зависимости изменения твердости и модуля упругости до и после биовоздействия у плотных и пористых асфальтовых материалов.

В России самым распространенным строительным материалом, который применяется при возведении магистральных, городских, аэродромных, дорожных, гидротехнических, мостовых, промышленных, жилищно-гражданских и иных зданий и сооружений, кровельных и других покрытий является асфальтобетон, получаемый в результате отвердевания уплотненной рационально подобранной смеси, состоящей из асфальтового вяжущего вещества и заполняющих минеральных компонентов. При отсутствии в смеси крупного заполнителя – щебня или гравия – получаемый строительный конгломерат именуется песчаным асфальтом или асфальтовым раствором [1–5].

Асфальтобетонные покрытия во время эксплуатации, наряду с физическими и химическими воздействиями, подвергаются микробиологическим повреждениям [6]. Целью настоящих исследований является определение твердости и модуля упругости образцов из битумных композитов, выдержанных в биологически агрессивной среде в лабораторных условиях в течение 6 месяцев. Для испытаний были изготовлены песчаные асфальтобетонные образцы-балочки, размером 1,0×1,0×3,0 см [7] из составов, приведенных в табл. 1. Процентный состав компонентов каждой асфальтобетонной смеси подбирался в соответствии с ГОСТ 9128–97 [8]. Физико-механические свойства и устойчивость асфальтобетонных составов при воздействии на них различных микроорганизмов подробно представлены в докладе «Исследование биологической стойкости песчаных асфальтобетонов» для международных академических чтений «Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения» [9].

При проведении исследований применялись следующие материалы: в качестве мелкого заполнителя – природный песок карьера Смольный по ГОСТ 8735-88 (песок мелкий I класса) с истинной плотностью – 2,6 г/см³ и насыпной плот-

**К СТАТЬЕ М. А. ЛИКОМАСКИНОЙ, М. С. АЛНАИФА
«ИССЛЕДОВАНИЕ ТВЕРДОСТИ И МОДУЛЯ ДЕФОРМАЦИИ
БИТУМНЫХ КОМПОЗИТОВ ПОСЛЕ ВЫДЕРЖИВАНИЯ В
БИОЛОГИЧЕСКИ АГРЕССИВНОЙ СРЕДЕ»**

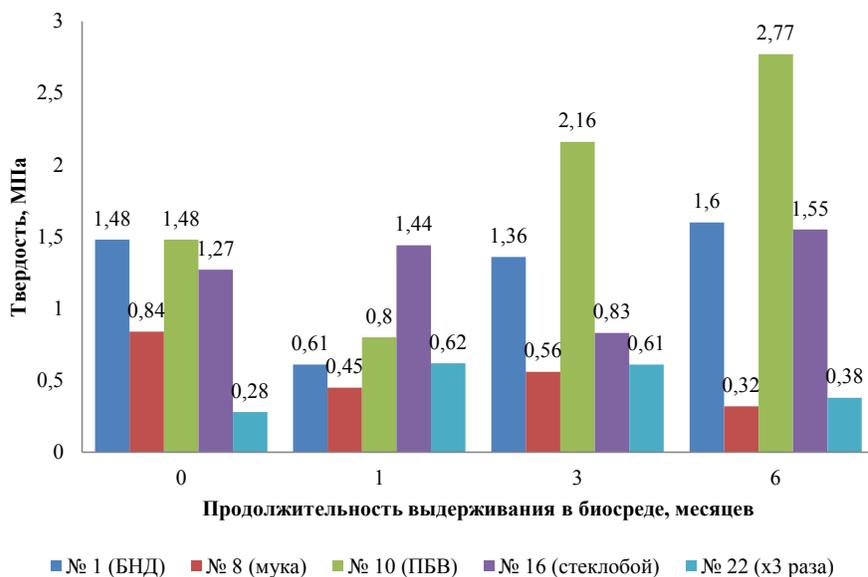


Рис. 1. Изменение твердости плотных асфальтобетонных смесей типа Г (1-й вариант) после воздействия биосреды

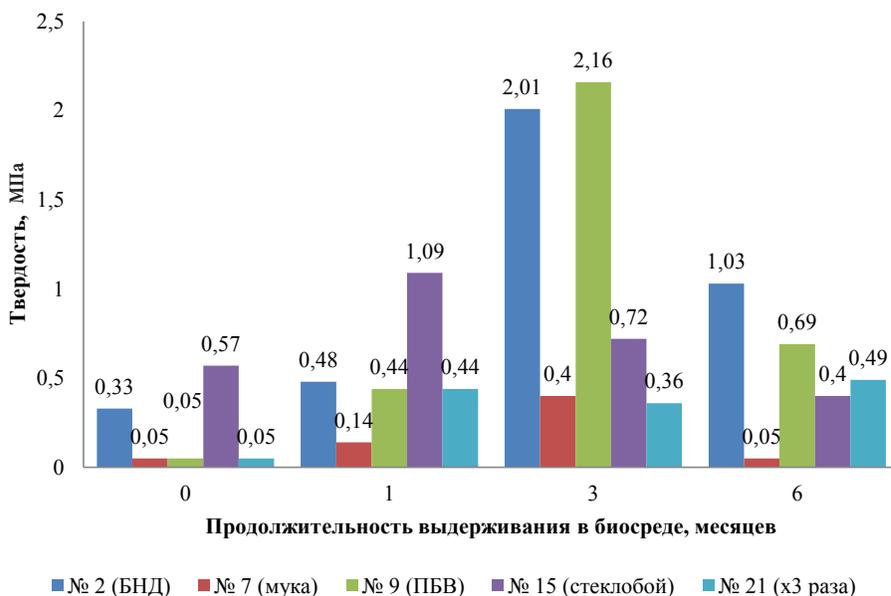


Рис. 2. Изменение твердости высокопористых песчаных асфальтобетонных смесей (1-й вариант) после воздействия биосреды

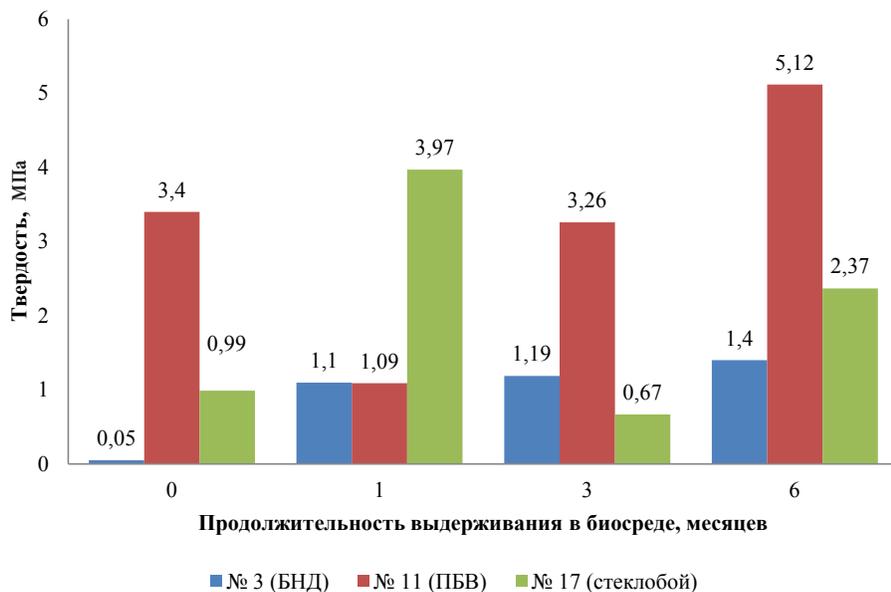


Рис. 3. Изменение твердости плотных асфальтобетонных смесей типа Г (2-й вариант) после воздействия биосреды

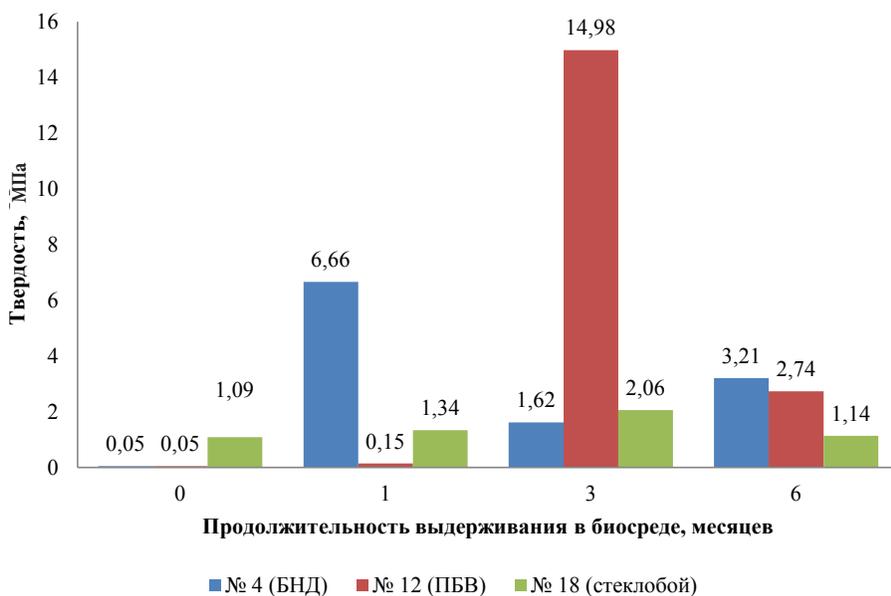


Рис. 4. Изменение твердости высокопористых песчаных асфальтобетонных смесей (2-й вариант) после воздействия биосреды

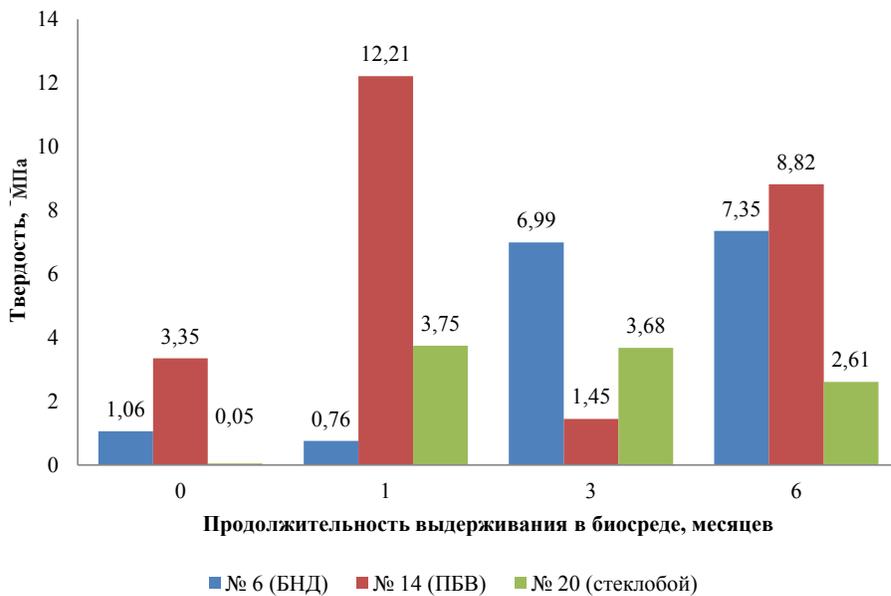


Рис. 5. Изменение твердости плотных асфальтобетонных смесей типа Д (3-й вариант) после воздействия биосреды

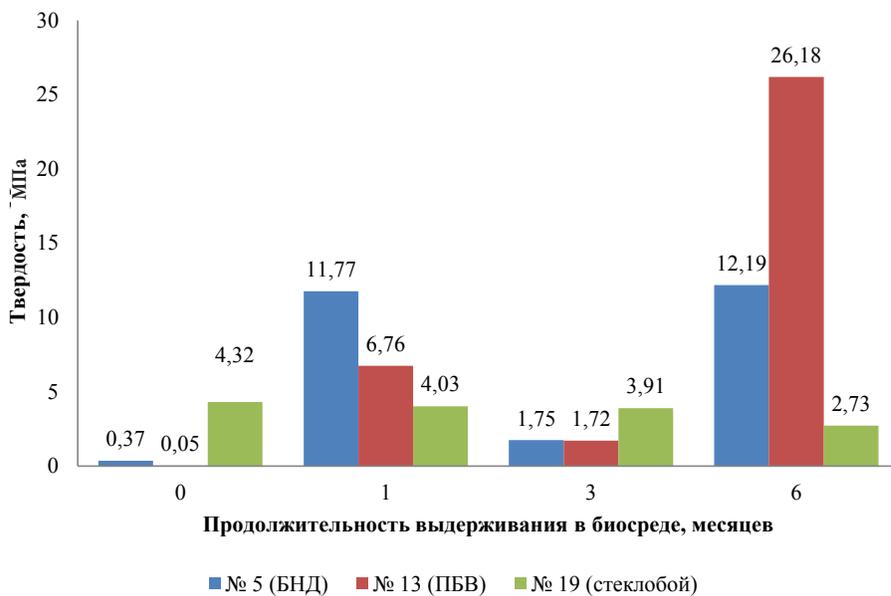


Рис. 6. Изменение твердости высокопористых песчаных асфальтобетонных смесей (3-й вариант) после воздействия биосреды

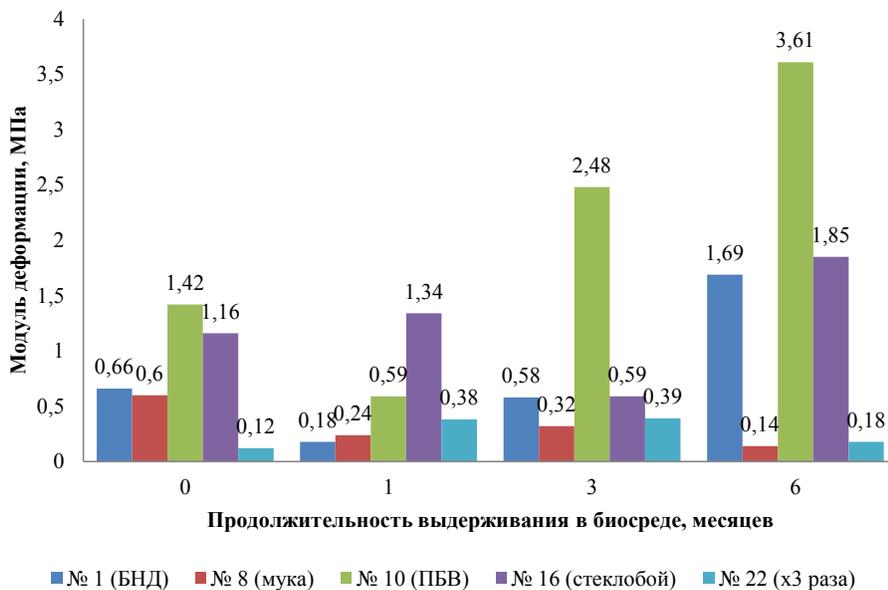


Рис. 7. Изменение модуля деформации плотных асфальтобетонных смесей типа Г (вариант 1) после воздействия биосреды

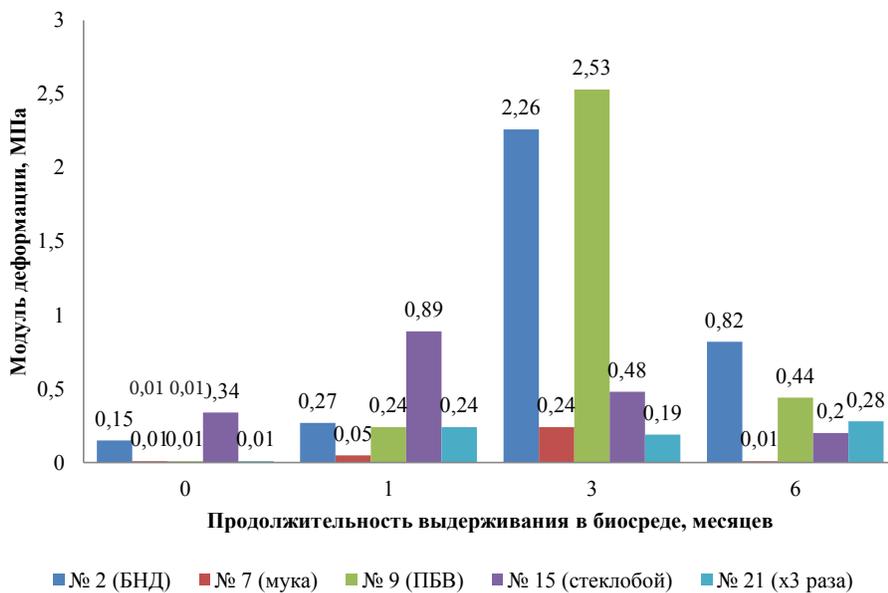


Рис. 8. Изменение модуля деформации высокопористых песчаных асфальтобетонных смесей (вариант 1) после воздействия биосреды

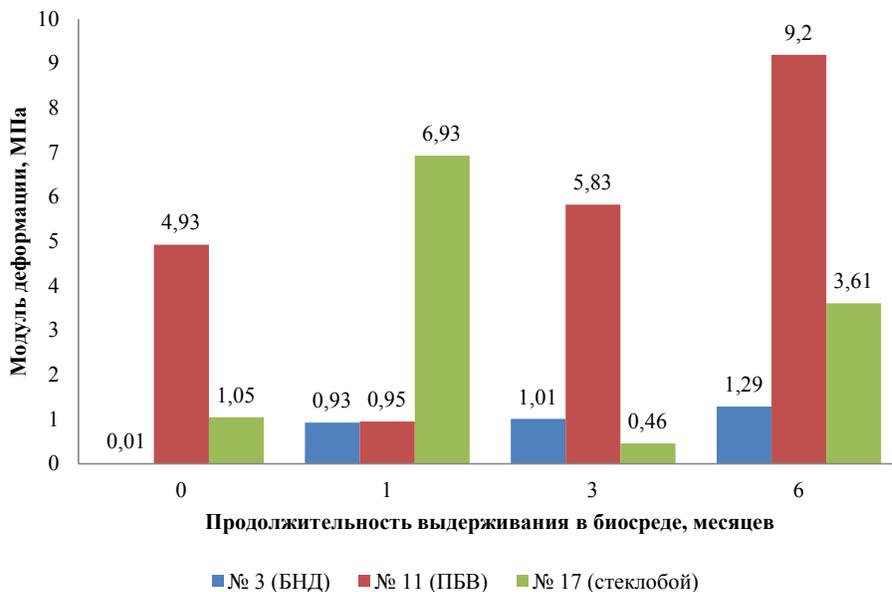


Рис. 9. Изменение модуля деформации плотных асфальтобетонных смесей типа Г (вариант 2) после воздействия биосреды

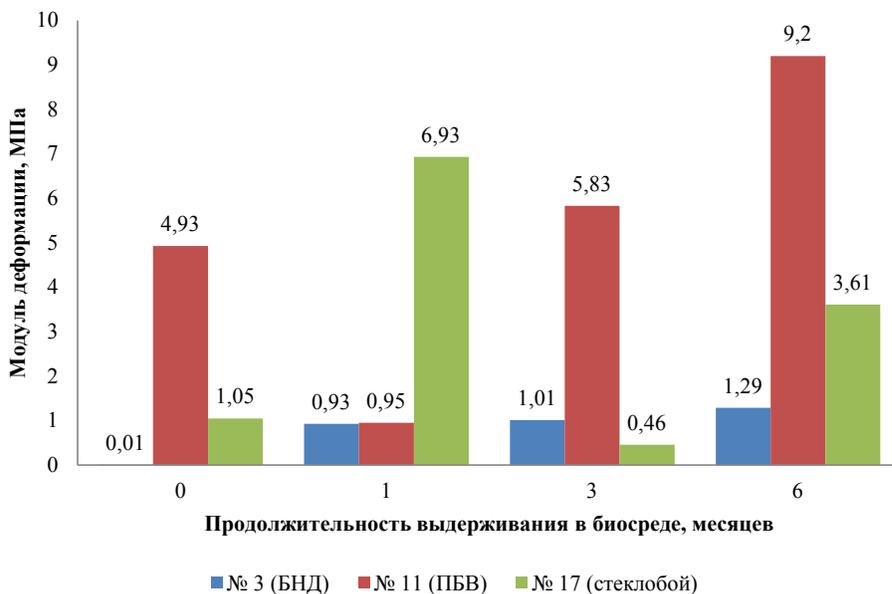


Рис. 10. Изменение модуля деформации высокопористых песчаных асфальтобетонных смесей (вариант 2) после воздействия биосреды

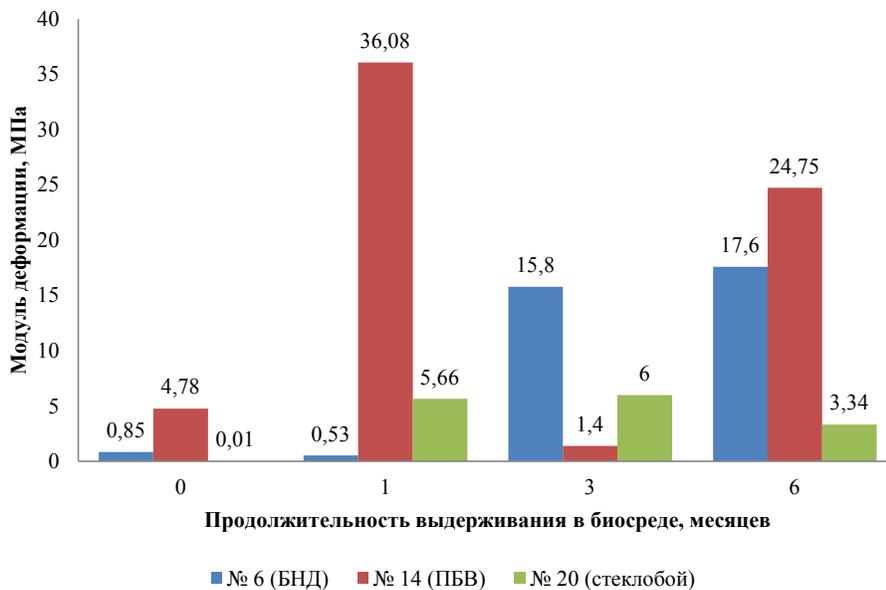


Рис. 11. Изменение модуля деформации плотных асфальтобетонных смесей типа Д (вариант 3) после воздействия биосреды

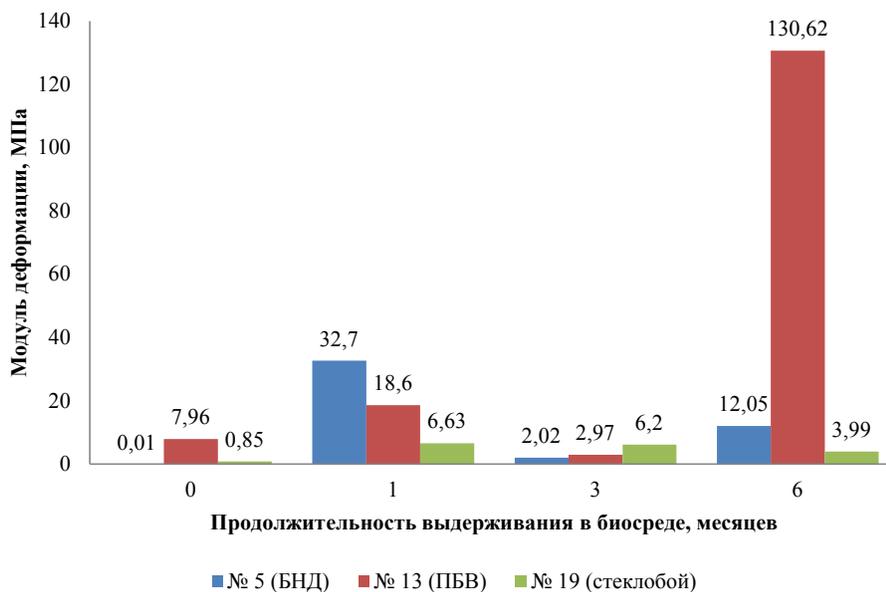


Рис. 12. Изменение модуля деформации высокопористых песчаных асфальтобетонных смесей (вариант 3) после воздействия биосреды



ностью – 1,28 г/см³ (Ичалковский р-н, п. Смольный), песок из отсевов дробления по ГОСТ 8735-88 (песок крупный II класса) с истинной плотностью – 2,81 г/см³ и насыпной плотностью – 1,67 г/см³ (ООО «Иссинский комбинат строительных материалов», п. г. т. Исса), неактивированный минеральный порошок МП-1 из карбонатных пород с истинной плотностью – 2,71 г/см³ и средней плотностью – 1,71 г/см³ по ГОСТ Р 52129-2003 (ООО «Иссинский комбинат строительных материалов», п. г. т. Исса), стеклобой (отход производства стекла Саранского электролампового завода); битум марки БНД 60/90 по ГОСТ 22245-90 (ОАО «Лукойл-Нижегороднефтеоргсинтез», г. Кстово).

Таблица 1

Содержание компонентов в асфальтобетонных смесях

Номер состава	Содержание составляющих компонентов в составах, масс, %						
	Природный песок	Песок из отсевов дробления	Минеральный порошок	Мука	Стекло	БНД 60/90, сверх 100 %	ПБВ, сверх 100 %
1	87	-	13	-	-	12	-
2	87	-	13	-	-	8	-
3	60	34	6	-	-	10	-
4	60	34	6	-	-	6	-
5	25	69	6	-	-	6	-
6	25	69	6	-	-	10	-
7	87	-	-	13	-	8	-
8	87	-	-	13	-	12	-
9	87	-	13	-	-	-	8
10	87	-	13	-	-	-	12
11	60	34	6	-	-	-	10
12	60	34	6	-	-	-	6
13	25	69	6	-	-	-	6
14	25	69	6	-	-	-	10
15	87	-	-	-	13	8	-
16	87	-	-	-	13	12	-
17	60	34	-	-	6	10	-
18	60	34	-	-	6	6	-
19	25	69	-	-	6	6	-
20	25	69	-	-	6	10	-
21	87	-	13	-	-	8	-
22	87	-	13	-	-	12	-

Различное содержание нефтяного битума было назначено для определения влияния структуры асфальтобетона на изменение его свойств в процессе биодеструкции. Поведение асфальтобетонных составов в условиях воздействия мицелиальных грибов и бактерий практически не исследовано. Нами проводились исследования физико-механических характеристик асфальтобетонов различных составов после выдерживания в биологически агрессивной среде. Все образцы



были разделены на четыре группы. Образцы первой группы выступали в качестве контрольных, второй – выдерживались в биологической среде микроорганизмов один месяц, третьей – выдерживались в биологической среде микроорганизмов три месяца, четвертой – выдерживались в биологической среде микроорганизмов полгода. Оценивалось изменение физико-механических характеристик асфальтобетонных образцов после воздействия мицелиальных грибов по сравнению с контрольными того же состава.

Исследовалось изменение показателя твердости материала через 15 мин. после приложения нагрузки Т15. Испытания материалов проводились с использованием консистометра Гепплера. Этот метод основан на измерении скорости погружения шарика, насаженного на стержень, в испытуемом материале под действием заданной нагрузки напряжения сдвига [10]. Показатели модуля деформации и твердости асфальтобетонных образцов представлены в табл. 2 и отображены на рис. 1–12 цв. вклейки.

Таблица 2

**Модуль деформации и твердость асфальтобетонных образцов
до и после выдерживания в биосреде**

Номер состава	Твердость, МПа				Модуль деформации, МПа				Тип асфальтобетона
	продолжительность выдерживания в биосреде, месяц								
	0	1	3	6	0	1	3	6	
1	1,48	0,61	1,36	1,6	0,66	0,18	0,58	1,69	Плотная а/б смесь типа Г
8	0,84	0,45	0,56	0,32	0,6	0,24	0,32	0,14	
10	1,48	0,8	2,16	2,77	1,42	0,59	2,48	3,61	
16	1,27	1,44	0,83	1,55	1,16	1,34	0,59	1,85	
22	0,28	0,62	0,61	0,38	0,12	0,38	0,39	0,18	
2	0,33	0,48	2,01	1,03	0,15	0,27	2,26	0,82	Высокопористая песчаная а/б смесь
7	0,05	0,14	0,4	0,05	0,01	0,05	0,24	0,01	
9	0,05	0,44	2,16	0,69	0,01	0,24	2,53	0,44	
15	0,57	1,09	0,72	0,4	0,34	0,89	0,48	0,2	
21	0,05	0,44	0,36	0,49	0,01	0,24	0,19	0,28	
3	0,05	1,1	1,19	1,4	0,01	0,93	1,01	1,29	Плотная а/б смесь типа Г
11	3,4	1,09	3,26	5,12	4,93	0,95	5,83	9,2	
17	0,99	3,97	0,67	2,37	1,05	6,93	0,46	3,61	
4	0,05	6,66	1,62	3,21	0,01	16,04	1,62	4,51	Высокопористая песчаная а/б смесь
12	0,05	0,15	14,98	2,74	0,01	0,06	65,74	3,98	
18	1,09	1,34	2,06	1,14	0,99	1,53	2,4	0,98	
5	0,37	11,77	1,75	12,19	0,23	32,7	2,02	12,05	Высокопористая песчаная а/б смесь
13	0,05	6,76	1,72	26,18	0,01	18,6	2,97	130,62	
19	4,32	4,03	3,91	2,73	7,96	6,63	6,2	3,99	
6	1,06	0,76	6,99	7,35	0,85	0,53	15,8	17,6	Плотная а/б смесь типа Д
14	3,35	12,21	1,45	8,82	4,78	36,08	1,4	24,75	
20	0,05	3,75	3,68	2,61	0,01	5,66	6,0	3,34	



По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы. Контрольные составы асфальтобетонных смесей: № 1–6, приготовленные с использованием чистого битума; составы № 9–14 на полимерно-битумном вяжущем; составы № 15–20, в которых в качестве минерального порошка использовался стеклбой – показали значительное изменение своих первоначальных физико-механических свойств. После 1-го месяца пребывания в биосреде наблюдается снижение твердости. При дальнейшем выдерживании образцов в биосреде в течение 3 и 6 месяцев, наблюдается повышение показателей твердости, что указывает на изменение пластичности материала, то есть продукты метаболизма бактерий оказывают разрушающее воздействие на смесь, что приводит к ухудшению первоначальных деформативных (пластических) свойств асфальтобетона.

Показатели твердости составов № 21, 22 (высокопористая песчаная асфальтобетонная смесь и плотная асфальтобетонная смесь типа Г соответственно), формовавшиеся под нагрузкой, в 3 раза превышающей нормативную, показали прочностные характеристики намного ниже первоначальных составов № 1, 2 на чистом битуме и составов № 9, 10 на полимерно-битумном вяжущем. Это указывает на то, что переуплотнение смеси в составах № 21, 22 ведет к потере прочностных характеристик материала, по сравнению с контрольными составами № 1, 2 соответственно в 2 раза.

Таким образом, можно отметить существенное влияние отклонения от технологии приготовления и непосредственно первоначальных свойств материалов, входящих в состав асфальтобетонной смеси. При этом модель поведения образцов асфальтобетона до и после биовоздействия приблизительно одинакова у плотных и пористых смесей, приведенных выше песчаных составов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гезенцев, Л. Б. Дорожный асфальтобетон / Л. Б. Гезенцев, Н. В. Горелышев, А. М. Богуславский. – Москва : Транспорт, 1985. – 350 с.
2. Горелышев, Н. В. Асфальтобетон и другие битумо-минеральные материалы / Н. В. Горелышев. – Москва : Терра, 1995. – 176 с.
3. Золотарев, В. А. Долговечность дорожных асфальтобетонов / В. А. Золотарев. – Харьков : Выш. шк., 1977. – 155 с.
4. Руденский, А. В. Дорожные асфальтобетонные покрытия / А. В. Руденский. – Москва : Транспорт, 1992. – 255 с.
5. Рыбьев, И. А. Строительное материаловедение : учеб. пособие для строит. вузов / И. А. Рыбьев. – Москва : Выш. шк., 2003. – 701 с.
6. Дорожные битумо-минеральные материалы на основе модифицированных битумов (технология, свойства, долговечность) : монография / В. Т. Ерофеев, Ю. М. Баженов, Ю. И. Калгин [и др.]. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2009. – 276 с.
7. Пат. 2593065, МПК В22С9/0, G01N33/38. Форма для изготовления асфальтобетонных образцов / В. Т. Ерофеев, А. И. Сальникова, А. И. Ликомаскин [и др.]. – Заявитель и патентообладатель : Мордов. гос. ун-т им. Н. П. Огарева. – 2014151065/02 ; заявл. 16.12.2014 ; опубл. 27.07.2016.
8. ГОСТ 9128–2009. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. Методы испытаний [Электронный ресурс]. – Режим доступа : КонсультантПлюс. Техн. нормы и правила.
9. Ликомаскина М. А. Исследование биологической стойкости песчаных асфальтобетонов / М. А. Ликомаскина // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения. Материалы междунар. академ. чтений. Курск. гос. ун-т. – 2016. – № 10. – С. 145–149.
10. Кононов, И. С. Определение вязкости наполненных полимерных композиций на консистометре Гепплера / И. С. Кононов, Е. А. Кукарина. – Бийск, 2007. – 13 с.



LIKOMASKINA Mayya Alekseevna, postgraduate student of the chair of building materials and technologies; ALNAIF Murtada Sadek Radi, postgraduate student of the chair of building materials and technologies

STUDY OF TOUGHNESS AND DEFORMATION MODULUS OF BITUMEN COMPOSITES AFTER AGING IN BIOLOGICALLY AGGRESSIVE ENVIRONMENT

Ogarev Mordovia State University

68, Bolshevistskaya St., Saransk, 430005, Russia. Tel.: +7 (8342) 48-25-64;

e-mail: dep-general@adm.mrsu.ru

Key words: bitumen composites, durability, biostability, aging, deformation modulus, toughness.

The article presents and analyzes the results of tests of bituminous composites aged in a biological environment for 6 months carried out on the Geppler consistometer. Hardness indices and modulus of elasticity of materials are obtained. The essential influence of initial properties of raw materials the bituminous composites consist of and technology of sample manufacture on the values obtained in the course of the tests is identified. The dependences of changes in hardness and elastic modulus of dense and porous asphalt materials before and after bio-influence are established.

REFERENCES

1. Gezentsvey L. B., Gorelyshev N. V., Boguslavskiy A. M. Dorozhnyy asfaltobeton [Road asphalt concrete]. Transport, 1985, 350 p.
2. Gorelyshev N. V. Asfaltobeton i drugie bitumomineralnye materialy [Asphalt concrete and other bituminous materials]. Terra, 1995, 176 p.
3. Zolotaryov V. A. Dolgovechnosti dorozhnykh asfaltobetonov [Durability of road asphalt concretes]. Kharkov, Vyssh. shk., 1977, 155 p.
4. Rudenskiy A. V. Dorozhnye asfaltobetonnye pokrytiya [Road asphalt concrete coating]. Transport, 1992, 255 p.
5. Ryb'ev I. A. Stroitelnoe materialovedenie : ucheb. posobie dlya stroit. vuzov [Construction Materials: a manual for building schools]. Moscow, Vyssh. shk., 2003, 701 p.
6. Erofeev V. T., Bazhenov Yu. M., Kalgin Yu. I., et al. Dorozhnye bitumomineralnye materialy na osnove modifitsirovannykh bitumov (tekhnologiya, svoystva, dolgovechnost) [Road bituminous materials based on modified bitumen (technology, properties, durability)]. Saransk, Izd-vo Mordov. un-ta, 2009, 276 p.
7. Erofeev V. T., Salnikova A. I., Likomaskina A. I., et al. Pat. 2593065, MPK V22S9/0, G01N33/38. Forma dlya izgotovleniya asfaltobetonnykh obraztsov [Mould for manufacture of asphalt concrete samples]. Zayavitel i patentoobladatel: Mordov. gos. un-t im. N. P. Ogaryova. 2014151065/02; zayavl. 16.12.2014; opubl. 27.07.2016.
8. GOST 9128–2009. Smesi asfaltobetonnye dorozhnye, aerodromnye i asfaltobeton. Tekhnicheskie usloviya. Metody ispytaniy [Asphaltic concrete mixtures for roads and aerodromes and asphaltic concrete. Specifications. Test methods]. [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa : KonsultatntPlyus. Tekhn. normy i pravila.
9. Likomaskina M. A. Issledovanie biologicheskoy stoykosti peschanykh asfaltobetonov [Research of biological stability of sand asphalt concrete]. Bezopasnost stroitel'nogo fonda Rossii. Problemy i resheniya [Security of the building foundation of Russia. Problems and solutions]. Materialy mezhdunar. akadem. chteniy. – Kursk. gos. un-t. 2016. № 10. P. 145–149.
10. Kononov I. S., Kukarina E. A. Opredelenie vyazkosti napolnennykh polimernykh kompozitsiy na konsistometre Gepplera [Determination of viscosity of filled polymer compositions on Geppler consistometer]. Biysk, 2007, 13 p.

© М. А. Ликомаскина, М. С. Алнаиф, 2016

Получено: 14.11.2016 г.



УДК 625.878.06

С. Н. ШАБАЕВ, канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой автомобильных дорог и городского кадастра

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА МОДИФИКАЦИИ БИТУМОВ РЕЗИНОВОЙ КРОШКОЙ

ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

Россия, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28. Тел.: (3842) 39-63-22; эл. почта: shabaev81@rambler.ru

Ключевые слова: мицеллы, технология получения, резинобитумное вяжущее, температура, модификация.

Предложена теория растворения резиновой крошки из переработанных автомобильных шин в среде битума и пластификатора. Проанализированы результаты и сделаны выводы по технологии получения вяжущего, температуре, времени и методах получения композита. Установлены теоретические зависимости набухания резиновой крошки и производства резинобитумного вяжущего.

Модификация битумов различными полимерами с целью улучшения их физико-химических свойств находит все большее распространение. На сегодняшний день в Российской Федерации введены в действие нормативные документы [1, 2], регламентирующие применение модифицированных битумных вяжущих и асфальтобетонных смесей на основе блоксополимеров типа стирол-бутадиен-стирол (полимерно-битумные вяжущие и полимерасфальтобетонные смеси). Этому способствовало проведение большого количества исследований, а также положительный опыт эксплуатации покрытий из полимерасфальтобетонных смесей как в России, так и за рубежом.

Между тем существует большое количество других полимеров для модификации битума, одним из которых является резиновая крошка изношенных автомобильных шин. В европейских странах разработаны нормы по получению и использованию резинобитумных вяжущих, имеется положительный опыт практического применения. Интерес к резиновой крошке обусловлен ценностью данного продукта как полимерного атмосферостойчивого вещества, имеющего более широкий по сравнению с битумом интервал пластичности, и желанием найти эффективный способ ее утилизации.

В России также имеются разработки по модификации битумов резиновой крошкой и ее применения для армирования асфальтобетонов, в том числе разработаны соответствующие рекомендации [3, 4]. Однако широкого распространения подобные разработки пока не находят, что связано с неоднородностью результатов исследований, полученных различными учеными, а также, по нашему мнению, отсутствием полноценной теоретической модели, адекватно моделирующей процесс модификации битумов резиновой крошкой.

Обобщая данные предыдущих исследований и собственный опыт, можно утверждать, что в процессе синтеза резиновой крошки с битумом первая сначала интенсивно набухает в низкомолекулярных фракциях битума и (или) пластификатора (углеводородного масла), а затем происходит ее частичное растворение с отрывом части линейных цепей макромолекул каучука при их равномерном рас-



пределении по объему. Степень и скорость набухания и растворения резиновой крошки определяются температурой нагрева битума и (или) пластификатора, размером частиц, химическим составом резин, скоростью вращения и конструкцией смесителя, а также групповым составом битума и (или) углеводородного масла, образующих дисперсионную среду.

В ходе проведенных экспериментов было установлено, что резиновая крошка значительно лучше и быстрее набухает и растворяется, если дисперсионная среда представляет собой минеральное масло с большой долей низкомолекулярных углеводородов, особенно ароматической группы. Это обусловлено скорее всего тем, что в битумах большинство асфальтенов имеют тенденцию к адсорбции ароматических углеводородов [5]. Таким образом, дисперсионная среда битумов представляет собой систему, обедненную ароматическими углеводородами, которые являются основными компонентами, влияющими на интенсивность набухания и растворения резиновой крошки.

На степень набухания и растворения резиновой крошки в дисперсионной среде значительное влияние оказывает температура среды, и чем она выше (в допустимых пределах), тем быстрее и полнее происходят данные процессы. Например, в работе [6] доказано, что степень набухания резиновых частиц, введенных в нагретый до 160 °С битум, не превышает 50 %, а степень растворения – 25 %. В то же время при более высокой температуре нагрева можно достичь повышения данных показателей. Однако при высокой температуре значительно возрастает интенсивность процесса окисления битума, что ведет к ухудшению его свойств и интенсивному старению. В связи с этим при температуре термомеханического процесса синтеза резиновой крошки с органическими вяжущими более 160 °С очень важно, чтобы битума было как можно меньше, что указывает на целесообразность использования минерального масла в качестве дисперсионной среды в данном процессе при минимально возможном содержании битума.

Температура дисперсионной среды должна иметь верхний допустимый предел, определяемый интенсивностью процесса деструкции входящего в состав резин каучука по связям –С–С– с образованием низкомолекулярных углеводородов, в том числе летучих. Известно, что натуральный каучук начинает разлагаться при температуре среды свыше 200 °С, а при температуре среды более 250 °С радикальный процесс деполимеризации протекает с высокой нарастающей скоростью и практически неуправляем. Экспериментальные данные показывают, что при температуре дисперсионной среды 260 °С процесс набухания и растворения резиновой крошки проходит с интенсивным выделением летучих углеводородов и эффекта модифицирования вяжущего практически нет. Учитывая, что в изношенных автомобильных шинах, особенно от большегрузного автотранспорта натуральный каучук является составным компонентом, верхний допустимый предел температуры нагрева дисперсионной среды не должен превышать 250 °С.

Химический состав резин, безусловно, будет оказывать значительное влияние на скорость процесса набухания и растворения резиновой крошки. Данный фактор является пассивным, но в то же время и неоднородным. Для повышения его однородности целесообразно, чтобы резиновая крошка была получена из изношенных автомобильных шин одной марки и одного производителя. Реально достичь этого можно только в случае переработки шин одного большого предприятия (например, угольного разреза).

Наиболее предпочтительным каучуковым компонентом резиновой крошки, используемой для модификации битумов, является натуральный каучук, облада-



ющий более высокой адгезионной способностью, эластичностью и прочностью по сравнению с синтетическими каучуками. Однако у натурального каучука имеется и серьезный недостаток – низкая атмосфероустойчивость (устойчивость к окислению). В связи с этим резиновая крошка из шин, полученных только на основе натурального каучука, не может являться приемлемой в качестве модификатора битума. Именно с этим связано ограничение содержания натурального каучука в резиновой крошке, используемой для модификации органических вяжущих в США [7]. Фактически производители шин, предназначенных для работы в условиях повышенных нагрузок (авиационные шины, шины карьерных автосамосвалов), используют смесь натурального каучука с синтетическим, что позволяет получать на их основе резинобитумные вяжущие, с одной стороны, имеющие большой интервал пластичности, высокую адгезионную способность и эластичность, а с другой – длительный срок эксплуатации. Этим обуславливается целесообразность применения резиновой крошки из изношенных авиационных и большегрузных автомобильных шин для модификации битумов.

Конструкция и скорость вращения смесителя будут являться факторами, влияющими на интенсивность процесса набухания и растворения резиновых частиц. При движении твердого тела (резиновой частицы) в жидкости на него действует сила сопротивления среды, которая зависит кроме вязкости среды от скорости движения и имеет нелинейный возрастающий характер, близкий к параболическому. Чем выше скорость движения (число оборотов смесителя), а, соответственно, и сила сопротивления, тем больше вероятность разрыва связей –S–S–, –S–C– и –C–C– за единицу времени Δt , а, значит, процесс растворения резиновой крошки протекает быстрее. Именно с этим связано использование высокооборотных смесителей в промышленных установках по приготовлению резинобитумных вяжущих иностранного производства.

Размер частиц – немаловажный фактор в процессе набухания и растворения резиновой крошки. Пусть за время Δt , происходит изменение размера резиновой частицы (процесс набухания или растворения) на некоторую величину $\Delta D_{\text{ч}}$, тогда, приняв допущение, что резиновая крошка имеет форму шара, изменение объема этой частицы составит:

$$\Delta V_{\text{ч}} = \frac{\pi}{6} \cdot [D_{\text{ч}}^3 - (D_{\text{ч}} - \Delta D_{\text{ч}})^3] = \frac{\pi}{6} \cdot (3 \cdot D_{\text{ч}}^2 \cdot \Delta D_{\text{ч}} - 3 \cdot D_{\text{ч}} \cdot \Delta D_{\text{ч}}^2 + \Delta D_{\text{ч}}^3), \quad (1)$$

где $D_{\text{ч}}$ – средний диаметр резиновых частиц.

