

ISSN 1995-2511

# ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2

2017



ISSN 1995-2511



---

# **ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

**Периодическое научное издание**

**№ 2**

**Июнь 2017**

**Нижний Новгород**



ISSN 1995-2511



---

---

# **THE PRIVOLZHSKY SCIENTIFIC JOURNAL**

**Scientific periodical**

**№ 2**

**June 2017**

**Nizhny Novgorod**

ББК 95; я5

П 75

ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ, № 2 (42)

Периодическое научное издание. Н. Новгород, ННГАСУ, 2017. 280 с., 17 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; академик 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 20.06.2017 г. Формат 70×108/16. Бумага офсетная  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 24,5 + вкл. 3,0. Тираж 1200 экз. Заказ № 170

**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, 2017

Scientific periodical. Nizhny Novgorod, NNGASU, 2017. 280 p., 17 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 № ФЧ77 – 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; academician of RAACS, doctor of technical sciences, professor V. T. EROFEEV; doctor of science, professor M. IVETICH; honoured worker of science of RF, academician of RAACS, doctor of technical sciences, professor N. I. KARPENKO; doctor of physical-mathematical sciences, professor M. M. KOGAN; doctor of technical sciences, professor D. V. KOZLOV; corresponding member of RAACS, doctor of technical sciences, professor V. N. KUPRIANOV; Prof. Dr.-Ing. F. NESTMANN; doctor of technical sciences, professor S. I. ROTKOV; doctor of technical sciences, professor S. V. STEPANOV; honoured worker of science of RF, doctor of physical-mathematical sciences, professor R. G. STRONGIN; doctor of physical-mathematical sciences, professor A. N. SUPRUN; doctor of technical sciences, professor V. P. SUCHKOV; honoured worker of science of RF, academician of RAACS, doctor of technical sciences, professor V. I. TELICHENKO; honoured worker of science of RF, academician of RAACS, doctor of technical sciences, professor V. I. TRAVUSH; honoured worker of science of RF, academician of RAACS, doctor of technical sciences, professor S. V. FEDOSOV; doctor of physical-mathematical sciences, professor E. V. CHUPRUNOV; honoured worker of science of RF, doctor of chemical sciences, professor V. A. YABLOKOV

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

Signed for publishing on 20.06.2017. Format 70×108/16. Offset paper.  
Offset printing. Ref. publ. p. 24.5 + illust. 3.0. Copies 1200. Order № 170

**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

Лапшин А. А., Анисимов А. Н., Бобылев В. Н. Профессор А. Н. Кугушев и становление инженерно-строительного образования в Нижнем Новгороде.....	11
---	----

### СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Антонов А. И., Леденев В. И., Матвеева И. В., Федорова О. О. Влияние характера отражения звука от ограждений на выбор метода расчета воздушного шума в гражданских и промышленных зданиях .....	16
Бобылев В. Н., Паузин С. А., Тишков В. А., Монич Д. В., Гребнев П. А. Оптимизация жесткости ортотропного ограждения для увеличения его звукоизоляции.....	24
Паузин С. А., Суханов А. А. Вклад элементов многослойной конструкции с ортотропным слоем в общую звукоизоляцию ограждения.....	31
Белов Н. Н., Ерофеев В. Т., Югов Н. Т., <u>Копаница Д. Г.</u> , Ерофеева И. В. Расчет прочности фибробетонных плит на высокоскоростной удар.....	34
Береговой А. М., Береговой В. А., Дерина М. А. Тепловые потери через наружные ограждающие конструкции в процессе эксфильтрации воздуха .....	41
Григорьев Ю. С., Фатеев В. В. Исследование причины деформации 7-этажного жилого дома на улице Ломоносова в Нижнем Новгороде.....	46
Раскаткина О. В. Теоретические основы фотографического способа мониторинга крена высоких сооружений башенного типа.....	53
Лахов А. Я., Супрун А. Н. Разработка библиотечного объекта в системе ArchiCAD для проектирования и расчета двухконтурных геодезических куполов.....	62

### ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

Бодров М. В., Кузин В. Ю., Кузин Д. Ю., Морозов М. С. Определение действительного класса энергосбережения многоквартирного жилого дома с естественной системой вентиляции .....	68
Аверкин А. Г., Еремкин А. И., Киселев С. О. Повышение эффективности работы контактного аппарата для тепловлажностной обработки воздуха.....	73
Крамаренко П. Т., Грималовская И. П., Севоян Т. Р. Материалы покрытия, конструкция наружных поверхностей панелей солнечных установок.....	79

### ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Васильев А. Л., Васильев Л. А., Воробьева Е. В. Теоретические основы принципа конструирования дренажно-распределительных систем фильтров.....	84
Кюберис Э. А., Васильев А. Л. Исследование современных фильтрующих материалов для систем водоснабжения .....	82

### СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Грузинцева Н. А., Грушина Ю. С., Павлов С. В., Гусев Б. Н. Совершенствование методики компьютерного исследования поверхности теплоизоляционных строительных материалов .....	98
--	----

### ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Гурьев А. П., Козлов Д. В., Ханов Н. В., Новиченко А. И., Верхоглядова А. С. Гидравлическая картина на проточном тракте водосброса № 2 Богучанской ГЭС с отбросом струи .....	106
---	-----



<b>Санинов М. П. , Котов Ф. В.</b> Влияние температурного воздействия на напряженно-деформированное состояние массивного негрунтового экрана каменно-набросной плотины .....	111
<b>Соболь С. В., Зайнуллина Н. Р.</b> О классификации водохранилищ по конфигурации в плане .....	116
<b>Белов В. А. , Перелыгин А. И.</b> О научно-практическом подходе к малым водоемам .....	124
<b>Перелыгин А. И.</b> Расчет и конструирование каналов на криволинейных участках .	130
<b>ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ</b>	
<b>Кармазин Ю. И., Козлов А. Г.</b> К вопросу о формировании метода допроектного осмысления .....	137
<b>Ахмедова Е. А., Борисова Е. П.</b> Этапы формирования градостроительных теорий в России XX века .....	143
<b>Духанов С. С.</b> Роль довоенных генеральных планов в развитии городов Западной Сибири в период Великой Отечественной войны 1941 – 1945 гг. ....	153
<b>Жуковский Р. С.</b> Перспективность кластерного подхода как стратегия формирования общественно-деловых субцентров в городах .....	161
<b>Серебренникова Т. А., Раевский А. А.</b> Революция информационного пространства как архитектурная реальность XXI века .....	167
<b>Золотарева М. В.</b> Основы методики организации музеефицированных зон (на примере исторической среды Санкт-Петербурга) .....	173
<b>Гарнова Н. В.</b> Архитектурно-исторические предпосылки формирования городской среды г. Иваново-Вознесенска конца XVIII – начала XX вв. ....	182
<b>Ревзина Ю. Е.</b> Альбрехт Дюрер и немецкая альтернатива итальянской бастионной фортификации .....	188
<b>Киреева Т. В.</b> Историко-архитектурный анализ развития комплекса зданий Лондонской школы экономики и политических наук .....	196
<b>Шумилкин А. С.</b> К проблеме сохранения культурного наследия. Актуальные задачи реставрационной деятельности .....	203
<b>Волкова Е. М.</b> Архитектурный облик деревянной Церкви Покрова (1780) деревни Милюно Чкаловского района Нижегородской области .....	208
<b>АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b>	
<b>Гельфонд А. Л.</b> Стрелка: функциональный потенциал места .....	213
<b>Агеева Е. Ю. , Ильина С. Ю., Сидорина А. А.</b> Архитектура интеллектуальных школ как отражение изменений в педагогике .....	218
<b>Колеватых Д. А.</b> ДНК деревянной архитектуры. Пространственная абсорбция как способ эволюции ветхого жилищного фонда .....	224
<b>Яковлев М. А.</b> Техничко-экономическая оценка проектных решений складских зданий .....	230
<b>Ал-Обайди И. К.</b> Современные тенденции и перспективы развития энергоэффективной «зеленой» архитектуры в странах Ближнего Востока .....	235
<b>ИНФОРМАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ</b>	
<b>Соболь С. В.</b> Канал имени Москвы: обозрение с историческим экскурсом к 80-летию ввода в эксплуатацию .....	240
Открытие 19-го Международного научно-промышленного форума «Великие реки-2017 (экологическая, гидрометеорологическая, энергетическая безопасность)» и 15-го Российского архитектурно-строительного форума .....	244



Итоги работы 19-го Международного научно-промышленного форума «Великие реки-2017 (экологическая, гидрометеорологическая, энергетическая безопасность)» и 15-го Российского архитектурно-строительного форума.....	248
<b>Соболь С. В., Зайнуллина Н. Р.</b> Фрактальные размерности береговых линий долинных водохранилищ.....	252
Юбилей профессора Л.Н.Рассказова.....	257
Юбилей профессора С.И.Роткова.....	258
Памяти Бориса Михайловича Ерахтина .....	259
Новые издания.....	261
Рецензии на новые издания.....	264
Перечень требований и условий для публикации научной статьи в периодическом научном издании «Приволжский научный журнал» .....	274
<b>НА ОБЛОЖКЕ:</b> Канал имени Москвы	





## CONTENTS

<b>Lapshin A. A., Anisimov A. N., Bobilyov V. N.</b> Professor A. N. Kugushev and formation of engineering-construction education in Nizhny Novgorod .....	11
--	----

### BUILDING CONSTRUCTIONS, BUILDINGS AND STRUCTURES

<b>Antonov A. I., Ledenyov V. I., Matveeva I. V., Fyodorova O. O.</b> Influence of the mode of sound reflection from walls on selection of the method of air noise calculation in civil and industrial buildings.....	16
<b>Bobilyov V. N., Pauzin S. A., Tishkov V. A., Monich D. V., Grebnev P. A.</b> Optimization of orthotropic enclosure stiffness to increase its sound insulation .....	24
<b>Pauzin S. A., Sukhanov A. A.</b> Contribution of components of a multilayer structure with an orthotropic layer into aggregated sound insulation of an enclosure .....	31
<b>Belov N. N., Erofeev V. T., Yugov N. T., Kopanitsa D. G., Erofeeva I. V.</b> Calculation of fibro-concrete slabs' strength to a high-speed impact.....	34
<b>Beregovoy A. M., Beregovoy V. A., Derina M. A.</b> Heat loss through enclosure structures in the process of air exfiltration .....	41
<b>Grigor'ev Yu. S., Fateev V. V.</b> Research of the cause of deformation of a seven-story building on the Lomonosov Street in Nizhny Novgorod .....	46
<b>Raskatkina O. V.</b> Theoretical foundations of photographic monitoring of tilt of tower-type structures .....	53
<b>Lakhov A. Ya., Suprun A. N.</b> Building of an ArchiCAD library object for design and strength analysis of double-contour geodesic domes .....	62

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

<b>Bodrov M. V., Kuzin V. Yu., Kuzin D. Yu., Morozov M. S.</b> Determining a real class of energy saving of a tenement house with a natural ventilation system .....	68
<b>Averkin A. G., Eryomkin A. I., Kiselyov S. O.</b> Improvement of air-handling units .....	73
<b>Kramarenko P. T., Grimalovskaya I. P., Sevoyan T. R.</b> Coating materials, exterior surface design of solar installation panels .....	79

### WATER SUPPLY, SEWAGE, CONSTRUCTION SYSTEMS OF WATER RESOURCES PROTECTION

<b>Vasilev A. L., Vasilev L. A., Vorobyova E. V.</b> The theoretical basis of the principle of designing filter drainage-distribution systems .....	84
<b>Kyuberis E. A., Vasilev A. L.</b> Research of modern filtering materials for water supply systems.....	92