При $\Delta t \rightarrow 0$ $\Delta D_{\text{ч}} \rightarrow 0$, следовательно, второе и третье слагаемое в формуле (1) при приемлемой точности расчетов можно во внимание не принимать, соответственно формулу (1) допустимо записать в упрощенном виде:

$$\Delta V_{\text{ч}} = 0,5\pi \cdot D_{\text{ч}}^2 \cdot \Delta D_{\text{ч}}. \quad (2)$$

Пусть общий объем резиновых частиц, подвергающихся набуханию или растворению, составляет Q , тогда количество данных частиц составит:

$$N_{\text{ч}} = \frac{Q}{V_{\text{ч}}} = \frac{6 \cdot Q}{\pi D_{\text{ч}}^3}. \quad (3)$$

Изменение объема всех резиновых частиц, подвергающихся набуханию или растворению, за время Δt будет определяться из равенства:



$$\Delta V_{\text{общ}} = \Delta V_{\text{ч}} \cdot N_{\text{ч}} = \frac{3 \cdot Q \cdot \Delta D_{\text{ч}}}{D_{\text{ч}}} \quad (4)$$

Анализ зависимости (4) показывает, что при одинаковом общем объеме резиновых частиц и, принимая во внимание, что $\Delta D_{\text{ч}} \approx \text{const}$, уменьшение их размера ведет к увеличению изменения их объема в процессе набухания или растворения за одно и то же время Δt . Следовательно, чем меньше размер частиц резиновой крошки, тем выше скорость процесса ее набухания и растворения. Здесь же стоит отметить, что в процессе термомеханического синтеза резиновой крошки с битумными вяжущими полного растворения ее не производят, то есть резинобитумное вяжущее является неоднородной системой, содержащей включения резиновой крошки. Чем меньше размер резиновых частиц при одинаковом их общем содержании по объему, тем равномернее они распределены в системе, то есть с уменьшением размера резиновых частиц уменьшается степень неоднородности резинобитумного вяжущего, соответственно вяжущее будет более стабильного качества. Кроме того, из уравнения Стокса известно, что скорость седиментации дисперсионной фазы (резиновых частиц) в дисперсионной среде (битумно-каучуковое вяжущее с минеральным маслом или без него) от размера дисперсионной фазы имеет возрастающую параболическую зависимость, а, значит, с уменьшением размера резиновых частиц скорость процесса их седиментации будет значительно затухать. Учитывая, что между резиновыми частицами и дисперсионной средой в процессе термомеханического воздействия возникают силы ассоциации, при некотором малом размере частиц резиновой крошки сила ассоциации будет выше силы гравитации, а, значит, процесса седиментации наблюдаться не будет.

Процесс синтеза резиновой крошки с битумными вяжущими можно разделить на два основных этапа: набухание резиновой крошки и ее частичное растворение. Согласно общей теории набухания полимеров, в процессе набухания резиновых частиц их пространственная структура частично разрушается посредством разрыва связей $-S-S-$, $-S-C-$ и $-C-C-$ с преобладанием первых и вторых, и с постепенным возрастанием интенсивности данного процесса во времени. В процессе растворения пространственная структура резиновой крошки также частично разрушается посредством разрыва данных связей, но уже с падением интенсивности данного процесса во времени. Математически процесс растворения резиновых частиц из-за разрыва связей $-S-S-$ и $-S-C-$ можно описать зависимостью:

$$\Delta V_{\text{раств}}^{\text{общ}} = 2 \cdot Q_{\text{наб}} \cdot (1 - q_{\text{раств}}^{\text{наб}}) \cdot \frac{1}{\sigma_{\text{раств}} \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{\Delta t_{\text{раств}}^2}{2 \cdot \sigma_{\text{раств}}^2}} \quad (5)$$

где $\Delta V_{\text{раств}}^{\text{общ}}$ – уменьшение объема набухших резиновых частиц за время $\Delta t_{\text{раств}}$; $Q_{\text{наб}}$ – объем набухших резиновых частиц; $q_{\text{раств}}^{\text{наб}}$ – доля уменьшения объема резиновых частиц в связи с растворением из-за разрыва связей $-S-S-$ и $-S-C-$, достигнутая в процессе их набухания, доли единицы; $\sigma_{\text{раств}}$ – обобщенный показатель, зависящий от термомеханических параметров процесса синтеза резиновой крошки с битумными вяжущими (размера частиц, температуры нагрева и вида дисперсионной среды, частоты вращения и конструкции смесителя, химического состава резиновой крошки).



Суммарное уменьшение объема всех резиновых частиц из-за разрыва связей –S–S– и –S–C– за время $t_{\text{раств}}$ будет определяться из уравнения:

$$V_{\text{раств}}^{\text{общ}} = Q_{\text{наб}} \cdot q_{\text{раств}}^{\text{наб}} + 2 \cdot Q_{\text{наб}} \cdot (1 - q_{\text{раств}}^{\text{наб}}) \cdot \int_{t_{\text{раств}}=0}^{t_{\text{раств}}} \frac{1}{\sigma_{\text{раств}} \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{t_{\text{раств}}^2}{2\sigma_{\text{раств}}^2}} dt_{\text{раств}} \quad (6)$$

Как было отмечено выше, растворение резиновых частиц протекает не только из-за разрыва связей –S–C– и –S–C–, но и из-за разрыва связей –C–C– (деструкция каучука), однако интенсивный разрыв связей –C–C– должен проходить с некоторым опозданием, так как в противном случае эффекта от модификации битумов резиновой крошкой не наблюдалось бы. Математически процесс растворения резиновой крошки из-за деструкции каучука по связям –C–C– за время можно описать зависимостью:

$$\Delta V_{\text{раств}}^{\text{общ}}(-C-C-) = V_{\text{раств}}^{\text{общ}} \cdot [1 - q_{\text{раств}}^{\text{наб}}(-C-C-)] \cdot \frac{1}{\sigma_{\text{раств}}} \cdot \Delta t_{\text{раств}} \cdot e^{-\frac{\Delta t_{\text{раств}}}{\sigma_{\text{раств}}^{0,5}}}, \quad (7)$$

где $\frac{1}{\sigma_{\text{раств}}} \cdot t_{\text{раств}} \cdot e^{-\frac{\Delta t_{\text{раств}}}{\sigma_{\text{раств}}^{0,5}}}$ – гамма-распределение при $\alpha = 2$; $\beta = \sigma_{\text{раств}}^{0,5}$; $q_{\text{раств}}^{\text{наб}}(-C-C-)$ –

доля уменьшения объема резиновых частиц из-за разрыва связей –C–C–, достигнутая в процессе их набухания, доли единицы.

Суммарная деструкция каучуков из-за разрыва связей –C–C– за время растворения резиновых частиц $t_{\text{раств}}$ можно определить из уравнения:

$$V_{\text{раств}}^{\text{общ}}(-C-C-) = Q_{\text{наб}} \cdot q_{\text{раств}}^{\text{наб}}(-C-C-) + V_{\text{раств}}^{\text{общ}} \cdot [1 - q_{\text{раств}}^{\text{наб}}(-C-C-)] \cdot \int_{t_{\text{раств}}=0}^{t_{\text{раств}}} \frac{1}{\sigma_{\text{раств}}} \cdot t_{\text{раств}} \cdot e^{-\frac{t_{\text{раств}}}{\sigma_{\text{раств}}^{0,5}}} dt_{\text{раств}} \quad (8)$$

Общий объем каучука, образованного в результате растворения резиновой крошки из-за разрыва связей –S–S–, –S–C– и –C–C–, будет определяться выражением:

$$V_{\text{каучук}}^{\text{общ}} = Q_{\text{наб}} \cdot q_{\text{раств}}^{\text{наб}} - Q_{\text{наб}} \cdot q_{\text{раств}}^{\text{наб}}(-C-C-) + V_{\text{раств}}^{\text{общ}} - V_{\text{раств}}^{\text{общ}}(-C-C-). \quad (9)$$

Общий графический вид зависимостей (6), (8) и (9) представлен на рис. 1. Анализ зависимостей показывает, что при определенном времени термомеханического процесса синтеза резиновой крошки с битумом ($t_{\text{раств(опт)}}$) общий объем образованного каучука имеет экстремум, то есть при дальнейшем увеличении его продолжительности скорость деструкции каучука по связям –C–C– будет превосходить скорость деструкции резин по связям –S–S– и –S–C–. Таким образом, существует оптимальное время процесса синтеза резиновой крошки с битумом, при котором количество образованного каучука достигает максимального значения, а это, в свою очередь, будет способствовать достижению наилучших физико-химических характеристик резинобитумных вяжущих.

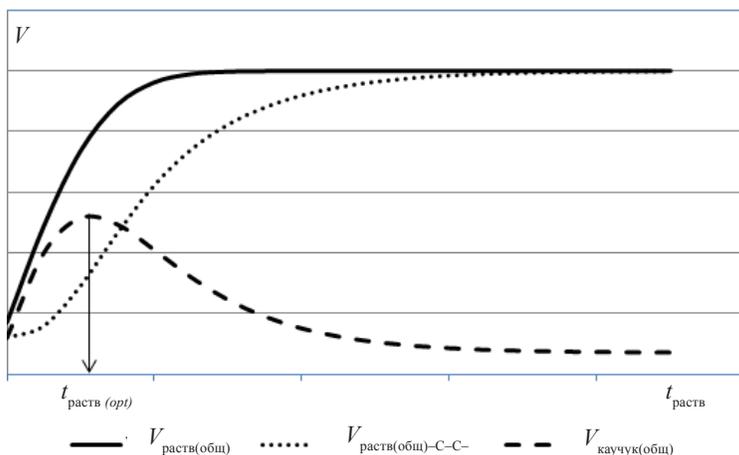


Рис. 1. Зависимости суммарного уменьшения объема резиновых частиц из-за разрыва связей $-S-S-$ и $-S-C-$ $V_{\text{раств(общ)}}$, суммарной деструкции каучуков из-за разрыва связей $-C-C-$ ($V_{\text{раств(общ)-C-C-}}$) и общего объема образованного каучука $V_{\text{каучук(общ)}}$ от времени растворения резиновой крошки в битуме $t_{\text{раств}}$

Обобщенный показатель $\sigma_{\text{раств}}$ будет являться той величиной, которая будет определять характер зависимостей (6), (8) и (9), а, значит, и влиять на оптимальное время процесса синтеза резиновой крошки с битумом. Обобщенный показатель будет прямо пропорционален среднему диаметру (размеру) частиц резиновой крошки и обратно пропорционален температуре нагрева дисперсионной среды и числу оборотов смесителя (для резиновой крошки одного химического состава). Общий вид зависимостей общего объема образованного каучука от значения обобщенного показателя $\sigma_{\text{раств}}$ представлен на рис. 2. Проанализировав эти зависимости, можно сделать два вывода:

1) чем меньше средний диаметр (размер) частиц резиновой крошки, больше число оборотов смесителя и температура нагрева дисперсионной среды, тем меньше оптимальное время процесса синтеза резиновой крошки с битумным вяжущим;

2) с увеличением среднего диаметра (размера) частиц резиновой крошки, уменьшением числа оборотов смесителя и температуры нагрева дисперсионной среды образуется меньшее количество каучука при одном объеме содержания резиновой крошки, соответственно степень полимеризации резинобитумного вяжущего будет ниже.

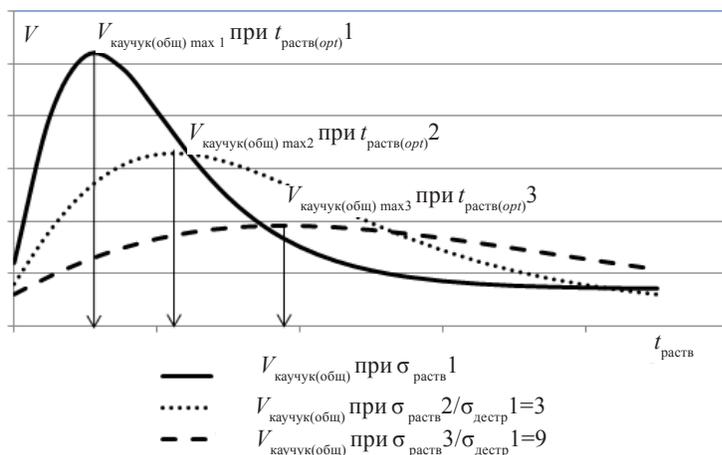


Рис. 2. Зависимости общего объема образованного каучука от продолжительности процесса синтеза резиновой крошки с битумным вяжущим при различном обобщенном показателе $\sigma_{\text{раств}}$

Таким образом, изменение факторов термомеханического процесса синтеза резиновой крошки с битумом ведет к изменению оптимального времени и конечных свойств резинобитумного вяжущего. Этим можно объяснить достаточно широкие рекомендуемые интервалы варьирования термомеханических параметров, предлагаемых различными авторами:

- по времени: от 45 минут до 6 часов;
- по температуре нагрева дисперсионной среды: от 150 до 300 °С;
- по размеру резиновой крошки: от 0,1 до 20 мм.

Предлагаемые теоретические основы моделирования термомеханического процесса модификации битумов резиновой крошкой учитывают большинство факторов, характеризуют их влияние и возможный разброс, а также позволяют сделать следующие основные выводы:

1. Растворение резиновой крошки при получении резинобитумных вяжущих целесообразней проводить в дисперсионной среде, состоящей из максимально возможного количества минерального масла, обогащенного ароматическими углеводородами, и минимально возможного количества битума с получением промежуточного продукта в виде концентрированной суспензии резинобитумного композита (первая стадия). На второй стадии производится смешение суспензии с битумом при температуре вяжущего приблизительно 180 °С в оптимальных пропорциях.

2. Температура термомеханического процесса растворения резиновой крошки должна быть максимально близка к температуре интенсивного разложения входящего в состав резиновой крошки каучука, но не превышать 250 °С.

3. Для модификации битумов лучше использовать резиновую крошку из изношенных авиационных и большегрузных автомобильных шин, то есть шин, полученных из смеси натурального и синтетического каучуков, при этом желательно одного производителя и одной марки.

4. При термомеханическом процессе растворения резиновой крошки целесообразней использовать установки со смесителями, имеющими высокую скорость вращения.



5. Размер используемой резиновой крошки должен быть минимально возможным.

6. При термомеханическом процессе синтеза резиновой крошки с битумом существует оптимальная продолжительность, при которой будут наблюдаться наилучшие физико-химические свойства резинобитумного вяжущего.

7. Оптимальная длительность процесса синтеза резиновой крошки определенного химического состава с битумными вяжущими зависит от факторов термомеханического процесса, прямо пропорциональна размеру частиц и обратно пропорциональна температуре нагрева дисперсионной среды и числу оборотов смесителя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 52056-2003. Вяжущие полимерно-битумные на основе блоксополимеров типа стирол-бутадиен-стирол. Технические условия. – Введ. 2004-01-01. – Москва : ГУП ЦПП, 2003. – 6 с.

2. ГОСТ 9128-2013. Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия. – Взамен ГОСТ 9128-2009; введ. 01.11.2014. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 84 с.

3. Рекомендации по применению битумно-резиновых композиционных вяжущих материалов для строительства и ремонта покрытий автомобильных дорог (для опытного применения) : утв. М-вом трансп. Рос. Федерации ; введ в д. 01.06.2003. – Москва, 2003. – 7 с.

4. ОДМ 218.3.001-2006. Методические рекомендации по применению полимерно-дисперсного армирования асфальтобетонов с использованием резинового термоэластопласта (РТЭП) : утв. М-вом трансп. Рос. Федерации ; введ в д. 01.09.2006. – Москва : Информавтодор, 2006. – 16 с.

5. Гун, Р. Б. Нефтяные битумы / Р. Б. Гун. – Москва : Химия, 1973. – 432 с.

6. Исследование влияния резиновой крошки на физико-механические показатели нефтяного битума в процессе его модификации / П. С. Беляев, М. В. Забавников, О. Г. Маликов, Д. С. Волков // Вестник ТГТУ. – Томск, 2005. – Т. 11, № 4. – С. 923–930.

7. Дьяков, К. А. Резинированные асфальтобетонные смеси [Электронный ресурс] / К. А. Дьяков, Р. М. Черсков. – Режим доступа : <http://crdtech.ru/index.php/publications/articles/7-2011-06-23-17-54-16>.

SHABAEV Sergey Nikolaevich, candidate of technical sciences, associate professor, holder of the chair of highways and city inventory

THEORETICAL BASES OF MODELLING THE PROCESS OF BITUMEN MODIFICATION WITH RUBBER CRUMBS

T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

28, Vesennyaya St., Kemerovo, 650000, Russia. Tel.: +7 (3842) 39-63-22; e-mail: shabaev81@rambler.ru

Key words: micelles, production technology, rubber-bitumen binding agent, temperature, modification.

The article offers a theory of dissolution of rubber crumbs of processed car tires in bitumen and softener. The results are analyzed and recommendations on technology of binding agent manufacture, temperature, time and methods of composite production are given. Theoretical dependences of rubber crumb swelling and production of rubber-bitumen binding agent are established.



REFERENCES

1. GOST 52056-2003. Vyazhushchie polimerno-bitumnye na osnove bloksopolimerov tipa stiroл-butadien-stiroл. Tekhnicheskie usloviya [Polymer-bitumen binders on the basis of block copolymers of styrene-butadiene-styrene type. Specifications]. Gosstandart Rossii. 2003, 8 p.
2. GOST 9128-2013. Smesi asfaltobetonnye, polimerasfaltobetonnye, asfaltobeton, polimerasfaltobeton dlya avtomobilnykh dorog i aerodromov [Asphaltic concrete and polimer asphaltic concrete mixtures, asphaltic concrete and polimer asphaltic concrete for roads and aerodromes. Specifications]. Mezhgosudarstvenny sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii. 2014, 55 p.
3. Rekomendatsii po primeneniyu bitumno-rezinovykh kompozitsionnykh vyazhushchikh materialov dlya stroitelstva i remonta pokrytiy avtomobilnykh dorog [Recommendations on use of bituminous and rubber composite binding materials for construction and repair of coverings of highways], utv. M-vom transp. Ros. Federatsii ; vvod v d. 01.06.2003, Moscow, 2003, 7 p.
4. ODM 218.3.001-2006. Metodicheskie rekomendatsii po primeneniyu polimerno-dispersnogo armirovaniya asfaltobetonov s ispolzovaniem rezinovogo termoelastoplasta [Recommendations on use of polymer-disperse reinforcement of asphaltic concrete with rubber thermoplastic elastomer], utv. M-vom transp. Ros. Federatsii ; vvod v d. 01.09.2006. Moscow : Informavtodor, 2006, 16 p.
5. Gun, R. B. Neftyanye bitumy [Oil bitumens]. Himiya [Chemistry], 1973. 432 p.
6. Belyaev, P. S., Zabavnikov M. V., Malikov O. G., Volkov D. S. Issledovanie vliyaniya rezinovoy kroschki na fiziko-mekhanicheskie pokazateli neftyanogo bituma v protsesse ego modifikatsii [Research of the influence of rubber crumbs on physical-mechanical indicators of oil bitumen in the course of its modification]. Vestnik TGTU [Bulletin of the Tomsk State Technical University], 2005. T. 11. № 4. P. 923–930.
7. D'yakov, K. A., Cherskov, R. M. Rezinirovannye asfaltobetonnye smesi [Rubberized asphaltic concrete mixes], [Elektronnyy resurs], Rezhim dostupa: <http://crdtech.ru/index.php/publications/articles/7-2011-06-23-17-54-16>.

© С. Н. Шабает, 2016

Получено: 03.08.2016 г.

УДК 627.222.5

И. С. СОБОЛЬ¹, д-р техн. наук, доц. кафедры гидротехнических и транспортных сооружений, проректор по научной работе; **А. В. КОСТРОВ²**, директор; **Д. Н. ХОХЛОВ¹**, ст. преп. кафедры гидротехнических и транспортных сооружений; **В. М. КРАСИЛЬНИКОВ¹**, ст. преп. кафедры гидротехнических и транспортных сооружений; **Н. Ю. КОРОЛЕВ¹**, аспирант кафедры геоинформатики и кадастра

ПРИМЕНЕНИЕ АЭРОФОТОСЪЕМКИ С БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ МОНИТОРИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ ВОДОХРАНИЛИЩА

¹ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-42-89;
факс: (831) 430-19-36; эл. почта: nlg@nngasu.ru

²ФГБУ «Управление эксплуатации Горьковского водохранилища»
Россия, 156961, г. Кострома, ул. Восточная, д. 32. Тел.: (4942) 41-21-31; факс: (4942) 41-21-31;
эл. почта: fgu@uegv.ru

Ключевые слова: переработка берегов водохранилища, мониторинг, аэрофотосъемка, беспилотный летательный аппарат.

Представлены результаты использования аэрофотосъемки с беспилотного летательного аппарата для изучения перестроения берегов Горьковского водохранилища.

Переработка берегов является геологическим процессом, развивающимся в береговой зоне после заполнения водохранилища и проявляющимся в разрушении породы берега преимущественно ветровым волнением. Она вызывает потерю прибрежных территорий, а на участках расположения береговой инфраструктуры может приводить к возникновению чрезвычайных ситуаций.

Одними из рекомендуемых методов мониторинговых исследований береговой зоны водохранилищ являются методы дистанционного зондирования земли [1]. При этом аэрофотосъемка и космическая съемка затратны, а космические снимки, находящиеся в открытом доступе, имеют недостаточное разрешение для их точного дешифрования. Нами опробован метод мониторинга с использованием беспилотного летательного аппарата (БПЛА). Аэрофотосъемка с БПЛА применена для оценки на ключевых участках величины отступления бровки берегового обрыва и площадей теряемых земель в результате абразии. Работа выполнялась в составе экспедиции «Плавучий университет Волжского бассейна-2016» [2] с учетом опыта исследований берегоперестроения ННГАСУ [3].

Применялся БПЛА вертолетного типа – гексакоптер (см. рисунок) двухрамной системы [4]. На первой основной раме расположены шесть двигателей с винтами, аккумуляторы, GPS-антенна, а также система автоматической коррекции положения БПЛА в пространстве *Inertia Measurement Unit* (IMU). IMU на основе информации, полученной от датчиков (акселерометра, гироскопа, барометра и GPS), компенсирует систематические или случайные воздействия внешних факторов (дисбаланс массы, порывы ветра и прочие). Точность позиционирования системы в пространстве составляет $\pm 1,5$ м по горизонтали (при порывистом ветре до 8 м/с) и до $\pm 0,5$ м по

вертикали. На второй раме расположена трехосная система стабилизации камеры и сама камера. В качестве съемочного оборудования использовалась цифровая фотокамера



Конструкция беспилотного летательного аппарата

Sony A7r, с объективом *Carl Zeiss Sonar 35 mm*. Основным достоинством этой камеры является малый вес в связке с полнокадровой матрицей и объективом с минимальными оптическими искажениями.

БПЛА управляется при помощи двух пультов. Первый отвечает за передвижение самого БПЛА, помощь оператору в этом оказывает передняя камера IR 700 ТВЛ. Видеосигнал с этой камеры передается на специальные видеочки с информацией о состоянии прибора и полетных данных. Второй пульт служит для управления фотокамерой, которая передает видеосигнал на монитор этого пульта управления. Для управления полетом и перемещением БПЛА в автоматическом режиме рядом с операторами устанавливаются две антенны, обеспечивающие привязку летательного аппарата в пространстве.

Процесс аэрофотосъемки с использованием БПЛА включает в себя несколько этапов. На первом этапе выполняется рекогносцировка местности. Следующим этапом является закрепление контрольных пунктов на местности. Для обеспечения видимости с высоты на них размещаются опознавательные знаки в виде белых крестов. Далее происходит установка БПЛА в рабочее положение и непосредственно сам запуск. БПЛА совершает полет, происходит зависание аппарата в воздухе над местностью и производится фотофиксация. БПЛА в автоматическом режиме совершает посадку на место взлета. В итоге получается группа снимков участка местности с продольным перекрытием 80 %. Для контроля снимков необходимо провести их анализ, т. е. проверить соответствие снимков единому масштабу. Для этого производится съемка дополнительного набора опорных точек при помощи электронного тахеометра *SokkiaSet 630RK*. Далее, используя определенные с помощью GPS координаты контрольных пунктов, производится трансформирование снимков и привязка их к местной системе координат.

Создание трехмерной модели местности производится в программе *AgisoftPhotoScan*, путем набора плотного облака точек, по которым выполняется интерполяция и построение каркасной трехмерной модели. Последним этапом являются построение текстуры модели и процесс «насаживания» ее на трехмерную

**К СТАТЬЕ И. С. СОБОЛЯ, А. В. КОСТРОВА, Д. Н. ХОХЛОВА,
В. М. КРАСИЛЬНИКОВА, Н. Ю. КОРОЛЕВА
«ПРИМЕНЕНИЕ АЭРОФОТОСЪЕМКИ С БЕСПИЛОТНОГО
ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ МОНИТОРИНГОВЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ ВОДОХРАНИЛИЩА»**



Рис. 1. Рабочее место операторов БПЛА



Рис. 2. Запуск БПЛА

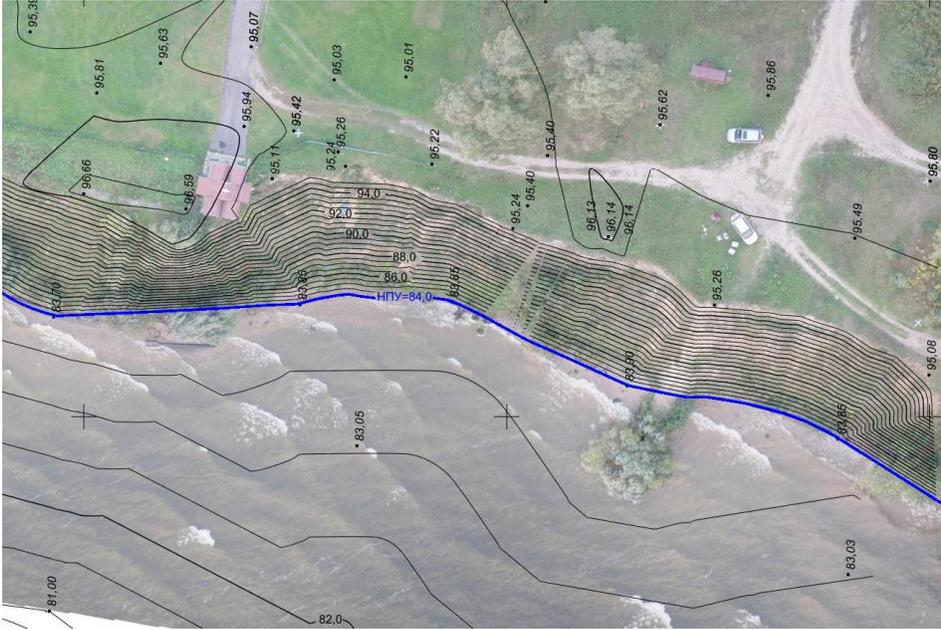


Рис. 3. Часть ортофотоплана участка берега Горьковского водохранилища у поселка Сокольское

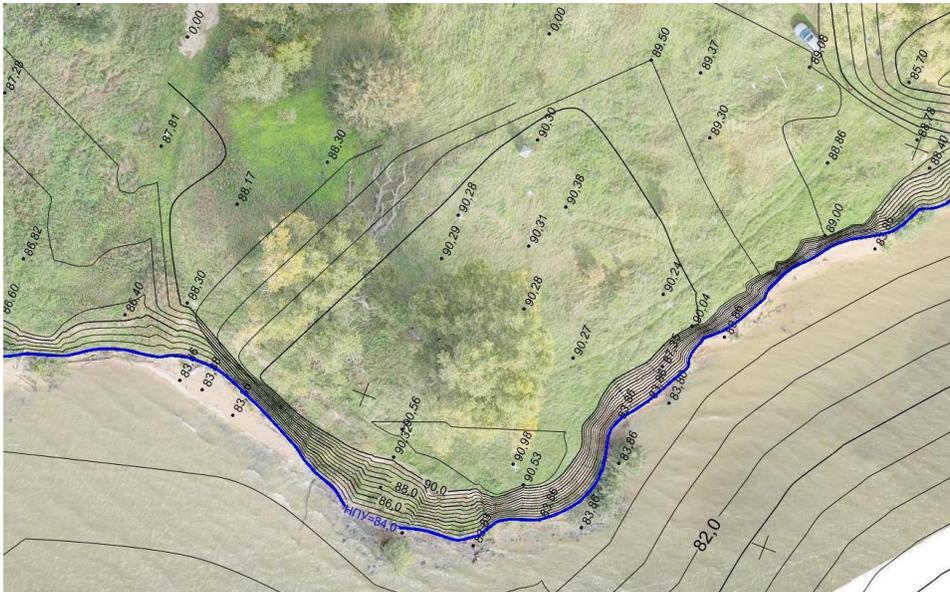


Рис. 4. Часть ортофотоплана участка берега Горьковского водохранилища у деревни Покров-Валы



модель (драпировка). В результате получают трехмерная цифровая модель местности и ортофотоплан. Определение параметров абразионного процесса производится по ортофотопланам различных лет съемки, отмечая на них положение бровки берегового обрыва.

БПЛА был задействован для исследований двух разрушаемых абразией участков берега Горьковского водохранилища – у поселка Сокольское и у деревни Покров-Валы. Выбор участков был обусловлен необходимостью обоснования строительства берегоукрепительных сооружений или иных мероприятий снижения негативных последствий берегоразрушительных процессов.

Участок у поселка Сокольское располагается в 55 км от Нижегородского гидроузла в черте поселка. Часть побережья защищена берегоукрепительными сооружениями, другая не закреплена и интенсивно разрушается под действием абразии. Протяженность незакрепленного участка составляет 1 200 м. Высота современных береговых обрывов колеблется от 10 до 13 м. Береговые уступы обнажены, местами зарастают редкой растительностью из-за временного прекращения деформаций берега.

Участок у деревни Покров-Валы располагается в 70 км от Нижегородского гидроузла в черте деревни. Берег разрушается абразией. Протяженность участка – 500 м. Высота береговых обрывов – от 2 до 7,3 м. На берегу располагается старое (не используемое в настоящее время по назначению) кладбище, которое размывается, обнажая человеческие останки.

Съемка участков велась с высоты 180 м. В поселке Сокольское выполнено 5 снимков, в деревне Покров-Валы – 6. Пространственное разрешение съемки в поселке Сокольское составило 0,02 м, плановая точность съемки – 0,05 м, точность по высоте – 0,012 м. В деревне Покров-Валы плановая точность – 0,04 м, точность по высоте – 0,011 м. Процесс съемки иллюстрируется (рис. 1 и 2 цв. вклейки), результаты съемки ортофотопланами участков (рис. 3 и 4 цв. вклейки). На ортофотопланы также нанесены результаты эхолотирования подводного рельефа, выполненного с маломерного судна [5].

Выполненная работа показала положительные результаты применения аэрофотосъемки с БПЛА для исследований береговой зоны водохранилища. Для получения данных о динамике берегового процесса и выполнения прогнозирования его развития на перспективу исследования на участках будут продолжены.

Публикация осуществлена при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» (РГО) в рамках грантового проекта РГО «Экспедиция «Плавучий университет Волжского бассейна» (Договор № 10/2016-И).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Р 52.24.788-2013. Рекомендации. Организация и ведение мониторинга водных объектов за состоянием дна, берегов, изменениями морфометрических особенностей, состоянием и режимом использования водоохраных зон, водохозяйственных систем и гидротехнических сооружений / Федер. служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). – Ростов-на-Дону [б. и.], 2013. – 35 с.
2. Исследование перестроения берегов озерной части Горьковского водохранилища : отчет о НИР в рамках экспедиции «Плавучий университет волжского бассейна-2016» / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2016. – 72 с.
3. Анализ перестроения абразионных берегов Горьковского водохранилища за период 1957–2010 гг. с прогнозом на следующее десятилетие / С. В. Соболев, И. С. Соболев, Л. Б. Иконников, Д. Н. Хохлов // Гидротехническое строительство. – 2011. – № 12. – С. 13–20.



4. Королев, Н. Ю. Требования к конструкциям беспилотных летательных аппаратов для топографической съемки и их реализация в действующей модели / Н. Ю. Королев, Е. К. Никольский // Великие реки : тр. конгр. Междунар. научно-промышленного форума / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2015.

5. Соболев, И. С. Современные методы съемки подводного рельефа водохранилищ / И. С. Соболев, В. М. Красильников, Д. Н. Хохлов // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2010. – № 2. – С. 34–40.

SOBOL' Ilya Stanislavovich¹, doctor of technical sciences, associate professor of the chair of hydraulic engineering and transport structures, vice-rector for scientific work; KOSTROV Aleksandr Vladimirovich², director; KHOKHLOV Dmitriy Nikolaevich¹, senior teacher of the chair of hydraulic engineering and transport structures; KRASILNIKOV Vitaliy Mikhaylovich¹, senior teacher of the chair of hydraulic engineering and transport structures; KOROLYOV Nikita Yur'evich¹, postgraduate student of the chair of geoinformatics and cadastre

APPLICATION OF AERIAL PHOTOGRAPHY OBTAINED FROM UNMANNED AERIAL VEHICLES FOR MONITORING RESEARCH OF THE COASTAL ZONE OF RESERVOIRS

¹Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Pjinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-42-89; fax: +7 (831) 430-19-36; e-mail: nir@mngasu.ru

²Operation department of the Gorky reservoir

32, Vostochnaya St., Kostroma, 156961, Russia. Tel.: +7 (4942) 41-21-31; fax: +7 (4942) 41-21-31; e-mail: fgu@uegv.ru

Key words: abrasion of reservoir coasts, monitoring, aerial photography, unmanned aerial vehicle.

The article provides the results of using aerial photography from unmanned aerial vehicles for the purpose of studying abrasion of the Gorky reservoir coast.

REFERENCES

1. R 52.24.788-2013. Rekomendatsii. Organizatsiya i vedenie monitoringa vodnykh ob'ektov za sostoyaniem dna, beregov, izmeneniyami morfometricheskikh osobennostey, sostoyaniem i rezhimom ispolzovaniya vodookhrannykh zon, vodokhozyaystvennykh sistem i gidrotekhnicheskikh sooruzheniy [Recommendations. Organization and implementation of water bodies monitoring on bottom and coast condition, changes of morphometric features, state and mode of use of water protection zones, water management systems and hydraulic engineering constructions]. Feder. sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushey sredy (Rosgidromet). Rostov-on-Don. 2013. 35 p.

2. Issledovanie pereformirovaniya beregov ozyornoy chasti Gorkovskogo vodokhranilisha [Research of rearrangement of coast of a lake part of the Gorky reservoir]. Otchyot o NIR v ramkakh ekspeditsii "Plavuchiy universitet volzhskogo basseyna-2016" [Research report in the framework of the expedition "Floating University of the Volga basin-2016"]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, NNGASU, 2016. 72 p.

3. Sobol S. V., Sobol I. S., Ikonnikov L. B., Khokhlov D. N. Analiz pereformirovaniya abraziyonnykh beregov Gorkovskogo vodokhranilisha za period 1957–2010 gg. s prognozom na sleduyushee desyatiletie [The analysis of rearrangement of the abrasion coast of the Gorky reservoir for the period of 1957–2010 with the forecast for the next decade]. Gidrotekhnicheskoe stroitelstvo [Hydrotechnical construction]. 2011. № 12. P. 13–20.



4. Korolyov, N. Yu., Nikolskiy E. K. Trebovaniya k konstruktsiyam bespilotnykh letatelnykh apparatov dlya topograficheskoy s'yomki i ikh realizatsiya v deystvuyushey modeli [Requirements to the designs of unmanned aerial vehicles for survey and their implementation in a working model]. Trudy kongressa mezhdunarodnogo nauchno-promyshlennogo foruma «Velikie reki» [Proceedings of the congress of the International scientific and industrial forum "Great Rivers"]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2015.

5. Sobol I. S., Krasilnikov V. M., Khokhlov D. N. Sovremennye metody s'yomki podvodnogo rel'efa vodokhranilisch [Modern methods of survey bottom shape of water reservoirs]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2010. № 2. P. 34–40.

© И. С. Соболев, А. В. Костров, Д. Н. Хохлов, В. М. Красильников, Н. Ю. Королев, 2016

Получено: 11.11.2016 г.

УДК 627.8

М. П. САИНОВ, канд. техн. наук, доц. кафедры гидротехнического строительства

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ЭКРАНА КАМЕННО-НАБРОСНОЙ ПЛОТИНЫ

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26. Тел.: (495) 287-49-14 (доб. 1416); эл. почта: mp_sainov@mail.ru

Ключевые слова: плотина с железобетонным экраном, напряженно-деформированное состояние, температурные напряжения

Исследовано влияние равномерного нагревания или охлаждения железобетонного экрана каменной плотины на его напряженно-деформированное состояние. Показано, что возникающие продольные деформации удлинения или укорочения экрана позволяют резко снизить в нем температурные напряжения по сравнению со стесненными условиями. Кроме того, возникают и изгибные деформации экрана, но они малы. Свобода деформаций тонкостенной железобетонной плиты позволяет обеспечить надежную работу каменных плотин с железобетонными экранами в суровых климатических условиях.

Каменные плотины с железобетонным экраном в настоящее время получили широкое распространение при строительстве высоконапорных гидроузлов в странах Латинской Америки и Восточной Азии [1]. Высота самой высокой из них – плотины Shuibya в Китае – достигла 233 м. При этом конструкция плотин данного типа является рискованной – ее противофильтрационный железобетонный экран представляет собой тонкую и длинную неразрезную плиту, расположенную на каменной насыпи, которая подвержена значительным осадкам. На некоторых плотинах происходило образование трещин в экране. Однако ни на одной из таких плотин не было масштабных аварий.

В России плотины с железобетонным экраном также могли бы найти свое применение, например для строительства новых высоконапорных гидроузлов в Сибири. Однако их использованию препятствует такой важный фактор как непростые кли-



математические условия нашей страны. Значительные колебания температур, характерные для климата России, негативно отражаются на напряженном состоянии всех бетонных конструкций. Возникающие растягивающие температурные напряжения опасны даже для массивных бетонных плотин [2], а не только для тонкостенных экранов. С целью недопущения температурных трещин предлагается обогревать изнутри бетонные плотины, построенные в Сибири [3].

По этой причине более рациональным представляется строительство на Крайнем Севере не бетонных, а грунтовых плотин. К настоящему времени накоплен большой опыт строительства и эксплуатации грунтовых плотин в суровых климатических условиях [4].

Однако наличие в конструкции плотины железобетонного экрана, подверженного температурным воздействиям, представляется проектировщикам рискованным. Поэтому мы решили оценить степень влияния температурных колебаний на надежную работу каменных плотин с железобетонным экраном.

С этой целью нами были проведены приближенные расчеты напряженно-деформированного состояния (НДС) железобетонного экрана для неблагоприятных температурных условий. Как известно, температурные воздействия влияют на НДС конструкции тогда, когда поле температур в ней отличается от начального, при котором она была создана.

В качестве температурного воздействия мы решили исследовать равномерное по длине и толщине нагревание/остывание железобетонного экрана на 20 °С, без изменения температуры в каменной насыпи. Конечно, это упрощенный гипотетический случай, он довольно приближен к реальному температурному режиму работы каменной плотины с экраном. Во-первых, температура вдоль экрана высокой плотины действительно будет практически постоянной, за исключением верхних 15–20 м, т. к. температура воды в глубоком водохранилище обычно является практически постоянной. По толщине экрана температура практически не будет изменяться в силу его малости. Во-вторых, температурным расширением/сжатием каменной насыпи можно пренебречь, т. к. модуль деформации камня в 200–500 раз меньше, чем у железобетона.

Наличие разницы температур Δt приводит к появлению в материале температурных нормальных напряжений [2].

$$\Delta\sigma_t = E \alpha t \Delta t,$$

где E – модуль деформации материала, αt – коэффициент линейного температурного расширения материала.

Температурные напряжения создают в конструкции внутренние усилия, восприятие которых приводит к ее деформированию и перераспределению напряжений между элементами конструкции.

В нашем случае, приняв для железобетона $E = 29\,000$ МПа, $\alpha t = 10^{-5}$ °С⁻¹, $\Delta t = \pm 20$ °С, получаем $\Delta\sigma = \pm 5,8$ МПа. Это очень большое по величине напряжение. Повышение сжатия на 5,8 МПа для железобетона может и не представлять опасности, а вот растягивающее напряжение 5,8 МПа не сможет выдержать не только сам бетон, но и рабочая арматура в железобетонной плите. Таким образом, при заполнении водохранилища от контакта с водой происходит охлаждение железобетонного экрана, что может повлечь за собой неблагоприятное изменение его НДС.

Полученное значение температурных напряжений прикладывалось во всех точках железобетонного экрана, и далее расчетом определялись изменения в НДС всей конструкции плотины с экраном.

Исследования проводились для плотины высотой 100 м, выполненной из горной массы и расположенной на скальном основании. Толщина экрана принималась переменной по высоте плотины: от 0,5 м на гребне до 1 м у ее подошвы. Материал плотины – горная масса – принимался линейно-деформируемым с $E = 60$ МПа и коэффициентом Пуассона $\nu = 0,25$. Периметральный шов, отделяющий железобетонный экран от скального основания, принимался раскрытым, как показывают опыт эксплуатации большинства плотин [1] и расчетные исследования [5].

Расчеты велись методом конечных элементов в плоской постановке. Для расчетов использовалась вычислительная программа NDS-N, составленная автором [6]. Конструкция плотины была разбита на 335 конечных элементов, с 3 046 степенями свободы.

Рассматривались два случая температурного воздействия – охлаждение экрана и его нагревание. Полученные результаты показаны на рис. 1–4.

Расчеты показали, что равномерное изменение температуры в экране приводит к его продольным деформациям удлинения-укорачивания, а также к изгибным деформациям.

Основной вид деформации – продольные. При охлаждении экран укорачивается на 23,2 мм, а при нагревании удлиняется на 23 мм (рис. 1). Продольные деформации практически равномерно, по линейному закону распределены вдоль экрана. При этом верхняя и нижняя часть экрана перемещаются вдоль откоса по-разному (в разные стороны). Например, при охлаждении верхняя часть экрана опускается вниз по откосу, а нижняя поднимается вверх. Область нулевых смещений находится на высоте примерно 25 % от высоты плотины.

Изгибным деформациям в основном подвержены края плиты экрана. Верхний край (у гребня) при охлаждении перемещается на 5,6 мм перпендикулярно плоскости экрана в сторону верхнего бьефа и соответственно изгибается в ту же сторону (рис. 2). При нагревании он, наоборот, изгибается в сторону нижнего бьефа вследствие прогиба на 6,3 мм. Нижний край экрана как при нагревании, так и при охлаждении изгибается в сторону нижнего бьефа. Это объясняется повышенной податливостью грунта подэкрановой зоны, который уже при восприятии статических нагрузок проскальзывает относительно скального основания. При нагревании прогиб нижнего края экрана составляет 0,7 мм, а при охлаждении 2,6 мм.

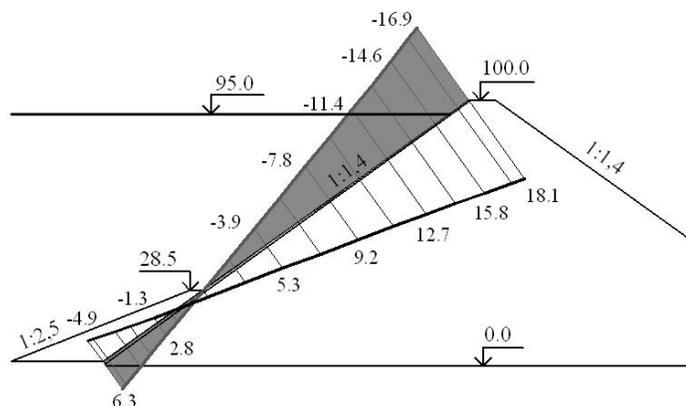


Рис. 1. Продольные перемещения экрана (мм): эпюра при охлаждении закрашена в темный цвет, при нагревании – светлая

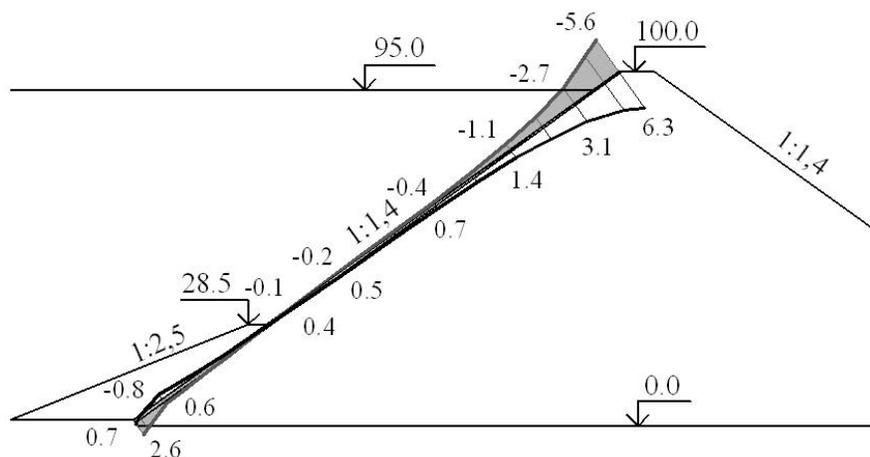


Рис. 2. Поперечные перемещения экрана (мм); эпюра при охлаждении закрашена в темный цвет, при нагревании – светлая

Описанная картина температурных деформаций железобетонного экрана соответствует появлению в нем температурных напряжений в направлении вдоль откоса. В направлении поперек напорной грани температурные напряжения практически не возникают. При охлаждении экран испытывает в основном растягивающие продольные температурные напряжения, а при нагревании – сжимающие (рис. 3,4). Температурные напряжения довольно равномерно распределены по длине и по толщине экрана, т. к. изгибные деформации выражены слабо. Своего максимума температурные напряжения достигают примерно посередине экрана. Для случая охлаждения они достигают 0,56 МПа (растяжение), а для случая нагревания – 0,62 МПа (сжатия). Это много меньше (почти на порядок) тех напряжений, которые вызывает в железобетоне изменение температур.