### CONSTRUCTION MATERIALS AND PRODUCTS

<b>Gruzintseva N. A., Grushina Yu. S., Pavlov S. V., Gusev B. N.</b> Improving methods of computer studies of the surface of thermal insulation construction materials.....	98
---	----

### HYDRAULIC ENGINEERING CONSTRUCTION

<b>Gur'ev A. P., Kozlov D. V., Khanov N. V., Novichenko A. I., Verkhoglyadova A. S.</b> Hydraulic conditions in a flow path of spillway № 2 with a water jet throw of the Boguchanskaya power plant .....	106
<b>Sainov M. P., Kotov F. V.</b> Thermal effect on the stress-strain state of a massive non-soil face of a rockfill dam .....	111



<b>Sobol S. V., Zaynullina N. R.</b> About classification of water reservoirs by configuration in plan.....	116
---	-----

<b>Belov V. A., Pereygin A. I.</b> On the scientific and practical approach to small water bodies .....	124
---	-----

<b>Pereygin A. I.</b> Computation of and designing canals on curvilinear sections .....	130
---	-----

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

<b>Karmazin Yu. I., Kozlov A. G.</b> On the formation of the method of pre-project reflection.....	137
--	-----

<b>Akhmedova E. A., Borisova E. P.</b> Stages of formation of urban planning theories in Russia in the 20th century .....	143
---	-----

<b>Dukhanov S. S.</b> The role of pre-war master plans in the development of cities of Western Siberia during the Great Patriotic War of 1941–1945 .....	153
--	-----

<b>Zhukovsky R. S.</b> The prospects of a clustering approach as a strategy of forming urban sub-downtowns.....	161
---	-----

<b>Serebrennikova T. A., Raevsky A. A.</b> Revolution of information space as architectural reality of the XXI century.....	167
---	-----

<b>Zolotaryova M. V.</b> The basic methodology of organizing museumified zones (by the example of the Saint Petersburg historical environment) .....	173
--	-----

<b>Garnova N. V.</b> Architectural and historical prerequisites of the Ivanovo-Voznesensk urban environment formation in the late XVIII – early XX century.....	182
---	-----

<b>Revzina Yu. E.</b> Albrecht Dürer and the German alternative to the “Trace Italienne” .....	188
--	-----

<b>Kireeva T. V.</b> Historical and architectural analysis of the development of the complex of buildings of the London school of economics and political science .....	196
---	-----

<b>Shumilkin A. S.</b> To the problem of cultural heritage preservation. Actual tasks of restoration activities .....	203
---	-----

<b>Volkova E. M.</b> The architectural image of the church of Protection of the Virgin (1780) in Milino village of the Chkalovsk district of the Nizhny Novgorod region.....	208
--	-----

## **ARCHITECTURE OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS. CREATIVE CONCEPTS OF ARCHITECTURAL ACTIVITY**

<b>Gelfond A. L.</b> Strelka: the functional potential of the place .....	213
---	-----

<b>Ageeva E. Yu., Il'ina S. Yu., Sidorina A. A.</b> Architecture of intellectual schools as reflection of changes in pedagogics.....	218
--	-----

<b>Kolevatykh D. A.</b> DNA of wooden architecture. Spatial absorption as means of transformation of old housing.....	224
---	-----

<b>Yakovlev M. A.</b> Technical and economic evaluation of design solutions of warehouse buildings.....	230
---	-----

<b>Al-Obaidi I. K.</b> Modern tendencies and prospects of development of energy-efficient "green" architecture in the Middle East .....	235
---	-----

## **INFORMATION SECTION**

<b>Sobol S. V.</b> The Moscow Canal: a review with a historic excursus on the 80th anniversary since being implemented .....	240
--	-----

Opening ceremony of the 19th International scientific and industrial forum “Great Rivers-2017 (ecological, hydrometeorological, energy safety)” and 15th Russian architectural and construction forum .....	244
---	-----



---

Outcomes of the 19th International scientific and industrial forum “Great Rivers-2017 (ecological, hydrometeorological, energy safety)” and 15th Russian architectural and construction forum.....	248
<b>Sobol S.V., Zaynullina N. R.</b> Fractal dimensions of valley reservoirs shorelines.....	252
Jubilee of Prof. L. N. Rasskazov .....	257
Jubilee of Prof. S. I. Rotkov .....	258
To the memory of Boris Mikhaylovich Erakhtin .....	259
New publications .....	261
Reviews of new publications .....	264
List of requirements for publication in the scientific periodical «The Privolzhsky scientific journal».....	274
<b>COVER PAGE:</b> The Moscow Canal	

**А. А. ЛАПШИН**, канд. техн. наук, проф. кафедры строительных конструкций, ректор; **А. Н. АНИСИМОВ**, проф. кафедры теории сооружений и теоретической механики; **В. Н. БОБЫЛЕВ**, чл.-кор. РААСН, проф., советник при ректорате, зав. кафедрой архитектуры

### **ПРОФЕССОР А. Н. КУГУШЕВ И СТАНОВЛЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ**

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-64-95; эл. почта: bobylev@nngasu.ru

*Ключевые слова:* профессор А. Н. Кугушев, инженерно-строительное образование, Горьковский инженерно-строительный институт.

---

*В статье описан жизненный путь профессора А. Н. Кугушева, судьба которого неразрывно связана с инженерно-строительным образованием в г. Нижнем Новгороде – г. Горьком.*

---

30 марта (17 марта по старому стилю) 2017 г. исполнилось 150 лет со дня рождения профессора Александра Николаевича Кугушева, занимающего особое место в плеяде основоположников высшего и прежде всего инженерно-строительного образования в Нижнем Новгороде.

Профессиональный путь А. Н. Кугушева начинается с Санкт-Петербургского института гражданских инженеров, в который он поступил в 1886 г. Уже в студенческие годы он проявил способности к выбранной профессии, например, был премирован именной серебряной медалью за архитектурные проекты. По окончании института в 1891 г. по первому разряду с квалификацией «Гражданского инженера строительства и дорог» он приступил к работе в Техническом строительном комитете.

С 1893 г. А. Н. Кугушев – ассистент (с 1899 г. – адъюнкт-профессор) кафедры инженерно-строительного искусства и геодезии в Ново-Александровском институте сельского хозяйства и лесоводства (Польша). Обращает на себя внимание проявленная уже в этот период широта научно-педагогических интересов Александра Николаевича. Так, он преподает: «Строительное искусство», «Графику», «Начертательную геометрию», «Геодезию». Здесь им опубликованы работы: «Нефтяной газовый завод Ново-Александровского института», «Новый прибор для вычерчивания всех кривых конических сечений» и др. Сохранился эскиз разработанного А. Н. Кугушевым архитектурного проекта здания Ново-Александровского института.

В сентябре 1900 г. А. Н. Кугушев начинает работать на Инженерно-строительном отделении созданного в 1898 г. Варшавского политехнического института (ВПИ), где он занимает должность экстраординарного профессора (позднее – ординарного профессора) кафедры строительного искусства. В ВПИ А. Н. Кугушев читает лекции, ведет практические занятия по дисциплинам: «Строительное искусство», «Архитектурное черчение», «Начертательная геометрия», «Геодезия», «Отопление и вентиляция», «Теплопередача». В этот период им написан учебник «Общие начала строительного искусства» в двух частях,



опубликован ряд научных работ: «Расчеты труб для водяного и парового отопления», «Определение коэффициента теплопередачи нагревательных приборов» и др. Александр Николаевич активно участвует в организации учебного процесса, в формировании образовательных программ Инженерно-строительного отделения ВПИ. За заслуги в трудовой деятельности А. Н. Кугушев награждается государственными наградами (пятью орденами и двумя медалями).



Рис. 1. Профессор А. Н. Кугушев

Первая мировая война положила начало бурному этапу в жизни коллектива Варшавского политехнического института. В течение этого длившегося полтора десятилетия периода неоднократно решалась судьба ВПИ и вузов-преемников, инженерно-строительного отделения, традиций подготовки специалистов. В эти годы ярко проявились организаторские способности А. Н. Кугушева. С начала эвакуации ВПИ (в 1915 г. – в Москву, а в 1916 г. – в Нижний Новгород) А. Н. Кугушев возглавлял инженерно-строительное отделение. В марте 1917 г. он был избран директором ВПИ.

Февральская буржуазно-демократическая революция 1917 года открывает череду реструктуризаций ВПИ и других вузов Нижнего Новгорода. Постановлением Временного правительства от 14 июля 1917 года ВПИ упраздняется и учреждается Нижегородский политехнический институт (НПИ) с сохранением четырех отделений, с переводом профессорско-преподавательского состава бывшего ВПИ на соответствующие должности НПИ и с предоставлением студентам права перехода на соответствующие отделения НПИ. Руководителем вуза (теперь – ректором) вновь избирается профессор А. Н. Кугушев, принявший на последующие годы груз ответственности за сохранение в Нижнем Новгороде высшего технического и прежде всего инженерно-строительного образования.

Октябрьская социалистическая революция 1917 года определила очередной этап реформирования нижегородского высшего образования. Постановлением Нижегородского губисполкома от 28 марта 1918 года в Н. Новгороде был образован «...Университет с техническими отделениями взамен всех существующих в Нижнем Новгороде высших учебных заведений...», которые предусматривалось «...закреть и ликвидацию закончить к 1 мая, а личный персонал служащих уво-



лить за штат или в отставку...». Декретом Совнаркома от 25 июня 1918 г. было подтверждено, что «...Нижегородский политехнический институт упраздняется и закрывается. Весь личный состав служащих ...увольняется... Все имущество передается в ведение Нижегородского университета».

Не все однозначно оценили принятое решение. А. Н. Кугушев писал: «...я приветствую открытие университета как рассадника знаний, необходимого Родине, но вместе с тем не разделяю мнения о необходимости закрытия существующих».

Период ликвидации НПИ растянулся, по крайней мере, на год. При этом часть преподавателей сразу перешли в новый вуз – Нижегородский государственный университет (НГУ); некоторые – в вузы других городов, а основная часть педагогов (коллегия преподавателей бывшего НПИ, возглавлявшаяся бывшим ректором НПИ А. Н. Кугушевым) осуществляла доподготовку студентов выпускного курса бывшего НПИ и продолжала отстаивать в центральных и местных органах целесообразность сохранения НПИ. Однако эти попытки так и не увенчались успехом, и в августе 1919 г. коллегия преподавателей бывшего НПИ целиком вошла в педагогический состав университета.

Последующий десятилетний период деятельности профессора А. Н. Кугушева характеризуется его активным участием в развитии Нижегородского государственного университета и прежде всего в реализации инженерно-строительного образования в рамках НГУ.

В августе 1919 г. А. Н. Кугушев был избран председателем Технического объединения НГУ, включавшего пять факультетов (Горный, Инженерно-строительный, Механический, Химический и Электрический). В августе 1920 г. он был избран деканом Инженерно-строительного факультета. Весной 1922 г. (в результате сокращения государственного финансирования высшего образования) было осуществлено объединение Инженерно-строительного и Механического факультетов (с включением строительного отделения в новый Инженерно-механический факультет) и с очередным сокращением количества инженерно-строительных специальностей. При образовании НГУ планировалось реализовать 9 программ, в 1919 г. их осталось 3, а в 1922 г. – 2 («дорожное строительство» и «гидротехническое строительство»). Более того, в центральных органах ставился вопрос о ликвидации уже и этих специальностей, то есть строительного отделения в целом.