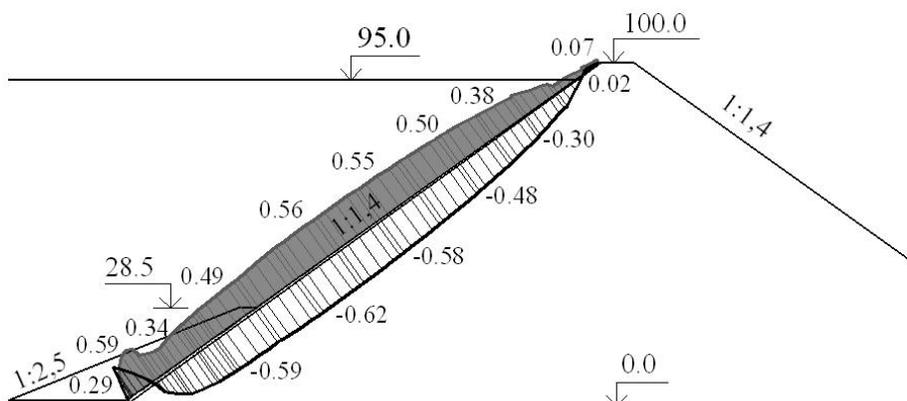


Рис. 3. Продольные напряжения (МПа) на верховой грани экрана: эпюра при охлаждении закрашена в темный цвет, при нагревании – светлая

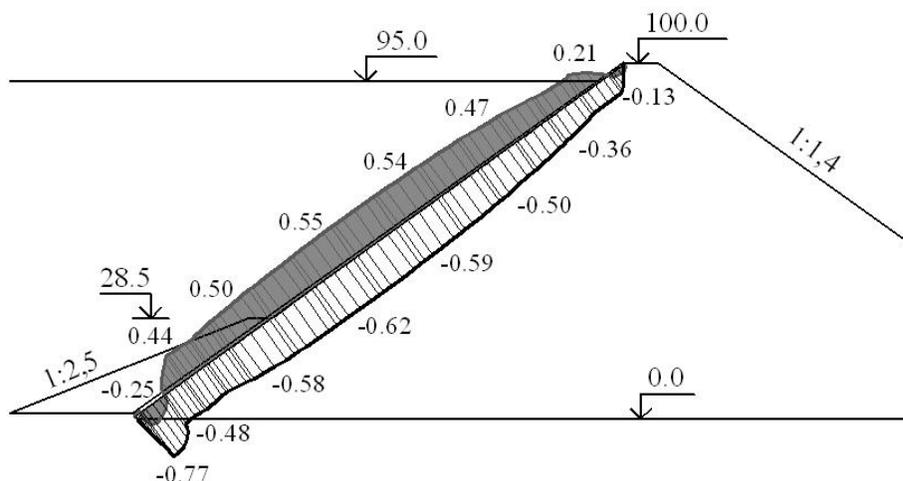


Рис. 4. Продольные напряжения (МПа) на низовой грани экрана: эпюра при охлаждении закрашена в темный цвет, при нагревании – светлая

Таким образом, охлаждение экрана на $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ привело к появлению растягивающих напряжений величиной лишь $\sim 0,6$ МПа, что примерно в 2 раза меньше расчетного сопротивления бетона на растяжение. Температурное НДС железобетонного экрана каменной плотины не является неблагоприятным. Это качество достигается благодаря высокой деформируемости каменной насыпи, которая приспособливается к работе железобетонного экрана.

Неблагоприятным моментом является лишь изгиб нижнего края железобетонного экрана, т. к. он может нарушить герметичность уплотнений периметрального шва. Однако он незначителен по сравнению с тем, который испытывает экран при статических нагрузках [5].

Для рассмотренного упрощенного случая температурного воздействия можно сделать следующие выводы:

1. Изменение температур в эксплуатационный период не представляет серьезной опасности для прочностного состояния железобетонного экрана каменной плотины и его надежности. Деформации удлинения-укорачивания экрана, которые происходят благодаря податливости каменной постели, позволяют ему эффективно гасить температурные напряжения. По расчетам за счет свободы деформации температурные напряжения в железобетонном экране снижаются примерно на порядок по сравнению с теми, которые характерны для стесненных условий. Изгибные температурные деформации экрана при равномерном его нагревании/охлаждении также невелики.

Тонкостенные бетонные конструкции в грунтовых плотинах работают в более благоприятных условиях, чем массивные конструкции бетонных плотин. Это говорит об эффективности применения каменных плотин с железобетонным экраном в суровых климатических условиях.

2. Опасность для прочности железобетонного экрана могут представлять лишь температурно-влажностные деформации бетона в строительный период. Только с этой целью целесообразна разбивка экрана на секции вертикальными швами. В эксплуатационный период надобность в экране межсекционных швов представляется незначимой.



3. Равномерный характер распределения температурных напряжений вдоль экрана свидетельствует о том, что высота плотины не играет особой роли в формировании НДС экрана при температурных воздействиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Concrete Face Rockfill dam: Concepts for design and construction // International Commission on Large Dams : bulletin. – 2010. – № 141.
2. Гидротехнические сооружения (речные) : учебник. В 2 ч. Ч. 2 / Л. Н. Рассказов, В. Г. Орехов, Н. А. Анискин, В. В. Малаханов, А. С. Бестужева, М. П. Саинов, П. В. Солдатов, В. В. Толстикова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : АСВ, 2011.
3. Анискин, Н. А. Температурный режим бетонной массивной плотины с воздушной полостью в суровых климатических условиях / Н. А. Анискин, Х. Нгуен // Вестник МГСУ. – 2012. – № 12. – С. 212–218.
4. Анискин, Н. А. Опыт и проблемы строительства и эксплуатации грунтовых плотин в суровых климатических условиях в России / Н. А. Анискин, А. С. Антонов // Вестник МГСУ. – 2014. – № 7. – С. 133–146.
5. Саинов, М. П. Работа железобетонного экрана каменной плотины в пространственных условиях по результатам численного моделирования / М. П. Саинов // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2015. – № 3 (35). – С. 25–31.
6. Саинов, М. П. Вычислительная программа по расчету напряженно-деформированного состояния грунтовых плотин: опыт создания, методики и алгоритмы / М. П. Саинов // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2013. – № 9 (4). – P. 208–225.

SAINOV Mikhail Petrovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of hydraulic engineering

EFFECT OF TEMPERATURE VARIATION ON STRESS-STRAIN STATE OF A REINFORCED CONCRETE FACE OF A ROCKFILL DAM

National Research Moscow State University of Civil Engineering
26, Yaroslavskoe Rd., Moscow, 129337, Russia. Tel.: +7 (495) 287-49-14 (ex. 1416);
e-mail: mp_sainov@mail.ru

Key words: concrete faced rockfill dam, stress-strain state, thermal stresses.

At heating or cooling of the rockfill dam reinforced concrete face, movements occur in direction along the slope. Free deformations permit decreasing the thermal stresses in the face in contrast to the constricted conditions. Apart from longitudinal deformations there are bending deformations in the face, but they are small. The analysis showed that concrete faced rockfill dam (CFRD) is a convenient type of dams for construction in severe climatic conditions.

REFERENCES

1. ICOLD, «Concrete Face Rockfill dam: Concepts for design and construction», International Commission on Large Dams, Bulletin 141, 2010.
2. Rasskazov L. N., Orekhov V. G., Aniskin N. A., Malakhanov V. V., Bestuzheva A. S., Sainov M. P., Soldatov P. V., Tolstikov V. V. Gidrotekhnicheskie sooruzheniya (rechnye) : uchebник [Hydraulic structures (river). Textbook]. 2-e izd., ispr. i dop. Moscow, ASV, 2011.
3. Aniskin N. A., Nguen Ch. Temperaturny rezhim betonnoy massivnoy plotiny s vozdušnoy polostyu v surovyykh klimaticheskikh usloviyakh [Thermal regime of a massive concrete dam with



an air cavity in the severe climate]. Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering], 2012, № 12. P. 212–218.

4. Aniskin N. A., Antonov A. S. Opyt i problemy stroitelstva i ekspluatatsii gruntovykh plotin v surovykh klimaticheskikh usloviyakh v Rossii [Experience and problems of earth dam construction and exploitation in severe climatic conditions in Russia]. Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering], 2014, № 7. P. 133–146.

5. Sainov M. P. Rabota zhelezobonnogo ekrana kamennoy plotiny v prostranstvennykh usloviyakh po rezul'tatam chislennogo modelirovaniya [Performance of rockfill dam concrete face in 3D conditions by the results of numerical modeling]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. 2015, № 3 (35). P. 25–31.

6. Sainov M.P. Vychislitel'naya programma po raschyotu napryazhyonno-deformirovannogo sostoyaniya gruntovykh plotin: opyt sozdaniya, metodiki i algoritmy [Computer program for the calculation of the stress-strain state of soil dams: the experience of creation, techniques and algorithms]. International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2013, vol. 9, № 4. P. 208–225.

© М. П. Сайнов, 2016

Получено: 25.03.2016 г.

УДК 627.8.064.4

Е. А. ГНЕТОВ, аспирант кафедры гидротехнических сооружений

МОДЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРНО-КРИОГЕННОГО РЕЖИМА ЛОЖА ВОДОХРАНИЛИЩА В КРИОЛИТОЗОНЕ С УЧЕТОМ ОСАДКИ ДНА ПРИ ОТТАИВАНИИ В ТРЕХМЕРНЫХ УСЛОВИЯХ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел./факс: (831) 430-42-89;
эл. почта: gs@nngasu.ru

Ключевые слова: криолитозона, водохранилище, чаша, трансформация, оттаивание.

Представлена модель температурно-криогенного режима ложа водохранилища в криолитозоне с учетом осадки дна при оттаивании для трехмерной постановки задачи. Проведено тестирование программы, реализующей описанную методику, на Анадырском водохранилище. Установлено, что к 2030 году объем чаши увеличится на 12,4 % относительно 1986 г.

Водоохранилища в области вечной мерзлоты оказывают существенное влияние на природную среду, что связано с нарушением естественных условий теплообмена на поверхности грунта. В результате оттаивания грунтов ложа водохранилища происходит термокарстовый процесс, или осадка.

В ННГАСУ при непосредственном участии автора была разработана методика численного моделирования температурно-криогенного режима (ТКР) ложа водохранилища в криолитозоне с учетом осадки дна при оттаивании в трехмерных условиях. Методика реализована в виде программы *Temperature Regime with Bottom Settlement 3D v.1.0 (TRBS-3D v.1.0)* (свидетельство Федеральной службы по интеллектуальной собственности о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016619309 от 17.08.2016 г.).

Процесс кондуктивной теплопередачи описывается уравнением теплопроводности Фурье [1, 2]:

$$(Cp)_{гр} \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial X} \left(\lambda_{гр} \frac{\partial \theta}{\partial X} \right) + \frac{\partial}{\partial Y} \left(\lambda_{гр} \frac{\partial \theta}{\partial Y} \right) + \frac{\partial}{\partial Z} \left(\lambda_{гр} \frac{\partial \theta}{\partial Z} \right), \quad (1)$$

где $(Cp)_{гр}$ – объемная теплоемкость грунта, Мкал/(м³·°C); θ – температура грунта, °C; t – время; X, Y, Z – декартовы координаты; $\lambda_{гр}$ – коэффициент теплопроводности грунта, Мкал/(м·сут·°C).

Для грунтов с температурой ниже температуры замерзания свободной воды уравнение теплопроводности записывается [3]:

$$(Cp)_{гр} \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial X} \left(\lambda_{гр} \frac{\partial \theta}{\partial X} \right) + \frac{\partial}{\partial Y} \left(\lambda_{гр} \frac{\partial \theta}{\partial Y} \right) + \frac{\partial}{\partial Z} \left(\lambda_{гр} \frac{\partial \theta}{\partial Z} \right) + \rho_{л} n L \frac{\partial R}{\partial t} b, \quad (2)$$

где $\rho_{л}$ – плотность льда, кг/м³; n – пористость грунта; L – удельная скрытая теплота при замерзании воды или плавлении льда, Мкал/т; b – степень влажности (льдиности) грунта; R – относительная льдиность грунта, представляющая собой отношение массы льда в некотором объеме грунта к массе воды в том же объеме [4].

Условия теплообмена для дневной поверхности назначаются в виде граничного условия III рода [5] (рис. 1 цв. вклейки):

$$-\lambda_{гр} \left(\frac{\partial \theta_{п}}{\partial l} \right) = S_k + S_p, \quad (3)$$

где $\lambda_{гр}$ – коэффициента теплопроводности грунта, Мкал/(м·сут·°C); $\theta_{п}$ – температура грунта на дневной поверхности, °C; l – нормаль к поверхности грунтового массива, м; S_k – конвективный теплоприток, Мкал/(м²·сут); S_p – радиационный теплоприток, Мкал/(м²·сут).

Конвективный теплоприток S_k определяется по формуле:

$$S_k = \alpha(\theta_{п} - \theta_A), \quad (4)$$

где α – коэффициент теплоотдачи, характеризующий интенсивность теплообмена между дневной поверхностью и окружающей средой, Мкал/(м²·сут·°C); $\theta_{п}$ – температура на поверхности грунта, °C; θ_A – температура атмосферного воздуха, °C.

Радиационный теплоприток S_p определяется выражением:

$$S_p = \frac{Q_0 \cdot k \cdot (1 - A)}{t}, \quad (5)$$

где Q_0 – суммарная солнечная радиация, Мкал/м²; k – коэффициент пересчета солнечной радиации для поверхностей различного наклона и ориентации; A – альbedo земной поверхности; t – расчетный интервал времени.

На боковых границах расчетной области задается условие одномерности теплового потока (рис. 1 цв. вклейки):

$$\frac{\partial \theta}{\partial X} = 0; \quad \frac{\partial \theta}{\partial Z} = 0. \quad (6)$$

На нижней границе области назначается условие одномерности теплового потока (рис. 1 цв. вклейки):

$$\frac{\partial \theta}{\partial Y} = 0, \quad (7)$$

либо граничное условие I рода (рис. 1 цв. вклейки):

$$\theta = \theta_{н.г.}, \quad (8)$$

где $\theta_{н.г.}$ – температура на нижней границе расчетной области, °C.

К СТАТЬЕ Е. А. ГНЕТОВА «МОДЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРНО-КРИОГЕННОГО РЕЖИМА ЛОЖА ВОДОХРАНИЛИЩА В КРИОЛИТОЗОНЕ С УЧЕТОМ ОСАДКИ ДНА ПРИ ОТТАИВАНИИ В ТРЕХМЕРНЫХ УСЛОВИЯХ»

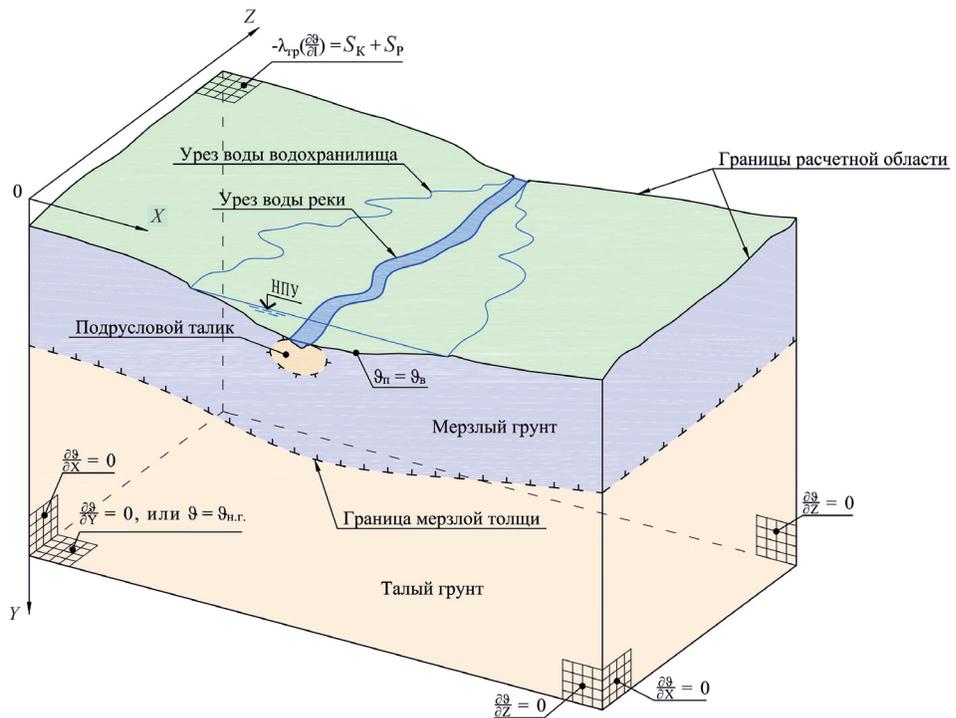


Рис. 1. Граничные условия при постановке задачи теплопереноса в расчетной области ложа водохранилища: θ_v – среднемесячная температура придонного слоя воды водохранилища, °С; θ_n – температура поверхности грунтового массива, °С; $\theta_{н.г.}$ – температура грунтового массива на нижней границе расчетной области, °С; $-\lambda_{гр}\left(\frac{\partial \theta_n}{\partial l}\right) = S_k + S_p$ – граничное условие III рода для дневной поверхности грунтового массива; $\theta_n = \theta_v$ – граничное условие I рода для поверхности ложа водохранилища; $\frac{\partial \theta}{\partial X} = 0$; $\frac{\partial \theta}{\partial Y} = 0$; $\frac{\partial \theta}{\partial Z} = 0$ – условия одномерности теплового потока на границах расчетной области; $\theta = \theta_{н.г.}$ – граничное условие I рода для нижней границы

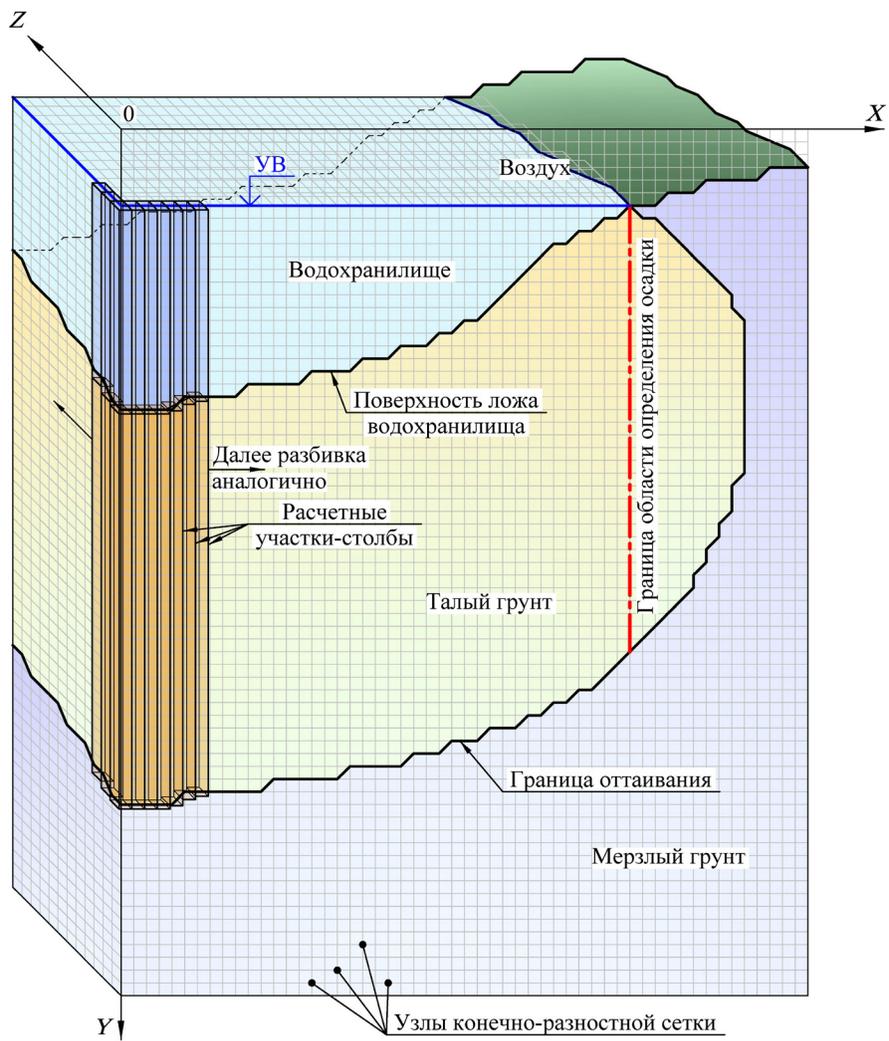
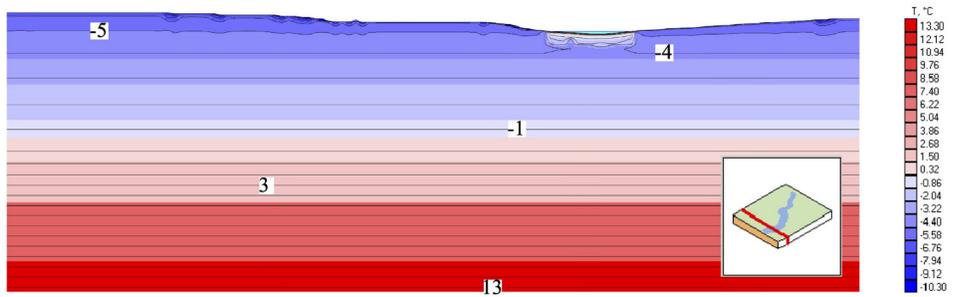
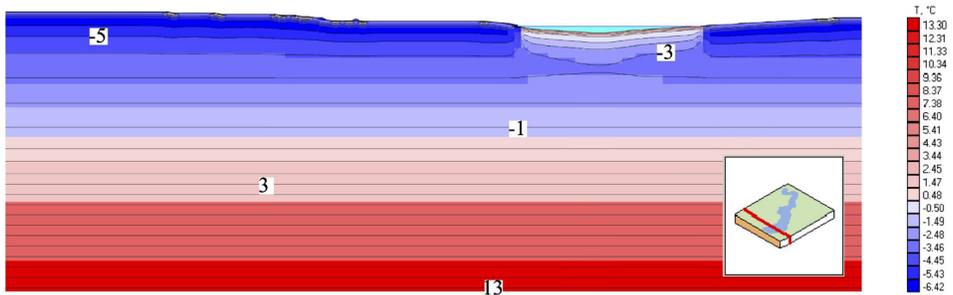


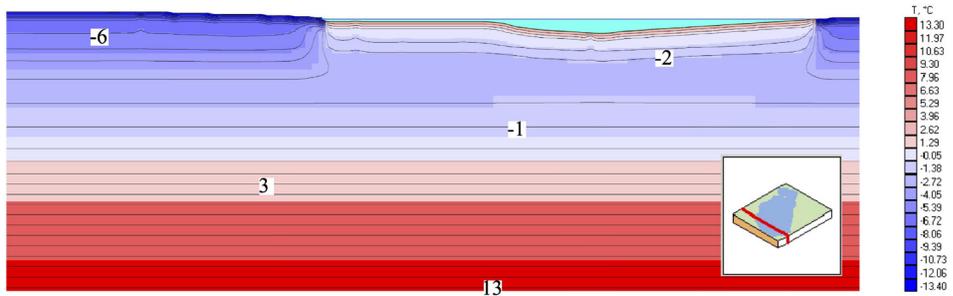
Рис. 2. Схема разбивки расчетной области на вертикальные столбы



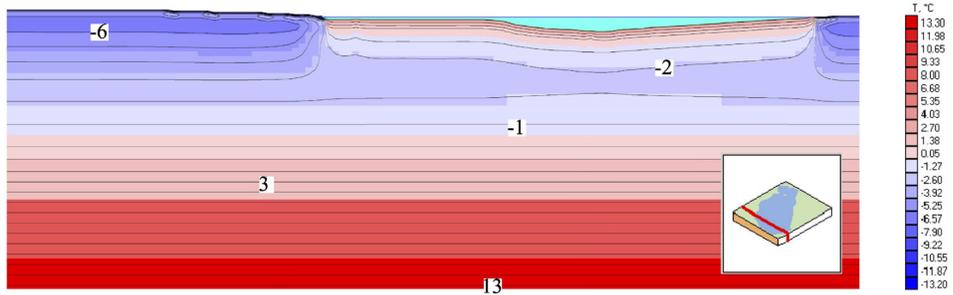
a



b



в



г

Рис. 3. Расчетные температурные поля в ложе Анадырского водохранилища в сечении $Z = 357$ м на моменты времени: *a* – январь 1960 г.; *b* – январь 1985 г.; *в* – январь 2008 г.; *г* – январь 2030 г.

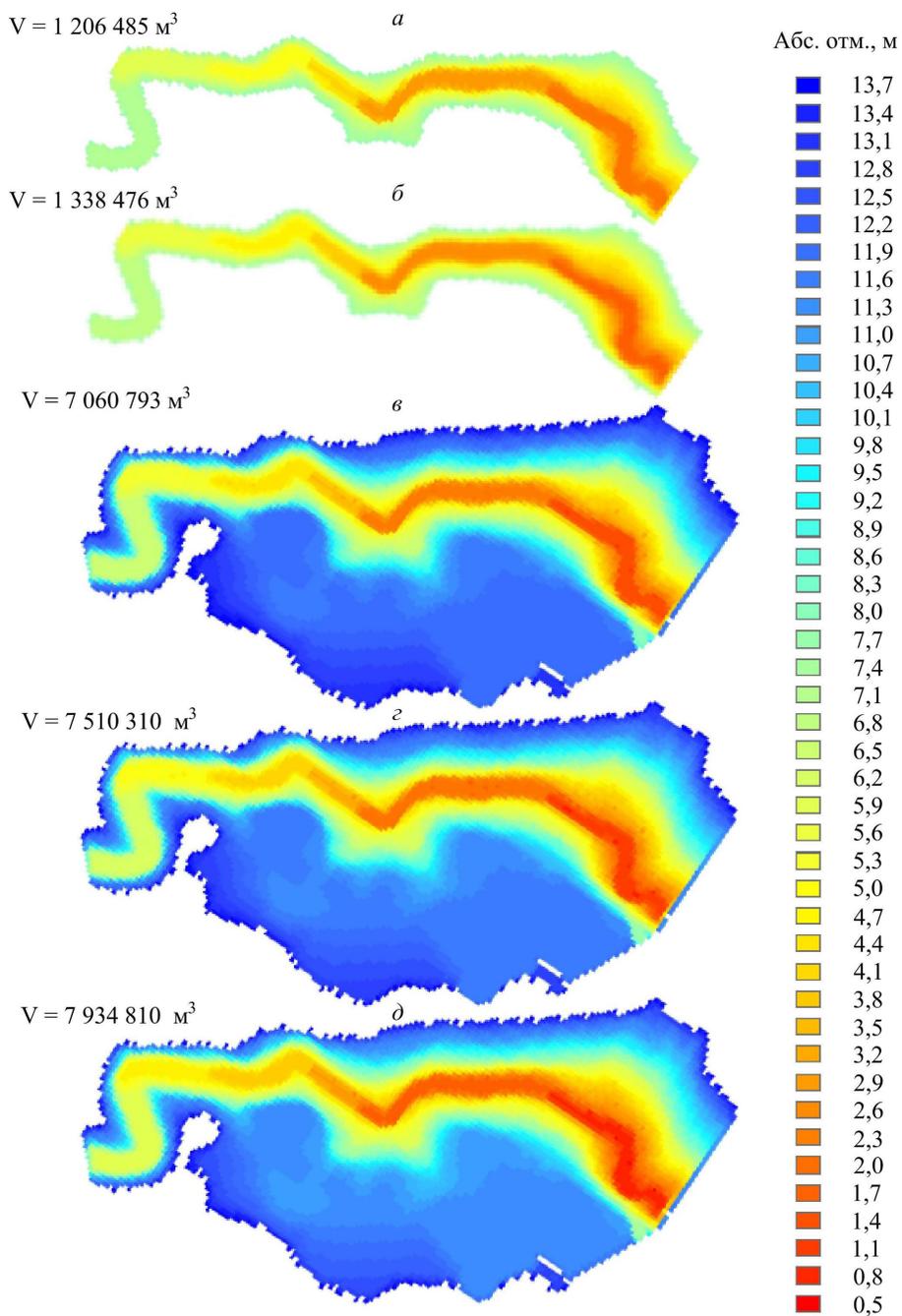


Рис. 4. Растры высот расчетного рельефа дна Анадырского водохранилища на моменты: а – январь 1960 г.; б – декабрь 1985 г.; в – январь 1986 г.; г – январь 2008 г.; д – январь 2030 г.



На подводной поверхности ложа назначается граничное условие I рода:

$$\theta_n = f(x, y, z, t) = \theta_g(t), \quad (9)$$

где θ_n – среднемесячная температура воды водохранилища, °С.

Для решения задачи прогноза температурного режима ложа водохранилища используется метод конечных разностей. Для аппроксимации производной первого порядка $\partial\theta/\partial t$ используется двухслойная временная схема [6]:

$$\frac{\partial\theta}{\partial t} = \frac{\theta_{i,j,k}^{K+1} - \theta_{i,j,k}^K}{\Delta t}, \quad (10)$$

где $\theta_{i,j,k}^{K+1}$ и $\theta_{i,j,k}^K$ – значения температуры в узле « i,j,k » для временных слоев « $K+1$ » («текущий») и « K » («предыдущий»).

Для определения значений температуры грунта на разные моменты времени находится решение системы линейных уравнений для каждого временного шага с использованием итерационного метода Зейделя:

$$\theta_{i,j,k}^{S+1} = \frac{\theta_{i,j,k}^K + \frac{\Delta t}{(Cp)_{i,j,k}} (A \cdot \theta_{i,j-1,k}^{S+1} + E \cdot \theta_{i,j+1,k}^{S+1} + B \cdot \theta_{i-1,j,k}^{S+1} + F \cdot \theta_{i+1,j,k}^{S+1} + C \cdot \theta_{i,j,k-1}^{S+1} + G \cdot \theta_{i,j,k+1}^{S+1})}{1 + \frac{\Delta t}{(Cp)_{i,j,k}} (A + E + B + F + C + G)}, \quad (11)$$

где S – порядковый номер итерации; $(Cp)_{i,j,k}$ – объемная теплоемкость грунта в узле « i,j,k »; A, E, B, F, C, G – коэффициенты, представленные в таблице.

Коэффициенты A, E, B, F, C и G в уравнении (11)

A	$\frac{4\lambda_{i,j-1,k} \cdot \lambda_{i,j,k}}{\lambda_{i,j-1,k} + \lambda_{i,j,k}} \cdot \frac{1}{\Delta x_j (\Delta x_j + \Delta x_{j+1})}$
E	$\frac{4\lambda_{i,j+1,k} \cdot \lambda_{i,j,k}}{\lambda_{i,j+1,k} + \lambda_{i,j,k}} \cdot \frac{1}{\Delta x_{j+1} (\Delta x_j + \Delta x_{j+1})}$
B	$\frac{4\lambda_{i-1,j,k} \cdot \lambda_{i,j,k}}{\lambda_{i-1,j,k} + \lambda_{i,j,k}} \cdot \frac{1}{\Delta y_i (\Delta y_i + \Delta y_{i+1})}$
F	$\frac{4\lambda_{i+1,j,k} \cdot \lambda_{i,j,k}}{\lambda_{i+1,j,k} + \lambda_{i,j,k}} \cdot \frac{1}{\Delta y_{i+1} (\Delta y_i + \Delta y_{i+1})}$
C	$\frac{4\lambda_{i,j,k-1} \cdot \lambda_{i,j,k}}{\lambda_{i,j,k-1} + \lambda_{i,j,k}} \cdot \frac{1}{\Delta z_k (\Delta z_k + \Delta z_{k+1})}$
G	$\frac{4\lambda_{i,j,k+1} \cdot \lambda_{i,j,k}}{\lambda_{i,j,k+1} + \lambda_{i,j,k}} \cdot \frac{1}{\Delta z_{k+1} (\Delta z_k + \Delta z_{k+1})}$

Процесс вычисления ограничивается заданным числом итераций и точностью сходимости решения. По окончании итерационного процесса значение температуры в узле для «текущего» момента времени назначается по значению температуры для «предыдущего» момента.

Принцип определения осадки ложа водохранилища состоит в следующем. Область расчета разбивается на участки в виде вертикальных участков-столбов с



размерами, соответствующими конечно-разностной сетке. Для каждого участка столба определяется осадка ложа при оттаивании, зависящая от характеристик грунтов и высоты столба воды на данном участке (рис. 2 цв. вклейки).

Для решения одномерной задачи осадки грунтов используется метод определения консолидированной осадки, основанный на результатах исследований Н. А. Цытовича осадок мерзлых грунтов при оттаивании [4].

Осадку глинистых грунтов при оттаивании в зависимости от времени определяется выражением [4]:

$$S = S_1 + S_2 + S_3, \quad (12)$$

где S_1 – осадка оттаивания; S_2 – осадка уплотнения от действия внешней нагрузки и собственного веса грунта, вызванная отжатием воды из пор; S_3 – осадка до уплотнения, вызванная ползучестью частиц грунта.

Программа *TRBS-3D v.1.0* составлена на языке программирования C++, функционирует под управлением операционной системы Windows 7. В состав программы входят три модуля: модуль подготовки исходных данных, модуль расчета и модуль вывода результатов расчета.

Автором проведено тестирование разработанной методики моделирования нестационарного ТКР ложа Анадырского водохранилища в трехмерных условиях. Расчет показал, что за период 1960–1985 гг. образуется область оттаивания глубиной 5,8–7,1 м, осадка ложа изменяется в пределах 0,15–0,75 м. За период 1986–2008 гг. происходит оттаивание ложа на глубину 5,1–11,3 м, возникает осадка дна в пределах 0,18–1,07 м. За период 2008–2030 гг. глубина оттаивания повышается до 9,4–13,8 м, осадка изменяется от 0,29–1,34 м (рис. 3, 4 цв. вклейки).

По результатам прогноза установлено, что на 2016 год объем чаши увеличился до 7 675 554 м³ (на 8,7 % относительно 1986 г. – момента реконструкции).

К 2030 году объем чаши составит 7 934 810 м³, т. е. произойдет увеличение чаши на 12,4 % относительно 1986 г. Выявлено, что процессы оттаивания и оседания грунтов ложа, изменение объема чаши водохранилища носят затухающий характер.

Полученные данные о трансформации чаши кроме научного могут представлять практический интерес для корректировки правил использования водных ресурсов при мониторинге водохранилища.

Разработанная методика и реализующая ее программа *TRBS-3D* могут применяться для прогноза ТКР ложа и изменения объема чаши малых водохранилищ простой формы в плане, крупных водохранилищ на локальных участках; при предварительном прогнозе ТКР ложа и изменения объема чаши для крупных водохранилищ – в характерном сечении для двухмерных условий.

Разработанная методика также позволяет проводить прогноз изменения положения НПУ водохранилища в результате трансформации чаши с последующим изменением отдачи по воде и изменением выработки электроэнергии, а также проводить оценку устойчивости подводных частей оттаивающих берегов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Богословский, П. А. Расчет многолетних изменений температуры земляных плотин, основанных на толще мерзлых грунтов / П. А. Богословский // Труды / Горьк. инженер.-строит. ин-т им. В. П. Чкалова. – Горький, 1957. – Вып. 27. – С. 123–178.
2. Лыков, А. В. Теория тепло- и массопереноса / А. В. Лыков, Ю. А. Михайлов. – Москва ; Ленинград : Госэнергоиздат, 1963. – 535 с.
3. Февралев, А. В. Исследование термического режима плотины на вечномерзлых



грунтах при фильтрации воды : автореф. дис. ... канд. техн. наук / А. В. Февралев ; ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева. – Ленинград, 1981. – 20 с.

4. Цытович, Н. А. Механика мерзлых грунтов : общая и прикладная : учеб. пособие для инженер.-строит. вузов / Н. А. Цытович. – Изд. стереотип. – Москва : КД Либроком, 2013. – 448 с. : ил.

5. Исаченко, В. П. Теплопередача : учеб. для студентов теплоэнергет. специальностей высш. техн. учеб. заведений / В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сухомел. – Москва : Энергия, 1969. – 736 с.

6. Коздоба, Л. А. Методы решения нелинейных задач теплопроводности / Л. А. Коздоба ; АН СССР. – Москва : Наука, 1975. – 227 с.

GNYOTOV Evgeniy Alekseevich, postgraduate student of the chair of hydraulic structures

THE MODEL OF TEMPERATURE AND CRYOGENIC REGIME OF RESERVOIR BED IN PERMAFROST ADJUSTED FOR BOTTOM SETTLEMENT DURING THAWING AT THREE-DIMENSIONAL CONDITIONS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-42-89; e-mail: gs@nngasu.ru

Key words: permafrost, reservoir, bowl, transformation, thawing.

The article describes a model of temperature and cryogenic regime of the reservoir bed in permafrost adjusted for bottom settlement during thawing for a three-dimensional problem definition. Testing of the software implementing the above procedure was performed at the Anadyr reservoir. It was defined that by 2030 the volume of the reservoir bowl would increase by 12,4 % compared to 1986.

REFERENCES

1. Bogoslovskiy, P. A. Raschyot mnogoletnikh izmeneniy temperatury zemlyanykh plotin, osnovannykh na tolsche myorzlykh gruntov [Calculation of long-term changes in the temperature of earth dams based on the thickness of frozen soil]. Trudy [Proceedings]. Gork. inzhener.-stroit. in-t im. V. P. Chkalova. Gorky, 1957. Vyp. 27. P. 123–178.

2. Lykov, A. V., Mikhaylov, Yu. A. Teoriya teplo- i massoperenosa [The theory of heat and mass transfer]. Moscow ; Leningrad : Gosenergoizdat, 1963. 535 p.

3. Fevralyov, A. V. Issledovanie termicheskogo rezhima plotiny na vechnomyorzlykh gruntakh pri filtratsii vody [The study of the thermal regime of a dam on the permafrost at water filtration] : avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk ; VNIIG im. B. E. Vedeneeva. Leningrad, 1981. 20 p.

4. Tsytovich, N. A. Mekhanika myorzlykh gruntov : obshchaya i prikladnaya : учеб. posobie dlja inzhener.-stroit. vuzov [The mechanics of frozen soils: general and applied: manual for civil engineering higher education institutions]. Izd. stereotip. Moscow : KD Librokom, 2013. 448 p. : il.

5. Isachenko, V. P., Osipova, V. A., Sukhomel, A. S. Teploperedacha [Heat transfer]: учеб. dlya studentov teploenerget. spetsialnostey vyssh. tekhn. учеб. zavedeniy. Moscow : Energiya, 1969. 736 p.

6. Kozdoba, L. A. Metody resheniya nelineynykh zadach teploprovodnosti [Methods for solving nonlinear heat conduction problems]. AN SSSR ; Moscow : Nauka, 1975. 227 p.

© Е. А. Гнетов, 2016

Получено: 27.09.2016 г.

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

УДК 721:378

А. А. ХУДИН, чл.-кор. РААСН, канд. арх., проф. кафедры архитектурного проектирования

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ КУРСОВОГО АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПО ИНТЕНСИВНОЙ МЕТОДИКЕ (В СВЯЗИ С ПЕРЕХОДОМ НА ПЯТИЛЕТНЮЮ ПОДГОТОВКУ СТУДЕНТОВ-АРХИТЕКТОРОВ)

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83;
факс: (831) 430-19-36; эл. почта: hoodin@gambler.ru

Ключевые слова: курсовое архитектурное проектирование, методика проектирования, организация учебного процесса.

Рассмотрены проблемы построения учебного курсового архитектурного проектирования на 3–5 курсах в связи с переходом на пятилетнюю подготовку архитекторов в ННГАСУ. Рассматривается возможность построения учебного процесса по интенсивной методике с увеличением количества проектных заданий и одновременной дифференциацией степени их сложности.

Существовавшая продолжительное время система организации курсового проектирования на кафедре архитектурного проектирования ННГАСУ была сформирована исходя из шестилетней подготовки студента-специалиста. Основной смысл подхода, разработанного автором статьи как заведующим кафедрой в 1990-е годы, был направлен на решение следующих типичных задач при обучении студентов 3–6 курсов:

- ознакомить студентов с градостроительным проектированием и основными видами жилых и общественных зданий;
- предложить набор проектов, каждый из которых решает определенную и особенную структурную, типологическую, конструктивную, технологическую, пространственную или художественную задачу;
- организовать последовательность разработки проектов по восходящей степени сложности.

Объединяющим и структурирующим моментом организации перечисленных задач стало введение в каждом учебном году (семестре) базового градостроительного проекта, на основе которого разрабатывались последующие проекты зданий.

Такой подход базировался на следующих, по нашему мнению, ключевых моментах не только для подготовки студентов, но и в целом для профессиональной работы архитектора:

- градостроительное решение во многом предопределяет последующее объемное решение;
- в условиях развивающейся в то время и продолжающейся развиваться сегодня темы реконструкции городских территорий, в особенности центров городов, степень указанной выше предопределенности становится все более существенной;
- обусловленность объемного решения зданий окружающей средой позволя-



ет преподавателям более наглядно показать методику формирования объектов во взаимосвязи со структурными, эстетическими, экономическими и нормативными требованиями;

– следование концепции «контекстуализма», которая является одной из главных отличительных черт современной нижегородской архитектуры, получившей общероссийское признание, отражает специфику регионального зодчества, что выделось и видится как развитие цивилизованного «средового проектирования».

При шестилетней подготовке базовыми градостроительными проектами и последующими объемными проектами являлись:

– 3-й курс (1-й и 2-й семестры) – проект поселка с разработкой на его основе проектов индивидуального (блокированного) дома, школы, гаража-автостоянки (хлебозавода, мусороперерабатывающего завода в коммунально-складской зоне поселка);

– 4-й курс (1-й и 2-й семестры) – проект микрорайона с разработкой на его основе жилого дома средней этажности, приходской церкви, многоэтажного жилого дома;

– 5 курс (1-й семестр) – проект города на 50 тысяч жителей с разработкой на его основе общественного центра (гостиничного комплекса);

– 5 курс (2-й семестр) – проект реконструкции исторического квартала с разработкой включенного в его структуру музея (банка, офисного здания);

– 6 курс (1-й семестр) – проект тематического парка с разработкой на его основе многофункционального концертно-зрелищного комплекса;

– 6 курс (2-й семестр) – дипломный проект (крупный жилой дом или общественное здание) на реальной градостроительной подоснове, как правило, из генплана Нижнего Новгорода.

С вариациями (по семестрам) данный подход использовался около 20 лет и подвергался корректурам по итогам рассмотрения на методических семинарах. Необходимо отметить, что рассмотренная структура курсового проектирования в непростые для отечественного образования 1990-е годы сознательно формировалась как преемственная по отношению к сложившейся отечественной методике подготовки архитекторов [1], хотя и приобрела, по нашему мнению, более структурированный характер.

Сокращение продолжительности обучения студентов-архитекторов на один год в связи с отменой статуса «специалист (архитектор)» и переход на подготовку бакалавров архитектуры (5-летний курс) и магистров архитектуры (7-летний курс) привели к естественному изменению структуры курсового проектирования.

Произошедшее сокращение числа проектов было частично компенсировано путем переноса двух проектов на второй курс. Их выполнение осуществляется теперь на кафедре основ архитектурного проектирования и истории архитектуры ННГАСУ, что, в свою очередь, потребовало сокращения заданий и проектов на этой кафедре и необходимости освоения новых недостаточно типичных для данной кафедры задач. Однако рассмотренную выше методику реализовать в прежнем виде все равно не представляется возможным.

С нашей точки зрения требуется поиск новых подходов к построению учебного процесса с сохранением проверенных временем методик, внедрением прогрессивных методов преподавания, с определенной логикой действий, понятных и преподавателям, и студентам.

Один из таких подходов (излагаемый в данной статье) предполагает интенсификацию образовательного процесса и внесение в учебный процесс компонентов,



которые, по нашему мнению, отражают произошедшие изменения как в образовании, так и в архитектуре в целом. Использование разнообразных форм и методов подготовки архитекторов в определенной степени должны учитывать требования реальной практики и современных тенденций в работе зодчего. Рассматриваемый подход ориентирован на подготовку студентов специализации «Жилые и общественные здания» (ЖОЗ).

Исходя из вышеизложенного, сохранение идеи базовых градостроительных проектов в рамках нового подхода нам представляется обоснованным. Сумма градостроительных задач, стоящих перед архитекторами-объемщиками, не становится меньше, сложности проектной работы в исторической среде увеличиваются, нормативная база и ограничения становятся все более жесткими, принципы средового проектирования находятся в процессе постоянного обновления, контекстуализм приобретает новые более сложные, изощренные черты.

Новация, позволяющая без ликвидации базовых градостроительных проектов сохранить необходимое количество проектных заданий, заключается в увеличении общего количества выполняемых студентами проектов. Их количество увеличивается с двух до трех курсовых проектов в семестре. Конечно же, простое механическое увеличение количества проектов привело бы к перегрузке студентов и увеличению времени для осмысления и выполнения проектных задач.

Поэтому требуется дифференциация этих задач по степени сложности и трудозатратам. В предлагаемой структуре предусматривается несколько организационных и смысловых форм для решения этой проблемы:

1. Один из курсовых проектов в семестре носит классический характер по заданию и по объему разрабатываемого графического материала. По времени выполнения он сокращается на одно занятие, но так как сдача (представление кафедральной комиссии всех проектов) переносится на конец семестра, то данный резерв времени позволяет провести защиту проектов в группе, что является кроме того одной из форм, отличающих данную методику от стандартной.

Внутригрупповые защиты проектов позволяют подготовить архитекторов к будущим защитам проектов перед заказчиком, коллегами, смежниками и согласующими инстанциями. Они заставляют учащихся вербально осмысливать, формулировать и объяснять (в том числе для себя) концепцию и основные положения проектной задачи и ее решения, стимулируют взаимодействие внутри группы, обогащают и расширяют формы педагогического процесса. Защита (рассказ о проекте) демонстрирует наличие или отсутствие наполненности проекта скрытыми общекультурными, философскими, ассоциативными и другими смыслами, которые зачастую присутствуют в проектах, но не могут быть выражены графически, или их визуальное выражение усложнено.

В форме защит происходит и рассмотрение отдельных стадий выполняемого проекта, что преследует указанные цели, и, кроме того, позволяет расширить распространение различных подходов и концепций для решения схожих проектных задач внутри группы, позволяет экономно выявить схожие и общие ошибки для всей учебной группы.

2. Второй из проектов (первый в семестре – базовый градостроительный) выполняется командой студентов из 5–6–7 человек (4 команды в группе), что позволяет сократить время на его выполнение. Такой подход также позволяет наладить внутрипрофессиональные и личностные контакты между студентами, приучить их к будущей (характерной для современного проектного процесса) коллективной работе в мастерских, проектных бюро и организациях. При этом также реа-



лизуется процесс взаимного обучения студентов, когда мнение товарища-студента подвергается критике и анализу, в отличие от мнения преподавателя, которое традиционно воспринимается как «истина в последней инстанции». Найденная студентом информация приобретает более прикладной характер, а ее ценность возрастает в связи с личными затратами времени и усилиями, потраченными на ее получение и обработку.

Типичной чертой градостроительных работ, распространенной в настоящее время в мировой практике, является аналитический стратифицированный характер рассмотрения отдельных компонентов урбанистических задач. Такая методика хорошо ложится на коллективный характер выполнения учебных задач и позволяет дифференцированно распределить и сбалансировать роли при выполнении проекта.

Командная форма не исключает и сугубо индивидуальную творческую работу студента, так как на первоначальных этапах ее выполнения (два эскиза – клаузуры) носит соревновательный характер. На основании данных внутригрупповых конкурсов выбираются идеи и концепции, которые ложатся в основу коллективного проекта.

Графическое представление проекта осуществляется в виде 3–4 стандартных планшетов с аналитическими схемами, классическими градостроительными схемами, ситуационным и генеральным планами, развертками, перспективными 3D-видами и рабочим макетом.

3. Третий проект в семестре рассматривается как проектное задание, в котором решается одна из актуальных, но локальных архитектурных задач. Представление проекта может носить как классический проектный, так и эскизный вид, иметь выражение в виде текстов, рисунков и схем.

Локальная архитектурная задача в данном случае понимается как определенная, выявленная практикой и теорией доминанта, определяющая характер работы и особенности конечного объекта. Так, для промышленных объектов в качестве доминанты выступает технология, для ландшафтных объектов – природные элементы, для культовых объектов – соответствие религиозным канонам, для объектов в исторической среде – анализ контекста и объемно-планировочных ограничений, для корректуры проекта главным является оптимизация решения, для рабочей стадии проекта – его детализация и т. д.

Для подготовки архитектора, специализирующего в области проектирования жилых и общественных зданий, по нашему мнению, требуется не просто определенный набор выполняемых проектов. Требуется понимание и определение стратегии выполнения проектных задач, когда условия проектирования, требования заказчика, особенности участка и другие факторы предопределяют конечный результат не только и не столько по типологическим, но и по достаточно универсальным приемам формирования архитектурно-строительного объекта. Третий семестровый проект, несмотря на отмеченный локальный характер поставленных задач, на самом деле призван вооружить студента пониманием и навыками их решения универсальными для архитектуры способами, методами и приемами. Так, например, технологический принцип и его доминирование становится универсальным при проектировании множества объектов непромышленного характера – вокзалов, ресторанов, автостанций, музеев и т. д., которые находятся в проектной сфере специалистов ЖОЗ. Понимание степени связанности и конфликтности, определяющей и подчиненной роли рассматриваемых доминант в построении композиции – главная и специфическая особенность квалифицированного архитектора.



Третий проект, выступающий по отношению к стандартному обязательному количеству проектов как дополнительный, трактуется нами как «открытая форма» учебного задания, изменяемая во времени, определяемая конкретным ведущим преподавателем, отражающая его конкретные знания, умения и навыки, позволяющая делать акценты и углублять те аспекты, которые, по его мнению, недостаточно глубоко освоены при выполнении стандартного набора проектов. Такой подход позволяет усилить авторское педагогическое начало в построении учебного процесса, отразить специфику конкретного преподавательского коллектива, который представлен в группе тремя преподавателями с разным опытом проектной и педагогической работы и разнообразными взглядами на архитектуру и принципы ее формирования, видением в ней главного и второстепенного.

В целом в учебном процессе предусматривается определение как «внешних» доминант, так и «внутренних» профессиональных доминант. Кроме того, в рассматриваемом подходе сделана попытка использовать «деятельностный подход», разработанный широко известным философом Л. А. Зеленовым [2], как способ отбора конкретных проектов, в каждом из которых студентом решается одна из задач и видов человеческой деятельности, так и понимание архитектурного объекта как конгломерата сбалансированных видов жизнедеятельности.

Предложенный подход носит поисковый характер. Он был рассмотрен на методическом семинаре кафедры архитектурного проектирования и рекомендован в качестве пробной экспериментальной программы. Реальные результаты продемонстрированы семестровой работой одной из групп 3-го курса. Выполнено три проекта – микрорайон, малоэтажный дом, блок-квартира.

Проект микрорайона выполнялся в соответствии с вышеописанной методикой (4 проекта четырех команд на трех планшетах каждый). Малоэтажный дом был представлен в форме классического проекта студента (метровый планшет со стандартным набором проекций). Третий проект включил в себя три проектных задания:

- корректура планировочного решения блок-квартиры в соответствии с эргономическими нормами и детальной расстановкой мебели (план квартиры в масштабе 1:50);
- оптимизация фасада блок-квартиры на основе освоения и применения систем пропорционирования (фасад блок-квартиры с нанесенной поверх системой пропорционирования в масштабе 1:50);
- разработка планировочного узла – детализация входной группы с функциональной детализацией и подбором материалов (план, фасад и разрез в масштабе 1:20, перспективный вид (компьютерная модель)).

Студенты успешно справились с поставленными задачами. Проекты были сданы в установленные сроки. Ряд проектов отмечен дипломами кафедрального смотра-конкурса. Со стороны руководства кафедры и преподавателей представленные группой проекты были признаны качественными. Учитывая опасения, высказывавшиеся со стороны преподавателей по поводу возможной перегрузки студентов, и для того чтобы выяснить отношение к предложенной методике и определиться с продолжением эксперимента, был проведен опрос среди студентов в виде тайного голосования с их оценкой с вариантами: положительно, нейтрально или отрицательно. Шесть человек оценили эксперимент нейтрально, 17 студентов поставили положительную оценку, отрицательные оценки отсутствуют.



Эксперимент находится в стадии своего развития. Анализ результатов, уточнение заданий и их смыслового наполнения, структура взаимосвязи со смежными дисциплинами – краткий перечень первоочередных задач по совершенствованию предложенной методики. Однако и первые результаты вызывают необходимость обсуждения и предложенных подходов и, главное, разработать предложения по совершенствованию подготовки студентов-архитекторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бархин, Б. Г. Методика архитектурного проектирования / Б. Г. Бархин. – Москва : Стройиздат, 1993. – 436 с.
2. Зеленов, Л. А. Введение в общую методологию / Л. А. Зеленов. – Нижний Новгород : Изд. Гладкова, 2002. – 155 с.

KHUDIN Aleksandr Aleksandrovich, corresponding member of RAACS, candidate of architecture, professor of the chair of architectural design

APPROACHES TO THE ORGANIZATION OF COURSE ARCHITECTURAL DESIGNING BY INTENSIVE TECHNIQUE (IN CONNECTION WITH TRANSITION TO FIVE YEARS' PREPARATION OF STUDENTS-ARCHITECTS)

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia, Tel.: +7 (831) 430-17-83,
fax: (831) 430-19-36; e-mail: hoodin@rambler.ru
Key words: course architectural designing, designing technique, organization of educational process.

The article is devoted to the problems of developing educational course architectural designing for the 3 to 5-year students in connection with transition to five years' preparation of architects in NNGASU. A possibility of arranging an educational process by an intensive technique with increasing quantity of detailed designs and simultaneous differentiation of the degree of their complexity is considered.

REFERENCES

1. Barkhin B. G. Metodika arkhitekturnogo proektirovaniya [Methodology of architectural design]. Moscow: Stroyizdat. 1993. 436 p.
2. Zelenov L. A. Vvedenie v obshchuyu metodologiyu [Introduction to general methodology]. Nizhny Novgorod: Izd. Gladkova, 2002, 155 p.

© А. А. Худин, 2016
Получено: 05.07.2016 г.



УДК 72.03+719:911.53

А. В. ЛИСИЦЫНА, канд. арх., доц. кафедры архитектурного проектирования;
О. А. АНИКИНА, аспирант кафедры архитектурного проектирования

ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНАЯ СРЕДА И ГОРОДСКОЙ КУЛЬТУРНЫЙ ЛАНДШАФТ: ДИАЛЕКТИЧЕСКАЯ ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОНЯТИЙ

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: историко-архитектурная среда, городской культурный ландшафт, исторический город, историко-культурное наследие.

Рассматривается взаимосвязь понятий историко-архитектурной среды и городского культурного ландшафта. Оба термина в настоящее время широко используются в мировой и отечественной практике сохранения историко-культурного наследия, представленной как средовыми, так и ландшафтными концепциями.

Понятие культурного ландшафта появилось в архитектурно-градостроительной науке в 1980-х гг. В настоящее время оно используется чрезвычайно активно как по отношению к небольшим локальным территориям, так и применительно к обширным географическим или историческим районам. Столь широкая трактовка предполагает, что и город (в первую очередь исторический) рассматривается как один из видов культурного ландшафта. Однако общеизвестно, что с начала 1970-х гг. исторический город принято характеризовать через понятие городской исторической среды или историко-архитектурной среды. Обычно так называют городскую среду, запечатлевшую в своем архитектурном облике ход исторического развития города или поселения. Оба термина «историко-архитектурная среда» и «городской культурный ландшафт» являются базовыми для изучения и сохранения историко-культурного наследия в самом широком смысле слова. Цель статьи – рассмотреть отношение и взаимосвязь этих понятий в применении к историческим городам, которые являются наиболее яркими и целостными воплощениями культурного наследия.

Города и поселения, основанные в далеком прошлом, всегда создавались с учетом природных, естественных факторов, которые зачастую имели градообразующее значение. Сформированные на основе природного ландшафта такие населенные места представляют собой результат коллективной деятельности людей в обширной исторической перспективе. Именно пространство городов в силу большой концентрации людей характеризуется значительными преобразованиями природной среды. Здесь формируется «вторая природа» – городская среда, которая включает все предметно-пространственное окружение, созданное человеком и представляющее собой поле его жизни и деятельности.

Одно из первых определений городской среды дал Е. В. Михайловский: «Городская среда – система зданий, сооружений и открытых пространств во всем комплексе свойств, возникающих в их взаимодействии» [1, с. 72]. При этом ученый подчеркнул, что одной из важнейших составляющих городской среды в целом является исторически сложившаяся среда, или историко-архитектурная среда. Объективная необходимость для введения понятия историко-архитектурной среды в сферу охраны культурного наследия была подтверждена на VI съез-



де архитекторов СССР в 1975 г., где обосновывалась необходимость сохранения такой среды как целостного явления, с учетом изучения закономерностей истории градостроительства, градостроительной роли памятников архитектуры, обеспечения композиционного единства новых зданий и сложившейся застройки в целях поддержания гармонии и своеобразия исторических городов [2, с. 103]. К началу 1990-х гг. была в общих чертах осуществлена теоретическая разработка проблем историко-архитектурной среды, выделены теоретические и методологические основы ее формирования. Данные вопросы рассматривались в работах А. Э. Гутнова, В. Л. Глазычева, А. В. Иконникова, М. И. Мильчика, О. И. Пруцына, А. Г. Раппапорта, А. С. Щенкова и других.

Следующий подъем заинтересованности средовой проблематикой относится к началу нового XXI века. Знаменательно определение А. М. Мартынюка, приведенное в монографии Ю. В. Алексеева, Г. Ю. Сомова, Э. А. Шевченко: «Историческая среда города – это среда, характеризующаяся присутствием модуса прошедшего времени, то есть имеющая следы прошлого, зафиксированные как в предметно-пространственных структурах, так и в других структурах, включая социальные» [3, с. 51]. В 2008–2010 гг. в рамках тематики научно-исследовательских работ НИИТИАГ РААСН была выполнена работа «Историческая городская среда как объект культурного наследия: стратегия сохранения и развития» (руководитель – Э. А. Шевченко).

Мощный импульс к изучению культурного ландшафта в теории и истории архитектуры, несомненно, связан с тем, что в 1992 г. данный термин был включен в основополагающие документы ЮНЕСКО, определяющие принципы международной государственной деятельности в области сохранения Всемирного природного и культурного наследия. Согласно обновленному в 1999 г. тексту официального «Руководства по выполнению Конвенции об охране Всемирного Наследия», культурный ландшафт – это совместное творение человека и природы [4]. В отечественной науке с методологией ЮНЕСКО наиболее точно коррелируется информационно-аксиологический подход к изучению культурного ландшафта, представленный работами Ю. А. Веденина, Е. Ю. Колбовского, М. Е. Кулешовой, О. А. Лавреновой, Р. Ф. Туровского и других. Ю. А. Веденин трактует культурный ландшафт как «целостную и территориально локализованную совокупность природных, технических и социально-культурных явлений, сформировавшуюся в результате соединенного действия природных процессов и художественно-творческой, интеллектуально-созидательной и рутинной жизнеобеспечивающей деятельности людей» [5, с. 70–71]. Ученый предлагает рассматривать культурный ландшафт с трех позиций: во-первых, как «хороший» антропогенный ландшафт, измененный человеком по определенной программе и обладающий высокими эстетическими и функциональными качествами (в традициях русской географической науки); во-вторых, как некую местность, которая в течение длительного исторического периода была местом обитания определенной группы людей, являющихся носителями специфических культурных ценностей; в третьих, как ландшафт, в формировании и развитии которого активную роль играют духовные и интеллектуальные ценности, хранимые и передаваемые от поколения к поколению в виде информации, являющиеся ее частью и испытывающие на себе воздействие других материальных компонентов ландшафта. Кроме того, если культурный ландшафт обладает существенной историко-культурной, научной и художественной ценностью, он может быть признан объектом наследия [6]. В архитектурно-градостроительной науке вопросы городского культурного ландшафт-



та разрабатывались в трудах А. В. Бокова, А. А. Высоковского, В. И. Гуцаленко, Т. А. Смолицкой и других.

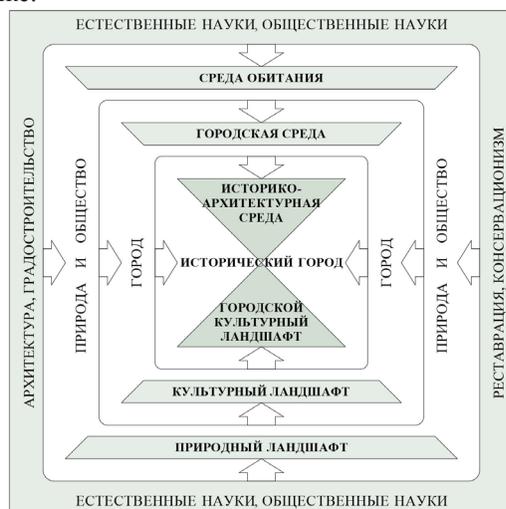
Необходимо отметить, что наряду с понятием «исторический город», заметной тенденцией последнего десятилетия стало использование понятия «исторический городской ландшафт». Концепция исторического городского ландшафта как инновационный способ сохранения наследия исторических городов и управления ими была заявлена в Венском меморандуме, разработанном на Международной конференции «Всемирное наследие и современная архитектура» (Вена, 2005), и принятой на его основе Декларации ЮНЕСКО о сохранении исторических городских ландшафтов. Основные принципы и руководящие указания данной концепции закреплены в Рекомендации ЮНЕСКО об исторических городских ландшафтах, принятой в 2011 г. в Париже. Согласно этому документу «исторический городской ландшафт представляет собой городской район, рассматриваемый как результат исторического наслоения культурных и природных ценностей и атрибутов, и выходящий за рамки понятия «исторический центр», или «ансамбль» в связи с включением в него более широкого городского контекста и его географических параметров. Этот контекст включает в себя в частности: топографию, геоморфологию, гидрологию и природные особенности конкретного объекта; характер его как исторической, так и современной застройки; его надземные и подземные инфраструктуры; его открытые пространства и сады; методы землепользования и пространственную организацию; особенности восприятия и визуальные соотношения, а также все другие элементы городской структуры» [7].

В этом ракурсе исторический городской ландшафт, приравненный к историческому городу, может рассматриваться как один из видов культурного ландшафта. В то же время определение исторического городского ландшафта, данное в Рекомендации ЮНЕСКО, вполне может быть отнесено к городской исторической среде (историко-архитектурной среде) в том значении, в котором ее трактует современная отечественная наука. В методических разработках НИИТИАГ РААСН 2010 г. приводится следующее определение городской исторической среды: «Городская историческая среда – есть явление напластований времен, культур и судеб, ярчайший свидетель, хранитель и носитель такого явления как Город. Городская историческая среда – совокупность исторических зданий и планировочной структуры, сохранивших историко-культурную, эстетическую и иную ценность и значимость для идентификации ее в качестве основного исторического генотипа города. Городская историческая среда состоит из таких элементов как: а) материальные элементы, представленные зданиями, сооружениями, скульптурными и архитектурными формами; б) открытые пространства (воздушная среда); в) образность как элемент индивидуального восприятия открытого пространства, замкнутого материальными элементами» [8, с. 44–45].

Следует признать, что приведенные выше понятия исторического городского ландшафта и городской исторической среды достаточно близки по смыслу. Примечательно, что оба они характеризуют некую целостность и могут рассматриваться как в материальном, так и в идеальном плане. С одной стороны, это объективная реальность, запечатленная в материальных структурах пространственного окружения, с другой же – идеальный образ, объект восприятия человека. В определении городской исторической среды подчеркивается архитектурная, «рукотворная» составляющая и длительное развитие во времени; в определении исторического городского ландшафта акцентируется природная, ландшафтная основа, преобразуемая в процессе деятельности человека.



Возвращаясь к вопросу взаимосвязи понятий «городской культурный ландшафт» и «историко-архитектурная среда», отметим, что по отношению к историческому городу первый выступает в качестве базиса, а вторая – в качестве надстройки. Т. А. Смолицкая, предложившая авторскую концепцию культурного ландшафта города, определяет его как «процесс формирования городской среды, порожденный культурой жизни общества» [9, с. 53]. Однако, учитывая «базисную» сущность категории ландшафта, справедливым является и обратное: историко-архитектурная среда как составляющая городской среды – это феномен, который возникает в процессе формирования городского культурного ландшафта, постоянно изменяется и совершенствуется, на каком-то этапе достигая пика своего развития. Таким образом, применительно к историческому городу оба понятия существуют в диалектическом единстве: городской культурный ландшафт являет собой процесс и результат развития историко-архитектурной среды; историко-архитектурная среда, в свою очередь, характеризуется как процесс и результат формирования городского культурного ландшафта. Взаимосвязь обоих понятий отражена на рисунке.



Взаимосвязь понятий историко-архитектурной среды и городского культурного ландшафта в структуре междисциплинарных исследований

Стремление связать рассматриваемые понятия прослеживается, например, в работах Б. М. Матвеева, который вводит понятие архитектурно-ландшафтного комплекса, определяемого как фрагмент культурного ландшафта, обособленный в силу уникальных особенностей функционально-планировочной и архитектурно-пространственной организации территории [10, с. 8]. Как следует из этого определения, архитектурно-ландшафтным комплексом вполне может являться исторический город. Историко-архитектурная среда в данном случае выступает как его предметно-пространственное, деятельностное и образно-семантическое «наполнение». Таким образом, правомерно говорить об историко-архитектурной среде городского ландшафтного комплекса.

В заключение необходимо еще раз подчеркнуть, что понятие историко-архитектурной среды изначально сформировано в сфере теории и истории архитектуры; понятие культурного ландшафта привнесено из других областей науки – географии, этнологии, культурологии. Использование термина «среда» в большей



степени характерно для советской и российской практики; определение «культурный ландшафт» широко применяется в международной охранной терминологии. И историко-архитектурная среда, и культурный ландшафт в настоящее время трактуются как объекты культурного наследия. Оба понятия отражают попытки взглянуть на проблему наследия с разных сторон. Главная идея средового подхода заключается в том, что каждый элемент историко-архитектурной среды существует в сложившемся контексте и генетически связан со своим окружением, глубоко обусловлен им. Поэтому механистическая замена элементов чревата нарушением целостности всей системы, что можно наблюдать на примере многих исторических городов как в России, так и во всем мире. Вместе с тем в новейших документах ЮНЕСКО и ИКОМОС отмечается, что «вопросы, касающиеся роли ландшафта как основы понимания или осмысления городского пейзажа, включая его топографию и очертания небесной линии (силуэт), в целом представляются более важными, чем раньше» [11, с. 165]. Распространение ландшафтного подхода в архитектурной науке отвечает генеральной мировой тенденции в изучении и сохранении культурного наследия – переходу от отдельных объектов к крупным территориальным комплексам (историческим городам и еще более обширным системам), все элементы которых – природные и антропогенные – взаимосвязаны и оказывают взаимное влияние друг на друга. В современных условиях только такая стратегия способна обеспечить сохранение архитектурного своеобразия исторических городов и историко-культурных регионов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Памятники архитектуры в структуре городов СССР / ЦНИИ теории и истории архитектуры ; под ред. А. В. Иконникова, Н. Ф. Гуляницкого. – Москва : Стройиздат, 1978. – 208 с.
2. Пруцын, О. И. Архитектурно-историческая среда / О. И. Пруцын, Б. Рымашевский, В. Борусевич / под ред. О. И. Пруцына. – Москва : Стройиздат, 1990. – 408 с.
3. Градостроительное планирование достопримечательных мест. В 2 т. Т. 1. Основы планирования / Ю. В. Алексеев, Г. Ю. Сомов, Э. А. Шевченко – Москва : АСВ, 2012. – 224 с.
4. Руководство по выполнению Конвенции об охране Всемирного наследия [Электронный ресурс] / Орг. Объед. Наций по вопр. образования, науки и культуры, Межправительств. ком. по охране всемир. культур. и природ. наследия (Ком. Всемир. наследия). – Режим доступа : <http://nasledie.org.ru/legalbase/rukov>.
5. Веденин, Ю. А. Культурно-ландшафтное районирование России – ориентир культурной политики / Ю. А. Веденин // Ориентиры культурной политики / М-во культуры Рос. Федерации. – Москва, 1997. – Вып. 2. – С. 3–99.
6. Веденин, Ю. А. Культурный ландшафт как объект культурного и природного наследия / Ю. А. Веденин, М. Е. Кулешова // Известия РАН. Серия географическая. – 2001. – № 1. – С. 7–14.
7. Рекомендация об исторических городских ландшафтах [Электронный ресурс] / Орг. Объед. Наций по вопр. образования, науки и культуры. – Режим доступа : http://kgior.gov.spb.ru/media/uploads/userfiles/2015/08/27/Рекомендация_2011.pdf.
8. Методические рекомендации оценки историко-культурной ценности поселения и применения критериев историко-культурной ценности поселения в оценке недвижимости, расположенной в границах исторического поселения, с целью установления инвестиционной привлекательности / Науч.-исслед. ин-т теории и истории архитектуры и градостр-ва Рос. акад. архитектуры и строит. наук (НИИТИАГ РААСН). – Санкт-Петербург ; Москва : Зодчий, 2010. – 69 с.
9. Матвеев, Б. М. Историко-теоретические и научно-практические разработки градостроительной регламентации исторической городской среды Сестрорецкого архитек-



турно-ландшафтного комплекса : автореф. дис. ... канд. архитектуры / Б. М. Матвеев. – Санкт-Петербург, 2013. – 26 с.

10. Городской культурный ландшафт: традиции и современные тенденции развития / Т. А. Смолицкая, Т. О. Король, Е. И. Голубева. – Москва : ЛИБРОКОМ, 2014. – 276 с.

11. Принципы Валлетты по сохранению и управлению историческими городами и урбанизированными территориями // Градостроительные проблемы охраны наследия : сб. материалов науч.-практ. конф., окт. 2012 г. / Науч.-исслед. ин-т теории и истории архитектуры и градостр-ва Рос. акад. архитектуры и строит. наук (НИИТИАГ РААСН) ; сост., отв. ред. Э. А. Шевченко. – Санкт-Петербург, 2013. – Вып. 2. – С. 165–174.

LISITSYNA Aleksandra Vladislavovna, candidate of architecture, associate professor of the chair of architectural design; ANIKINA Olga Aleksandrovna, postgraduate student of the chair of architectural design

HISTORICAL-ARCHITECTURAL ENVIRONMENT AND URBAN CULTURAL LANDSCAPE: DIALECTICAL RELATIONSHIP OF THE CONCEPTS

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: historical-architectural environment, urban cultural landscape, historical town, historical-cultural heritage.

The article examines relationship of the concepts of historical-architectural environment and urban cultural landscape. Both terms are now widely used in the world and domestic practice of preservation of historical and cultural heritage, represented by environmental as well as landscape concepts.

REFERENCES

1. Pamyatniki arkhitektury v strukture gorodov SSSR [Architectural monuments in the structure of cities of the USSR]. TsNII teorii i istorii arkhitektury [Central research institute of theory and history of architecture]: pod red. A. V. Ikonnikova, N. F. Gulyanitskogo. Moscow : Stroyizdat, 1978. 208 p.
2. Prutsyn, O. I., Rymashevsky, B., Borusevich, V. Arkhitekturno-istoricheskaya sreda [Architectural-historical environment], pod red. O.I. Prutsyna. Moscow : Stroyizdat, 1990. 408 p.
3. Alekseev Yu.V., Somov G.Yu., Shevchenko E. A. Gradostroitelnoe planirovanie dostoprimechatelnykh mest. V 2 t. T. 1. Osnovy planirovaniya [Urban planning of sites: in 2 parts. P. 1. Planning fundamentals]. Moscow : ASV, 2012. 224 p.
4. Rukovodstvo po vipolneniyu Konventsii ob okhrane Vsemirnogo Naslediya [Guidelines for the Implementation of the World Heritage]. UNESCO, Kom. Vsemir. Naslediya, 1998 [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: <http://nasledie.org.ru/legalbase/rukov>.
5. Vedenin, Yu. A. Kulturno-landshaftnoe rayonirovanie Rossii – orientir kulturnoy politiki [Cultural landscape regionalization of Russia – cultural policy benchmark]. Orientiry kulturnoy politiki [Cultural policy benchmarks]. M-vo kultury Ros. Federatsii. Moscow, 1997. Vyp. 2. P. 3–99.
6. Vedenin, Yu. A., Kuleshova M. E. Kulturny landschaft kak ob'ekt kulturnogo i prirodnogo naslediya [The cultural landscape as an object of cultural and natural heritage]. Izv. RAN. Seriya geograficheskaya [RAN news. Series Geography]. 2001. № 1. P. 7–14.
7. Rekomendatsii ob istoricheskikh gorodskikh landschaftakh [Recommendations on historic urban landscapes], UNESCO, 2011. [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: http://kgiop.gov.spb.ru/media/uploads/userfiles/2015/08/27/ Recommendation_2011.pdf.



8. Metodicheskie rekomendatsii otsenki istoriko-kulturnoy tsennosti poseleniya i primeneniya kriteriev istoriko-kulturnoy tsennosti poseleniya v otsenke nedvizhimosti, raspolozhennoy v granitsakh istoricheskogo poseleniya, s tsel'yu ustanovleniya investitsionnoy privlekatelnosti [Guidelines for assessment of historical and cultural value of a settlement and application of criteria of the historical and cultural values of the settlement in property valuation, located within the boundaries of a historical settlement, in order to determine the investment attractiveness]. Nauch.-issled. in-t teorii i istorii arkhitektury i gradostr-va Ros. akad. arkhitektury i stroit. nauk NIITIAG RAASN. St. Petersburg, Moscow : Zodchiy, 2010. 69 p.

9. Matveev, B. M. Istoriko-teoreticheskie i nauchno-prakticheskie razrabotki gradostroitelnoy reglamentatsii istoricheskoy gorodskoy sredy Sestrorechenskogo arkhitekturno-landshaftnogo kompleksa [Historical-theoretical and scientific-practical development of urban planning regulation of the historical urban environment of the Sestroretsk architectural and landscape complex] : avtoref. dis. ... kand. arkhitektury. St. Petersburg, 2013. 26 p.

10. Smolitskaya, T. A., Korol, T. O., Golubeva, E. I. Gorodskoy kulturny landschaft: traditsii i sovremennye tendentsii razvitiya [Urban cultural landscape: tradition and modern trends]. Moscow : LIBROKOM, 2014. 276 p.

11. Printsipy Vallety po sokhraneniyu i upravleniyu istoricheskimi gorodami i urbanizirovannymi territoriyami [Principles of Valletta for conservation and management of historic cities and urbanized territories]. Gradostroitelnye problemy okhrany naslediya [Town planning problems of heritage protection], sb. materialov nauch.-prakt. konf., okt. 2012 g. Nauch.-issled. in-t teorii i istorii arkhitektury i gradostr-va Ros. akad. arkhitektury i stroit. nauk NIITIAG RAASN; sost., otv. red. E. A. Shevchenko. St. Petersburg, 2013. Vyp. 2. P. 165–174.

© А. В. Лисицына, О. А. Аникина, 2016

Получено: 15.08.2016 г.

УДК 72.01

Т. Ю. ПЕТУНИНА, аспирант кафедры теории архитектуры и профессиональных коммуникаций

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МОРФОЛОГИИ ОТКРЫТЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ГОРОДСКИХ ПРОСТРАНСТВ С ПОЗИЦИИ ПОТРЕБИТЕЛЯ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный архитектурно-художественный университет»
Россия, 620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 23. Тел.: (343) 371-33-69;
факс: (343) 371-57-32; эл. почта: webmaster@usaaa.ru

Ключевые слова: открытое городское пространство, морфология, морфотип, гуманизация.

Рассмотрены морфологические качества открытых общественных городских пространств, оказывающие положительное влияние на характер восприятия градостроительных объектов горожанами. Представлен алгоритм выделения подобных качеств на примере проведенного морфологического анализа нескольких локусов г. Екатеринбурга, отличившихся выраженным к ним социальным отношением. Предложено направление практического внедрения исследовательского материала с целью формирования структуры пространств, отвечающих современным потребностям человека.

Настоящий этап развития крупных российских городов характеризуется высоким уровнем интереса к проблемам формирования открытых городских пространств, главным образом, в контексте необходимости их гуманизации, заклю-



чающейся в признании «фактора человека в качестве основного в организации открытых пространств» [1, с. 23]. Концепция участия жителей в процессе создания и управления общественным пространством еще с середины XX века выдвигается множеством мыслителей, занимающихся проблемами формирования городского пространства как наиболее верная, и в настоящее время необходимость ее широкого внедрения признается повсеместно и активно культивируется профессиональным сообществом [2–4]. Понимание необходимости двустороннего взаимодействия между профессиональным сообществом и широкой общественностью достигло постулативного уровня, о чем доказательно гласит преамбула к принятой в 2013 году Хартии Общественного Пространства, основанной на всеобъемлющей концепции гражданственности, осознание которой открывает для жителей право участвовать в процессе создания и управления общественным пространством [5]. В этой связи актуализировалась необходимость проведения разносторонних исследований, лежащих на стыке субъектно-объектного понимания города и направленных на повышение качества городских пространств с точки зрения их социальной роли, предполагающей включение пользовательской оценки в развитие городских территорий.

Исключительное место в разработке «потребительского» вектора развития пространств занимает изучение базовых морфологических особенностей строения локусов как физико-логической основы формирования благоприятной, обладающей формотворческим потенциалом городской среды. Вариативность направлений морфологического исследования пространств сводится главным образом к трем основным подходам: морфоописательному, морфотипическому и морфогенезному. С точки зрения обладания аналитическим потенциалом и ориентированности на анализ настоящего этапа развития городов, морфотипический подход выделен в качестве наиболее перспективного и положен в основу проведенного исследования [6]. Выработанный морфотипический подход заключается в разработке базы морфологических характеристик открытых пространств, содержащей их наиболее выраженные морфотипы, и в дальнейшем практическом анализе наиболее позитивно и негативно воспринимаемых открытых пространств, выбранных путем проведения социологического опроса [7].

Развернутое исследование пространств, основанное на совокупном изучении их морфологических характеристик, и сопоставление полученных данных с социальной оценкой восприятия мест позволило выявить те характеристики, которые влияют на степень комфортности пребывания человека в открытом пространстве (рис. 1). На основании полученных данных определены морфологические качества, которые оказывают влияние на субъективную оценку мест (рис. 2). В конечном итоге эти качества и отражают базовые потребности человека: в безопасности, в непредвиденном, в информации и удивлении, в «приватной» интимности среди множатых социальных контактов и отношений – на морфологическом уровне, предметно и своевременно [8].

Наименование места	АЛЛЕЯ КУЛЬТУРЫ	ВОЗНЕСЕНСКАЯ ГОРКА	ОБСЕРВАТОРСКАЯ ГОРКА	ИСТОРИЧЕСКИЙ СКВЕР	ОКтябрьская ПЛОЩАДЬ	УЛИЦА ВАЙНЕРА	ПРИБОКЗАЛЬНАЯ ПЛОЩАДЬ	ПЛОЩАДЬ ПЕРЕД ЕЛЦ	ПЛОЩАДЬ 1905 ГОДА
Потребительская оценка места	16 +	14 +	9 +	29 + - 14	18 + - 3	10 + - 25	- 5	- 6	- 22
ВОСПРИИМАЕМОСТЬ									
ТОПОГРАФИЯ									
КОММУНИКАЦИОННЫЕ ОСИ									
СИСТЕМНОСТЬ									
РАЗМЕР									
КОНФИГУРАЦИЯ									
ОБЪЕМ									
РЕЛЬЕФ									
ВИЗУАЛЬНЫЕ ГРАНИЦЫ ЗАМКНУТОСТЬ									
ВИЗУАЛЬНЫЕ ГРАНИЦЫ ЦЕЛОСТНОСТЬ									
ВИЗУАЛЬНЫЕ ГРАНИЦЫ ХАРАКТЕР									
ВИЗУАЛЬНЫЕ ГРАНИЦЫ ВЫСОТА									
ВИЗУАЛЬНЫЕ ГРАНИЦЫ СИЛУЭТ									
КОМПОЗИЦИОННАЯ СЕТКА									
КОМПОЗИЦИОННЫЕ ОСИ									
ДОМИНАНТЫ									
СОПОДЧИНЕННОСТЬ									
ЦВЕТ									
СТИЛЬ									
ФАКТУРА									

Рис. 1. Сводная таблица морфологических характеристик исследуемых открытых пространств

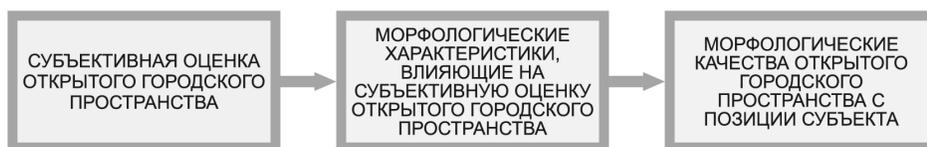


Рис. 2. Схема преобразования субъективной оценки места в критерии оценки качества открытых городских пространств

Согласно принадлежности выделенных качеств к характеру взаимодействия потребителя с городским пространством и воздействия на него закономерно выделить три группы критериев, благодаря которым оцениваются психологические, функциональные и эстетические качества морфологии общественного пространства и их комбинации (рис. 3).

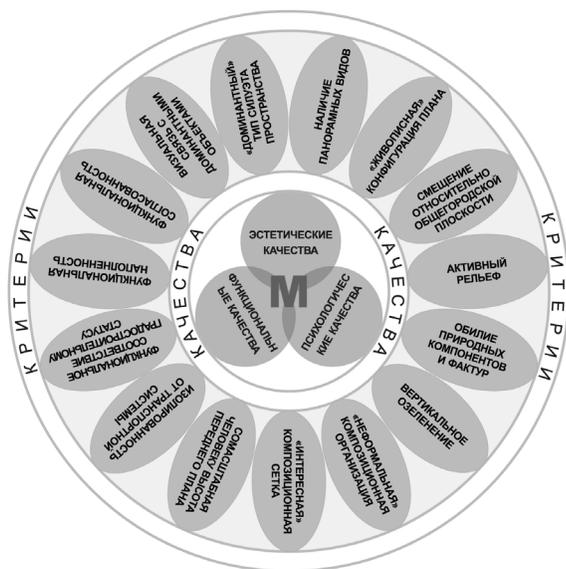


Рис. 3. Критерии оценки качества открытых городских пространств, способствующие позитивному восприятию места

Первая группа критериев позволяет оценить психологические качества открытых городских пространств, направленные на «создание гармоничного и психологически безопасного развития человека», в частности обеспечение визуального и экологического комфорта, привнесение в процесс взаимодействия с пространством чувства единства и органической взаимосвязи [9, с. 30].

В первую очередь здесь выделяются качества, направленные на обеспечение физической безопасности человека и психологическое ощущение таковой *за счет изолированности пространства от транспортной системы* – главного агрессора современных городов – в том числе *смещения основной плоскости пространства относительно общегородской плоскости* и *наличия активного рельефа* как частных наиболее эффективных приемов морфологической организации, способствующих обособлению локуса и его визуальному обогащению.

Другим важнейшим фактором достижения экологического комфорта в общественных пространствах выступает фактор живой природы. Д. О. Саймондс отмечал: «Все, что проектируется для человека, должно, безусловно, соответствовать его масштабу, удовлетворять его зрение, вкус, слух, обоняние и осязание», указывая на возможность достижения успеха на этом поприще лишь через согласованность антропогенного и естественного миров [10, с. 12]. С позиции потребителя при помощи критериев этой группы оценивается *обилие природных компонентов и естественных фактур* и наполнение «воздушного» пространства зелеными компонентами за счет организации *вертикального озеленения*. Без этих качеств невозможно создание эмоционально и визуально благоприятной, оздоравливающей атмосферы открытого пространства, содержащего в себе эстетику иного, созерцательного, порядка.

К прочим качествам, обеспечивающим визуальный комфорт зрителя, можно отнести *сомасштабную человеку высоту переднего плана*, что в первую очередь относится к первому ряду визуальных границ, которые помогают зрителю соот-



нести себя с пространством и не быть дезориентированным и психологически подавленным окружением.

Ценностный характер носит эстетико-психологическое качество «неформальной» композиционной организации пространства и прежде всего наличие «интересной» композиционной сетки, отражающей несоответствие, существующее между поведенческими моделями современных горожан и устройством строгих классических или однообразных нормативных тоталитарных сред. Желание видеть города очеловеченными, «живыми» и удобными противопоставляется здесь ключевым понятиям предшествующей политико-идеологической эпохи и эстетическим привычкам, которые она привила «единству», «цельности», «четкости», «упорядоченности» [11].

Вторая группа критериев позволяет оценить функциональные качества и отражает общие принципы построения общественно полезной и «отзывчивой» морфологии городского пространства. В рамках проведенного локального морфотипического анализа оценочные связи между социальным восприятием и морфологией пространства выявлены не были, однако функциональный аспект как важнейший фактор организации морфологии не может быть исключен из логики развития городских пространств. В связи с этим обозначим принципиальные позиции функциональной организации открытых общественных пространств общего порядка.

Определенные функциональные задачи распространяются в морфологических границах архитектурного пространства и в этой совокупности образуют самодостаточную систему, однако рассматриваться столь узко в перспективе развития функциональные качества не могут, так как организация отдельных локусов строится, прежде всего, на основании комплексной стратегии развития системы открытых пространств, учитывающей культурные и идеологические парадигмы времени. Городские пространства принимают серьезную контролируемую нагрузку, будь то народные гуляния, общественные события и пр., отсюда следует необходимость *функционального соответствия пространства градостроительному статусу* (соответствие категории значимости), что предполагает отражение в морфологии места возложенных в порядке распределения на него функций и накопление материально-физической базы пространства, соответствующей его градостроительной роли [12]. Подобная стратегическая раскладка необходима для равномерного, расчетного распределения нагрузки на градостроительные объекты, исключения зон отторжения, обеспечения города необходимыми форматами функционирования и т. п.

Качество *функциональной наполненности* подразумевает насыщение пространства различными формами социальной активности: элементарными типами поведения и различными видами социально-функциональных программ, определяющими его пространственную организацию и, соответственно, обеспечивающими условия для проявления различных форм средового поведения. Общественное пространство должно быть наполнено функциональным содержанием, являющимся основой его существования, так как «функциональная смерть» пространства превращает его в зону отчуждения и ведет к регрессии его материального состояния. Кроме того, помимо наполненности пространства смыслом существования, важным остается аспект режима функционирования места: суточный и межсезонный.

Функциональный баланс в пространстве обуславливается обеспечением *функциональной согласованности*, которая предполагает координацию функции



и морфологии участка между собой, необходимую для контролируемого приспособления места под активные формы деятельности, а также согласование подобных связей между собой. Создание морфологической основы, обеспечивающей гармоничное существование различных зон, необходимо для улучшения общественных отношений через исключение конфликтных участков, возникающих вследствие неграмотного сопряжения или наложения антагонистичных видов активности.

Третья группа критериев позволяет оценить эстетические качества открытых пространств, и направлена на улучшение адаптации человека в урбанизированной среде, привлечение форм поведения, связанных с удовлетворением потребностей в визуальном наслаждении, достижимых при помощи общедоступных, понятных обывателю, средств выразительности. Эстетические качества пространства являются наиболее полихромной величиной, что обусловлено субъективностью и лабильностью категории прекрасного как таковой, проведенное же исследование из всего их многообразия позволило выделить наиболее устойчивые формы потребностей, которые удовлетворяются архитектурно-художественными качествами морфологии пространств.

К таковым можно отнести *визуальную связь с доминантными объектами и, как следствие, наличие доминантного типа силуэта пространства*, необходимые для достижения уникальности, узнаваемости, разнообразия, образности открытого пространства. Кроме того, выделяется жанровый критерий, любимый зрителями как таковой – *наличие панорамных видов*: сам город при панорамном восприятии выступает перед зрителем объектом любования, благодаря чему при малых затратах достигается максимальный эстетический эффект, из которого следует извлекать пользу, а именно: сохранять, раскрывать и культивировать эту морфологическую особенность.