НГУ продолжает бороться за спасение Строительного отделения. В докладе в Главпрофобр (январь 1924 г.) бывшие деканы Инженерно-строительного факультета А. Н. Кугушев и Н. Н. Жуковский пишут: «...Разумно ли уничтожение этого центра технической подготовки инженеров в то время, когда мы находимся накануне приступа к лихорадочному промышленно-экономическому строительству страны? А этот момент не за горами. Три-пять лет нормального существования Республики и кризис будет бесследно изжит. И, разумеется, не тогда, а именно теперь мы должны готовить специалистов, необходимых для осуществления важного и неотложного дела возрождения страны и дальнейшего твердого ее прогресса...»

Однако в июне 1927 г. Строительное отделение Инженерно-механического факультета НГУ было ликвидировано. В июне 1929 г. вновь открыт Инженерно-строительный факультет НГУ. А в мае 1930 г. приказом по Наркомпросу № 224 было принято решение «...реорганизовать Нижегородский государственный университет на 6 самостоятельных институтов: механико-машиностроительный..., химико-технологический..., инженерно-строительный..., педагогический..., сельскохозяйственный..., медицинский...»





С мая 1930 г. А. Н. Кугушев – профессор Нижегородского (с 1932 г. – Горьковского) инженерно-строительного института (ГИСИ). Преподает дисциплины «Строительное дело», «Начертательная геометрия», «Отопление и вентиляция». Опираясь на свой многолетний опыт, он активно участвует в организации учебного процесса, формировании структуры вуза. В 1930 г. он возглавляет Санитарно-техническое отделение, в 1937 г. – Санитарно-технический факультет. С 1931 г. по 1945 г. А. Н. Кугушев заведует кафедрой отопления и вентиляции (с 1942 г. – отопления, вентиляции и теплофикации). Эта ветвь строительной инженерии остается основной областью профессиональных интересов Александра Николаевича. Здесь можно отметить наиболее весомые результаты его научной и методической, педагогической и организационной деятельности за 20 лет работы в ГИСИ.



Рис. 2. Преподаватели и выпускники инженерно-строительного факультета НГУ. Слева направо сидят: Г. В. Тринклер (второй), В. К. Задарновский, А. Н. Кугушев (декан инженерно-строительного факультета НГУ), Б. М. Лампси, В. Л. Лычковский (фото 1923–1924 гг.)

Уже первые пять лет работы ГИСИ позволили позитивно оценить период становления вуза, уровень подготовки выпускников. Первый выпуск состоялся в 1932 г. (из студентов, перешедших в 1930 г. из НГУ). Выпуск первого набора в институт состоялся в 1935 г. Была высоко охарактеризована как вузовской общественностью, так и республиканскими органами роль профессора А. Н. Кугушева в обосновании потребности региона в подготовке инженерно-строительных кадров, а также его вклад в реализацию строительных специальностей в ГИСИ. В вузовской газете «За индустриализацию стройки» (1935 г.) отмечалось, что «...профессор А. Н. Кугушев проявил себя как лучший педагог, лучший научный сотрудник, лучший общественник. Среди студенчества он является одним из наиболее популярных и любимых преподавателей». Приказом по Народному комиссариату промышленности от 19.03.1935 г. четыре профессора отечественных вузов премированы «...персональными легковыми машинами за успешную подготовку инженерно-технических кадров...». Среди них – горьковчанин А. Н. Кугушев.

В ГИСИ А. Н. Кугушевым был выполнен ряд научных работ (о тепловой характеристике зданий, по определению объемов вентилируемого воздуха, теплопередаче при переменном состоянии температур и др.). Им разработан ряд предложений по рационализации технических решений. (Например, в годы Великой

Отечественной войны и в послевоенные годы были предложены варианты проектирования и восстановления отопительных систем полуразрушенных зданий, упрощенной системы центрального паровоздушного отопления и др.).

С 1932 г. и до ухода на пенсию Александр Николаевич осуществлял подготовку аспирантов, содействуя развитию кадрового потенциала вуза. За эти годы институтом было выпущено более 2 000 инженеров-строителей, в подготовке которых участвовал профессор А. Н. Кугушев.

В 1943 г. А. Н. Кугушев был награжден орденом Трудового Красного Знамени, в 1946 г. – медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.».



Рис. 3. Слева направо: профессора М. И. Рокотовский, К. Г. Диваков, А. Н. Кугушев и аспирантка Г. А. Осипова (фото 1944 г.)

В 1949 г. А. Н. Кугушев ушел на пенсию. Скончался он 21 января 1951 г. и был похоронен на Бугровском кладбище.

Прошли десятилетия.... Давно завершили профессиональную деятельность ученики профессора А. Н. Кугушева. Бывший ГИСИ стал Нижегородским государственным архитектурно-строительным университетом (ННГАСУ). Преобразилась вся система нижегородских вузов.... Но память о «старейшине» нижегородской ветви инженерно-строительного образования сохраняется в вузовских коллективах, в традициях научно-педагогических школ, в музейных экспозициях трех нижегородских университетов.

© А. А. Лапшин, А. Н. Анисимов, В. Н. Бобылев, 2017

Получено: 15.04.2017 г.

УДК 534.2

**А. И. АНТОНОВ**, канд. техн. наук, доц. кафедры архитектуры и строительства зданий; **В. И. ЛЕДЕНЕВ**, д-р техн. наук, проф. кафедры городского строительства и автомобильных дорог; **И. В. МАТВЕЕВА**, канд. техн. наук, доц. кафедры городского строительства и автомобильных дорог; **О. О. ФЕДОРОВА**, магистрант кафедры городского строительства и автомобильных дорог

### **ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРА ОТРАЖЕНИЯ ЗВУКА ОТ ОГРАЖДЕНИЙ НА ВЫБОР МЕТОДА РАСЧЕТА ВОЗДУШНОГО ШУМА В ГРАЖДАНСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЯХ**

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Россия, 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, д. 112, корп. Е. Тел.: (4752) 63-09-20, (4752) 63-03-72; эл. почта: gsiad@mail.tambov.ru.

*Ключевые слова:* отражение звука от ограждений; коэффициент рассеяния звука; метод расчета шума; воздушный шум в зданиях.