Другим качеством, определяющим «текучесть», многогранность открытого пространства является *«живописная» конфигурация плана*. «Нарезка» планировочного пятна обуславливает разнообразие видовых кадров в пространстве, наличие визуальных эффектов, многообразие зон восприятия, благодаря чему преодолевается быстрая исчерпываемость способов постижения места, увеличивается вариативность его социальных портретов.

Таким образом, разработанная субъектно-объектная методика позволила определить качества открытых городских пространств, отражающие базовые принципы формирования благоприятно воспринимаемых потребителем локусов и, как следствие, расширяющие спектр требований, которые должны предъявляться к развивающимся градостроительным объектам. Следует отметить, что рассмотренные качества не являются исчерпывающими и сами по себе не выступают руководством по формированию гармоничных с гуманистической точки зрения мест. Однако они способствуют постановке задач для поиска оптимальной морфологической структуры отдельных открытых пространств. Это открывает перед исследованием перспективу развития практически ориентированной линии, направленной на трансформацию полученных данных в систему рекомендаций по работе с открытыми пространствами в морфотипическом аспекте. Актуальным направлением подобного поиска видится разработка базы данных, содержащей информацию о возможности преобразования тех или иных морфологических характеристик пространства для достижения необходимого уровня качества организации объекта, что позволит архитектору принимать выверенные решения по реорганизации морфологии объекта, принимая во внимание исход-



ный материал и учитывая возможное влияние выбранных мероприятий на смежные морфологические характеристики. Такой подход позволит подойти к формированию первичной базовой структуры архитектурного пространства более осознанно, с учетом исторической морфологии объектов и актуальных нужд и потребностей горожан. Качественно же сформированная основа в дальнейшем может послужить платформой для совершенствования городских пространств на более детальных уровнях организации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нефедов, В. А. Архитектурно-ландшафтная реконструкция как средство оптимизации городской среды : автореф. дис. ... д-ра архитектуры : 18.00.04 / В. А. Нефедов ; С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Санкт-Петербург, 2005. – 43 с.
2. Джекобс, Д. Смерть и жизнь больших американских городов / Д. Джекобс ; пер. с англ. Л. Мотылев. – Москва : Нов. изд-во, 2011. – 460 с.
3. Александер, К. Язык шаблонов. Города. Здания. Строительство / К. Александер, С. Исикава, М. Силверстейн ; пер. с англ. И. Сырова. – Москва : Студия Артемия Лебедева, 2014. – 1096 с.
4. Паппэ, Я. Ш. Об участии общественности в формировании городской среды / Я. Ш. Паппэ // Средовой подход в архитектуре и градостроительстве. – Москва, 1989. – С. 112–119.
5. Charter of Public Space [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа : http://www.biennalespaziopubblico.it/wp-content/uploads/2013/11/CHARTER-OF-PUBLIC-SPACE_June-2013_pdf.pdf.
6. Петунина, Т. Ю. Введение в архитектурную морфологию открытых городских пространств [Электронный ресурс] / Т. Ю. Петунина, О. А. Шипицына // Архитектон: известия вузов. – 2015. – № 2 (50). – Режим доступа : http://archvuz.ru/2015_2/7.
7. Петунина, Т. Ю. Морфотипы открытых пространств г. Екатеринбурга: сравнительный анализ / Т. Ю. Петунина // Современные тенденции развития российских городских систем : материалы Междунар. науч. конф., посв. 135-лет. со дня рождения основателя урал. архитектур. шк. профессора К. Т. Бабыкина. – Екатеринбург, 2015. – 268 с.
8. Лефевр, А. Идеи для концепции нового урбанизма [Электронный ресурс] / А. Лефевр // Социологическое обозрение. – 2002. – Т. 2 – № 3. – Режим доступа : https://sociologica.hse.ru/data/2011/03/30/1211856676/2_3_3.pdf.
9. Иовлев, В. И. Экопсихология для архитекторов: процесс и форма / В. И. Иовлев. – Екатеринбург : Архитектон, 1996. – 304 с.
10. Саймондс, Д. Ландшафт и архитектура / Д. Саймондс ; пер. с англ. А. И. Маньшавина. – Москва : Изд-во лит. по стр-ву, 1965. – 196 с.
11. Раппапорт, А. Г. К эстетике тоталитарных сред / А. Г. Раппапорт // Городская среда : сб. материалов Всесоюз. науч. конф. ВНИИТАГ и СА СССР. – Москва, 1989. – С. 78–86.
12. Шимко, В. Т. Архитектурно-дизайнерское проектирование городской среды : учебник / В. Т. Шимко. – Москва : Архитектура-С, 2006. – 384 с.

PETUNINA Tatyana Yur'evna, postgraduate student of the chair of theory of architecture and professional communications

QUALITY ASSESSMENT OF THE MORPHOLOGY OF URBAN OPEN SPACES FROM THE VIEW OF A CONSUMER

Ural State University of Architecture and Arts

23, K. Liebknecht St., Ekaterinburg, 620075, Russia. Tel.: +7 (343) 371-33-69; fax: +7 (343) 371-57-32; e-mail: webmaster@usaaa.ru

Key words: open urban space, morphology, morphotype, humanization.



The article evaluates morphological qualities of open public urban spaces having a positive effect on citizens' impression from urban open spaces. The algorithm for positive accretion of such qualities is provided by an example of a morphological analysis taken in various locuses in Yekaterinburg, which are known by their social role. The direction offered here is a practical involvement of research materials to create a system of locations, which are meeting the demands of the human society nowadays.

REFERENCES

1. Nefyodov V. A. Arkhitekturno-landshaftnaya rekonstruktsiya kak sredstvo optimizatsii gorodskoy sredy [Architectural-landscape reconstruction as a tool to optimize the urban space]. Avtoref. diss. d-ra arkhitektury, Saint Petersburg, 2005. 43 p.
2. Jacobs J. Smert i zhizn bolshikh amerikanskikh gorodov [The death and life of great American cities]. Moscow, Novoe izdatelstvo, 2011, 460 p.
3. Aleksander C., Ishikawa S., Silverstein M. Yazyk shablonov. Goroda. Zdaniya. Stroitelstvo [A pattern language: towns, buildings, construction]. Moscow, Izdatelstvo Studii Artemiya Lebedeva, 2014, 1096 p.
4. Pappenh Y.S. Ob uchastii obschestvennosti v formirovanii gorodskoy sredy [Social part in shaping urban spaces]. Sredovoy podkhod v arkhitekture i gradostroitelstve [Environmental approach to architecture and urban planning]. Moscow, 1989, P. 112–119.
5. Charter of Public Space [Elektronny resurs]. 2013. Rezhim dostupa: http://www.biennalespaziopubblico.it/wp-content/uploads/2013/11/CHARTER-OF-PUBLIC-SPACE_June-2013_pdf-.pdf.
6. Petunina T. Yu., Shipitsyna O. A. Vvedenie v arkhitekturnuyu morfologiyu otkrytykh gorodskikh prostranstv [Introduction to architectural morphology of open city spaces] [Elektronny resurs]. Arkhitekton: izvestiya vuzov [Architecton: Proceedings of Higher Education]. 2015. № 2(50). Rezhim dostupa: http://archvuz.ru/2015_2/7.
7. Petunina T. Yu. Morfotipy otkrytykh prostranstv g. Ekaterinburga: sravnitelny analiz [Morphotypes of urban open spaces in Yekaterinburg, comparative analysis]. Sovremennye tendentsii razvitiya rossiyskikh gorodskikh system: materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, posvyaschyonnoy 135-letiyu so dnya rozhdeniya osnovatelya uralskoy arkhitekturnoy shkoly professora K.T. Babykina [Current trends in Russian urban systems: proceedings of the International scientific conference devoted to the 135th anniversary of founder of the Ural architectural school, professor K.T. Babykin]. Ekaterinburg, Arkhitekton, 2015, 268 p.
8. Lefevr A. Idei dlya kontseptsii novogo urbanizma [Ideas for a concept of new urbanism] [Elektronny resurs]. Sotsiologicheskoe obozrenie [Sociological Review]. 2002. T. 2. № 3. Rezhim dostupa: https://sociologica.hse.ru/data/2011/03/30/1211856676/2_3_3.pdf.
9. Iovlev V. I. Ekopsikhologiya dlya arkhitektorov: protsess i forma [Ecopsychology for architects: process and form]. Ekaterinburg, Arkhitekton, 1996, 304 p.
10. Saimonds D. Landshaft i arkhitektura [Landscape and architecture]. Moscow, Izdatelstvo literatury po stroitelstvu, 1965, 196 p.
11. Rappaport A. G. K estetike totalitarnykh sred [Towards the aesthetics of totalitarized environments]. Gorodskaya sreda: sbornik materialov vsesoyuznoy nauchnoy konferentsii VNIITAG i SA SSSR [Urban environment: proceedings of materials of All-Union scientific conference of VNIITAG and SA USSR]. Moscow, 1989. P. 78–86.
12. Shimko V. T. Arkhitekturno-dizaynerskoe proektirovanie gorodskoy sredy [Architectural design of urban environment]. Moscow, Arkhitektura-S, 2006, 384 p.

© Т. Ю. Петунина, 2016

Получено: 16.04.2016 г.



Жители Вершилова издревле занимались торговлей и ремесленным производством, в XVIII и XIX веках село славилось опытными мастерами-строителями. В 1781 году вершиловский крестьянин-подрядчик Иван Блинов возглавил строительные работы по возведению дворцового комплекса в подмосковном Царицино; в Москве работал другой представитель этой семьи – Михаил Данилович Блинов. В конце XVIII века некоторые вершиловские крестьяне выполняли крупные заказы по всей России: Алексей Хилкин строил каменную Спасо-Преображенскую церковь в Алатыре; братья Андрей, Филипп и Иван Красильниковы со своими односельчанами вели подрядные каменные работы в Казани; в 1788 году Иван Голятин выстроил каменную церковь в имении генерал-поручика И. Ф. Юрлова; в 1793 году Матвей Красильников перестраивал собор в Котельниках; в начале XIX века каменные работы в Нижнем Новгороде вели крестьяне: Иван Токарев, Тихон Михайлов, Василий Федоров и другие [3].

Весной 1817 года представители церковного причта и прихожане села Вершилова обратились с письмом к епископу Нижегородскому и Арзамасскому Моисею с просьбой разрешить им разобрать старую ветхую и тесную Никольскую церковь с колокольной и выстроить новую каменную Преображенскую с двумя приделами Рождества Иоанна Предтечи и Николая Чудотворца. Выполненные нижегородским губернским архитектором И. И. Межецким план и фасад будущего строения были одобрены и утверждены епископом в 1818 году. Строительство Преображенской церкви велось на средства крестьян села более 17 лет. Западный притвор церкви, Предтеченский и Никольский приделы были освящены уже в 1822 году, к весне 1827 года были возведены алтарь и четверик летнего храма. Работы по строительству возглавлял староста прихода – вершиловский крестьянин Василий Лелеков, изменивший форму венчания храма, выполнив ее отличающейся от утвержденного проекта. Вместо классического круглого барабана, перекрытого сферическим куполом, увенчанного одной главой над четвериком, возвели завершение с пятиглавым венчанием; основанием для четырех малых глав, ориентированных по странам света, стали пары пилонов, выполненные над треугольными фронтонами портиков, соединенные арочными перемычками, выложенные перевязкой кладки со стеной круглого барабана.

В мае 1827 года священник села Вершилова Стефан (Григорьев) составил рапорт на имя епископа Нижегородского и Арзамасского Афанасия с жалобой на своеволие церковного старосты В. Лелекова с целью приостановить строительные работы, ликвидировать все отступления от утвержденного проекта. Пока велась переписка по жалобе, в летний строительный сезон 1827 года Преображенскую церковь возводили по указаниям В. Лелекова. Освидетельствование нарушений проекта было поручено губернскому архитектору И. Е. Ефимову, съездившему осенью 1827 года в Вершилово. И. Е. Ефимов составил на имя губернатора И. С. Храповицкого рапорт, где указал, что отступление от проекта при строительстве Преображенской церкви действительно есть, но оно «безобразия не делает», конструктивной прочности здания не угрожает, а исправление уже возведенной постройки потребует значительных издержек. Основные отделочные работы, установка иконостаса, подготовка храма к освящению были закончены к ноябрю 1835 года, престол Преображенской церкви был освящен 8 декабря 1835 года насельником Городецкого Федоровского монастыря архимандритом Петром (Каменским). Последние работы по отделке Преображенского храма завершились весной 1842 года, когда был полностью вызолочен главный иконостас [3].



В адрес-календаре 1888 года упоминается, что в селе Вершилово есть трехпрестольная каменная церковь в честь Преображения Господня, построенная в 1835 году [4]. В адрес-календаре Нижегородской епархии за 1904 год уточняется, что храм (1835) с престолами: главным холодным – Преображения Господня, теплым правым – Рождества Иоанна Предтечи, левым – святителя Николая Чудотворца [5].

Преображенская церковь стоит в центре обширной прямоугольной площади села Вершилово, организованной по периметру частными домовладениями, своей оградой участок не имеет. К северу от четверика церкви сохранились вертикальные устои старых ворот – два кирпичных пилона, украшенные пилястрами и нишками, в верхних частях которых видны остатки пят арки, перекрывавшей некогда проем входа.

Крупная, длиной более 50 м и шириной 17 м, трехпрестольная Преображенская каменная церковь может быть отнесена к группе культовых зданий типа «корабль» с выраженной продольно-осевой компоновкой основных объемов. Квадратный в плане двухсветный четверик летнего храма завершен сложной формы венчанием с широким круглым в плане световым барабаном на парусах и полусферическим куполом с четырьмя люкарнами, несущим световую главу (рис. 2, 3, 4). Боковые северный и южный фасады храма имеют четырехколонные портики, с полуфронтами, в центре которых на оси симметрии сформированы высокие вертикальные ниши, перекрытые арочными перемычками, размещенными в тимпанах фронтона. Трехчетвертные колонны портиков, сгруппированные попарно короткими антаблементами, сложены из кирпича. В нишах на центральных осях портиков устроены прямоугольные проемы боковых входов в храм, а также высокие с арочными перемычками окна второго яруса света. Проемы входов украшены рельефно выступающими треугольными фронтонами, опирающимися на висячие консоли. Окно над входом оформлено пилястрами на венецианский манер, верхняя часть стены над окном – в виде фронтона, очерченного килевидным архивольтом. На осях между крайними парами колонн в нижнем ярусе четверика размещены большие высокие с прямыми клинчатыми перемычками окна, а наверху второго яруса круглые окна. Над фронтонами на восточном и боковых фасадах над кровлей притвора со всех четырех сторон света с примыканием к стене барабана выведены попарно соединенные арочными перемычками мощные пилоны. Над пролетами глубоких ниш выше карниза, с примыканием к полусферической кровле купола поставлены прямоугольные в плане основания глухих декоративных восьмериков малых глав. На вершине купола – круглый в плане световой (с четырьмя окнами по сторонам света) барабан центральной главы, увенчанный шестнадцатигранной луковичной формы маковицей. Малые главы церкви, обитые оцинкованной жстью, сделаны с узкими шейками, несущими восьмигранные луковичной формы маковицы, над которыми установлены простые восьмиконечные кресты.

К восточной стене четверика примыкает круглый в плане объем алтарной апсиды, стены которого прорезаны тремя высокими окнами с прямыми клинчатыми (ярославскими) перемычками, включенными в поле неглубоких ниш. Нижние части образованных нишами простенков оформлены кирпичным рустом, алтарная стена увенчана уплощенным антаблементом без архитрава, алтарь завершен полусферической формы кровлей из оцинкованного железа.

С западной стороны к четверику храма примыкает крытый на два ската прямоугольный объем четырехстолпного притвора, перекрытый системой цилиндри-



ческих и крестовых сводов на подпружных арках. В восточных углах, слева и справа от центрального продольного нефа притвора размещаются алтари придельных храмов: северного – Рождества Иоанна Предтечи и южного – Николая Чудотворца. С запада к притвору примыкает объем высокой квадратной в плане четырехъярусной колокольни, нижний ярус которой оформлен с трех сторон в виде уплощенных портиков на четырех пилястрах. Второй ярус выполнен кирпичным рустом, его проемы с лучковыми перемычками включены в поле широкой полуциркульной формы ниши. В третьем, чуть уменьшенном в плане ярусе, высокие проемы имеют полуциркульной формы арочные перемычки и оформленные попарно пилястрами угловые устои. Углы четвертого яруса скруглены, а проемы представлены в виде двухколонных портиков с треугольными фронтонами. Над четвертым ярусом находится деревянный обитый кровельным железом восьмерик, в центре граней которого прорезаны круглые окна с обрамлениями в форме люкарн. Восьмиугольная в плане пирамида венчания колокольни имеет вогнутые грани, накрытые еще одним полусферической формы ярусом кровли, над которым расположен деревянный восьмеричок барабана с граненой формы маковицей главки [6, 7, 8]. Крест на колокольне не сохранился. С западной стороны к портику примыкает невысокий объем глухого крыльца, боковые стены которого завершаются треугольными полуфронтонами. Архитектурные детали фасадов церкви выполнены из фигурного кирпича с отдельными вставками белокаменных блоков. На фасадах и в интерьере четверика Преображенского храма есть следы уникальной полихромной росписи с архитектурными мотивами (рисованными акантами, розетками и обломами) и ростовыми изображениями святых (в нишах стены алтарной апсиды).

В облике Преображенской церкви в сложном сочетании присутствуют как элементы позднего барокко (второй половины XVIII века), так и элементы классицизма (начала XIX века), характерного для провинциальной архитектуры. Памятник является своеобразным примером переработки иконографических схем церковной архитектуры в народном творчестве.

В годы советской власти Преображенская церковь была закрыта и использовалась в разное время как: склад, пилорама, цех литья пластмассы, водонапорная башня. Во время пожара в западном притворе (трапезной) было полностью уничтожено штукатурное покрытие сводов и стен, изменены конструкции крыши над притвором – высота конька снижена примерно на 1,5 м, в объеме колокольни при устройстве водонапорной башни были уничтожены межъярусные перекрытия. Сегодня полностью утрачены конструкции и иконы главного и обоих придельных иконостасов, отделка помещения притвора, уникальные росписи в интерьере и на фасадах летнего храма с архитектурными мотивами (рисованными капителями, розетками и другими деталями ордера) [8].

В 1990 году при Преображенской церкви села Вершилова была вновь образована община верующих, которые используют храм как приходскую церковь.



Рис. 2. Село Вершилово. Преображенская церковь. Вид с севера.
Фото Ушанковой Ю. В., 2008 г. (архив УГО ОКН НО)



Рис. 3. Село Вершилово. Преображенская церковь. Южный фасад.
Фото автора, 2011 г.

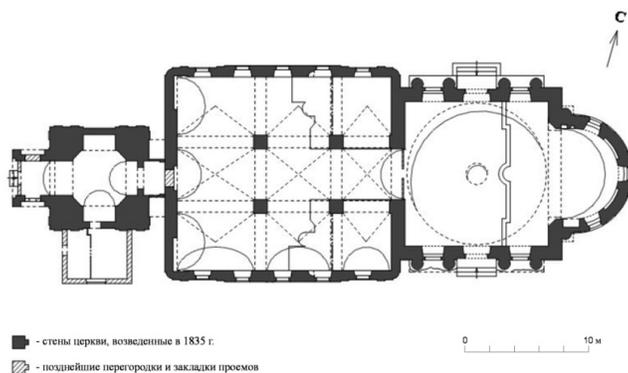


Рис. 4. Село Вершилово. Преображенская церковь 1835 г. План 1-го яруса.
Чертеж Я. Л. Шаболдина



Ансамбль с Преображенской церковью (1835) составляет Всехвятская кладбищенская церковь (первая половина XIX в.), расположенная рядом с въездом в село Вершилово со стороны Заволжья, окруженная старинным погостом с оградой (рис. 5). Эти церкви имеют визуальную связь между собой (рис. 6). Преображенская церковь, расположенная в центре главной площади села Вершилово, обстроенная по периметру жилыми домами является доминантой в сложившемся ансамбле, Всехвятская – акцентом в данной метроритмической композиции, поскольку имеет второстепенное местоположение, меньшие размеры, более скромный декор.



Рис. 5. Село Вершилово. Всехвятская (кладбищенская) церковь, первая половина XIX в. Ситуационный план. Чертеж автора

В адрес-календаре 1888 года, составленном А. Снежницким, указано, что в селе Вершилово есть каменная трехпрестольная церковь в честь Преображения Господня, построенная в 1835 году, а также вторая церковь – кладбищенская, каменная, однопрестольная, во имя Всех Святых, построенная в 1856 году [4]. В адрес-календаре Нижегородской епархии за 1904 год, составленном Н. И. Драницыным, подтверждается, что кладбищенская церковь во имя Всех Святых приписана к Преображенской церкви села Вершилово [5].

Камерная однопрестольная Всехвятская церковь выстроена из красного кирпича. Одноглавая кладбищенская церковь относится к группе культовых зданий типа «корабль» с выраженной продольно-осевой компоновкой объемов (рис. 7, 8). Ее основной объем в первом ярусе имеет форму креста, расположенный на нем массивный восьмигранный барабан увенчан полусферическим куполом, украшенным маленькой луковичной главкой с крестом. Фасады имеют высокие шлемовидные завершения, опирающиеся на кирпичные пилястры. Ярусная четырехугольная в плане колокольня украшена необычным орнаментом, выполненным из кирпича в форме крестов, ромбов, листочков, шлемовидных главок, стилизованных пилястр. В верхней части первого яруса колокольни можно четко увидеть выполненную из камня надпись 1858 год (рис. 9). В сооружении в сложном сочетании присутствуют элементы псевдорусского стиля в рамках провинциальной эклектики. На сегодняшний день церковь пустует.



Рис. 6. Село Вершилово. Ансамбль Преображенской (1835) и Всехсвятской кладбищенской (первая половина XIX в.) церквей. Вид с юго-востока. Фото автора, 2011 г.



Рис. 7. Село Вершилово. Всехсвятская (кладбищенская) церковь, первая половина XIX в. Южный фасад. Фото автора, 2011 г.

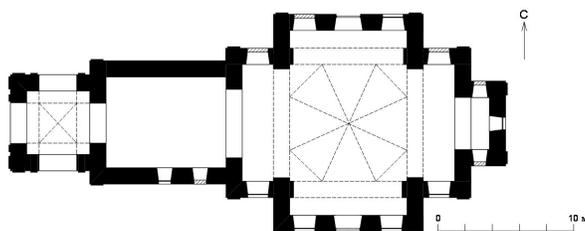


Рис. 8. Село Вершилово. Всехсвятская (кладбищенская) церковь, первая половина XIX в. План церкви, реконструкция автора

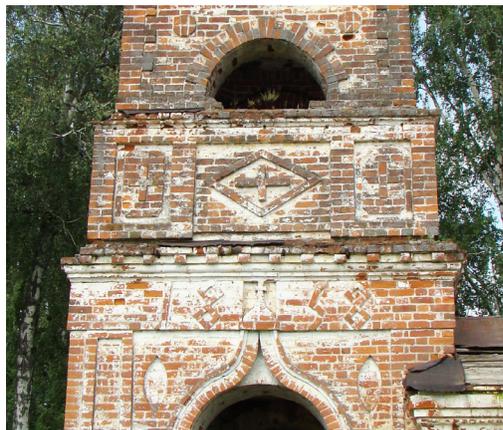


Рис. 9. Село Вершилово. Всехвятская (кладбищенская) церковь, первая половина XIX в. Вид с запада на колокольню. Фрагмент колокольни. Фото О. С. Емельяновой, 2008 г. (ГКУ АрхАДНО)

Архитектурный облик Преображенской и Всехвятской церквей Вершилово Чкаловского района Нижегородской области составляет ансамбль, хорошо observable при подъезде к селу. Сегодня еще можно возродить облик уникального фрагмента историко-архитектурной среды, характерного для первой половины XIX века, путем проведения реконструкции и реставрации данных памятников, особенно Всехвятской церкви. Это может привлечь в бывшую вотчину князя Д. М. Пожарского еще больший поток туристов, будет способствовать сохранению наследия и исторической памяти людей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Писцовая опись нижегородских владений Д. М. Пожарского 1621–1624 годов // Нижегородский край : хрестоматия / сост. Н. Ф. Филатов. – Арзамас, 2001. – С. 56.
2. Юлин, В. П. Село Вершилово – вотчина князя Д. М. Пожарского / В. П. Юлин // Записки краеведов / сост. О. А. Рябов. – Нижний Новгород, 2010. – С. 11–39.
3. Филатов, Н. Ф. Веси Нижегородского края: очерки историй сел и деревень Поволжья / Н. Ф. Филатов. – Нижний Новгород : [б. и.], 1999. – 312 с.
4. Снежницкий, А. Адрес-календарь Нижегородской епархии [в 1888 г.] / А. Снежницкий. – Нижний Новгород : Тип. губерн. правления, 1888. – 1031 с.
5. Драницын, Н. И. Адрес-календарь Нижегородской епархии на 1904 год / Н. И. Драницын. – Нижний Новгород, 1904. – XVI, 308 с.
6. ГКУ ЦАНО Ф.570. Оп.556, Д.33 (1817 г.). ЛЛ.1, 2, 5, 5-об. 65-67. 69-71.
7. ГКУ ЦАНО Ф.671. Оп.1. Д.157 (1827 г.). ЛЛ.15. 15-об.
8. УГО ОКН НО. Паспорт ОКН. С. Вершилово. Преображенская церковь, 1835 г. / сост. Я. Л. Шаболдин. 2008.

VOLKOVA Elena Mikhaylovna, candidate of architecture, associate professor of the chair of standardization and engineering graphics

THE ARCHITECTURAL IMAGE OF CHURCHES IN THE VERSHILOVO VILLAGE OF THE CHKALOVSK DISTRICT OF THE NIZHNY NOVGOROD REGION



Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Pjinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-95;
fax: +7 (831) 430-19-36; e-mail: skynn@mail.ru

Key words: architectural image, Transformation of God church, All Saints church, Vershilovo village, Chkalovsk district, Nizhny Novgorod region.

The article presents a complex analysis of the architectural ensemble of the Transformation of God and the All Saints churches in the Vershilovo village of the Chkalovsk district of the Nizhny Novgorod region.

REFERENCES

1. Pistsovaya opis Nizhegorodskikh vladeniy D.M.Pozharskogo 1621–1624 godov [Land records of D. M. Pozharsky's property in Nizhny Novgorod in 1621–1624]. Nizhegorodskiy kray. Khrestomatiya [Nizhny Novgorod region. Reading-book]. Sost. N. F. Filatov. Arzamas, 2001. P. 56.
2. Yulin, V. P. Selo Vershilovo – votchina knyazya D. M. Pozharskogo [Vershilovo village is the patrimony of prince D. M. Pozharsky]. Zapiski kraevedov [Notes of local lore specialists]. Sost. O. A. Ryabov. Nizhny Novgorod: Knigi, 2010. P. 11–39.
3. Filatov, N. F. Vesi Nizhegorodskogo kraya: ocherki istoriy syol i dereven Povolzh'ya [Villages of Nizhny Novgorod region: articles about the history of the Povolzh'e villages]. Nizhny Novgorod, 1999. 312 p.
4. Snezhnitskiy A. Adres-kalendar Nizhegorodskoy eparkhii [Address-calendar of the Nizhny Novgorod diocese]. Nizhny Novgorod. Tip. gubern. Pravleniya, 1888. 1031 p.
5. Dranitsyn N. I. Adres-kalendar Nizhegorodskoy eparkhii na 1904 god [Address-calendar of the Nizhny Novgorod diocese for 1904]. Nizhny Novgorod. 1904. XVI. 308 p.
6. Gosudarstvennoe kazyonnoe uchrezhdenie Tsentralny arkhiv Nizhegorodskoy oblasti [Central archive of the Nizhny Novgorod region]. F. 570. Op. 556. D. 33 (1817). LL.1, 2, 5, 5-ob., 65-67, 69-71.
7. Gosudarstvennoe kazyonnoe uchrezhdenie Tsentralny arkhiv Nizhegorodskoy oblasti [Central archive of the Nizhny Novgorod region]. F.671, Op.1, D.157 (1827), L.15, 15-ob.
8. YGO OKN NO. Passport OKN. Selo Vershilovo, Preobrazenskay tserkov, 1835 g. [Vershilovo village, Transformation of God church]: sost. Ya. L. Shaboldin, 2008.

© **Е. М. Волкова, 2016**

Получено: 24.05.2016 г.

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

УДК 727.11

Е. Ю. АГЕЕВА, д-р филос. наук, проф. кафедры архитектуры;
А. А. СИДОРИНА, магистрант кафедры архитектуры

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ СОВРЕМЕННЫХ ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-19-57;
факс: (831) 430-19-36; эл. почта: ag-eu2@rambler.ru, anastasiya_s_08@mail.ru

Ключевые слова: архитектурная среда, архитектура школьных зданий, трансформация.

Анализируются основные тенденции развития архитектурной среды зарубежных школьных зданий, изменения объемно-планировочной структуры рассмотренных школ. Объединение школьных помещений вокруг центрального информационного пространства, взаимопроникновение природы и объемно-планировочного решения школьного здания, трансформация школьных помещений, включение в архитектурную композицию энергоэффективного оборудования.

Новые школьные здания проектируются и строятся во всем мире, становясь более значимыми объектами и привлекая маститых архитекторов. Слияние стилей, необычность форм и объемов, применение сложных пространственных конструкций, разнообразие строительных и отделочных материалов – все это тенденции современной архитектуры школьных зданий [1].

Необходимость строительства новых школ и изменения их архитектурных форм возникла в результате расширения учебного процесса, внедрения в школах различных специальных занятий, кружков, секций, развивающих программ. Современное эффективное образование требует нового подхода к проектированию школьных зданий, создавая при этом новую синтезированную среду, новую инфраструктуру. При этом ясно наметился переход от стандартизированной школьной системы обучения к индивидуализированной, то есть подстроенной под каждого ребенка с его уникальными способностями и особенностями [2]. Это требует формирования иной архитектурной среды школьного здания, иного функционального перечня и размещения помещений [3, 4].

Поэтому во всем мире архитекторы и проектные организации стремятся создать необычные комфортные просторные школьные здания, придать им неповторимый художественный образ и тем самым вдохновить детей на творчество, развитие и успешное обучение.

Рассмотрим основные тенденции формирования новой архитектурной среды зарубежных школьных зданий [5].

Одним из самых необыкновенных школьных зданий является школа в Мельбурне, Австралия, построенная в 2012 году (рис. 1 цв. вклейки). Это здание было спроектировано австралийским архитектурным бюро McBride Charles Ryan. Сложная планировка в виде знака бесконечности позволяет создать интересное пространство как снаружи, так и внутри здания. Яркие открытые цвета приятно сочетаются с плавными формами, лишенными углов. Оригинально решено функ-

циональное размещение помещений и связь между ними. Классные комнаты, различные кабинеты, администрация, столовая и другие помещения располагаются по пространственным траекториям, которые пересекаются в помещении библиотеки. Таким образом, библиотека является связующим ядром для всех групп помещений школы. Разнообразие материалов – бетон, стекло, дерево, плитка – позволяют создать дополнительные акценты в экстерьере и интерьере здания (рис. 2 цв. вклейки). Плавные линии, округлые формы, экологические материалы вызывают у детей чувство защищенности, комфорта, поэтому проекты школ «без углов» так популярны во всем мире.

Также необычное функциональное размещение помещений решено в построенном в 2015 году здании школы в Сен-Дени, Франция. Проект выполнила компания Paul le Quecnes (рис. 3 цв. вклейки). Здание по форме напоминает лист клевера (рис. 4 цв. вклейки). Территория школы делится на шесть частей: три уличные игровые площадки, игровая площадка для маленьких воспитанников детского сада, игровая площадка для учащихся школы и вход. Все территории соединяет просторный холл, который является ядром композиции здания. Помещения детского сада преимущественно округлые, разного диаметра и с разными высотами потолков. Классы выполнены квадратными, со стенами из стекла, что насыщает эти помещения естественным светом. Фасад здания обшит деревянными планками. Их боковые поверхности выкрашены в оранжевый и зеленые цвета в зависимости от высоты над землей. Необычная органическая пластичность здания учитывает стремление детей к свободной организации деятельности, вызывает положительные эмоции. Необычная архитектурная среда объединяет ландшафт и школьное здание.

Подобный подход к проектированию современной школы применили архитекторы компании 3XN. В 2007 году по проекту этой компании была построена гимназия «Орестад» в Копенгагене, Дания (рис. 5 цв. вклейки). Для того чтобы наполнить помещения солнечным светом, на окна были установлены особые ставни, которые двигаются за солнцем. В центре здания находится огромный холл с винтовой лестницей – это главная рекреация школы, где дети отдыхают в перемены, отдыхая на разноцветных подушках (рис. 6 цв. вклейки). Классные комнаты концентрируются вокруг холла, однако они не разделяются сплошными стенами, а лишь условно разделены перегородками. Каждый этаж (а их в гимназии четыре), условно поделен на четыре учебные зоны. Это школьное здание было первым крупным проектом школы без деления на привычные классные комнаты. Здесь идет формирование открытой системы – отсутствие замкнутых пространств. Огромное количество стекол и разноцветные ставни делают фасад необычным и выразительным, создавая радостное и приподнятое настроение учеников.

Совершенно иной принцип – опоясывание атриума – взят в основу в школе *DH Triangle School в Дононг-донге, Южная Корея*. Школа спроектирована компанией NAMELESS Architecture и построена в 2015 году (рис. 7 цв. вклейки).

В плане здание образует треугольник. На внутренний двор выходят панорамные окна от потолка до пола. Таким образом, кажется, будто прозрачный коридор по периметру здания всегда наполнен свежим воздухом (рис. 8 цв. вклейки). Такая необычная форма здания была выбрана неслучайно: объем школы гармонично вписан в окружающие постройки – игровая площадка, холм и существующее здание. То есть здесь налицо тенденция взаимопроникновения архитектурной и природной среды. Один фасад имеет большое треугольное окно в центре.

**К СТАТЬЕ Е. Ю. АГЕЕВОЙ, А. А. СИДОРИНОЙ
«ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ СОВРЕМЕННЫХ
ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЙ»**



Рис. 1. Школа в Мельбурне, Австралия. 2012 год. Главный фасад



Рис. 2. Школа в Мельбурне, Австралия. 2012 год. Интерьер, коридор второго этажа



Рис. 3. Школа в Сен-Дени, Франция. Фасад



Рис. 4. Школа в Сен-Дени, Франция. Схема организации земельного участка



Рис. 5. Гимназия «Орестад», Копенгаген. Дания. Фасад



Рис. 6. Гимназия «Орестад», Копенгаген. Дания. Интерьер, холл



Рис. 7. Рис. Школа DH Triangle School в Дононг-донге, Южная Корея. Вид сверху



Рис. 8. Школа DH Triangle School в Дононг-донге, Южная Корея. Внутренний двор



Рис. 9. Школа Saunalahti в Эспоо, Финляндия. Главный фасад



Рис. 11. Начальная школа в Бобиньи, Франция. Фасад



Рис. 13. Начальная школа Zero Energy, Сент-Уэн, Франция. Фасад



Рис. 15. Зеленая школа Green School на Бали, Индонезия. Жилые корпуса

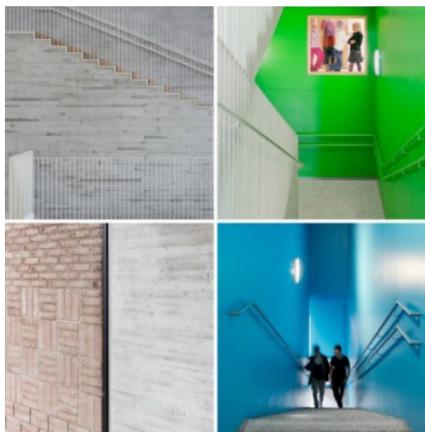


Рис. 10. Школа Saunalahti в Эспоо, Финляндия. Интерьеры

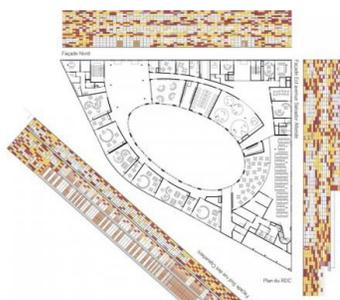


Рис. 12. Начальная школа в Бобиньи, Франция. План первого этажа



Рис. 14. Начальная школа Zero Energy, Сент-Уэн, Франция. Проект школы



Рис. 16. Школа Panyaden в Чианг Мае, Таиланд. Территория школы



Архитекторы считают, что треугольник, обладающий тремя вершинами, характеризует взаимосвязь трех элементов – местоположения, людей и образовательной системы.

Одной из самых красивых школ мира по праву считается школа, построенная в 2012 году в городе *Эспоо, Финляндия, названная Saunalahti* (рис. 9 цв. вклейки).

Школу спроектировало архитектурное бюро VERSTAS Architects.

Проект призван стимулировать общение, творческие способности учащихся и молодежи. Современное здание ориентировано на культуру, искусство и спорт. Открытые пространства здания связаны с площадками внутреннего двора, разделенными для каждой возрастной группы. Продумана трансформация учебного пространства в молодежное досуговое по вечерам. Кирпичная кладка школы намеренно выполнена разными способами и даже беспорядочно. Широкие панорамные окна выходят на улицу. Коридоры в школе представлены в виде галерей. Так создается ощущение простора и связи с окружающей природой (рис. 10 цв. вклейки).

Большое количество света, плавность линий и четкое деление на уровни – особенности необычной французской школы в Бобиньи (рис. 11 цв. вклейки). Яркая начальная школа, ставшая архитектурной достопримечательностью, была спроектирована архитектурной компанией Mikou Design Studio.

Здание имеет форму эллипса (рис. 12 цв. вклейки). Внутри – просторный двор для отдыха детей. Зеленые насаждения также расположены на крыше и на террасе второго этажа. Фасад облицован деревянными панелями прямоугольной формы. Горизонтальные разноцветные панели размещены хаотично и напоминают мозаику. Теплые тона панелей гармонично сочетаются с зеленой растительностью и стеклянными окнами, расположенными также беспорядочно.

Энергоэффективные школьные здания также стали очень популярными последнее время и строятся во многих других странах.

Начальная школа Zero Energy в городе Сент-Уэн, Франция, была построена в 2013 году по проекту архитектурной студии Mikou Design Studio (рис. 13 цв. вклейки). Школа построена в центре города среди офисных и жилых зданий и притягивает внимание прежде всего необычной конструкцией крыши, где расположены солнечные батареи.

Солнечные фотоэлектрические панели на плоской крыше делают массивное здание площадью 4 820 квадратных метров энергетически самообеспеченным. Данная площадка строительства была выбрана с учетом возможности ориентации всех классов и игровых площадок на юг, что позволяет максимально использовать пассивную солнечную энергию.

Солнечные фотоэлектрические панели были также устроены на игровых площадках, сконцентрированных на южной стороне. Здание школы разноэтажное и образует ступени по южному фасаду для наиболее эффективного обеспечения всего здания солнечным светом (рис. 14 цв. вклейки).

Следующая тенденция – создание «зеленой» архитектурной среды школьных зданий. *«Зеленая школа» Green School на Бали, Индонезия* – это настоящая детская зеленая деревня. Значительную часть площади школьной деревни занимают спортивные сооружения – большой зеленый стадион, площадки для спортивных игр и гимнастики [6]. Все спортивные сооружения также выполнены из бамбука. Все строения школьного центра – бамбуковые (рис. 15 цв. вклейки). Одной из основных принципов в данной школе является чистая и здоровая планета в будущем, жизнь в гармонии с природой.



Все классы, залы, домики отдыха, столовая имеют бамбуковые крыши и не имеют стен. Ощущение свободы, открытого пространства и единения с природой – вот главная задача открытия такой школы. Все бамбуковые здания и сооружения продуманы так, чтобы внутри было как можно больше света. Все здания этой маленькой деревни уникальны по своей структуре, ни одно не повторяется дважды. Уважение к природе и забота о ней – вот что прежде всего прививается ученикам в Зеленой школе.

Подобная школа есть и в Таиланде – школа *Panyaden в Чуанг Мае, Таиланд* (рис. 16 цв. вклейки). Комплекс построен в 2011 году. Основными материалами для его строительства являлись бамбук, глина, дерево и стекло. Комплекс зданий построен по принципу Зеленой школы [7].

Несколько необычных домиков из бамбука – учебные классы, столовая, библиотека, игровые комнаты, актовый зал, бассейн. Если рассмотреть вид территории школы сверху, расположение зданий напоминает лист папоротника. Территория школы изобилует зеленью и различной растительностью.

Рассмотренные объекты современных школ очень необычны и различаются дизайном, этажностью, масштабностью, вместимостью, применением строительных материалов, организацией внутреннего пространства школы – но все они предназначены обеспечить комфортные условия для обучения, развития и творчества детей.

Все изменения традиционной архитектурной среды школьных зданий и стремления архитекторов направлены на решение главной задачи – создать для детей особую среду, школу-дом, в которую каждому ребенку захочется возвращаться снова и снова.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агеева, Е. Ю. Особенности проектирования школьных зданий на современном этапе / Е. Ю. Агеева, А. А. Сидорина // Великие реки'2015 : 17 Междунар. науч.-пром. форум, 19–22 мая 2015 г. : тр. конгр. Междунар. науч.-пром. форума «Великие реки'2015». В 3 т. Т. 2 / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т ; отв. ред. А. А. Лапшин. – Нижний Новгород, 2015. – С. 170–174.
2. Агеева, Е. Ю. Особенности проектирования современной начальной школы / Е. Ю. Агеева, А. А. Сидорина // Современные тенденции развития науки и технологий : сб. науч. тр. по материалам VI Междунар. науч.-практ. конф. 30 сент. 2015 г. : в 10 ч. – Белгород, 2015. – Ч. VI, № 6. – С. 113–115.
3. Степанов, В. И. Новые типы средних образовательных школ с гибкой планировочной структурой / В. И. Степанов, Е. Б. Дворкина. – Москва : Стройиздат, 1977. – 235 с. : ил.
4. Найданова, П. А. Архитектура современных школьных зданий / П. А. Найданова, С. А. Дегтярев // Архитектон : известия вузов. – 2012. – (Приложение к № 38. Июль 2012).
5. Учиться, учиться и еще раз учиться! [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.pixland.uz/2015/09/08/3781/netipichnye-shkolnye-prostranstva/>.
6. Килина М., Green School на Бали моими глазами [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://altermama.ru/indonesia/green-school-bali.html>.
7. Panyaden School [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.panyaden.ac.th/our-school-in-the-news/>.

AGEYEVA Yelena Yuryevna, doctor of philosophy, professor of the chair of architecture; SIDORINA Anastaiya Andreevna, undergraduate of the chair of architecture



TRENDS OF ARCHITECTURAL ENVIRONMENT OF MODERN SCHOOL BUILDINGS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-19-57;
fax: +7 (831) 430-19-36; e-mail: ag-eu2@rambler.ru, anastasiya_s_08@mail.ru
Key words: architectural environment, the architecture of the school buildings, the transformation.

The article analyzes the main trends in the architectural environment of foreign school buildings, changes in space-planning structure of schools considered. Combining school buildings around a central information space, the interpenetration of nature and space-planning solution of the school building, the transformation of school buildings, the inclusion in the architectural composition of energy-efficient equipment.

REFERENCES

1. Ageeva E. Yu., Sidorina A. A. Osobennosti proektirovaniya shkolnykh zdaniy na sovremennom etape [Features of designing school buildings at the present stage]. Velikie reki'2015:17 Mezhdunarodny nauchno-promyshlenny forum, 19-22 maya 2015 g. : tr. kongr. [Great Rivers'2015: 17th International scientific-industrial forum, May 19-22, 2015: Cobgress proceedings]. V 3 t. T. 2. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t; otv. red. A. A. Lapshin. Nizhny Novgorod, 2015. P. 170–174.
2. Ageeva E. Yu., Sidorina A. A. Osobennosti proektirovaniya sovremennoy nachalnoy shkoly [Features of designing modern primary school]. Sovremennye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologiy : sb. nauch. tr. po materialam VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. 30 sent. 2015 g.: v 10 ch. [Modern trends in the development of science and technology: Proceedings of the VI International scientific and practical conference, September 30, 2015: in 10 parts]. Belgorod, 2015. Ch. VI, № 6. P. 113–115.
3. Stepanov V. I., Dvorkina E. B. Novye tipy srednikh obrazovatelnykh shkol s gibkoy planirovochnoy strukturoy [New types of secondary schools with flexible planning structure]. Moscow. Stroyizdat, 1977. 235 p., il.
4. Naydanova P. A., Degtyarev S. A. Arkhitektura sovremennykh shkolnykh zdaniy [Architecture of modern school buildings]. Arkhitekton: izvestiya vuzov [Arkhitekton: News of higher education institutions], 2012. (Prilozhenie k № 38, iyul 2012).
5. Uchitsya, uchitsya i escho raz uchitsya! [Learn, learn and once more learn!] [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: <https://www.pixland.uz/2015/09/08/3781/netipichnye-shkolnye-prostranstva/>.
6. Kilina M., Green School na Bali moimi glazami [Green School on Bali first-hand]. [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: <http://altermama.ru/indonesia/green-school-bali.html>
7. Panyaden School [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.panyaden.ac.th/our-school-in-the-news/>.

© Е. Ю. Агеева, А. А. Сидорина, 2016

Получено: 29.09.2016 г.



УДК 725.3

А. А. ЯКОВЛЕВ, д-р арх., проф. кафедры архитектурного проектирования;
М. А. ЯКОВЛЕВ, аспирант кафедры архитектурного проектирования

МНОГОУРОВНЕВЫЕ ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ПЛАНИРОВОЧНЫЕ МОДЕЛИ СКЛАДСКИХ КОМПЛЕКСОВ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, 65. Тел.: (831) 430-17-83;
факс: (831) 430-19-36; эл. почта: arch@nngasu.ru

Ключевые слова: уровень, направление, модели складского комплекса, производственно-логистический комплекс, элемент технопарка, агропромышленный складской комплекс, часть агропромпарка, торгово-складской комплекс, составляющая трейдпарка, транспортно-логистический комплекс, элемент транспарка.

Рассматриваются четыре архитектурно-планировочные модели складских комплексов, соответствующие четырем направлениям исторического развития мирового складского хозяйства – производственно-логистический комплекс как элемент технопарка, агропромышленный складской комплекс как часть агропромпарка, торгово-складской комплекс как составляющая трейдпарка и транспортно-логистический комплекс как элемент транспарка.

В настоящее время типология складских зданий чрезвычайно размыта. Она включает и склады промышленных предприятий (сырье, полуфабрикаты, готовая продукция), и овощехранилища, и холодильники, и склады оптовой торговли, и крупные транспортно-логистические комплексы. Создать стройную типологическую классификацию складских зданий и комплексов – чрезвычайно важная и актуальная задача современной архитектурной науки.

Предложены *четыре архитектурно-планировочные модели* складского комплекса: складской блок как элемент технопарка, как часть агропромпарка, как составляющая трейдпарка, как элемент транспарка.

Модели включают в себя несколько подсистем [1]:

- 1) Техничко-технологическая (складируемая грузовая единица, здание, подъемно-транспортное оборудование);
- 2) Функциональная (вид складирования, система комисионирования, управление грузопереработкой);
- 3) Поддерживающая (информационная, организационная, ремонтная, инженерная, транспортная системы);
- 4) Объемно-планировочная (тип здания, этажность, несущие и ограждающие конструкции, блокирование, погрузо-разгрузочный фронт).

Производственно-логистический комплекс (ПЛК) – элемент технопарка – ориентирован на производство. Он имеет развитый производственный блок и блок подсобных и вспомогательных помещений, а также многочисленный складской блок.

Агропромышленный складской комплекс (АПСК) – часть агропромпарка – ориентирован на производство и потребителя. Производственный и складской блоки менее развиты, но укрупнен блок транспорта и сельскохозяйственной техники.



Торгово-складской комплекс (ТСК) – составляющая трейдпарка – ориентирован на торговую сеть. Имеет укрупненные приемочную и отправочную экспедиции, комплекс поддерживающих систем, а также крупный высокомеханизированный складской блок.

Транспортно-логистический комплекс (ТЛК) – элемент транспарка – ориентирован на транспортную составляющую. Имеет укрупненные приемочную и отправочную экспедиции, комплекс поддерживающих систем, крупный высокомеханизированный складской блок. Сильно развита транспортная составляющая.

Модели являются многоуровневыми, так как в их основу положена многоуровневая система формирования:

1-й уровень – градостроительный (размещение относительно селитьбы, особенности формирования складской сети, место расположения, формирование снабжения, стратегия складирования, транспорт, география и уровень размещения);

2-й уровень – генеральный план (тип застройки, характер застройки, перспектива развития, функционально-планировочный баланс, функциональное зонирование, размещение транспортных потоков, благоустройство территории);

3-й уровень – архитектурно-планировочный (система складирования, тип здания, этажность, несущие и ограждающие конструкции, складываемая грузовая единица, процесс грузопереработки, особенности хранения и компоновки помещений, наличие сопутствующих функций).

Производственно-логистический комплекс (ПЛК) – элемент производственного направления складской деятельности, которое берет свое начало с развития ремесел – в складах хранились гончарные, кузнечные, деревянные изделия, предметы быта и украшения. Производственное направление складирования ориентировано на производство, обслуживание производства, сырье, полуфабрикаты, готовую продукцию [2]. Оно относится к логистике производства, содержит самые разнообразные складываемые единицы во всевозможных типах складских зданий и сооружений. Отражает специфику размещения складских зданий и комплексов производственного направления. Они располагаются, как правило, у источников сырья и производства готовой продукции, в коммунально-складской или промышленной зоне города. Мало зависят от клиентской и торговой сети. Используют фактически один вид транспорта. Относятся к логистическим системам любых уровней.

Генеральный план отличается многообъектной застройкой с повышенной плотностью застройки и повышенной интенсивностью использования территории. Застройка разными типами малоэтажных зданий с большой степенью блокирования (СП 18.13330.2011 «СНиП II-89-80*. Генеральные планы промышленных предприятий»). Перспективы развития комплексов видятся на своей территории с использованием внутренних территориальных резервов и со сносом некоторых зданий и сооружений, а также на соседних и других площадках. Зонирование территории отличается примыканием производства к зоне хранения, а потоки – наличием собственного развитого транспорта складского комплекса. В компоновке складских зон присутствует одна погрузо-разгрузочная рампа с приемочной и отправочной экспедицией.

Агропромышленный складской комплекс (АПСК) – элемент сельскохозяйственного направления складской деятельности, которое берет свое начало с развития охоты, собирательства, земледелия и животноводства – в складах хранились собранные и выращенные продукты питания. Сельскохозяйственное направле-



ние ориентировано на производство и на потребителя, на обработку и хранение сельскохозяйственной продукции [3], выполняет функцию пищевых и мясомолочных производств и холодильников. Оно относится к логистике производства и снабжения. Складские здания с хранимой в них продукцией имеют специфические особенности – сезонность, временность, заглубленность, хранение навалом, использование инженерных сооружений (бункеров, силосов) и помещений с особыми требованиями к температурно-влажностному режиму. Отражает специфику размещения складских зданий и комплексов агропромышленного направления. Они располагаются, как правило, у источников сырья и производства готовой продукции, в коммунально-складской или промышленной зоне сельских населенных пунктов; овощные и фруктовые базы, картофелехранилища, холодильники размещаются в коммунально-складских зонах городов (СН 387-78. «Инструкция по разработке схем генеральных планов групп предприятий с общими объектами (промышленных узлов)»). Последние в отличие от производства сельхозпродукции зависят от клиентской и торговой сети. Используют фактически один вид транспорта. Относятся к микрологистическим системам.

Генеральный план отличается многообъектной застройкой с пониженной плотностью застройки и пониженной интенсивностью использования территории. Застройка разными типами одноэтажных зданий с малой степенью блокирования. Перспективы развития комплексов видятся на своей территории с использованием внутренних территориальных резервов, а также на соседних и других площадках. Зонирование территории отличается тем, что производство отделено от зоны хранения, а потоки – наличием собственного развитого транспорта складского комплекса. В компоновке складских зон присутствует несколько зон хранения, разделены погрузочная и разгрузочная рампы, приемочная и отправочная экспедиции.

Торгово-складской комплекс (ТСК) – элемент торгового направления складской деятельности, которое берет свое начало с развития местной и международной торговли – в складах хранились различные товары.

Торговое направление ориентировано на потребителя, подготовку к продаже, расфасовку, упаковку [4]. Оно относится к логистике распределения и участниками его часто являются торговые компании. Товары складываются в крупных складских зданиях с максимальной механизацией и автоматизацией процессов грузопереработки и наличием поддерживающих систем (СП 57.13330.2011 «Складские здания»). Отражает специфику размещения складских зданий и комплексов торгового направления. Они располагаются, как правило, в местах реализации готовой продукции, в коммунально-складской зоне города или на межселенных территориях. Напрямую зависят от клиентской и торговой сетей. Используют как один, так и несколько видов транспорта. Относятся к макрологистическим и мезологистическим системам.

Генеральный план отличается малообъектной застройкой с повышенной и оптимальной плотностью застройки и оптимальной интенсивностью использования территории. Застройка разными, в том числе павильонными типами малоэтажных зданий с большой степенью блокирования. Перспективы развития комплексов видятся на своей территории с использованием внутренних территориальных резервов, а также на соседних площадках. Зонирование территории отличается развитой зоной транспорта клиентов, а потоки – многочисленностью этого вида транспорта. В компоновке складских зон присутствует одна погрузо-разгрузочная рампа с приемочной и отправочной экспедицией.



Транспортно-логистический комплекс (ТЛК) – элемент транспортного направления складской деятельности, которое берет свое начало с развития транспорта, речного, морского, сухопутного, железнодорожного, автомобильного, воздушного – в складах хранились произведенные в соседних районах, странах, континентах товары и сырье. Транспортное направление ориентировано на транспорт, перевозку, доставку, перегрузку с одного вида транспорта на другой, а также частично на торговые функции [5]. Оно относится к логистике распределения, и участниками его часто являются транспортные и торговые компании. Грузовые единицы складываются в крупных складских зданиях с максимальной механизацией и автоматизацией процессов грузопереработки и наличием серьезных поддерживающих систем. Часто используются несколько видов транспорта. Отражают специфику размещения складских зданий и комплексов транспортного направления. 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. Зависят от клиентской и торговой сети. Используют несколько видов транспорта. Относятся к макрологистическим и мезологистическим системам.

Генеральный план отличается малообъектной застройкой с оптимальной плотностью застройки и оптимальной интенсивностью использования территории. Застройка павильонным типом одноэтажных зданий с большой степенью блокирования [6]. Перспективы развития комплексов видятся на своей территории с использованием внутренних территориальных резервов, а также на соседних площадках. Зонирование территории отличается наличием нескольких зон погрузки и разгрузки, развитой зоной отстоя транспорта, а потоки – наличием разного вида внешнего транспорта. В компоновке складских зон присутствуют разные погрузо-разгрузочные ramпы с разнесенными приемочной и отправочной экспедициями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дыбская, В. В. Логистика складирования : учебник / В. В. Дыбская. – Москва : ИНФРА, 2012. – 559 с.
2. Хрусталева, А. А. Архитектурно-планировочное формирование складских распределительных комплексов полиграфической промышленности : дис. ... канд. архитектуры / А. А. Хрусталева. – Москва : МАрХИ, 1982.
3. Зейферт, М. Г. Архитектурное формирование агропромышленных предприятий по хранению и переработке плодоовощной продукции (на примере Нечерноземной зоны РСФСР) : дисс. ... канд. архитектуры / М. Г. Зейферт. – Москва, 1984.
4. Ганжа, С. Д. Архитектурно-планировочная организация специализированных торгово-складских комплексов : автореф. дис. ... канд. архитектуры : 18.00.02 / С. Д. Ганжа. – Новосибирск, 1990. – 26 с.
5. Белоусова, Н. С. Архитектурное формирование транспортно-логистических комплексов : дис. ... канд. архитектуры / Н. С. Белоусова. – Екатеринбург, 2007.
6. Архитектура промышленных предприятий, зданий и сооружений / В. А. Дроздов, Л. Ф. Гольденгерш, Е. С. Матвеев [и др.] ; под общ. ред. Н. Н. Кима. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Стройиздат, 1990. – 638 с. : ил. – (Справочник проектировщика).



YAKOVLEV Andrey Aleksandrovich, doctor of architecture, professor of the chair of architectural design; YAKOVLEV Mikhail Andreevich, postgraduate student of the chair of architectural design

MULTILEVEL TYPOLOGICAL PLANNING MODELS OF WAREHOUSE COMPLEXES

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Pjinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83;
fax: +7 (831) 430-19-36; e-mail: arch@nngasu.ru

Key words: level, direction, models of a warehouse complex, production-logistic complex, technopark element, agro-industrial warehouse complex, part of an agro-industrial park, trade-warehouse complex, component of a tradepark, transport-logistic complex, element of a transport park.

The article discusses four architectural-planning models of warehouse complexes, corresponding to four directions of the historical development of the world's storage facilities – an industrial-logistic complex as an element of a technopark, an agro-industrial warehouse complex as part of an agroindustrial park, a trade-warehouse complex as a component of a tradepark and a transport-logistic complex as an element of a transport park.

REFERENCES

1. Dybskaya V. V. Logistika skladirovaniya: uchebnik [Warehouse logistics: textbook]. Moscow: INFRA, 2012. 559 p.
2. Khrustalyov A. A. Arkhitekturno-planirovochnoe formirovanie skladskikh raspredelitelnykh kompleksov poligraficheskoy promyshlennosti [Architectural-planning formation of warehouse distribution complexes of the printing industry]. Dis.kand.arhitekt. Moscow. Mosk arkhitekt. in-t, 1980.
3. Zeyfert M. G. Arkhitekturnoe formirovanie agropromyshlennykh predpriyatiy po khraneniyu i pererabotke plodoovoshnoy produktsii (na primere Nechernozemnoy zony RSFSR) [Architectural formation of agro-industries for storage and processing of fruit and vegetables (by the example of the Non-chernozem zone of the RSFSR)]. Diss. kand. arkhitekt. 1984.
4. Ganzha S. D. Arkhitekturno-planirovochnaya organizatsiya spetsializirovannykh torгово-skladskikh kompleksov [Architectural and planning organization of specialized trade and warehouse complexes]: Autoref. dis. kand. arkhitekt. : 18.00.02. Novosibirsk, 1990. 26 p.
5. Belousova N. S. Arkhitekturnoe formirovanie transportno-logisticheskikh kompleksov [Architectural formation of transport and logistics complexes]. Diss. kand. arkh. Ekaterinburg. 2007.
6. Drozdov V. A., Goldengersh L. F., Matveev E. S., et al. Arkhitektura promyshlennykh predpriyatiy, zdaniy i sooruzheniy [Architecture of industrial enterprises, buildings and structures]; pod obsch. red. N. N. Kima. 2-e izd., pererab. i dop. Moscow. Stroyizdat, 1990. 638 p.: il. (designer's handbook).

© А. А. Яковлев, М. А. Яковлев, 2016

Получено: 28.05.2016 г.



УДК 721.001+332.362

АЛ-ОБАЙДИ И. К., аспирант кафедры архитектурного проектирования

ОСНОВНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЗДАНИЙ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83; факс: (831) 430-19-36; эл. почта: arch@nngasu.ru

Ключевые слова: климатические особенности, рельеф, выбор проектного решения, форма и расположение зданий.

Рассматриваются основные природные факторы – климатические особенности и рельеф местности – влияющие на подходы к проектированию. Предлагаются варианты проектных решений, в том числе формы и расположения зданий для строительства в холодном, жарком и влажном климате.

При разработке оптимального проектного решения на начальной стадии проектирования зданий и сооружений необходимо иметь полную информацию об основных климатических особенностях и рельефе местности.

Часто микроклимат определяется рельефом местности. Для плоской местности характерен ровный климат, поэтому расположение зданий не зависит от данного фактора. Холмистая местность предполагает разницу температур и скорости движения воздуха. Холодный воздух собирается в низменностях, понижая температуру воздуха. Скорость движения воздуха увеличивается вверх по наветренному склону, достигая максимума на вершине (рис. 1).

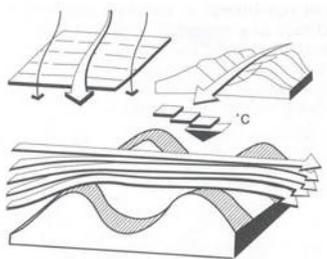


Рис. 1. Рельеф местности и микроклимат [1]

Холодный воздух обладает большей плотностью, поэтому он тяжелее и оседает в низинах, тогда как более легкий горячий воздух поднимается вверх. Подвижность воздуха также зависит от разницы давлений. Как правило, поток воздуха идет от зон с высоким давлением к зонам с низким давлением. Препятствия на пути воздушного потока приводят к скоплению воздуха и, как следствие, повышению давления с наветренной стороны [1]. Кроме того, направление движения воздуха зависит от формы препятствий (рис. 2).



Рис. 2. Разница давлений, обусловленная преградами для воздушного потока [1]

В жарком климате целесообразно размещать здания в низинах, где температура воздуха ниже (рис. 3). Для строительства на возвышенности предпочтительной является подветренная сторона склона при условии правильной ориентации здания. Но и в том, и в другом случае удастся избежать горячих ветров. В низинах скапливается вода, что позволяет также использовать для охлаждения воздуха водоемы. В холодном климате целесообразно размещать здания на возвышенности, а также использовать насаждения для защиты от холодных ветров. При строительстве во влажном климате необходимо максимально увеличить подвижность воздуха, например, расположив здание на вершине наветренного склона, где скорость движения воздуха значительно выше.

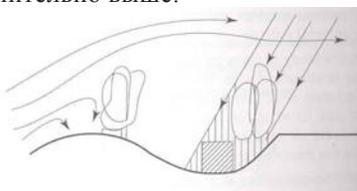


Рис. 3. Оптимизация рельефа в жарком климате [1]

Следует также помнить о том, что относительно низкие температуры воздуха, обусловленные расположением здания в низине, ограничиваются минимальной ночной температурой, которая в жарком климате все же не опускается до комфортной отметки.

При проектировании необходимо учитывать не только тип рельефа, но и его ориентацию. На плоской местности ориентация рельефа, в отличие от ориентации склонов холмов, не имеет особого значения. В северных широтах большая доля солнечной радиации приходится на южные склоны, в южных широтах – наоборот. Склоны, ориентированные на восток и запад, получают прямую радиацию в северных широтах, в южных широтах – в основном в утренние либо вечерние часы. В жарком климате целесообразнее размещать здания на северных склонах, которые получают меньше прямой радиации, однако лишь при условии достаточного затенения со стороны холма. Таким образом, ориентация склона не играет особой роли. В любом случае при размещении здания основной целью должно быть увеличение подвижности воздуха (рис. 4).

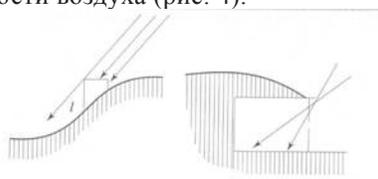


Рис. 4. Ориентация рельефа и размещение зданий в жарком климате [1]



Для жаркого сухого климата характерны холодные зимы. Таким образом, существует не только необходимость в снижении притока тепла, но и в отоплении зданий. Оптимальным решением является размещение дома в глубине крутого северного склона. Это позволит обогревать здание в зимний период и охлаждать – в летний. Но в то же время в строение не будет поступать прямой солнечный свет. При проектировании рекомендуется учитывать необходимое количество естественного освещения, а также спектр обтекания склонов воздушным потоком [1].

Микроклимат и подвижность воздуха возможно регулировать за счет использования зеленых насаждений. Зеленые насаждения, в частности деревья, способствуют затенению и сокращению объема теплоступлений. Они также создают разницу давлений, тем самым снижая, увеличивая либо меняя скорость и направление воздушного потока. Благодаря насаждениям, воздух может поступать внутрь здания либо выходить наружу (рис. 5).

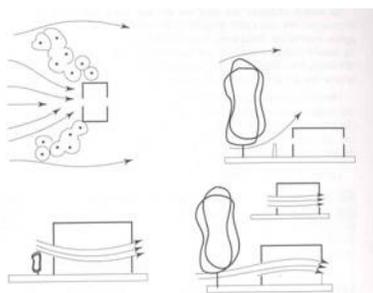


Рис. 5. Насаждения позволяют снижать, увеличивать или направлять воздушный поток [1]

Кустарники и деревья поглощают солнечную радиацию в процессе фотосинтеза, тем самым охлаждая окружающую среду, а также регулируют подвижность воздуха. Например, густая растительность значительно снижает ее. Увеличить скорость либо изменить направление воздушного потока можно за счет размещения деревьев и живых изгородей таким образом, чтобы для движения воздуха оставался узкий «коридор» (скорость движения воздуха увеличивается за счет сокращения площади) [2]. Насаждения создают незначительную разницу давлений, что и приводит к изменению направления потока воздуха (рис. 6).

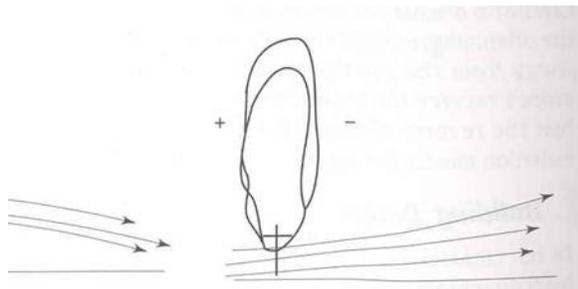


Рис. 6. За счет разницы давлений меняется направление воздушного потока [2]

В жарком сухом климате, где основной задачей является сокращение объема теплопоступлений, для защиты здания от восточного и западного солнца, а также горячего ветра могут служить лиственные деревья. В летний период они создают комфортную тень, в зимний – сбрасывают листву, увеличивая доступ солнечного света. В холодном климате от ветров здания защищают вечнозеленые деревья. Однако они поглощают солнечную радиацию, тем самым охлаждая воздух. В регионах с влажным климатом насаждения могут использоваться для увеличения воздушного потока, но следует помнить о том, что при неправильном размещении они, наоборот, будут способствовать снижению скорости движения воздуха.

Микроклимат и объем теплопоступлений может зависеть от расположенных вблизи здания водоемов (водных поверхностей). Вода поглощает солнечную радиацию, обеспечивая испарительное охлаждение прилегающих к водоемам территорий в дневное время, ночью же излучает поглощенное тепло, что может быть использовано для отопления (рис. 7).

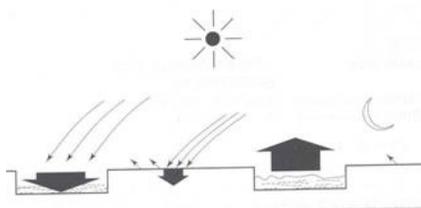


Рис. 7. Вода поглощает большое количество тепла днем и повторно излучает его ночью [2]

Вода поглощает либо отдает тепло при изменениях температуры. Так, испаряясь под действием подвижности воздуха, она охлаждает его. Это и есть испарительное охлаждение, за счет которого повышается влажность воздуха. При относительно высокой влажности воздуха процесс испарения замедляется. Вода обладает большей теплоемкостью, чем бетон, и соответственно поглощает в два раза больше тепла при той же температуре воздуха. Это свойство воды позволяет сокращать объем теплопоступлений. Поглощенная водой радиация может также использоваться в качестве непрямого источника тепла.

В жарком сухом климате за счет водоемов (водных поверхностей) обеспечивается испарительное охлаждение и снижается приток тепла. В комплексе с насаждениями и розой ветров они способствуют поступлению потоков холодного воздуха в здание. Размещение бассейна на крыше позволяет сократить объем теплопоступлений через нее. В холодном климате при использовании водоемов необходимо контролировать объем теплопоступлений и теплоотдачи. Это возможно лишь в том случае, если водоем расположен во внутреннем дворе дома. В регионах с холодным климатом оптимальным решением является строительство вдали от больших водных пространств. В ином случае при проектировании необходимо тщательно изучить розу ветров и продумать способ защиты от ветра, например, за счет места расположения здания либо насаждений. В регионах с влажным климатом следует избегать строительства вблизи водоемов, так как при высокой влажности испарительное охлаждение не имеет значительного эффекта.

Для жаркого сухого климата характерны суровые зимы. Сезонные изменения розы ветров и растительности могут способствовать защите от зимнего ветра. В такой климатической зоне несложно контролировать влажность воздуха. В регионах же со смешанным климатом довольно непросто учитывать подобные



факторы. К примеру, наличие водоемов обеспечивает комфорт в жаркое время, но может негативно сказываться в сезон дождей. В таком случае оптимальным решением является их осушение в дождливый и зимний периоды.

Проектное решение здания должно учитывать ширину и ориентацию улиц. От ширины улицы зависит количество прямой радиации, поступающей на улицу и нижние этажи зданий. Проектирование улиц с учетом их ширины и ориентации позволяет контролировать количество солнечной радиации в зависимости от времени суток.

Ключевыми факторами являются высота и азимут солнца. Соотношением ширины улиц и высоты зданий определяется высота солнца, при которой на улицу поступает наименьшее количество радиации. От ориентации улиц зависит азимут солнца, при котором возможно избежать интенсивного солнечного излучения. Подобные расчеты позволяют регулировать объем теплоступлений. От соотношения ширины улиц и высоты зданий также зависит количество естественного освещения.

При строительстве в жарком сухом климате основной задачей является сокращение объема теплоступлений. Для этого необходима защита от солнца. Небольшое соотношение ширины улиц и высоты зданий предполагает наличие узких улиц и, как следствие, достаточное количество тени. В частности, улицы, ориентированные на север-юг, должны быть неширокими, что обеспечит защиту как от горизонтального утреннего, так и от низкого вечернего солнца. Ориентации улиц на восток-запад следует избегать. Оптимальное проектное решение в данном случае подразумевает затенение улиц зданиями. При строительстве в холодном климате широкие улицы, особенно ориентированные на восток-запад, открывают доступ для южного солнца [3]. В данном случае задача состоит не только в увеличении теплоступлений, но и в сохранении уже полученного тепла. План застройки населенного пункта должен быть компактным. Предпочтительной является ориентация нешироких улиц на север-юг и небольшая высота зданий. Подобное решение позволит увеличить объем теплоступлений через крыши и сократить потерю тепла. При строительстве во влажном климате необходимо учитывать подвижность воздуха. Таким образом, ориентация улиц должна способствовать эффективному использованию розы ветров (рис. 8, 9).

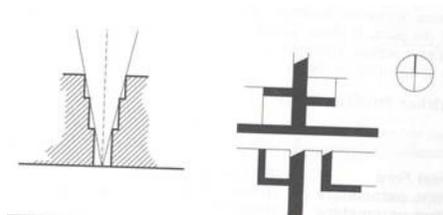


Рис. 8. Ширина улиц в жарком климате: ориентация узких улиц на север-юг сокращает количество солнечной радиации, поступающей с восточной либо западной стороны [3]

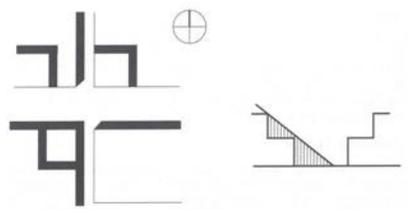


Рис. 9. Ширина улиц в холодном климате: ориентация широких улиц на восток-запад увеличивает доступ южного зимнего солнца [3]

При проектировании необходимо учитывать площадь открытых пространств и форму зданий, так как от них зависит подвижность воздуха и объем теплопоступлений. Отсутствие открытых поверхностей может приводить к сокращению притока тепла или теплоотдачи. От этого во многом зависит восприятие климатических условий.

Открытые поверхности являются частью формы здания. Любое строение, так или иначе, влияет на микроклимат. Обширные открытые пространства позволяют доминировать «естественному» климату местности и обеспечивают большую подвижность воздуха. Скорость движения воздуха также зависит от типа застройки. За счет открытых пространств увеличивается объем теплопоступлений в течение дня. Жесткая земля и темные поверхности зданий обладают высокой теплоотдачей, излучаемое ими тепло поглощается другими строениями. Объем теплопоступлений может быть снижен за счет тени от соседних домов и деревьев. Высокие здания обеспечивают затенение в летнее время. В зимний период даже малоэтажные строения затеняют обширные пространства. Большое количество открытых поверхностей за счет повторного излучения также увеличивают теплопотери в ночное время. Тепло излучается не только крышами, но и стенами зданий. При компактной же застройке площадь открытых поверхностей стен меньше, поэтому потеря тепла идет в основном через крыши (рис. 10, 11).

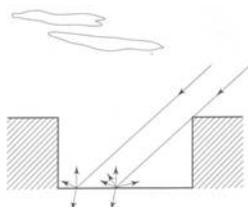


Рис. 10. Теплоотдача абсорбирующих поверхностей и небольших открытых пространств в окружающую среду значительно ниже [3]



Рис. 11. Потеря тепла может быть обусловлена обширными открытыми пространствами стен и поверхностью земли [3]



В жарком сухом климате компактная застройка способствует сокращению и теплопоступлений, и теплопотерь. Она целесообразна при низкой производительности тепла зданиями, так как позволяет уменьшить объем теплопоступлений. Такой тип застройки считается традиционным. Здания же современных городов производят гораздо больше тепла, поэтому значимость также приобретает и объем теплопотерь. Этот феномен приводит к образованию так называемых «островов тепла». Необходимой становится оптимизация формы и масштаба открытых пространств. Слишком обширные открытые пространства могут способствовать избыточным теплопоступлениям, слишком маленькие – недостаточным теплопотерям в ночное время. Значение также имеет характер поверхностей. Земная поверхность не должна быть твердой и темной, поверхность зданий не должна обладать большой отражающей способностью. Сократить теплопоступления можно за счет высоты соседних зданий либо насаждений (лиственные деревья предпочтительнее, так как в зимнее время сбрасывают листву, открывая доступ солнечному свету). В холодном климате открытые пространства должны быть обширными, поверхности должны быть твердыми и характеризоваться большей поглощающей способностью. Целесообразной представляется компактная застройка, в отличие от регионов с влажным климатом, где при ориентации улиц и открытых пространств необходимо учитывать розу ветров (рис. 12, 13).

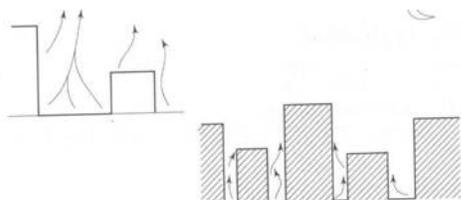


Рис. 12. Современные здания обладают высокой теплоотдачей, компактная застройка неприемлема для жаркого климата [3]

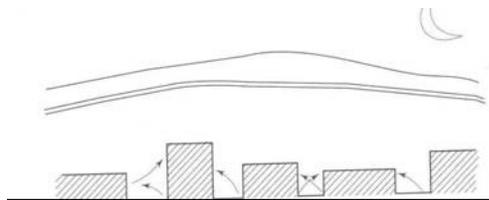


Рис. 13. Компактная застройка в холодном климате обуславливает не только сокращение объема теплопоступлений, но и сохранение тепла [3]

При проектировании зданий значение также имеет тип поверхности наружной стены, в зависимости от которого падающая солнечная радиация может абсорбироваться, отражаться либо сохраняться и излучаться повторно. Другими словами, количество тепла, поступающего за счет радиации, может быть снижено или увеличено в зависимости от климата и времени суток (рис. 14).

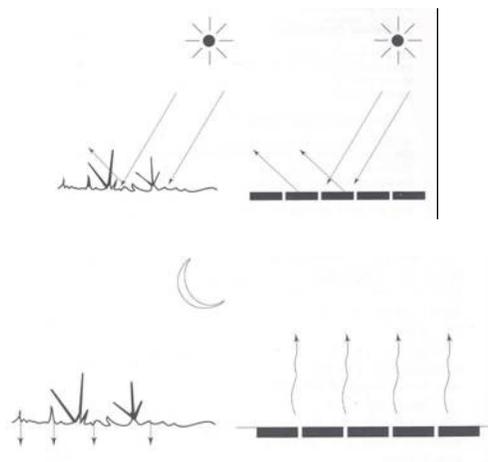


Рис. 14. Характер поверхности может способствовать отражению, абсорбции и сохранению тепла [3]

Отражающая способность поверхности зависит от ее цвета и текстуры. Более светлая и гладкая поверхность обладает большей отражающей способностью. Более темные по цвету и грубые по текстуре материалы абсорбируют больше тепла и повторно излучают его. Повторное излучение характерно для ночного времени, когда температура воздуха понижается. Насаждения поглощают солнечный свет и радиацию в процессе фотосинтеза. В таком случае тепло ни отражается, ни излучается повторно.

В жарком климате предпочтительной является зеленая поверхность земли, позволяющая сократить количество теплопоступлений. Зачастую неизбежно использование тяжелых, грубых материалов поверхностей, дорожных покрытий. Такие материалы не должны быть слишком темными, это позволит уменьшить отражение и теплоемкость. В холодном климате предпочтительными считаются темные, но гладкие покрытия, обладающие большей абсорбирующей и отражающей способностью. Для регионов с влажным климатом значение имеет способность поверхности поглощать влагу.

Земная поверхность отражает солнечный свет. В жарком солнечном климате это может провоцировать избыточный блеск, поэтому предпочтительными являются обширные дорожные покрытия из более грубых материалов.

Составляющей частью проектного решения является выбор типа планировки здания. Тип планировки влияет на движение воздуха вокруг и внутри здания, тем самым облегчая либо затрудняя естественную вентиляцию. Как отмечалось выше, препятствия на пути воздушного потока создают разницу давлений. Воздух движется от зон с высоким давлением к зонам с низким давлением. Зная направление воздушного потока, мы можем использовать планировку зданий для создания таких зон [4]. Проемы, соединяющие зоны высокого и низкого давления, способствуют естественной вентиляции. Соотношение периметра здания к его площади является важным фактором при контроле количества теплопоступлений и теплопотерь. Чем это соотношение больше, тем больше объем теплопоступлений в дневное время и объем теплопотерь ночью. Соответственно, чем такое соотношение меньше, тем ниже приток тепла днем и потеря тепла в ночное время (рис. 15).

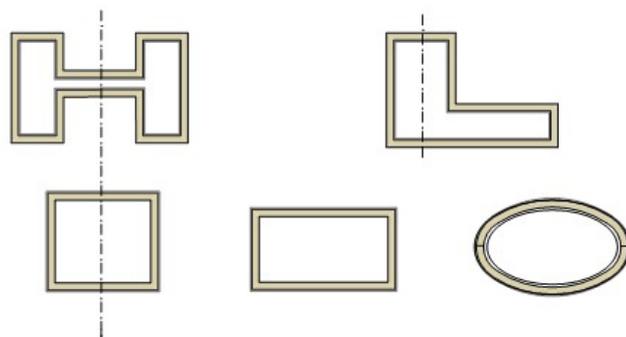


Рис. 15. От типа планировки здания зависит соотношение периметра к площади

В жарком климате соотношение периметра здания к площади должно быть минимальным, это позволит сократить объем теплопоступлений. В такой климатической зоне преобладают достаточно теплые ветра, поэтому планировка зданий с учетом естественной вентиляции не целесообразна. В холодном климате минимальное соотношение периметра к площади обеспечивает меньшую потерю тепла. Объем теплопоступлений может быть умножен за счет террас. Во влажном климате основная задача состоит в увеличении подвижности воздуха, поэтому минимальное соотношение периметра к площади также является предпочтительным.

В жарком климате планировка зданий должна включать зеленые насаждения. Сады, в том числе разбитые на крышах, и цветники в сочетании с затенением способствуют сокращению объема теплопоступлений. Затененные внутренние дворы понижают температуру воздуха. В прохладное время года сады на крышах зданий не теряют своей актуальности, в отличие от внутренних дворов, температура в которых становится некомфортно низкой. Водные поверхности зимой подлежат осушению либо должны быть застеклены. Летом же фиксированное остекление будет приводить к перегреву пространства. В холодных климатических зонах основной задачей является увеличение объема теплопоступлений. Удерживать тепло помогают оранжереи либо застекленные водные поверхности. В регионах с высокой относительной влажностью вентиляция зданий обеспечивается за счет внутренних дворов и террас, которые в сочетании с остеклением создают просторные пространства и увеличивают подвижность воздуха, что является несомненным преимуществом во влажном климате. В жарких климатических зонах затененные внутренние дворы выполняют функцию резервуаров для холодного воздуха.

Проектное решение может также состоять в выборе ориентации здания, определяющей количество поступающей солнечной радиации. С учетом ориентации и розы ветров можно использовать естественную вентиляцию.

Считается, что в северном полушарии фасады, ориентированные на север, получают минимум прямой солнечной радиации, южные фасады – соответственно, максимум. Это не совсем верно. Исследования показывают, что при ориентации на север здания получают небольшое количество солнечной радиации в летнее время только при условии, если местность значительно удалена от экватора, например, на 32 градусе северной широты. Соответственно, при южной ориента-



ции большее количество солнечной радиации поступает зимой.

При выборе проектного решения необходимо учитывать соотношение площади поверхности здания к объему. Чем больше площадь поверхности здания, тем больше объем теплопоступлений и теплопотерь, и наоборот.

В жарком сухом климате соотношение площади поверхности здания к объему должно быть минимальным, так как основной задачей является уменьшение притока тепла. В холодном сухом климате это соотношение также должно быть минимальным – для сокращения объема теплопотерь. В регионах с влажным климатом необходимым является создание обширных пространств, поэтому большее соотношение площади поверхности здания к объему допустимо. Кроме того, строительные материалы должны обладать небольшой теплоемкостью.

Итак, на выбор конкретного проектного решения влияет совокупность природных факторов – климатических особенностей местности и рельефа, определяющих уровень подвижности воздуха, розу ветров, а также количество поступающей солнечной радиации.

За счет правильного выбора расположения, ориентации, формы и планировки здания, ширины и ориентации улиц, использования насаждений и водных поверхностей возможно оптимизировать рельеф местности, эффективно задействовать природные факторы при регулировании объема теплопоступлений и теплопотерь, уровня вентиляции и естественного освещения.

В жарком климате оптимальным является строительство зданий в низинах, где температура воздуха, соответственно, ниже. Подобное решение также позволяет использовать водные поверхности для охлаждения воздуха и сокращения объема теплопоступлений в здания. Но следует помнить о том, что в зимний период необходимо осушение либо остекление водоемов. Основная задача состоит в защите от горячих ветров и избыточной солнечной радиации. Этим обусловлен выбор таких решений, как строительство на северных склонах, затенение за счет небольшого соотношения ширины улиц и высоты зданий, использование насаждений (преимущественно лиственных деревьев), светлых поверхностей.

В холодном климате оптимально строительство на возвышенностях. Для защиты от холодных ветров подходит использование вечнозеленых деревьев. Предпочтительными решениями являются строительство вдали от крупных водоемов, проектирование широких улиц, ориентированных на восток-запад, компактная застройка, выбор темных и гладких поверхностей, например, дорожных покрытий.

При проектировании во влажном климате целью является увеличение подвижности воздуха и эффективное использование розы ветров. Оптимальным решением может быть строительство на склонах, где скорость движения воздуха выше, вдали от водоемов. Элементами планировки зданий могут стать внутренние дворы и террасы в сочетании с остеклением, что позволит регулировать подвижность воздуха. Предпочтительно использовать абсорбирующие влагу поверхности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Watson, D. Climatic Design / D Watson ; McGraw Hill Company. – New York : McGraw-Hill, 1983.
2. Olgyai, V. Design with Climate / V. Olgyai // Princeton University Press. – USA, New Jersey, 1973.



3. Givoni, B. M. Climate and Architecture / B M Givoni // Applied Science Publishers. – London, UK, 1976.

4. Givoni, B, 1998, Climate considerations in building and urban design / B. Givoni. – New York : Van Nostrand Reinhold, 1998.

AL-OBAIDI Ibrahim Kawan Taha, postgraduate student of the chair of architectural design

KEY NATURAL FACTORS IN BUILDING DESIGN

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83;
fax: +7 (831) 430-19-36; e-mail: arch@nngasu.ru

Key words: climate patterns, landforms, design solution, placement of the building, built form.

The article is focused on building design approaches dictated by the main natural factors – climate patterns and landforms. It considers design solutions such as placement of the building and built form for cold, hot or humid climates.

REFERENCES

1. Watson D. Climatic Design. McGraw Hill Company, New York, 1983.
2. Olgyay V. Design with Climate. Princeton University Press, USA, 1973.
3. Givoni B. M. Climate and Architecture. Applied Science Publishers, London, UK, 1976.
4. Givoni B. Climate considerations in building and urban design. Van Nostrand Reinhold, New York, USA, 1998.

© Ал-Обайди И. К., 2016

Получено: 24.08.2016 г.

УДК 72.01:712.4+502

А. В. САГАЛАЕВ, аспирант кафедры архитектурной реставрации, реконструкции и истории архитектуры

АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ФОРМА ОЗЕЛЕНЕНИЯ ДЛЯ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКИ. ЭКО-РЕОРГАНИЗАЦИЯ СРЕДЫ

ФГБОУ ВО «Ростовский государственный строительный университет»
Россия, 344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, д. 162. Тел.: (863) 201-91-01,
(863) 201-91-02; эл. почта: sagalaev@mail.ru

Ключевые слова: озеленение, эко-реурбанизация, устойчивость городской среды, урбэкологический подход, образно-эстетическая составляющая.

Рассматриваются процессы эко-реорганизации городской среды. В рамках среднего эскизно-графического анализа исторического архитектурного сооружения представлены варианты «цокольного озеленения». Основная цель работы – поиски новых архитектурно-пространственных форм озеленения в условиях урбанизации городского пространства.



Реорганизация и переустройство исторической застройки – довольно волнующая тема для многих городов России и всего мира. Вопросы, связанные со сносом архитектурных памятников в угоду новых жилых микрорайонов или торговых площадей, не всегда положительно влияют на облик города, образуя безликую бетонно-стеклянную среду. В этом отношении очень значимую часть в принятии того или иного решения играют вопросы экологии и организации устойчивой среды городского пространства. Наша задача – проанализировать современные способы эко-реорганизации городского ландшафта и архитектуры.

Существующие стандарты и правила благоустройства средовых объектов не содержат условий, при которых необходимо увеличить плотность зеленых насаждений в связи с ростом количества автодорог и автомобильного транспорта. Также можно отметить устаревший терминологический базис существующих норм, правил и предписаний. Исследования в области поиска новых и современных систем озеленения на сегодняшний день имеют большую степень актуальности и затрагивают как сферу чистой архитектуры, так и дизайна городской среды. В этой области архитектурного знания можно выделить таких авторов, как: И. Г. Лежава, А. Э. Гутнов, В. Л. Глазычев и др. Многие из этих авторов оставили нерассмотренным вопрос синтеза и взаимодействия природной и антропогенной среды, что для сегодняшних реалий недопустимо [1, 2]. Именно поэтому наше исследование основано в первую очередь на коллаборации и синтезе искусственной (созданной человеком) и природной среды, что позволит стимулировать и создавать условия для эко-оптимизации городского пространства. Интересные работы на данную тему представлены О. Н. Ворониной. Одна из них: «Направления развития природного комплекса крупного промышленного города (на примере Нижнего Новгорода)», в ней автор говорит о необходимости введения корректировки положения об озеленении на законодательном уровне, одна из цитат этой статьи до сих пор остается очень актуальной: «Сохранение, реновация и грамотная реконструкция озелененных территорий – признак культуры и здоровья общества, показатель способности его хранить прошлое и творить будущее» [3]. Занимательной работой в области урбанистики и ландшафта является статья А. В. Ворониной: «Нижний Новгород: к вопросу о парадигме «город-природа» в постиндустриальный период» [4]. Концепция «природа-город» у автора является ведущей и представляет собой тип трансформации городской среды на основе внедрения природных ландшафтов. Термин «биофильные города» очень тесно взаимосвязан с позитивной и современной трактовкой эко-реурбанизации среды и отмечен автором как позитивная тенденция на пути к созданию гармоничного пространства внутри современных мегаполисов [4].

В нашей работе мы рассмотрим вертикальное озеленение как основной элемент эко-реконструкции, а также другие способы и варианты нового прочтения городского пространства в концепте прямого взаимопроникновения природной и урбанизированной среды. Необходимо помнить, что любые изменения, которые происходят в городской среде – это метафизика недалекого прошлого и адаптивно-рекультивационные процессы современности. Все, что происходит сегодня с архитектурой, ландшафтом и дизайном, определено точно можно назвать «экологической эволюцией». Самое главное, что процесс эволюции происходит в разных областях научно-теоретического и практического знания, а не закрыт только в рамках футуристических идей фантастов современности. Синтез биологии, архитектуры, физики, дизайна и других наук рождает новые урбанистические формы и предлагает нетривиальные решения различных вопросов дизайна и



архитектуры. Эко-архитектурная эволюция, которая давно охватила всю Европу, постепенно осваивает территории нашей необъятной родины. На примере города Ростова-на-Дону и одного из его известных архитектурных сооружений – Дома братьев Мартын (ул. Большая Садовая, 125) (рис. 1, 2 цв. вклейки) – мы представим способ «нового прочтения» исторической архитектуры. В рамках нашего исследования мы составили средовой эскизно-графический анализ (рис. 3 цв. вклейки).

Данный анализ является полностью авторским. Основной аспект – индивидуальный подход к каждому архитектурному сооружению и окружающей его среде. Первоначально необходимо определить людские потоки и движение автотранспорта, что позволит предложить или отказаться от сложных систем взаимосвязи и организации экологических и средовых изменений. Второй этап – работа над архитектурным сооружением: образно-эстетическая составляющая; функциональность и обслуживание системы.