---

*Наиболее важным фактором, влияющим на выбор метода расчета воздушного шума, является характер отражения звука от ограждений. В статье дан анализ возможных моделей отражения звука от ограждений и указаны методы расчета шума, в которых эти модели могут быть реализованы. Установлено, что наиболее приемлемой при практических расчетах шума является зеркально-рассеянная модель отражения. Для расчетов шума при таком характере отражения следует использовать комбинированный метод, разработанный на основе метода прослеживания лучей и численного статистического энергетического метода. Приведены коэффициенты рассеяния звуковой энергии при отражениях звука от ограждений, которые необходимо использовать при расчетах шума комбинированным методом. Указана необходимость дальнейшего исследования коэффициентов рассеяния для более широкого круга помещений в гражданских и промышленных зданиях.*

---

В настоящее время для оценки энергетических характеристик воздушного шума в гражданских и промышленных зданиях имеется большое количество расчетных методов. Наиболее широкое распространение среди них имеют методы, разработанные с использованием расчетных моделей, базирующихся на геометрической и статистической теориях акустики [1]. При выборе метода для расчета шума в конкретных ситуациях необходимо оценивать их возможности по учету факторов, влияющих на процессы формирования шумовых полей в помещениях [2]. Наиболее значимым из них является характер отражения звука от ограждений помещения. Известно, что результаты расчетов имеют хорошее совпадение с экспериментальными данными в тех случаях, когда принятый при разработке метода характер отражения звука соответствует реальным условиям его отражения от ограждений [2, 3].

Отражение звука от ограждений осуществляется по сложным пространственным зависимостям, определяемым формой поверхности, структурой материала, углом падения звука. Поэтому на практике при разработке расчетных методов используются несколько в разной степени условных моделей отражения звука, представленных на рис. 1.

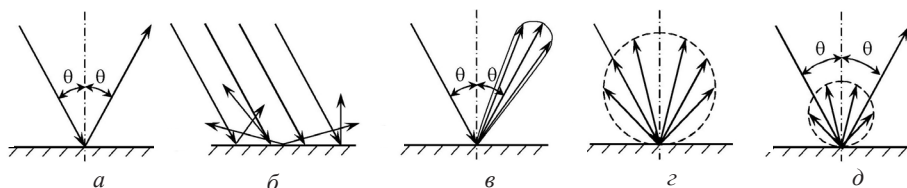


Рис. 1. Модели отражения звука от ограждений: а – зеркальная; б – случайно-направленная; в – направленно-рассеянная; г – рассеянная по закону Ламберта; д – зеркально-рассеянная

*Зеркальное отражение* (см. рис. 1а), характеризуемое равенством углов падения и отражения лучей, наблюдается при отражении звука от поверхностей, размеры которых значительно больше длин падающих на них волн, а размеры неровности на этих поверхностях значительно меньше этих длин [4]. Зеркальное отражение реализуется в расчетных моделях, разработанных на основе геометрической теории акустики. В рамках этих моделей для расчета шума предложены методы мнимых источников и прослеживания лучей [1].

На практике встречаются ситуации, когда отражающие поверхности имеют большие размеры, но на них имеются неровности (например, в виде выступающих пилястр, отделок из волнистых листов и др.) с размерами близкими к длинам падающих волн. Неровности случайным образом изменяют направления отражаемых звуковых лучей. При такой *случайно-направленной модели отражения* (см. рис. 1б) при расчетах может использоваться метод прослеживания лучей при условии, что звуковой луч отражается случайным образом. Однако он не всегда дает удовлетворительное решение. Точность расчетов зависит от вида неровностей, их размеров и равномерности расположения на поверхностях ограждения и других причин.

*Направленно-рассеянное отражение* (см. рис. 1в) предполагает рассеяние отраженной энергии в пределах телесного угла, определяемого индикатрисой рассеяния для каждого конкретного случая. Из-за сложности этот вид отражения практически не используется при разработке расчетных моделей. Исключение составляет использование его в методе прослеживания лучей совместно с методом Монте-Карло, при котором направления отражения лучей определяются вероятностным образом в пределах индикатрисы рассеяния [5, 6].

Наиболее широко в практике расчетов шума используются расчетные модели, основанные на представлениях о *диффузном характере отражения звука* от ограждений. При диффузном характере отражения предполагается полное рассеяние отраженной энергии в соответствии с диаграммой направленности, которая аппроксимируется косинусной зависимостью по закону Ламберта (см. рис. 1г). В настоящее время можно выделить две расчетные модели, в основе которых лежат представления о диффузном распределении отражаемой от ограждений звуковой энергии. Первая из них основана на классической теории диффузного звукового поля, в котором соблюдаются условия однородности распределения энергии по объему помещения и изотропности прихода отраженных звуковых лучей в любую точку помещения [7]. На ее основе разработаны статистические методы, используемые для решения различных практических задач борьбы с шумом, например в жилых зданиях [8, 9]. Во второй модели принято, что в помещениях при диффузном отражении звука образуются квазидиффузные звуковые поля, в которых в отличие от идеального диффузного поля не соблюдается признак однородности

распределения энергии по объему, но сохраняется признак изотропности угловой направленности звуковых лучей, приходящих в любую точку объема [10]. Так как в квазидиффузных полях существуют направленные потоки отраженной звуковой энергии, для расчета шума разработаны методы, основанные на статистическом энергетическом подходе к оценке отраженных звуковых полей. Методы используются при решении практических задач в зданиях и сооружениях различного назначения [11, 12, 13].