Образно-эстетическая составляющая

Этот критерий очень важен в рамках исторической застройки, так как любое вмешательство не должно разрушать восприятие и историческую ценность каждого архитектурного объекта. Именно поэтому на примере Дома братьев Мартын для преобразования были выбраны неиспользуемые оконные порталы и цоколь архитектурного памятника. Расположение вертикального озеленения в оконных проемах – это логически обоснованный выбор «законченности художественного произведения», где проем выступает как багетная рама.

Функциональность и обслуживание

Цоколь, это неслучайный выбор, основанием служат наблюдение и простые эргономические показатели. Данный архитектурный элемент – самая нижняя часть здания – не превышает высоту 1–2 м, а также на ней чаще всего отсутствуют выразительные элементы архитектурного декора, что позволяет без больших изменений архитектурного и художественного облика здания ввести в историческую среду природную составляющую. Для более общего и объективного визуального анализа мы представили варианты внедрения вертикального озеленения непосредственно в цоколь строений на примере различной исторической архитектуры города Ростова-на-Дону (рис. 4 цв. вклейки).

Основные достоинства «цокольного озеленения»:

- техническая и технологическая составляющая;
- повсеместное применение (универсальность);
- обслуживание системы без дополнительных подъемных механизмов;
- видеоэкология;
- устойчивость городской среды и др.

В рамках эко-реорганизации среды можно отметить проект «Зеленая лента» (Green Ribbon), студия «Quadrangle Architects», архитектор Ле Кляйн (Les Klein). Основная концепция проекта – создание нового равноуровневого пространства, которое формирует эко-среду и передвижение автотранспорта (рис. 5–6 цв. вклейки). Очень важно, что сама железобетонная конструкция хайвея вместе с потоком автомобилей никуда не исчезнет, а будет накрыта новым уровнем, предназначенным для отдыха пешеходов и велосипедных прогулок. Кроме того, пользу из строительства эко-тропы извлечет и сама автомагистраль: она будет спасена от дождя и снега, что избавляет от необходимости посыпать дорогу химическими реагентами [5].

Мы считаем, что это очень современный и рационально адаптивный проект по многим критериям:

К СТАТЬЕ А. В. САГАЛАЕВА
«АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ФОРМА ОЗЕЛЕНЕНИЯ ДЛЯ
ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКИ. ЭКО-РЕОРГАНИЗАЦИЯ СРЕДЫ»

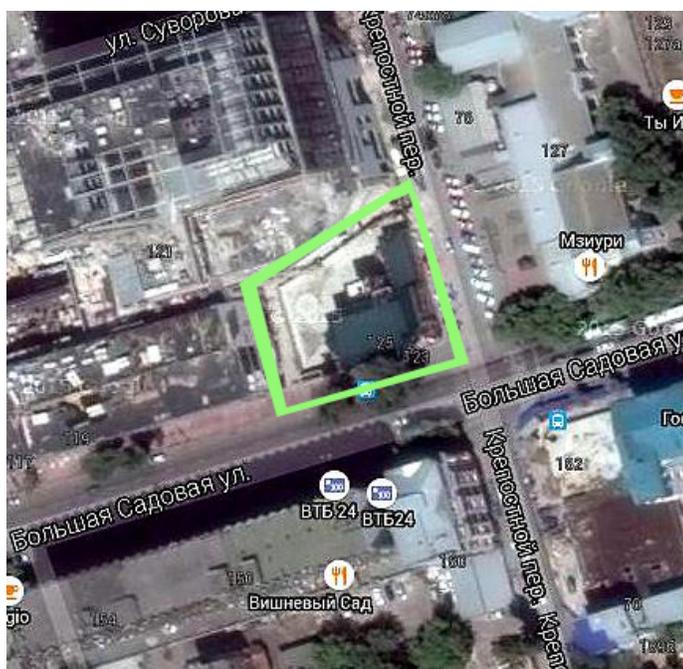


Рис. 1. Местоположение на карте Дома братьев Мартын, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 125



Рис. 2. Современный внешний вид Дома братьев Мартын

СРЕДОВОЙ ЭСКИЗНО-ГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
АРХИТЕКТУРНОГО СООРУЖЕНИЯ



- ОБЛАСТЬ ТАКТИЛЬНОГО И БЛИЗКОГО ЗРИТЕЛЬНОГО КОНТАКТА С АРХИТЕКТУРОЙ
- НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ЛЮДСКИХ ПОТОКОВ ОКОЛО АРХИТЕКТУРНОГО СООРУЖЕНИЯ
- ПРЕДЛОЖЕННАЯ ОБЛАСТЬ ОЗЕЛЕНЕНИЯ НА ФАСАДАХ
- ДВИЖЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОТОКОВ



Рис. 3. Средовой эскизно-графический анализ исторической архитектуры Дома братьев Мартын



а



б



в



г

Рис. 4. Примеры исторической архитектуры г. Ростова-на-Дону:
а – Доходный дом Ворожеина, 1890 г., арх. Г. Н. Васильев, ул. Б. Садовая, 113/35, статус памятника архитектуры;
б – Жилой дом, 1885 г., ул. Б. Садовая, 97, статус памятника архитектуры;
в – Дом Николая Ильича Токарева – «водочного короля», 1911 г., ул. Б. Садовая, 106, статус памятника архитектуры;
г – Жилой дом М. М. Замфилова, 1900 г., ул. Б. Садовая, 176, статус памятника архитектуры



Рис. 5. Концептуальный проект «Зеленая лента» (Green Ribbon), арх. Ле Кляйн (Les Klein)



Рис. 6. Концептуальный проект «Зеленая лента» (Green Ribbon), арх. Ле Кляйн (Les Klein)



- экология (создание эко-рекреационных зон в городской урбанизированной среде);
- территориальная экономия (удорожание каждого квадратного метра площадей в современных мегаполисах);
- культурно-развлекательный сегмент (организация новых мест культурного отдыха в рамках городской среды);
- целостность среды (данная архитектурная форма может быть изменена в соответствии с потребностями городской среды);
- биоразнообразии (большой выбор растительности из-за возможности создания любого микроклимата, при условии крытого конструктивного решения);
- вариативность применения (имеет перспективные формы развития для областных и региональных автомагистралей);
- общее эко-развитие (новая форма городского экологического каркаса);
- эксплуатационно-инженерный (уменьшается влияние погодных условий и, как следствие, меньший износ дорожного покрытия).

Все эти критерии являются подтверждением жизнеспособности данной архитектурной концепции.

Современное формирование архитектурно-пространственной среды города – сложный и многозадачный процесс, в котором необходимо учитывать многие факторы: социальный, экономический, экологический, инженерно-технический и др. На сегодняшний день существует большое количество эко-доктрин по развитию архитектурного пространства: принципы аркологии, урбоэкологический подход, принципы устойчивой архитектуры, принципы инвайроментализма, ноосферное развитие архитектуры, биомимикрия, арбоархитектура, принципы рурализации, биофильная архитектура. Все вышеперечисленные эко-доктрины и способы озеленения современной и исторической архитектуры можно объединить одной, но очень важной целью – гармонизация мирового пространства. Основная мысль данной концепции – это глобальность архитектурных и социальных изменений, которые способны повлиять не только на отдельные города или страны, а в целом на жизнь на земле.

Архитектура в широком ее понимании является одним из самых значимых «инструментов» для построения природно-экологического баланса, между человеком и живой средой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гутнов, А. Э. Будущее города / А. Э. Гутнов, И. Г. Лежава. – Москва : Стройиздат, 1977. – 126 с.
2. Глазычев, В. Л. Проблемы формирования городской среды / В. Л. Глазычев. – Москва: 1982. – 115 с.
3. Воронина, О. Н. Направления развития природного комплекса крупного промышленного города (на примере Нижнего Новгорода) / О. Н. Воронина // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 1999. – № 2. – С. 93–94.
4. Воронина, А. В. Нижний Новгород: к вопросу о парадигме «город – природа» в постиндустриальный период / А. В. Воронина // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. Нижний Новгород, 2015. – № 3. – С. 172–177 с.
5. Статья по архитектуре. Канада: эко-дорога на солнечных батареях и ветроэлектростанциях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://aenergy.ru/1616>.



SAGALAEV Aleksey Vyacheslavovich, postgraduate student of the chair of architectural restoration, reconstruction and history of architecture

**ARCHITECTURAL AND SPATIAL FORM OF GARDENING FOR
HISTORICAL BUILDING AREAS. ECO-ORGANIZATION OF
ENVIRONMENT**

Rostov State University of Civil Engineering
162, Socialist St., Rostov-on-Don, 344022, Russia. Tel.: +7 (863) 201-91-01,
+7 (863) 201-91-02; e-mail: cagalaev@mail.ru

Key words: gardening, eco-reurbanization, urban environment sustainability, urbanized approach, figurative aesthetic component.

The article considers an eco-restructuring process in the urban environment. Options for "greening ground" as part of environmental sketched-graphical analysis of historical architectural structures are presented. The main objective of the work is searching new architectural and spatial forms of gardening under conditions of reurbanization.

REFERENCES

1. Gutnov A. E. Budushchee goroda [Future City]. Moscow, Strojizdat, 1977, 126 p.
2. Glazychev V. L. Problemy formirovaniya gorodskoj sredy [Problems of forming urban environment]. Moscow, 1982, 115 p.
3. Voronina O. N. Napravleniya razvitiya prirodnogo kompleksa krupnogo promyshlennogo goroda (na primere Nizhnego Novgoroda) [Directions of development of the natural complex of a large industrial city (by the example of Nizhny Novgorod)]. Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoy vestnik [Bulletin of the Moscow State University of Forest – Forest bulletin]. 1999. № 2. P. 93–94.
4. Voronina A. V. Nizhniy Novgorod: k voprosu o paradigme «gorod – priroda» v post-industrialny period [Nizhny Novgorod: to the issue of the paradigm "city – nature" in the post-industrial era]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal], 2015, № 3, P. 172–177.
5. Stat'ya po arkhitekture [Article on architecture], Kanada: eko-doroga na solnechnykh batareyakh i vetroelektrostantsiyakh [Canada: eco-road on solar and wind power stations], [Elektronny resurs], Rezhim dostupa, <http://aenergy.ru/1616>.

© **A. B. Сагалаев, 2016**

Получено: 20.04.2016 г.



УДК 72:624.21

Е. В. ПОККА, канд. арх., ст. преп. кафедры проектирования зданий;
И. Н. АГИШЕВА, канд. арх., проф. кафедры проектирования зданий

ИДЕЙНО-ОБРАЗНЫЙ ЗАМЫСЕЛ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПЕШЕХОДНЫХ МОСТОВ

ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1, корп. 4. Тел.: (843) 526-93-41;
эл. почта: ekaterina.arch2016@gmail.com

Ключевые слова: идейно-образный замысел, многофункциональные пешеходные мосты, замысел проектировщика, знаковые сооружения городской среды.

Идейно-образный замысел многофункциональных пешеходных мостов подразделяется на замысел идеи и образа. Образ и идейный замысел архитектурно-пространственной организации многофункционального пешеходного моста соответствуют социально-эстетическим нормам общества. Основные предпочтения проектировщиков в идейно-образном замысле многофункциональных пешеходных мостов – это традиция, искусство, история, природа, биоформа, активизация городской жизни. Эти предпочтения делают их знаковыми сооружениями в городской среде, т. е. запоминающимися, откладывающимися в сознании, ассоциативными, адресными. Их качества обеспечивают художественную выразительность архитектурно-пространственной организации многофункционального пешеходного моста.

Пешеходные мосты как произведения достижений инженерного, архитектурного и дизайнерского мышления представляют собой знаковые явления в городских и природных ландшафтах, в исторической и современной городской среде. Помимо утилитарного назначения передвижения по ним с целью преодоления препятствия, мосты выполняют дополнительную функцию как творческое произведение, эстетически обогащающее городские ландшафты [1, 2].

Архитектор в своем творчестве полагается на эвристическое мышление. «Эвристика использует некоторые приемы работы человека, решающего задачи при неполной текущей информации, когда прошлый опыт не содержит готовой схемы, пригодной для данных условий. Чтобы найти выход, человек должен создать новую стратегию деятельности, т. е. совершить акт творчества» [3, с. 33].

Раскрытие механизма творческого мышления представляет особый интерес на начальном этапе проектирования. Результатами этого этапа являются эскизы, кроки, рабочие модели, которые в целом раскрывают ход мысли архитектора от идеи к реализации.

Первоначальная идея или гипотеза организует процесс дальнейшего поиска. Как правило, выдвигается сразу несколько конкурирующих идей. Первичный и обобщенный анализ идей (поверка) позволяют выделить одну из них, наиболее удачную (жизнеспособную). В дальнейшем выбранная идея конкретизируется, приобретает содержательную сторону. Так, идея или гипотеза являются результатом приоритетов личности автора [3, с. 34].

Процесс создания, а именно творчество на начальном этапе зависит от индивидуальных особенностей проектанта. Например, у архитекторов А. К. Бурова, К. С. Мельникова мысленная модель предшествовала выполнению набросков. Исходная идея, т. е. сама эвристическая деятельность, происходила «в уме».



Посредством объемно-пространственного воображения они конструировали и комбинировали идеальные модели.

«Не беритесь за карандаш делать эскизы, – писал А. Буров, – пока у вас нет жгучей потребности зарисовать отчетливо видимую вами идею. Видимую, не то чтобы в натуре, но в виде объемной модели с полным представлением о внутренности (но не как о «фасаде», «разрезе», «плане»). До тех пор карандаш не помощник. Думайте терпеливо» [4, т. 2, с. 485].

«У Ле Корбюзье материализация архитектурного образа в набросках сопутствует мыслительному процессу. Его наброски нередко сопровождаются надписями, утверждающими определенный тезис или носящими полемический характер» [3, с. 34].

Образ и идейный замысел архитектурно-пространственной организации многофункционального пешеходного моста соответствуют общепризнанным правилам, образцам поведения, стандартам деятельности, призванным обеспечивать упорядоченность, устойчивость и стабильность социального взаимодействия индивидов и социальных групп: традиции, этикет, обычаи, правила поведения – социально-эстетическим нормам общества [5, 6].

Так, если градостроительная ситуация обладает определенными морфологическими характеристиками или исторической памятью, то эти факторы могут значительно повлиять на поиск функционального решения и образ.

Архитектурно-пространственной организацией пешеходного моста в Гейтсхеде решена задача обеспечения судоходства на реке Тайн. Сотрудники архитектурной фирмы «Уилкинсон Эйре» и строительной компании «Гиффорд и Партнеры» разработали концепцию раскрывающегося моста (рис. 1 цв. вклейки).

Конструкция содержит две стальные арки, одна из которых несущая и поддерживает вторую подвесными тросами. За счет эффекта, происходящего при раскрытии моста, появился образ «моргающего глаза».

Идею раскрывающегося моста и образ тюльпана использовали авторы конкурсного проекта *Versatile tulip pedestrian bridge in Amsterdam* (рис. 2 цв. вклейки). По одному из условий конкурса, проектом моста необходимо было создать образно-выразительное сооружение. Тюльпан (образ проекта) является одним из символов Нидерландов. Благодаря подвижной конструкции опорно-пролетной части моста (идеи моста) авторы сделали мост-площадь (раскрытый цветок тюльпана) и пространственную скульптуру (бутон цветка).

Мост Волны Хендерсона в Сингапуре соединяет через магистраль периферийные зоны двух парков Mount Faber Park и Telok Blangah Hill Park, формируя их общую рекреационную систему (рис. 3 цв. вклейки). Идейным замыслом моста явилась организация досуговых форм общения малых групп посетителей парка от пассивного до активного отдыха. Пространственная организация моста-бульвара с нарастающим и спадающим масштабом его микропространств позволила реализовать идею в образе морской волны.

Идеей организации архитектурного пространства моста Helix в Сингапуре, как и моста Волны Хендерсона, явилась организация досуговых форм общения малых групп посетителей (рис. 4 цв. вклейки). Пространственная организация моста-бульвара с перманентным (монотонным, постоянным, непрерывным, неизменяемым) размещением микропространств компаниями *Cox Architecture u Architects* 61 реализована в образе молекулы ДНК.

Идея растекающихся потоков посетителей выставки ЭКСПО-2008 в Сарагосе использована в растекающемся на три ветви архитектурном пространстве моста-

**К СТАТЬЕ Е. В. ПОККА, И. Н. АГИШЕВОЙ
«ИДЕЙНО-ОБРАЗНЫЙ ЗАМЫСЕЛ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
ПЕШЕХОДНЫХ МОСТОВ»**

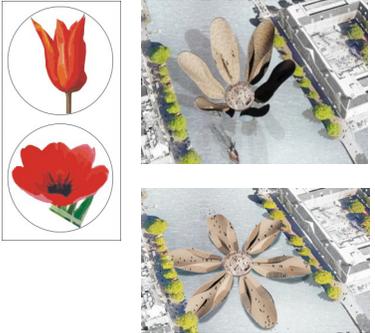
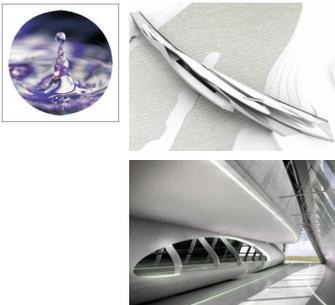
	
<p>Рис. 1. Гейтсхедский мост http://loveorium.ru/neobychnoe/neobychnyemosty.html http://www.liveinternet.ru/users/avi-tal/post204354695/</p>	<p>Рис. 2. Versatile tulip pedestrian bridge in Amsterdam http://www.evolo.us/architecture/versatile-tulip-pedestrian-bridge-in-amsterdam/</p>
	
<p>Рис. 3. Мост Волны Хендерсона в Сингапуре http://www.liveinternet.ru/users/publizist/post366833125/ http://www.liveinternet.ru/users/4724960/post333409148/</p>	<p>Рис. 4. Мост Helix в Сингапуре http://sentavia.ru/blog/helix_bridge_singapore/2015-01-29-31 http://sentavia.ru/helix_bridge</p>
	
<p>Рис. 5. Мост-павильон ЭКСПО-2008 в Сарагосе http://www.zaha-hadid.com/design/zaragoza-bridge-pavilion/</p>	<p>Рис. 6. Концепция благоустройства территории ручья в Калининграде http://archi.ru/projects/russia/9098/konceptiya-blagoustroistva-territorii-ruchya-parkovyi-v-kaliningrade</p>



Рис. 7. Мост Моисея в Нидерландах
<http://factrus.ru/2016/01/24/v-niderlandah-postroili-most-nizhe-urovnya-vodi.html>

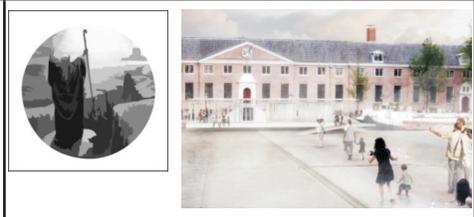


Рис. 8. Мост Моисея для Амстердама
<http://www.ac-ca.org/en/amsterdam03winners>

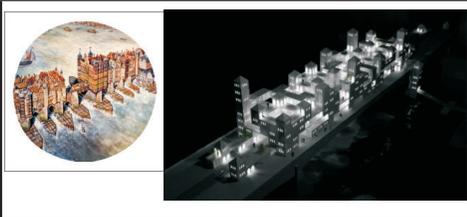


Рис. 9. Конкурсный проект моста для Лондона
http://www.bustler.net/index.php/article/winner_of_london_bridge_800_design_an_inhabited_bridge_competition/



Рис. 10. Конкурсный проект моста для Севильи
<http://bustler.net/news/2646/winners-of-the-sc2012-links-bridging-rivers-competition>



Рис. 11. Конкурсный проект моста для Чунцина
<http://bustler.net/news/2646/winners-of-the-sc2012-links-bridging-rivers-competition>

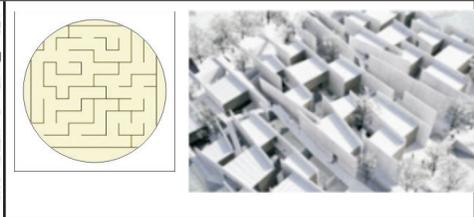


Рис. 12. Конкурсный проект моста для Чунцина
<http://bustler.net/news/2646/winners-of-the-sc2012-links-bridging-rivers-competition>



здания – своеобразных ворот, ведущих на выставку (рис. 5 цв. вклейки). Идея растекающегося пространства моста выражена автором проекта Захой Хадид в образе воды.

В концепции благоустройства территории ручья «Парковый» в Калининграде архитекторы Ирина Фишман и Александр Шуткин создают променады по дну оврага с обзорными балконами на его склонах (рис. 6 цв. вклейки). Ландшафт оврага продиктовал древоподобную структуру променада. Он, то разделяется на две «ветви», огибающие ручей, то собирается в «ствол» вдоль одного берега; от него отходят тупиковые отростки-веточки с обзорными балконами, подобными древесным почкам.

Библейский сюжет расступившихся перед Моисеем вод Красного моря явился идейным замыслом для выстроенного моста Моисея в г. Хальстерен в Нидерландах (рис. 7 цв. вклейки). «И простер он руку свою, и расступились воды...».

Эту же идею использовали авторы конкурсного проекта моста в Амстердаме (рис. 8 цв. вклейки). Мост-бульвар решен с 4 вариантами трансформации дорожного полотна, позволяющими получить: 1 – мост, дорожное полотно которого (шириной 12 метров) приподнято над поверхностью воды, и тогда на нем созданы условия для комфортного времяпровождения с отдыхом в кафе; 2 – мост, дорожное полотно которого полностью опущено в воду, и передвигаться по нему можно по щиколотку в воде (эффект «хождения по морю»); 3 – мост, центральная полоса дорожного полотна которого шириной в четыре метра приподнята над водой, а боковые части шириной по четыре метра шарнирно опущены в воду на глубину высоты боковых ограждений (эффект «расступившихся вод»); 4 – мост, у которого в целях пропуска водных транспортных средств центральная секция дорожного полотна опускается на дно реки, а основная часть дорожного полотна в виде двух платформ у набережных реки функционирует в качестве рекреационных террас на воде (на одной из них размещено кафе, на другой – павильон проката велосипедов).

Идейным замыслом в конкурсном проекте моста для Лондона явилось восстановление былой социальной активности старого Лондонского моста (рис. 9 цв. вклейки). Его образ воплощен в плотной застройке архитектурными объемами платформы моста.

Идейным замыслом в конкурсном проекте моста для Севильи явился сам процесс уличной жизни в режиме 24/7 (рис. 10 цв. вклейки).

В конкурсных проектах моста для Чунцина идеей явилось сохранение традиционных форм городской жизни в зоне наступающего на пригород мегаполиса. Эту идею позволил в первом случае выразить образ средневекового города (рис. 11 цв. вклейки), во втором случае – образ лабиринта (рис. 12 цв. вклейки).

Таким образом, основные предпочтения проектировщиков в идейно-образном замысле многофункциональных пешеходных мостов – традиция, искусство, история, природа, биоформа, активизация городской жизни – делают их знаковыми сооружениями в городской среде, т. е. запоминающимися, откладывающимися в сознании, ассоциативными, адресными. Эти качества обеспечивают художественную выразительность архитектурно-пространственной организации многофункционального пешеходного моста [7, 8].



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Покка, Е. В. Архитектурно-конструктивное проектирование многофункциональных пешеходных мостов в структуре инженерно-архитектурного образования в КГАСУ / Е. В. Покка, И. Н. Агишева // Проектирование зданий : методика организации образовательного процесса по специальности 270114 / Казан. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Казань, 2016.
2. Линч, К. Образ города / под ред. А. В. Иконникова. – Москва : Стройиздат, 1982. – 328 с.
3. Ревзин, Г. И., Очерки по философии архитектурной формы. – Москва : ОГИ, 2002. – 144 с.
4. Мастера советской архитектуры об архитектуре : избр. отрывки из писем, статей, выступлений и трактатов : в 2 т. / под ред. М. Г. Бархина. – Москва : Искусство, 1975. – Т. 1–2.
5. Агишева, И. Н. Архитектурно-пространственное формирование многофункциональных пешеходных мостов : учеб пособие / И. Н. Агишева, Е. В. Покка / Казан. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Казань : КГАСУ, 2015. – 200 с.
6. Покка, Е. В. Принципы архитектурно-пространственного формирования многофункциональных пешеходных мостов : дис. ... канд. архитектуры : в 2 т. / Е. В. Покка ; науч. рук. И. Н. Агишева ; Казан. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2014. – Т. 1–2.
7. Бархин, Б. Г., Методика архитектурного проектирования : учеб.-метод. пособие / Б. Г. Бархин. – Москва : Стройиздат, 1982. – 224 с.
8. Страутманис, И. А. Информативно-эмоциональный потенциал архитектуры / И. А. Страутманис. – Москва : Стройиздат, 1978. – 119 с.

POKKA Ekaterina Vladimirovna, candidate of architecture, senior teacher of the chair of building design; AGISHEVA Inga Nazimovna, candidate of architecture, professor of the chair of building design

IDEOLOGICAL AND FIGURATIVE PLAN OF MULTIPURPOSE PEDESTRIAN BRIDGES

Kazan State University of Architecture and Civil Engineering
1, Zelyonaya St., Kazan, 420043, Russia. Tel.: +7 (843) 526-93-41;
e-mail: ekaterina.arch2016@gmail.com

Key words: ideological and figurative plan, multipurpose pedestrian bridges, designer's plan, significant constructions of urban environment.

In article the ideological and figurative plan of multipurpose pedestrian bridges is subdivided into a plan of idea and image. The image and ideological plan of the architectural and spatial organization of a multipurpose pedestrian bridge meet social and esthetic standards of society. The main preferences of designers in an ideological and figurative plan of multipurpose pedestrian bridges include tradition, art, history, nature, bioform, activation of city life. These preferences make them significant constructions in the urban environment, i.e. they become memorable, recognizable, associative, addressed. Their qualities provide for artistic expressiveness of the architectural and spatial organization of the multipurpose pedestrian bridge.

REFERENCES

1. Pokka E. V., Agisheva I. N. Arkhitekturno-konstruktivnoe proektirovanie mnogofunktsionalnykh peshekhodnykh mostov v strukture inzhenerno-arkhitekturnogo obrazovaniya v KGASU [Architectural and constructive design of multipurpose pedestrian bridges in the structure of engineering and architectural education at KGASU]. Proektirovanie



зданий : методика организационного образовательного процесса по специальности 270114 [Design of buildings: methods of organizing an educational process in specialty 270114]. Kazan. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Kazan, 2016.

2. Lynch K. *Образ города* [The Image of the city], pod red. A. V. Ikonnikova. Moscow, Stroyizdat, 1982. 328 p.

3. Revzin G. I. *Oчерки по философии архитектурной формы* [Sketches on philosophy of an architectural form], Moscow, OGI, 2002. 144 p.

4. *Мастера советской архитектуры об архитектуре : izbr. otryvki iz pisem, statey, vystupleniy i traktatov : v 2 t.* [Masters of the Soviet architecture about architecture: selected extracts from letters, articles, reports, and treatises], pod red. M. G. Barkhina, Moscow, Isskustvo, 1975. T. 1–2.

5. Agisheva I. N., Pokka E. V. *Архитектурно-пространственное формирование многофункциональных пешеходных мостов* [Architectural and spatial formation of multipurpose pedestrian bridges] : ucheb. posobie, Kazan. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Kazan, KGASU, 2015, 200 p.

6. Pokka E. V. *Принципы архитектурно-пространственного формирования многофункциональных пешеходных мостов* [Principles of architectural and spatial formation of multipurpose pedestrian bridges]; dis. ... kand. arkhitkтуры : v 2 t., nauch. ruk. I. N. Agisheva, Kazan. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2014. T. 1–2.

7. Barkhin B. G. *Методика архитектурного проектирования* [Technique of architectural design], ucheb.-metod. posobie, Moscow, Stroyizdat, 1982, 224 p.

8. Strautmanis I. A. *Информативно-эмоциональный потенциал архитектуры* [Informative and emotional potential of architecture]. Moscow, Stroyizdat, 1978. 119 p.

© **Е. В. Покка, И. Н. Агишева, 2016**

Получено: 14.05.2016 г.

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

УДК 711.1:330.322

Е. А. АХМЕДОВА, чл.-кор. РААСН, д-р арх., проф., зав. кафедрой градостроительства; **Н. А. ЛЕКАРЕВА**, канд. арх., проф. кафедры градостроительства

ГРАДОЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ГОРОДСКИХ ЗЕМЕЛЬ С ПОЗИЦИЙ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ

ФГБОУ ВО «Самарский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 194. Тел.: (846) 339-14-05;
факс: (846) 242-17-84; эл. почта: inst_arch@mail.ru

Ключевые слова: инвестиционная привлекательность, городская земельная рента, территориальные резервы, функционально-планировочный каркас, градостроительство, мониторинг, Зеленое строительство.

Рассматриваются вопросы методологии градостроительного мониторинга и принципы управления градостроительными структурами на основе комплексных информационных технологий; национальные стандарты Зеленого строительства, призванные адаптировать международные требования архитектуры и строительства энергоэффективного, экологичного и комфортного здания, или комплекса к местным условиям. В качестве основного механизма регулирования функционально-планировочного развития города выдвигается метод градоэкономической оценки земель с учетом требований экологии, энергоэффективности зданий и повышения качества строительства при минимизации затрат и максимизации комфорта.

Земельные ресурсы были и остаются главным богатством Российской Федерации. В России 200 млн га сельхозугодий – это 12 % лучших земель мира: 9 % пашни и 3 % пастбищ. Однако лишь треть этой земли используется эффективно. Только 20 % этих земель стоит на кадастровом учете, несмотря на то, что в стране есть уникальные технологии контроля – система мониторинга земель из космоса (уже реализована, например, в Краснодарском крае). В земельных ресурсах населенных мест также пока далеко не все земельные участки имеют паспорта и стоят на кадастровом учете. В настоящее время по всей стране в субъектах Федерации и крупнейших городах формируется комплексная информационная система ИСОГД (информационная система обеспечения градостроительной деятельности). Одной из основных целей этой системы является обеспечение благоприятного инвестиционного климата и улучшения среды жизнедеятельности за счет полноты и непротиворечивости градостроительных решений и прав на недвижимость. Но это только первый важный шаг в нужном направлении – необходима система наблюдения за состоянием и развитием качества городских земельных участков и расположенных на них объектов капитального строительства; обеспечение полноты и актуальности данных государственного кадастра недвижимости (ГКН), то есть ведение постоянного градостроительного мониторинга для повышения экономической эффективности использования территории [1], периодического обновления и сравнения происходящих изменений.

Градоэкономические исследования, проводимые авторами и коллективом под их руководством, служат одновременно решению нескольких задач:

- формированию научного задела с отработкой определений и содержа-



тельных понятий, учитывая междисциплинарный характер проблемы оценки земель в городе, требующей объединения усилий градостроителей, экономистов, экологов и др.;

- получению научного обоснования функционально-пространственной и потребительской неоднородности городских земельных участков и объективации рентных отношений в городском землепользовании, ранее существовавших в скрытой форме;

- формированию базы и определению цен и различных видов платежей в городском землепользовании в условиях различных вариантов финансирования городского развития;

- формированию экономического регулятора функционально-пространственного развития города через стратегию льгот и санкций в земельных платежах, реализуемую в процессе градостроительного регулирования развития крупного города;

- обеспечению преемственности градостроительных решений.

Методология градорегулирования опирается на сочетание новых и известных методов как планировочно-управленческого, так и правового и экономического характера. Сущность планировочно-управленческих методов градорегулирования заключается в регламентации функционального освоения и режимов использования территорий в зависимости от их градостроительной ценности. К этим методам относятся: метод охранного районирования, метод инфраструктурного проектирования и метод ценностного зонирования.

Метод охранного районирования хорошо известен и применяется на практике, однако до последнего времени не был приложен к Среднему Поволжью и Самарской области ни на локальном, ни на региональном уровнях. В качестве ценностных ориентиров, подлежащих охранению, в исследованиях признаются два: историко-культурное (в том числе архитектура, градостроительство и садово-парковое искусство) наследие и природно-экологический комплекс территории субрегиона. Историко-культурные опорные планы населенных мест, в том числе Самары и Сызрани, выполненные кафедрой градостроительства в 2002–2006 годах, восполнили этот пробел, так же как и проработанные в это же время схемы природоохранного эколого-ландшафтного зонирования территорий [2], выдав научно обоснованные материалы для комплексной оценки инвестиционной привлекательности территорий.

Метод инфраструктурного проектирования имеет в своей основе интенсификацию транспортных связей между отдельными элементами градостроительной системы расселения – определяя участки нового строительства, логично диктует очередность вовлечения ценных историко-культурных и природных объектов в сферу реконструкции. Это обеспечивает наибольшую эффективность реконструкции, массовую посещаемость, что связано с окупаемостью вложенных в реконструкцию средств.

Метод ценностного зонирования опирается на данные градостроительного мониторинга и определяет в аналитических схемах пофакторные и сводные рентные показатели по совокупности потребительских качеств городских и пригородных территорий. Этот метод является основным при выборе альтернативных вариантов функционально-планировочного развития территорий, так как может наглядно показать, какие именно земельные участки рационально развивать и по каким техническим направлениям, получая при экономии средств и ресурсов наилучший результат.



Группа методов правового регулирования обеспечивает защиту градостроительных приоритетов.

Градэкономические методы градостроительного регулирования основаны на стратегии льготного или санкционированного землепользования в зависимости от совпадения интересов пространственного функционирования конкретного землепользователя с глобальными интересами развития городского социума. Независимая экологическая и социально-гуманитарная экспертиза градостроительных проектов также может быть причислена к методам, корректирующим градостроительное проектирование с позиций совместимости техно- и экосистем, его ориентации на человека, на сбережение природных богатств, на высшие духовные ценности.

Инвестиционная привлекательность городских участков для различных форм освоения под строительство становится, таким образом, системой жестких ограничений нормативами и обязательным лицензированием проектировщиков, важным ресурсом в правовом поле [3] и может подлежать расчету.

Историческое ядро города обычно обладает высоким потенциалом для различного функционального использования. Одним из важных инструментов регулирования рынка недвижимости на территории исторического ядра является земельная рента. Рента в исторической части любого города зависит от факторов ценообразования. Рента (если не рассматривать ее размер при монопольном владении землей) как величина производная от реальной стоимости земли, в свою очередь, может формироваться в трех основных политико-экономических условиях: при полной рыночной конкуренции, при смешанном государственно-рыночном управлении ценообразования на землю, при полном или преимущественном контроле государства в сфере ценообразования [4].

Градостроительный мониторинг, отражающий изменения, происходящие в функционально-планировочных структурах градостроительных объектов, а также оценку населением тех или иных градостроительных инициатив, привносит и новые идеи в управление земельными участками города, и становится инструментом градорегулирования.

Пример деятельности в городском округе Самары свидетельствует о постепенном создании и обогащении базы данных градостроительного мониторинга. Полнота исходной градостроительной информации обеспечивается проведением комплексных исследований и их компьютерным картографированием. Основные исследуемые факторы: суммарный уровень антропогенной нагрузки, ландшафтно-экологический потенциал территории, историко-культурный потенциал территории, рекреационный потенциал территории, инженерно-геологические качества участков территории, социально-функциональный потенциал территории мегаполиса, условия транспортной доступности и комфорта, уровень обеспеченности территории инженерными сетями и инфраструктурой – были сформированы в процессе комплексного исследования градостроительной системы города в 1980–90-х годах в СГАСУ. Оценка территориальных ресурсов города, степени и интенсивности их освоения, выполненная по заказу администрации города Самары в 2002 году [3], стала результатом обобщения и анализа данных предшествующего цикла работ, таких как: Градэкономическая оценка городских земель (1991), Концепция стратегии градостроительного регулирования развития территорий г. Самары с помощью регулирования дифференцированных земельных платежей (1993), в которую были заложены расчеты количественных показателей потребительской привлекательности городских участков, и др.



Это был начальный этап установления зависимости потребительских качеств территории от вложенных в ее обустройство капитальных вложений и возникновение эффекта градостроительной земельной ренты. В настоящее время градостроительная деятельность на территории Самары обеспечена практически всеми необходимыми аналитическими материалами. Установить математическое выражение земельной ренты оказалось косвенно возможным, изучая зависимость между рыночной стоимостью 1 кв. м общей площади жилья и размещением на территории различных пространственных объектов иного назначения. Полученная математическая модель служит базовым аналитическим инструментом для нескольких современных исследований в области градостроительной экономики для городского округа Самары. Одним из направлений таких исследований является исследование возможностей капитализации территории самарской поймы в городском округе Самары, вторым исследованием – изучение инвестиционной привлекательности прибрежных территорий города.

Распределение рекреационного потенциала прибрежных территорий Самары территориально неравномерно, поэтому их освоение для отдыха должно учитывать дифференциацию рекреационных территорий по степени их пригодности и аттрактивности для отдыхающих. Факторы и условия ландшафта, благоприятные для организации рекреации надо рассматривать и оценивать комплексно и для самого процесса рекреации, и для осуществления разнообразных организационных мер рекреационного освоения, что требует определенной системы критериев [3].

Для определения инвестиционной привлекательности прибрежных территорий для различных видов отдыха можно использовать методику балльной оценки. При оценке ландшафта для использования его в целях рекреации следует учитывать целый ряд важных аспектов:

- функциональный, т. е. физические возможности разнообразия для основных видов рекреационной и оздоровительной деятельности на данной территории;
- санитарно-гигиенический, определяющий степень загрязненности водоема, почв, воздуха и наличие компенсаторных факторов;
- эстетический, учитывающий наличие красивых композиций внутри оцениваемой территории и наличие красивых видов, открывающихся вокруг;
- технико-экономический (условия для строительства рекреационных объектов, прокладка дорог и инженерных сетей, условия доступности места из различных районов города и транспортный комфорт, наличие разных степеней обслуживания);
- природоохранный, определяющий допустимые нагрузки на ландшафт, возможность среды к самовосстановлению;
- социальный (степень популярности данной территории у населения, приспособленность территории для отдыха горожан разных половозрастных групп).

Каждый показатель качества территории подробно описывается и оценивается по самостоятельной шкале в натуральном выражении. Показатели должны отличаться одним и тем же уровнем обобщенности или универсальности, а также быть независимыми один от другого. Для придания оценке универсальности для каждого показателя вводится эталон качества, относительно которого и определяется балльная оценка. В качестве оценочных показателей были выбраны все вышеуказанные аспекты оценки качества, которые были продифференцированы по группам, соответствующим основным формам отдыха (для оценки были выбраны наиболее массовые формы отдыха):



Для формирования комплекса требований и оценки проектирования устойчивой, экологически здоровой и комфортной для проживания человека среды предложено введение добровольной сертификации объектов недвижимости – Зеленых стандартов. Зеленые стандарты призваны установить планку «комплексной эффективности всего жизненного цикла искусственной среды обитания человека, интегрированной в естественную». Объекты, сертифицированные по Зеленому стандарту, обеспечивают минимальное загрязнение окружающей среды и высокий уровень экологической безопасности для людей. В то же время они повышают инвестиционную привлекательность территории их дислокации [5]. Термин «green building» прочно вошел в профессиональную терминологию.

Применение «зеленых» технологий в строительстве и эксплуатации зданий несет безусловные экономические выгоды, поскольку снижается уровень энергопотребления, достигается уменьшение затрат на электроэнергию, а также уменьшается потребление воды. Применение экологически чистых материалов и высокий уровень комфортности «зеленых» зданий способствует сохранению здоровья их обитателям. Кроме того, зданиям, прошедшим сертификацию по Зеленым стандартам, представляются налоговые льготы и дотации, что способствует повышению инвестиционной привлекательности и формирует общественное мнение [5].

Повышение внимания к созданию искусственных экосистем, имитирующих свойства и устройство экологических систем в природе, в том числе создание автономных энергоэффективных зданий, является устойчивой тенденцией в области зеленого строительства.

Зеленые стандарты предполагают достаточно высокий уровень эффективности проектирования и строительства, достижение которого весьма затруднено. Однако возможность создания энергосберегающих, экологически эффективных зданий в городах совершенно реальна, независимо от климатических условий.

Таким образом, инвестиционная привлекательность городских территорий и расположенных на них архитектурных объектов может рассматриваться как сложная многокритериальная и многофакторная задача, решение которой поэтапно будет требовать повторения расчетов градоэкономической ценности городской земли на основе обновленных данных градостроительного мониторинга. Это обосновано тем, что с течением времени изменяются требования к факторам, входящим в методику расчета градоэкономической ценности городских территорий, к весомости каждого из них в общей оценке, а также тем, что изменяются стандарты нормативов, и прежде всего экологические, ориентированные на повышение качества жизни горожан.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ахмедова, Е. А. Методы градостроительного регулирования региональной среды обитания : автореф. дис. ... д-ра архитектуры :18.00.04 / Е. А. Ахмедова. – Санкт-Петербург, 1994. – 69 с.
2. Вавилонская, Т. В. Концепция охранного зонирования территорий в составе проектов охранных зон / Т. В. Вавилонская // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2009. – № 2. – С. 71–75.
3. Лекарева, Н. А. Территориально-пространственный ресурс города / Н. А. Лекарева // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2014. – № 3 (31). – С. 107–110.
4. Косых, К. Е. Рента в исторической части города [Электронный ресурс] / К. Е. Косых, Н. А. Лекарева // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре : материалы



71-й Всерос. науч.-техн. конф. по итогам НИР 2013 г. / под ред. М. И. Бальзанникова, Н. Г. Чумаченко. – 2014. – Режим доступа : [http:// elibrary.ru/download/93100259.pdf](http://elibrary.ru/download/93100259.pdf).

5. Лекарева, Н. А. Зеленые стандарты в обучении архитектурно-градостроительному проектированию / Н. А. Лекарева // Вопросы образования и науки: теоретический и методический аспекты : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов, 2014. – С. 94–95.

AKHMEDOVA Elena Aleksandrovna, corresponding member of RAACS, doctor of architecture, professor, holder of the chair of townplanning; LEKAREVA Nina Afanasievna, candidate of architecture, professor

GRADO-ECONOMIC ASPECTS OF EVALUATION OF URBAN LAND FROM THE POINT OF INVESTMENT APPEAL

Samara State University of Architecture and Civil Engineering

194, Molodogvardeyskaya St., Samara, 443001, Russia. Tel.: +7 (846) 339-14-05; fax: +7 (846) 242-17-84; e-mail: inst_arch@mail.ru

Key words: investment attractiveness, urban land rent, territorial reserve, functional planning framework, urban planning; monitoring, green building.

The article is devoted to the methodology of urban monitoring and principles of governance of town-planning structures based on complex information technologies, National Green Building Standards designed to adapt the requirements of the international architecture and construction of an energy-efficient, environment-friendly and comfortable building or complex for local conditions. A method of grado-economic evaluation of urban lands that takes into account environmental requirements, energy efficiency of buildings and improvement of construction quality, while minimizing costs and maximizing comfort, is put forward as the main mechanism of regulation of the city functional-planning development.

REFERENCES

1. Akhmedova, E. A. Metody gradostroitel'nogo regulirovaniya regionalnoy sredy obitaniya [Methods of urban-planning management of regional habitat]: avtoreferat dis. ... dr-a. arkhitektury: 18.00.04. Saint-Petersburg, 1994. 69 p.
2. Vavilonskaya, T. V. Kontseptsiya okhrannogo zonirovaniya territorii v sostave projektov okhrannykh zon [The concept of protected territory zoning within projects of protected zones]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2009. № 2. P. 71–75.
3. Lekareva, N. A. Territorialno-prostranstvenny resurs goroda [Spatial resource of the city]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2014. № 3. P. 107–110.
4. Kosykh, K. E., Lekareva N. A. Renta v istoricheskoy chasti goroda [Rent in a historic part of the city]. [Elektronny resurs]. Traditsii i innovatsii v stroitelstve i arkhitekture [Traditions and innovations in construction and architecture]: materialy 71 Vserossiyskoy nauchno-tekhnich. konf. po itogam NIR 2013g. Pod red. M. I. Balzannikova, N. G. Chumachenko. 2014. Rezhim dostupa: [http:// elibrary.ru/download/93100259.pdf](http://elibrary.ru/download/93100259.pdf).
5. Lekareva, N. A. Zelyonye standarty v obuchenii arkhitekturno-gradostroitel'nomu proektirovaniyu [Green standards in teaching architectural and urban planning]. Voprosy obrazovaniya i nauki [Issues of education and science]. Teoreticheskie i metodicheskie aspekty. Sb. nauch. tr. po materialam Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Tambov, 2014. P. 94–95.

© Е. А. Ахмедова, Н. А. Лекарева, 2016

Получено: 02.06.2016 г.