Анализ влияния характера отражения звука от ограждений на точность расчетных методов, выполненный в работе [14], показал, что реальный характер отражения имеет признаки зеркальной и диффузной моделей отражения. В этом случае нами предлагается использовать в расчетных методах смешанную *зеркально-рассеянную модель отражения* (см. рис. 1д), при которой одна часть энергии отражается зеркально, а другая часть распределяется диффузно в соответствии с законом Ламберта [15, 16]. Таким образом, в отраженном звуковом поле образуются две составляющие плотности отраженной звуковой энергии – зеркальная и диффузная, имеющие различные закономерности формирования. Для расчета энергетических характеристик такого поля предлагается использовать комбинированный расчетный метод, при котором зеркальная и диффузная составляющие определяются раздельно. Окончательный результат расчета уровней звукового давления определяется суммой плотностей прямой звуковой энергии, зеркальной и диффузной составляющих отраженной энергии. То есть

$$L_i = 10 \lg [(\epsilon_i^{\text{пр}} + \epsilon_i^3 + \epsilon_i^{\Delta}) c / I_0] \quad , \quad (1)$$

где  $\epsilon_i^{\text{пр}}$ ,  $\epsilon_i^3$ ,  $\epsilon_i^{\Delta}$  – плотности прямой звуковой энергии, зеркальной и диффузной составляющих отраженной звуковой энергии в  $i$ -ой расчетной точке объема помещения;  $I_0$  – интенсивность звука на пороге слышимости;  $c$  – скорость звука в воздухе.

Расчеты плотностей прямого звука и зеркальной составляющей в расчетной модели производятся методом прослеживания лучей. Выбор метода обоснован тем, что он позволяет не только определять прямую и зеркально отраженную энергии, но и устанавливать часть энергии, переходящей при отражениях зеркальных лучей в диффузную энергию.

Для расчета диффузной составляющей в комбинированной расчетной модели используется численный статистический энергетический метод. Метод основан на использовании математической модели распределения в объеме помещения плотности диффузно отраженной энергии в виде уравнения

$$\eta \nabla^2 \epsilon^{\Delta} - c m_{\text{в}} \epsilon^{\Delta} = 0 \quad (2)$$

с граничными условиями

$$\left. \bar{q} \right|_{ds} = \frac{-c\alpha}{2(2-\alpha)} \epsilon^{\Delta} \Big|_{ds} + \beta(1-\alpha) I^3 \Big|_{ds} \quad (3)$$

Здесь  $\nabla^2$  – оператор Лапласа;  $m_{\text{в}}$  – пространственный коэффициент затухания звука в воздухе;  $I^3$  – интенсивность зеркальной энергии, падающей на поверхность элемента  $ds$ ;  $\eta = 0,5cl_{\text{ср}}$  – коэффициент связи плотности потока и градиента плотности диффузно отраженной энергии в квазидиффузном звуковом поле [11];  $l_{\text{ср}}$  – средняя длина пробега диффузно отраженных звуковых лучей;  $\beta$  – коэффициент рассеяния отраженной звуковой энергии от поверхностей.





Граничные условия устанавливают величину плотности потока звуковой энергии на границе элемента ограждения  $dS$ , определяемую через интенсивность поглощения диффузной энергии  $\epsilon^1$  и интенсивность диффузно отраженной компоненты зеркальной звуковой энергии  $P$ , падающей на этот элемент. Величина  $P$  определяется в процессе расчета методом прослеживания лучей зеркальной составляющей отраженного звукового поля. При таких граничных условиях метод позволяет учитывать фактические места ввода энергии, возникающей при частичном рассеивании зеркальной составляющей звуковых лучей, любую сложную форму помещения и конкретные коэффициенты звукопоглощения поверхностей.

Более подробно принципы реализации комбинированного метода расчета и его использование для решения практических задач даны в работах [17–19]. Следует отметить, что метод можно использовать также при расчетах в случае зеркального или диффузного отражения звука от ограждений, соответственно при  $\beta = 0$  или  $\beta = 1$ . Это дает возможность использовать его для исследований фактического характера отражения по результатам экспериментальных и расчетных данных.

Сложной проблемой при использовании данной расчетной модели является установление величин коэффициента рассеяния отражаемой звуковой энергии  $\beta$ . В настоящее время нами на основе экспериментальных исследований и соответствующих им расчетов установлены коэффициенты  $\beta$  для характерных групп помещений гражданских и промышленных зданий (см. таблицу). Такие же исследования проводятся в настоящее время и для других, не вошедших в таблицу групп зданий и помещений.

Для реализации метода разработана программа, дающая возможность решать задачи по оценке шумового режима в помещениях разных пропорций, сложных форм при отсутствии и наличии в них оборудования и других рассеивающих звук предметов [17].

**Рекомендуемые значения коэффициентов рассеяния  $\beta$**

Номер помещения	Характеристика помещения	Примеры помещений	Коэффициент рассеивания
1	Пустые помещения и сооружения простой формы с плоскими ограждающими поверхностями	Воздуховоды, каналы, переходы, тоннели	0,1
2	Пустые помещения с незначительными отклонениями формы помещения от плоских поверхностей	Коридоры, пустые помещения без мебели и оборудования	0,2
3	Помещения простой формы с плоским потолком при наличии мебели или оборудования	Офисные, учебные и жилые помещения	0,3–0,4
4	Помещения сложной формы с плоским потолком при наличии мебели, оборудования, людей	Торговые и промышленные помещения	0,5–0,8
5	Помещения с большим количеством оборудования, в том числе и крупногабаритным и с рассеивающими элементами на потолке	Промышленные помещения, зрелищные сооружения	0,9–1,0



На рис. 2 даны примеры использования метода для определения величины  $\beta$  по данным эксперимента в длинном и плоском помещениях простой формы и с малым количеством мебели.