УДК 711.41:628.927+535.2+551.521.3

Л. Н. ОРЛОВА, д-р техн. наук, проф. кафедры городского строительства

АТМОСФЕРНАЯ ИНДИКАТРИСА РАССЕЯНИЯ – ИНВАРИАНТА МОДЕЛИ ЯРКОСТИ НЕБОСВОДА В ОПТИЧЕСКОМ ДИАПАЗОНЕ СПЕКТРА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-37;
факс: (831) 430-19-36; эл. почта: orludm.orlova@yandex.ru

Ключевые слова: атмосферная, релеевская и аэрозольная индикатрисы рассеяния, яркость излучения.

Приводится методика компьютерного моделирования атмосферной индикатрисы рассеяния и ее составляющих в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра как инварианты любой модели яркости небосвода в оптическом диапазоне спектра.

При решении прикладных задач в области естественного облучения помещений и территорий в настоящее время приоритет отдают методам компьютерного моделирования световых полей, в основе которого лежит спектральное распределение яркости излучения. Инвариантным элементом любой теоретической модели яркости является атмосферная индикатриса рассеяния, которая складывается из индикатрис релеевского и аэрозольного рассеяния. Рассчитать атмосферную индикатрису чисто теоретически пока не представляется возможным. Релеевская индикатриса легко определяется исходя из теории молекулярного рассеяния. Основную сложность представляет определение аэрозольной составляющей.

Исходя из методики, изложенной в работах [1, 2, 3], предлагается алгоритм моделирования атмосферной индикатрисы рассеяния и ее составляющих в диапазоне спектра 290 – 5000 нм с градацией через 10 нм в ультрафиолетовой (УФ) и видимой областях и по полосам поглощения в инфракрасной (ИК) области спектра для метеорологической дальности видимости $S_0 = 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200$ км.

В качестве исходных данных, приведенных в табл. 1, были использованы результаты экспериментальных измерений индикатрис рассеяния, выполненных Фойциком и Чаеком [4] в видимом диапазоне спектра, и данные о коэффициентах ослабления рассеянной радиации в релеевской атмосфере [5], взятых из работы Пенндорфа [6], (табл. 2).



Таблица 1

Ненормированные атмосферные индикатрисы рассеяния [4]

γ^0	S_0 , км							
	1	2	5	10	20	50	100	200
	$\times 10^{-3}$							
0	8300	3700	1190	490	195	56	18,2	4,45
10	5350	2580	880	365	137	39,5	15,2	3,80
20	2400	1310	480	206	86	24,0	9,5	3,00
30	1030	640	250	120	50,5	16,0	6,6	2,40
40	500	310	130	66	32,0	10,8	4,9	2,00
50	260	163	71	39	21,0	7,8	3,8	1,73
60	134	91	39	24,0	14,3	5,9	3,1	1,49
70	78	55	22	15,2	10,0	4,7	2,5	1,25
80	48	36	14,5	11,0	7,6	3,9	2,2	1,12
90	36	26	10,5	8,7	6,2	3,3	1,95	1,05
100	29	20,5	8,6	7,6	5,6	3,2	1,90	1,07
110	27	18,0	7,5	6,8	5,4	3,2	1,95	1,10
120	28	17,0	7,2	6,4	5,3	3,3	2,1	1,15
130	33	18,5	7,5	6,2	5,4	3,4	2,2	1,30
140	42	20,5	7,9	6,3	5,6	3,6	2,4	1,45
150	54	24	8,6	6,5	5,9	4,1	2,7	1,65
160	61	27	9,5	6,7	6,1	4,7	3,1	1,90
170	66	29	10,3	6,9	6,4	5,3	3,7	2,15
180	68	31	10,8	7,0	6,5	5,8	4,3	2,30

Таблица 2

Коэффициенты ослабления рассеянной радиации
в релеевской атмосфере [5]

λ , нм	$\Delta\lambda$, нм	a , км ⁻ⁿ	λ , нм	$\Delta\lambda$, нм	a , км ⁻ⁿ
290	10	$0,1765 \times 100$	620	10	$0,7532 \times 10^{-2}$
300	10	0,1526	630	10	0,7058
310	10	0,1326	640	10	0,6621
320	10	0,1158	650	10	0,6227
330	10	0,1016	660	10	0,5845
340	10	$0,8960 \times 10^{-1}$	670	10	0,5499
350	10	0,7931	680	10	0,5179
360	10	0,7047	690	10	0,4882
370	10	0,6282	700	10	0,4605
380	10	0,5621	720	40	0,4110
390	10	0,5042	760	50	0,3303
400	10	0,4540	820	50	0,2482



Окончание таблицы 2

λ , нм	$\Delta\lambda$, нм	a , км ⁻ⁿ	λ , нм	$\Delta\lambda$, нм	a , км ⁻ⁿ
410	10	0,4099	850	20	0,2178
420	10	0,3710	930	130	0,1497
430	10	0,3366	1100	40	0,1058
440	10	0,3061	1130	200	$0,6789 \times 10^{-3}$
450	10	0,2790	1240	20	0,4673
460	10	0,2549	1310	130	0,3709
470	10	0,2333	1440	120	0,2555
480	10	0,2140	1510	30	0,2096
490	10	0,1966	1530	10	0,1998
500	10	0,1810	1600	130	0,1656
510	10	0,1670	1680	30	0,1370
520	10	0,1542	1810	220	0,1013
530	10	0,1426	1980	160	$0,7080 \times 10^{-4}$
540	10	0,1322	2090	20	0,6071
550	10	0,1226	2190	170	0,5251
560	10	0,1139	2450	360	0,3170
570	10	0,1060	2750	240	0,2053
580	10	$0,9876 \times 10^{-2}$	2930	230	0,1536
590	10	0,9214	3280	570	$0,9009 \times 10^{-5}$
600	10	0,8605	3780	430	0,5536
610	10	0,8046	4000-5000	1000	0,1729

Моделирование индикатрисы заключается в извлечении аэрозольной составляющей из экспериментальных данных [4], распространении ее на УФ и ИК области спектра и любом произвольном соединении аэрозольной и релеевской составляющих.

Для расчета спектральной аэрозольной индикатрисы рассеяния $x_a(\gamma, \lambda)$ были использованы некоторые формулы и понятия теории негоризонтальной видимости [1].

Аэрозольная индикатриса $x_a^*(\gamma)$ определялась как разность между полной $x^*(\gamma)$ и релеевской $x_R^*(\gamma)$ индикатрисой рассеяния [6] (знак * показывает, что индикатрисы не нормированы):

$$x_a^*(\gamma) = x^*(\gamma) - x_R^*(\gamma). \quad (1)$$

Атмосферная индикатриса и ее составляющие были нормированы согласно условию

$$\frac{1}{2} \int_0^\pi x^*(\gamma) \sin \gamma d\gamma = 1. \quad (2)$$

Нормированные индикатрисы определяются как:

$$x_R(\gamma) = \frac{4\pi}{a(z, \lambda)} x_R^*(\gamma); \quad (3)$$



$$x_a(\gamma) = \frac{4\pi}{b(z, \lambda)} x_a^*(\gamma); \quad (4)$$

$$x(\gamma) = \frac{4\pi}{a(z, \lambda) + b(z, \lambda)} x^*(\gamma), \quad (5)$$

где $a(z, \lambda)$ – релеевский коэффициент рассеяния на уровне z ; $b(z, \lambda)$ – аэрозольный коэффициент рассеяния на уровне z .

Нормированная релеевская индикатриса:

$$x_R(\gamma) = \frac{3}{4}(1 + \cos^2 \gamma). \quad (6)$$

Поскольку в работе [4] приводятся данные только о полной ненормированной индикатрисе рассеяния, то релеевская и аэрозольная составляющие вычислялись следующим образом:

$$x_R(\gamma) = \frac{x_R^*(\gamma) \cdot a(0, \lambda_0)}{4\pi}; \quad (7)$$

$$x_R(\gamma) = \frac{3}{4}(1 + \cos^2 \gamma) \cdot \frac{0,01226}{4\pi} = 0,00073(1 + \cos^2 \gamma); \quad (8)$$

$$x_a(\gamma) = \frac{4\pi}{\sigma(0, \lambda_0) - a(0, \lambda_0)} [x^*(\gamma) - x_R^*(\gamma)], \quad (9)$$

где $\sigma(0, \lambda_0)$ – полный коэффициент ослабления на уровне $z = 0$ для $\lambda_0 = 550$ нм, который рассчитывается по формуле:

$$\sigma(0, \lambda_0) = a(0, \lambda_0) + b(0, \lambda_0); \quad (10)$$

$$b = \frac{b(0, \lambda_0)}{\beta}, \quad (11)$$

где β – параметр, характеризующий распределение аэрозоля по высоте; $b(0, \lambda_0)$ – коэффициент аэрозольного ослабления для $\lambda_0 = 550$ нм.

В теории негоризонтальной видимости форма аэрозольной индикатрисы зависит от спектральной дальности видимости:

$$S_0(0, \lambda_0) = \frac{3,91}{\sigma(0, \lambda_0)}. \quad (12)$$

Для дальнейших расчетов $b(0, \lambda_0)$ удобно представить в виде:

$$b(0, \lambda_0) = \frac{3,91}{\sigma(0, \lambda_0)} - a(0, \lambda_0). \quad (13)$$

Тогда окончательно выражение (8) примет вид:

$$x_a(\gamma) = \frac{4\pi [x^*(\gamma) - 0,00073(1 + \cos^2 \gamma)]}{b(0, \lambda_0)}. \quad (14)$$

Формула (14) дает возможность рассчитать нормированную аэрозольную индикатрису рассеяния $x_a(\gamma)$ в зависимости от угла рассеяния γ для $\lambda_0 = 550$ нм.



Значения $S_0(0, -_0)$ были рассчитаны для длин волн в диапазоне 290 – 5 000 нм, что определило $x_a(\gamma)$ в УФ, видимой и ИК областях оптического диапазона спектра.

Спектральные атмосферные индикатрисы рассчитаны на основе известной аддитивной зависимости [1]:

$$x(\gamma, \lambda) = \frac{\tau_R(\lambda)}{\tau_0(\lambda)} x_R(\gamma) + \frac{\tau_a(\lambda)}{\tau_0(\lambda)} x_a(\gamma, \lambda), \quad (15)$$

где $\tau_R(\lambda)$ – спектральная оптическая плотность, обусловленная молекулярным рассеянием; $\tau_a(\lambda)$ – спектральная оптическая плотность, обусловленная аэрозольным рассеянием; $\tau_0(\lambda)$ – спектральная оптическая плотность атмосферы.

Спектральная оптическая плотность атмосферы есть сумма релеевской и аэрозольной составляющих:

$$\tau_0(\lambda) = \tau_R(\lambda) + \tau_a(\lambda). \quad (16)$$

Релеевская составляющая вычисляется по формуле:

$$\tau_R(\lambda) = a(0, \lambda_0) \cdot H \cdot \frac{P}{P_0}, \quad (17)$$

где H – высота однородной атмосферы равная 7,9954 км; P – давление на расчетном уровне; P_0 – давление на уровне моря; $a(0, \lambda_0)$ – коэффициент релеевского ослабления.

Аэрозольная составляющая находится из соотношения:

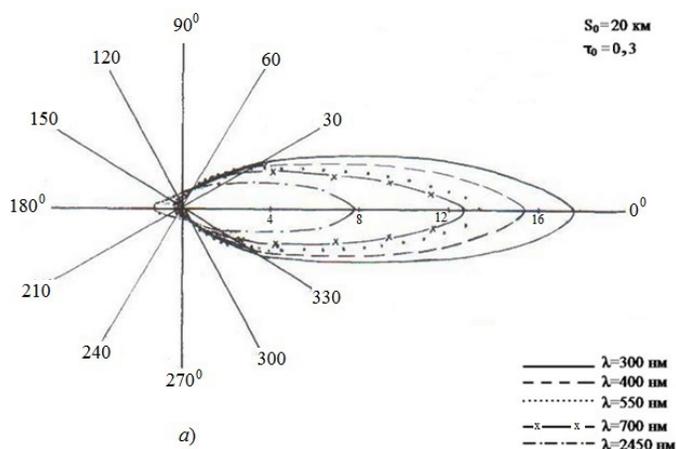
$$\tau_a(\lambda) = \frac{b(0, \lambda_0)}{\beta} \cdot \left(\frac{\lambda_0}{\lambda} \right)^n, \quad (18)$$

где $b(0, \lambda_0)$ – коэффициент аэрозольного ослабления для $\lambda_0 = 550$ нм; n – показатель степени ($n=1$ по рекомендации [1]).

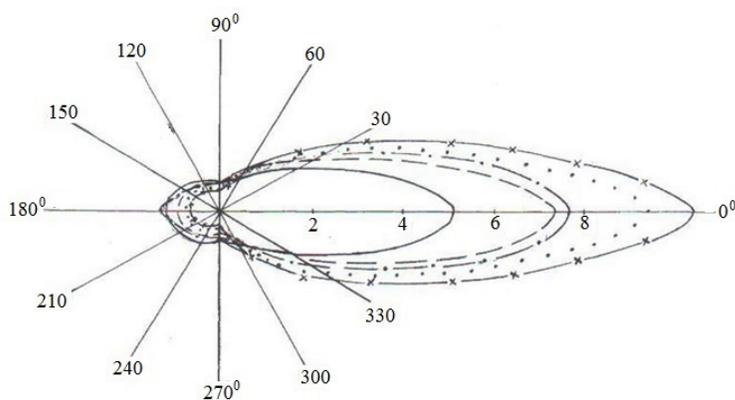
На этой основе на языке *Visual Basic* составлена программа *Indic*, моделирующая атмосферную индикатрису рассеяния и ее составляющие в оптическом диапазоне спектра. На рисунке в качестве иллюстрации приведены аэрозольные и атмосферные индикатрисы рассеяния для различных длин волн оптического диапазона спектра при $S_0 = 20$ км и $\tau_0 = 0,3$, рассчитанные программой *Indic*.

Сравнение полученных нами нормированных спектральных аэрозольных и атмосферных индикатрис рассеяния с результатами расчетов [2, 3] для дальности видимости $S_0 = 20$ км и $\tau_0 = 0,3$ показало почти точное совпадение. Некоторые различия объясняются, по-видимому, округлением, а также неточным совпадением в исходных данных о спектральных коэффициентах рассеяния $a(0, \lambda)$ и $b(0, \lambda)$.

Экспериментальному исследованию индикатрис рассеяния в видимой области посвящена работа [7], в которой получены 10 классов индикатрис. Авторы [7] указывают на несколько завышенные значения $x^*(\gamma)$ в области углов 90° – 130° у Фойцика и Чаека, что объясняется влиянием окружающей ситуации. Следует отметить, что достаточно хорошее согласование результатов, полученных несколькими независимыми методами, позволяет считать данные о ненормированных экспериментальных индикатрисах в видимой области вполне надежными.



а



б

Аэрозольные *а* и атмосферные *б* индикатрисы в УФ, видимой и ИК областях спектра

Полученные в [4] зависимости для видимой области спектра были распространены нами на УФ и ИК области. Правомерность экстраполяции в ИК области была установлена ранее в работе [3]. В табл. 1 дано сопоставление рассчитанных программой Indic ненормированных индикатрис рассеяния для УФ области с результатами измерений, выполненных для длин волн 353 нм и 304 нм [8]. Точное сравнение экспериментальных и рассчитанных значений затруднено тем обстоятельством, что в [8] отсутствуют данные о дальности видимости. Большинство измеренных индикатрис для «городской дымки» относятся к 6–7 классам, что соответствует дальности видимости 4–20 км [8]. Расчетные значения функции рассеяния приведены нами в предположении, что качественной характеристике «городская дымка» соответствует дальность видимости $S_0 = 20 \text{ км}$. Как видно из табл. 3, расчетные значения функции рассеяния при углах меньших 120° не выходят за рамки измеренных, однако при больших углах наблюдается закономерное расхождение. Рассчитанные значения функции рассеяния увеличиваются с



возрастанием углов, а экспериментальные – уменьшаются. Эти принципиальные расхождения могут объясняться либо аномальным поведением индикатрис в УФ области, что маловероятно, либо неточностью в измерениях.

Проведенные сравнения свидетельствуют о том, что предлагаемая модель атмосферной индикатрисы вполне пригодна для использования в расчетах яркости излучения. Программа *Indic* была применена в дальнейших исследованиях световых полей в экранируемых пространствах городской застройки и помещений в качестве исходного блока в универсальной компьютерной модели яркости безоблачного неба [9–11].

Таблица 3

Сопоставление рассчитанных программой *Indic* ненормированных индикатрис рассеяния для УФ области с результатами измерений [8]

γ^0	$\lambda = 353 \text{ нм}$				$\lambda = 304 \text{ нм}$			
	расчетная	минимальная	средняя	максимальная	расчетная	минимальная	средняя	максимальная
10	41,95	29,51	39,42	45,64	56,33	39,73	49,23	74,37
20	23,68	17,73	21,00	27,27	23,75	18,20	24,20	33,21
30	13,79	11,18	11,88	15,91	13,79	11,54	12,66	18,62
40	7,58	6,57	6,75	8,10	9,20	6,69	7,03	9,22
50	4,48	2,96	3,73	4,79	5,25	3,62	3,92	4,92
70	1,75	2,05	1,82	1,99	1,67	1,68	1,75	1,88
90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
120	0,735	0,800	0,690	0,620	0,718	0,683	0,671	0,628
130	0,712	0,702	0,642	0,559	0,712	0,719	0,659	0,601
140	0,724	0,655	0,644	0,539	0,725	0,783	0,615	0,622
150	0,747	0,662	0,633	0,534	0,767	0,752	0,660	0,618
160	0,770	0,602	0,630	0,493	0,815	0,680	0,643	0,609

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шифрин, К. С. К теории негоризонтальной видимости / К. С. Шифрин, И. Н. Минин // Труды Главной Геофизической Обсерватории. – Ленинград, 1957. – Вып. 68. – С. 5–29.
2. Каган, В. К. К расчету спектрального распределения яркости безоблачного неба в двухпараметрической модели атмосферы / В. К. Каган, Е. П. Рябова // Труды Главной Геофизической Обсерватории. – Ленинград, 1964. – Вып. 152. – С. 16–30.
3. Шифрин, К. С. Поле коротковолновой радиации над типичными подстилающими поверхностями / К. С. Шифрин, Н. П. Пятовская // Труды Главной Геофизической Обсерватории. – Ленинград, 1964. – Вып. 166. – С. 3–23.
4. Foitzic, L. Messungen der spektralen Zerstreuungsfunktion bodennaher Luft bei guter Sicht, Dunst und Nebel / L. Foitzic, H. Zschaeck // Ztshr. fur. Meteorology. – 1953. – Bd 7, № 1. – P. 1–19.
5. Справочник по геофизике. – Москва : Наука, 1965. – 572 с.: илл.
6. Penndorf, R. V. Tables of the Refractive Index for Standard Air and Rayleigh Scattering Coefficient for the Spectral Region between 0.2 and 20 M and their Application to Atmospheric Optics / R. V. Penndorf. // J. Optic. Soc. Amer. – 1957. – V. 47, № 2. – P. 176–182.
7. Бартенева, О. Д. Экспериментальные исследования оптических свойств приземного слоя атмосферы / О. Д. Бартенева, Е. И. Довгялло, Е. А. Полякова // Труды Главной Геофизической Обсерватории. – Ленинград, 1967. – Вып. 220. – С. 101–162.



8. Торопова, Т. П. Поле рассеянного излучения в земной атмосфере. Гл. 2. Ослабление света в приземном слое и атмосферный аэрозоль / Т. П. Торопова [и др.]. – Алма-Ата: Наука, 1974. – С. 32–88.

9. Орлова, Л. Н. Универсальная компьютерная модель яркости безоблачного неба / Л. Н. Орлова // Светотехника. – 1982. – № 4. – С. 21.

10. Орлова, Л. Н. Радиационная модель безоблачной атмосферы в оптическом диапазоне спектра / Л. Н. Орлова // Светотехника. – 1993. – № 2. – С. 1–4.

11. Orlova, L. N. Radiation model for a cloudless atmosphere in the optical range / L. N. Orlova // Light and Engineering. Allerton press. Inc. – New York, 1993. – V. 1, № 3. – P. 49–54.

ORLOVA Lyudmila Nikolaevna, doctor of technical science, professor of the chair of urban planning

ATMOSPHERE SCATTERING INDICATRIX – AN INVARIANT OF A MODEL FOR THE SKY LUMINANCE RADIATION IN THE OPTICAL RANGE

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-37; fax: +7 (831) 430-19-36; e-mail: orludm.orlova@yandex.ru

Key words: atmospheric, Rayleigh and aerosol scattering indicatrices, luminance radiation.

The article presents methodology for the computerized modeling of atmospheric scattering indicatrix and its components in the UV, visible and IR ranges of the spectrum as an invariant of any model of the firmament brightness in the spectrum optical range .

REFERENCES

1. Shifrin, K. S., Minin I. N. K teorii negorizontalnoy vidimosti [To the theory of horizontalless visibility]. Trudy Glavnoy Geofizicheskoy Observatorii [Works of the Central Geophysical Observatory]. Leningrad, 1957. Is. 68. P. 5–29.

2. Kagan, V. K., Ryabova E. P. K raschyotu spektralnogo raspredeleniya yarkosti bezoblachnogo neba v dvukhparametricheskoy modeli atmosfery [To the calculation of spectral distribution of brightness of the cloudless sky in a two-parameters model of atmosphere]. Trudy Glavnoy Geofizicheskoy Observatorii [Works of the Central Geophysical Observatory]. 1964. Is. 152. P. 16–30.

3. Shifrin, K. S., Pyatovskaya N. G. Pole korotkovolnovoy radiatsii nad tipichnymi podstilauschimi poverkhnostyami [Field of a short-wave radiation above typical sending surfaces]. Trudy Glavnoy Geofizicheskoy Observatorii [Works of the Central Geophysical Observatory]. 1964. Is. 166. P. 3–23.

4. Foitzic, L., Zschaeck H. Messungen der spektralen Zerstreungsfunktion bodennaher Luft beiguter Sicht, Dunst und Nebel. Ztshr. fur. Meteorology. 1953. Bd 7. № 1. P. 1–19.

5. Spravochnik po geofizike [Handbook on geophysics]. Moscow: Nauka. 1965. 572 p.: ill.

6. Penndorf, R. B. Tables of the Refractive Index for Standard Air and Rayleigh Scattering Coefficient for the Spectral Region between 0.2 and 20 M and their Application to Atmospheric Optics. J. Optic. Soc. Amer. 1997. V. 47. № 2. P. 176 –182.

7. Barteneva, O. D., Dovgyallo E. I., Polyakova E. A. Experimentalnye issledovaniya opticheskikh svoystv prizemnogo sloya atmosfery [Experimental researches of the optical landing layer of atmosphere]. Trudy Glavnoy Geofizicheskoy Observatorii [Works of the Central Geophysical Observatory]. 1967. Is. 220. P. 101–162.



8. Toropova, T. P., et al. Pole rasseyannogo izlucheniya v zemnoy atmosphere. Gl. 2. Oslablenie sveta v prizemnom sloe i atmosferny aerosol [Field of the earth atmosphere scattering radiation. Part 2. Weakening of light in the landing layer of atmosphere and atmospheric aerosol]. Alma-Ata: Nauka, 1974. P. 32–88.

9. Orlova, L. N. Universalnaya model yarkosti bezoblachnoy atmosfery [Universal model of the luminance for cloudless atmosphere]. Svetotekhnika [Light and Engineering]. 1982. № 2. P. 21.

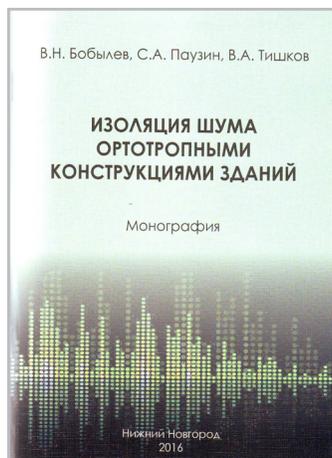
10. Orlova, L. N. Radiatsionnaya model bezoblachnoy atmosfery v opticheskom diapazone spektra [Radiation model for a cloudless atmosphere in the optical range]. Svetotekhnika [Light and Engineering]. 1993. № 2. P. 1–4.

11. Orlova, L. N. Radiation model for a cloudless atmosphere in the optical range. Light and Engineering. Allerton press. Inc. New York. 1993. V.1. № 3. P. 49–54.

© Л. Н. Орлова, 2016

Получено: 29.09.2016 г.

НОВЫЕ ИЗДАНИЯ



Бобылев, В. Н. Изоляция шума ортотропными конструкциями зданий : монография / В. Н. Бобылев, С. А. Паузин, В. А. Тишков ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2016. – 90 с.

ISBN 978-5-528-00132-6

Рассмотрены вопросы звукоизоляции ортотропных конструкций с учетом двойственной природы прохождения звука. Приводится теоретическое рассмотрение прохождения звука с учетом явления самосогласования звукового поля и волнового поля ортотропной пластины. Приводятся результаты экспериментальных исследований звукоизоляции ортотропных конструкций с учетом их геометрических и физико-механических характеристик. Описывается практический способ определения звукоизоляции многослойной перегородки с ортотропным слоем, приведены примеры расчета.

Предназначено для студентов архитектурно-строительных вузов, преподавателей, специалистов, занимающихся вопросами прикладной акустики.

Монография подготовлена в рамках выполнения НИР «Исследования звукоизоляции многослойных ограждающих конструкций зданий с учетом двойственной природы прохождения звука» (код проекта 3038) с финансированием из средств Минобрнауки России в рамках базовой части государственного задания на научные исследования.



Агеева, Е. Ю. Крытые горнолыжные комплексы: архитектурные решения, устройство оснований и фундаментов : монография / Е. Ю. Агеева, Ю. С. Григорьев, М. П. Дубовиков ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2016. – 145 с.

ISBN 978-5-528-0134-0

Анализируются вопросы развития, строительства и проектирования крытых горнолыжных комплексов в России и за рубежом. Рассмотрены архитектурные конструктивные особенности зданий крытых горнолыжных комплексов. Представлены варианты устройства фундаментов крытых горнолыжных комплексов в различных инженерно-геологических условиях.

Издание поможет специалистам в области архитектуры и строительства. Рекомендуется преподавателям, аспирантам и студентам строительных, архитектурных специальностей.



ПЕРЕЧЕНЬ ТРЕБОВАНИЙ И УСЛОВИЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ НАУЧНОЙ СТАТЬИ В ПЕРИОДИЧЕСКОМ НАУЧНОМ ИЗДАНИИ «ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ»

1. Список материалов, необходимых для публикации научной статьи

1.1. Автор (авторы) в соответствии с приведенными ниже требованиями должен оформить материалы научной статьи: рукопись статьи и сопроводительные документы к ней. Журнал является двуязычным и материалы научной статьи могут подаваться в редакцию на русском или на английском языках (здесь имеется ввиду язык основного текста статьи, т. к. часть материалов статьи должна оформляться на обоих языках).

1.2. Рукопись статьи представляется в двух экземплярах в печатном виде на листах формата А4 (оформление – см. п. 2) и в электронном виде (оформление – см. п. 3). **Печатный и электронный варианты рукописи статьи должны быть идентичны.**

1.3. Сопроводительные документы к рукописи статьи должны включать в себя:

1.3.1. Сопроводительное письмо в двух экземплярах в печатном виде на листе формата А4 **по утвержденной форме**, которая приведена на интернет-сайте журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru> Данное письмо подписывается руководителем организации (юридического лица), откуда исходит рукопись статьи. Если автор статьи не является работником какой-либо организации, не является аспирантом, докторантом, соискателем ученой степени, то сопроводительное письмо подписывается им лично (в этом случае к сопроводительному письму должны прилагаться документы, подтверждающие статус безработного). Для работников ННГАСУ, а также для аспирантов, докторантов, соискателей ученой степени, официально оформленных в ННГАСУ, сопроводительное письмо представлять не требуется.

1.3.2. Выписку из протокола заседания кафедры (отдела, научно-технического совета или иного правомочного органа) с рекомендацией статьи к публикации в Приволжском научном журнале в двух экземплярах в печатном виде на листах формата А4. Если статья представляется не от лица какой-либо организации, а непосредственно физическим лицом, то вместо выписки представляется рекомендация к опубликованию, подписанная научным работником, имеющим ученую степень по соответствующей специальности (определяется по номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной Минобрнауки России).

1.3.3. Экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати в двух экземплярах в печатном виде на листах формата А4. Данный документ оформляется по форме, утвержденной в организации, откуда исходит рукопись статьи. Форма экспертного заключения, утвержденная в ННГАСУ, размещена на интернет-сайте журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru> (для работников ННГАСУ, а также для аспирантов, докторантов, соискателей ученой степени, официально оформленных в ННГАСУ, данный документ оформляется в отделе интеллектуальной собственности и трансфера технологий (корпус II, каб. 213-а, тел.: (831) 430-19-34)).

Если в организации, откуда исходит рукопись статьи, нет утвержденной формы экспертного заключения, то в качестве образца может использоваться форма ННГАСУ (при этом автор должен внести соответствующие изменения в наименования должностей и Ф.И.О. ответственных лиц). Если статья представляется не от лица какой-либо организации, а непосредственно физическим лицом, то экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати представлять не требуется.

1.3.4. Документ (копия бланка подписки), подтверждающий оформление подписки на Приволжский научный журнал на 2 (два) номера или более (ин-



декс 80382 в каталоге Агентства «Роспечать»). Подписка может быть оформлена физическим или юридическим лицом. Требование по оформлению подписки **не распространяется** на следующие категории лиц: 1) на аспирантов (статус аспиранта подтверждается справкой из организации, в которой проходит обучение в аспирантуре); 2) на штатных сотрудников ННГАСУ; 3) на членов редакционной коллегии Приволжского научного журнала. *Примечание:* если соавтором статьи является лицо, не относящееся ни к одной из вышеуказанных категорий, то требование по оформлению подписки на журнал сохраняется.

1.4. Если авторами статьи являются работники различных организаций (юридических лиц), то сопроводительные документы оформляются от одной из организаций (по усмотрению авторов), а от остальных необходимо представить выписки из протоколов заседаний кафедр (отделов, научно-технических советов или иных правомочных органов) с рекомендацией статьи к опубликованию с учетом сформированного авторского коллектива. Данные выписки должны быть подписаны руководителем организации, которая заверяется печатью организации.

2. Правила оформления рукописи научной статьи в печатном виде

2.1. Рукопись статьи (при оформлении основного текста статьи **на русском языке**) должна включать в себя следующие составные элементы:

- индекс УДК (универсальная десятичная классификация);
- фамилии, инициалы авторов **на русском языке**;
- ученые степени и ученые звания авторов **на русском языке** (звания в негосударственных академиях наук не указывать);
- должности авторов (по основному месту работы, а также по совместительству (если имеется)) **на русском языке** (если автор является аспирантом, докторантом или соискателем ученой степени, то необходимо указать название кафедры, на которой он оформлен);
- название статьи **на русском языке**;
- полное наименование организации (юридического лица), являющегося местом работы автора (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на русском языке**;
- контактная информация для переписки (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на русском языке**: почтовый адрес организации (с указанием индекса); номер телефона, номер факса (с указанием кода города), адрес электронной почты;
- ключевые слова **на русском языке** (3 – 5 слов и (или) словосочетаний);
- аннотация статьи **на русском языке** (общий объем не более 0,3 стр.);
- основной текст статьи **на русском языке**;
- библиографический список **на русском языке** (не менее трех источников);
- фамилии, имена, отчества (полностью) авторов **на английском языке**;
- ученые степени и ученые звания авторов **на английском языке** (звания в негосударственных академиях наук не указывать);
- должности авторов (по основному месту работы, а также по совместительству (если имеется)) **на английском языке** (если автор является аспирантом, докторантом или соискателем ученой степени, то необходимо указать название кафедры, на которой он оформлен);
- название статьи **на английском языке**;
- полное наименование организации (юридического лица), являющегося местом работы автора (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на английском языке**;



- контактная информация для переписки (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на английском языке**: почтовый адрес организации (с указанием индекса); номер телефона, номер факса (с указанием кода города), адрес электронной почты;

- ключевые слова **на английском языке** (3 – 5 слов и (или) словосочетаний);
- аннотация статьи **на английском языке** (общий объем не более 0,3 стр.);
- библиографический список **на английском языке** (не менее трех источников);
- знак охраны авторского права, состоящий из следующих элементов: латинская буква «С» в окружности, фамилии, инициалы авторов на русском языке, год направления статьи в редакцию.

Расположение и оформление вышеперечисленных частей рукописи статьи должно соответствовать образцу оформления научной статьи, который размещен на интернет-сайте журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru>.

2.2. Рукопись статьи (при оформлении основного текста статьи **на английском языке**) должна включать в себя те же составные элементы, которые указаны в п. 2.1. При этом русскоязычное написание заменяется на англоязычное, а англоязычное – на русскоязычное.

2.3. При оформлении рукописи статьи необходимо соблюдать следующие требования:

2.3.1. Текст рукописи статьи набирается на компьютере в текстовом редакторе «Microsoft Word» и распечатывается на принтере на листах бумаги формата А4 с одной стороны. Плотность бумаги 80 г/м². Размеры полей страниц: верхнее 25 мм, нижнее 25 мм, левое 25 мм, правое 25 мм. Страницы должны быть пронумерованы в нижней правой части.

2.3.2. Текст рукописи статьи набирается шрифтом Times New Roman Cyr. Шрифт № 14 с межстрочным интервалом 1,0 (одинарный) используется для набора следующих частей рукописи: индекс УДК, Ф.И.О. авторов, ученые степени и ученые звания авторов, должности авторов, название статьи. Шрифт № 14 с межстрочным интервалом 1,5 (полуторный) используется для набора следующих частей рукописи: основной текст статьи, знак охраны авторского права. Шрифт № 12 с межстрочным интервалом 1,0 (одинарный) используется для набора следующих частей рукописи: наименование организации (места работы авторов), контактная информация (адрес организации и др.), аннотация статьи, ключевые слова, библиографический список.

2.3.3. Буквы русского и греческого алфавитов (в том числе индексы), а также все цифры (в том числе индексы) необходимо набирать прямым шрифтом, а буквы латинского алфавита – курсивом. Аббревиатуры, стандартные функции (Re, sin, cos и т. п.) и символы химических элементов набираются прямым шрифтом.

2.3.4. Текст статьи может включать формулы, которые должны набираться **только с использованием редактора формул «Microsoft Word»**. При этом необходимо использовать редактор формул «MathType 6» или «Microsoft Equation 3.0». При использовании текстового редактора «Microsoft Word, Office-2010» не допускается использование редактора формул, открывающегося по команде «Вставка – Формула» (кнопка « π » на панели быстрого доступа). В данной версии необходимо в меню «Вставка» нажать кнопку «Объект» и в выпадающем меню выбрать тип вставляемого объекта – «Microsoft Equation 3.0». Шрифт формул должен соответствовать требованиям, предъявляемым к основному тексту статьи (см. выше). В статье должен быть необходимый минимум формул, все второстепенные и промежуточные математические преобразования при необходимости могут выноситься в приложение к статье (в качестве поясняющей информации для рецензента).

2.3.5. Текст статьи может включать таблицы, а также графические материалы (рисунки, графики, фотографии и др.). Данные материалы должны иметь сквоз-

ную нумерацию и названия. На все таблицы и графические материалы должны быть сделаны ссылки в тексте статьи. При этом расположение данных объектов должно быть после ссылок на них. Шрифт таблиц должен соответствовать требованиям, предъявляемым к тексту статьи (см. выше). Шрифт надписей внутри рисунков, графиков, фотографий и др. графических материалов Times New Roman Суг, размер № 12, межстрочный интервал 1,0 (одинарный). В случае использования в статье цветных графических материалов (рисунки, графики, фотографии и др.) их необходимо скомпоновать на четном количестве страниц – либо на двух, либо на четырех отдельных страницах (но не более четырех страниц). К данным рисункам должны быть сделаны подписи, а в тексте статьи на них должны быть ссылки. Использование цветных графических материалов должно быть оправданным (в тех случаях, когда их нельзя заменить черно-белым аналогом).

2.3.6. Библиографический список должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5-2008 (с учетом вступления в силу последующих версий данного документа). Нумерация литературных источников в списке дается в порядке последовательности ссылок. На все литературные источники должны быть ссылки в тексте статьи (в квадратных скобках). В библиографический список включаются только те работы (документы), которые опубликованы в печати на момент представления рукописи статьи в редакцию. Количество литературных источников в списке должно быть не менее 3-х. В качестве цитируемых литературных источников должны использоваться научные статьи, опубликованные за последние 5 лет в российских и зарубежных рецензируемых научных периодических изданиях. Не допускается ссылаться на учебники и учебные пособия, научно-популярную литературу, если они не являются объектом исследования. В англоязычном варианте библиографического списка русскоязычные литературные источники должны быть представлены в транслитерации, на латинице. Кроме того названия статей и названия журналов переводятся на английский язык (перевод указывается в квадратных скобках). Библиографические описания англоязычных изданий приводятся в оригинальном виде. Для изданий на других языках названия статей и названия журналов должны быть переведены на английский язык (перевод указывается в квадратных скобках).

2.3.7. Объем рукописи статьи (включая черно-белые и цветные графические материалы), оформленной с учетом вышеперечисленных требований, **не должен превышать**: а) 11 (одиннадцать) страниц при наличии в тексте не менее 3-х графических материалов (рисунков, графиков, фотографий); б) 8 (восемь) страниц во всех остальных случаях.

2.4. Рукопись статьи должна быть тщательно отредактирована и подписана всеми авторами (лично) с обратной стороны последней страницы с указанием даты представления рукописи в редакцию (число.месяц.год).

3. Правила оформления рукописи научной статьи в электронном виде

3.1. В электронном виде необходимо представить файл, подготовленный в редакторе «Microsoft Word» (тип файла «doc» или «docx» или «rtf»). Данный файл должен включать рукопись статьи (подготовленной в соответствии с п. 2) со вставленными в текст графическими материалами (если они имеются). В названии файла должна присутствовать фамилия автора статьи. Файл должен быть записан на компакт-диск (CD-R или CD-RW).

3.2. Каждый отдельный графический материал (рисунок, график, фотография и др.) должен быть записан в виде отдельного файла, при этом названия файлов должны соответствовать нумерации данных материалов (например: «Рис.1»). Все графические материалы должны быть доступны для редактирования, для этого



они должны быть представлены **в исходном формате** (например, для рисунков, созданных в графическом редакторе «CorelDraw», необходимо представление файлов в формате «cdr»). Представление графиков, рисунков и т. п. графических материалов в виде отсканированных изображений **не допускается**. Файлы фотографий должны иметь расширение «jrg». Качество всех графических материалов должно быть высоким (не ниже 300 dpi).

4. Порядок представления в редакцию материалов научной статьи

Подготовленные с учетом всех вышеперечисленных требований материалы научной статьи (рукопись статьи и сопроводительные документы к ней) должны быть запечатаны в конверт формата А4, на котором указывается адрес редакции: *Россия, 603950, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65. ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет». Ответственному секретарю Приволжского научного журнала Моничу Д. В.*

Конверт с материалами может быть отправлен по почте, с использованием курьерской доставки или доставлен лично автором (доверенным лицом автора). В случае отправки с использованием курьерской доставки, а также в случае личной доставки, конверт необходимо сдавать в канцелярию ННГАСУ (г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65, ННГАСУ, корпус I, 1-й этаж, каб. 127).

5. Порядок рассмотрения редакцией материалов научной статьи и ее рецензирования

5.1. После получения материалов научной статьи ответственный секретарь журнала проводит оценку их достаточности и правильности оформления. В случае отклонений от установленных требований, автору по электронной почте направляется письмо с уведомлением: «Материалы научной статьи не соответствуют требованиям, установленным редакцией журнала».

5.2. Материалы статей, оформленные в соответствии с установленными требованиями, ответственный секретарь регистрирует и направляет для рассмотрения члену редакционной коллегии журнала, который имеет соответствующую специальность (по номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной Минобрнауки России). Член редакционной коллегии организует рецензирование (экспертную оценку) рукописи научной статьи в соответствии с порядком, установленным редакцией журнала. С составом редакционной коллегии, в т. ч. с научными специальностями ее членов, а также с «Порядком рецензирования научных статей» можно ознакомиться на интернет-сайте Приволжского научного журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru>

5.3. Если на статью получена положительная рецензия, то она включается в план публикации соответствующего тематического раздела журнала. Автору статьи по почте, а также по электронной почте направляется копия рецензии (без указания личности рецензента) и уведомление «Включено в план публикации». Сроки и очередность опубликования устанавливаются редакцией с учетом количества статей, находящихся в плане публикации соответствующего тематического раздела журнала. Как правило, дата приема статей для издания очередного номера устанавливается не позднее, чем за 4 (четыре) месяца до месяца выхода (например, для № 1 (март) этот срок должен быть не позднее 01 ноября). При этом дата устанавливается по дате получения редакцией положительной рецензии на статью.

5.4. Если на статью получена рецензия с замечаниями, но рецензент указывает на возможность публикации статьи после доработки, то автору статьи по почте направляется копия рецензии (без указания личности рецензента) и уведомление «На доработку». Порядок оформления, представления и рассмотрения дорабо-



танных рукописей статей такой же, как для вновь поступающих материалов статей. К доработанной рукописи статьи необходимо приложить документ «Ответы на замечания рецензента», оформленный в печатном виде на листах формата А4, в двух экземплярах. Ответы даются на каждое замечание (по пунктам), внизу ставятся личные подписи всех авторов с указанием даты представления доработанной рукописи в редакцию (число.месяц.год). Подписи авторов должны быть заверены канцелярией или отделом кадров организации, откуда исходит рукопись статьи. Сопроводительные документы к рукописи статьи (по п. 1.3.) переформируются только в том случае, если при доработке изменяется название статьи и (или) изменяется авторский коллектив.

5.5. Если на статью получена отрицательная рецензия (рецензия с замечаниями, без указания на возможность публикации статьи после доработки), то автору статьи по почте направляется копия рецензии (без указания личности рецензента) и уведомление «Не рекомендуется к публикации».

6. Общие требования и условия публикации

6.1. Редакцией не принимаются к рассмотрению: 1) научные статьи, не соответствующие тематическим направлениям журнала, по которым осуществляется рецензирование (экспертная оценка). Данные направления соответствуют научным направлениям членов редакционной коллегии журнала (по номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной Минобрнауки России); 2) научные статьи, публиковавшиеся ранее; 3) материалы, не соответствующие установленным редакцией требованиям; 4) рекламные материалы.

6.2. Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения рукописей статей. Редакция имеет право частично или полностью предоставлять материалы научных статей в российские и зарубежные организации, обеспечивающие индексы научного цитирования, а также размещать данные материалы на интернет-сайте журнала.

6.3. Авторский коллектив, направляющий научную статью в редакцию журнала, несет ответственность за неправомерное использование объектов интеллектуальной собственности, объектов авторского права или «ноу-хау» в полном объеме, в соответствии с действующим законодательством.

6.4. Авторские права на каждый номер журнала (в целом) принадлежат учредителю журнала – федеральному государственному бюджетному образовательному учреждению высшего образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ). Перепечатка материалов «Приволжского научного журнала» без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

6.5. Материалы научных статей, направляемые в редакцию журнала, авторам не возвращаются. Вознаграждение (гонорар) за опубликованные научные статьи не выплачивается.

6.6. Оплата за рассмотрение научной статьи редакцией взимается путем оформления автором подписки на журнал (условия – см. п. 1.3.4 выше). Плата с аспирантов за публикацию научных статей не взимается.



ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА
на I полугодие 2017 г.
НА ПЕРИОДИЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ
«ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ»

Основан в 2006 году

Периодичность – ежеквартально

Журнал рассчитан на профессорско-преподавательский состав, аспирантов, а также студентов старших курсов вузов, работников научно-исследовательских и проектных институтов, инженерно-технический персонал организаций и предприятий.

Журнал имеет разделы:

- Строительные конструкции, здания и сооружения (05.23.01);
- Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (05.23.03);
- Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов (05.23.04);
- Строительные материалы и изделия (05.23.05);
- Гидротехническое строительство (05.23.07);
- Гидравлика и инженерная гидрология (05.23.16);
- Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства (05.23.19);
- Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия (05.23.20);
- Архитектура зданий и сооружений.
Творческие концепции архитектурной деятельности (05.23.21);
- Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов (05.23.22).

В ЖУРНАЛЕ ПУБЛИКУЮТСЯ

статьи о результатах научных исследований по группе научных специальностей 05.23.00 «Строительство и архитектура». Статьи рецензируются.

Каталожная цена за 6 месяцев – 1000 руб.
Цена отдельного номера – 500 руб.

Подписной индекс по каталогу Агентства «Роспечать» –
«Газеты. Журналы»: 80382

Адрес редакции: Россия, 603950, г. Нижний Новгород,
ул. Ильинская, д. 65.
Тел./факс: (831) 433-04-36, 430-19-46