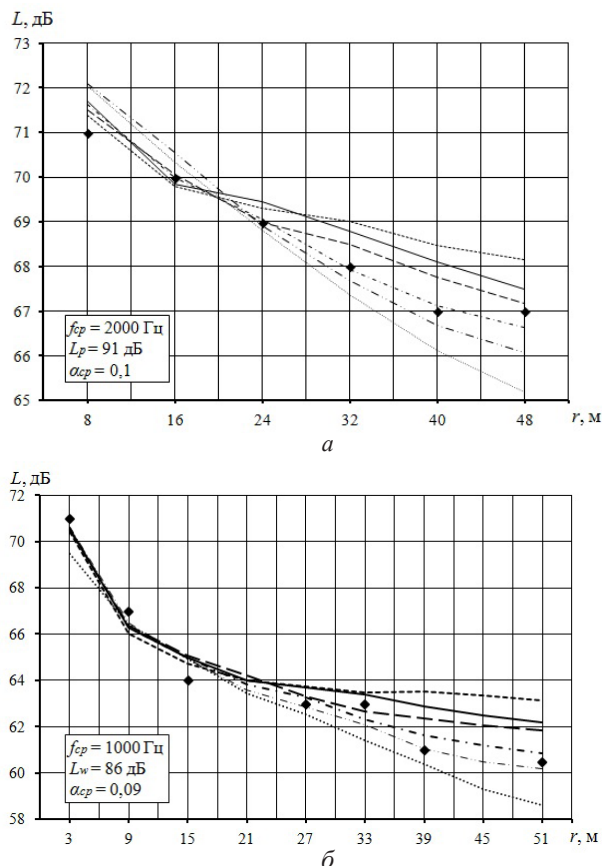


Рис. 2. Экспериментальные и расчетные уровни звукового давления:  $a$  – в длинном помещении размерами  $60 \times 15 \times 9,3$  м;  $b$  – в плоском помещении размерами  $72 \times 36 \times 6$  м:  $\blacklozenge$  – экспериментальные данные; ..... расчет при  $\beta = 1$ ; ----- то же при  $\beta = 0$ ; — то же при  $\beta = 0,05$ ; — — — то же при  $\beta = 0,10$ ; - · - · - то же при  $\beta = 0,20$ ; — · — · — то же при  $\beta = 0,30$

Из рисунка видно, что наиболее близкие результаты к эксперименту дает расчет при  $\beta = 0,2$ – $0,3$ . Это хорошо согласуется с данными таблицы.

Вывод. Основным фактором, определяющим выбор расчетного метода, является характер отражения звука от ограждений. Наиболее универсальным для расчета шума в помещениях различного назначения является *комбинированный* метод, разработанный на основе метода прослеживания лучей и численного статистического энергетического метода. При использовании комбинированного метода для расчета шума в помещениях различного назначения значения коэффициента рассеяния  $\beta$  следует принимать по таблице. Для расширения сведений о коэффициентах рассеяния  $\beta$  необходимо произвести дополнительные экспериментальные исследования для групп помещений, не указанных в таблице.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонов, А. И. Математическое моделирование процессов распространения звуковой энергии в зданиях / А. И. Антонов // Вопросы современной науки и практики / Ун-т им. В. И. Вернадского. – 2014. – № 3 (53). – С. 17–23.
2. Антонов, А. И. Условия, определяющие процессы формирования шумового режима в замкнутых объемах, и их учет при оценке распределения звуковой энергии в помещениях / А. И. Антонов, А. В. Бацунова, И. Л. Шубин // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2015. – № 3 (35). – С. 89–96.
3. Леденев, В. И. Влияние характера отражения звука от поверхностей ограждений на распределение отраженной звуковой энергии в помещениях / В. И. Леденев, И. В. Матвеева, Е. О. Соломатин // Проблемы и пути развития энергосбережения и защиты от шума в строительстве и ЖКХ : материалы XV междунар. науч.-практ. конф. / Науч.-исслед. ин-т строит. физики РААСН. – Москва ; Будва. – 2011. – С. 148–153.
4. Лейзер, И. Г. О применимости методов геометрической акустики для расчета отражений звука от плоских поверхностей / И. Г. Лейзер // Акустический журнал. – 1966. – Т. XII, Вып. 2. – С. 206–212.
5. Dai, Gen-hua. Estimation of the influence of diffusion on reverberation using ray-tracing simulation / Dai Gen-hua // *Acustica*. – 1983. – Vol. 54. – P. 43–45.
6. Kuttruff, H. Simulierte Nachhallkurven in Rechteckraumen mit diffusem Schallfeld / H. Kuttruff // *Acustica*. – 1971. – Vol. 25. – № 6. – P. 333–342.
7. Фурдуев, В. В. Электроакустика / В. В. Фурдуев. – Москва : Гостехтеориздат, 1948. – 515 с.
8. Метод расчета шума в квартирах с ячейковыми системами планировки / А. И. Антонов, О. А. Жоголева, В. И. Леденев, И. Л. Шубин // Жилищное строительство. – 2013. – № 7. – С. 33–35.
9. Влияние звукопоглощения помещений и звукоизоляции дверей на шумовой режим в квартирах жилых зданий / А. И. Антонов, О. А. Жоголева, В. И. Леденев, И. Л. Шубин // Жилищное строительство. – 2014. – № 6. – С. 45–48.
10. Леденев, В. И. Статистические энергетические методы расчета шумовых полей при проектировании производственных зданий / В. И. Леденев. – Тамбов : [б. и.], 2000. – 156 с.
11. Леденев, В. И. Метод оценки шумового режима квартир / В. И. Леденев, А. Ю. Воронков, А. Е. Жданов // Жилищное строительство. – 2004. – № 11. – С. 15–17.
12. Гусев, В. П. Метод оценки распространения шума в крупногабаритных газозвдушных трактах энергетических объектов / В. П. Гусев, В. И. Леденев, И. В. Матвеева // *Academia. Архитектура и строительство*. – 2009. – № 5. – С. 104–107.
13. Метод оценки шумового режима в производственных помещениях энергетических объектов / Е. О. Соломатин, А. И. Антонов, В. И. Леденев, В. П. Гусев // *Academia. Архитектура и строительство*. – 2009. – № 5. – С. 250–252.
14. Соломатин, Е. О. Оценка шумового режима при разработке строительно-акустических средств снижения шума в зданиях с крупногабаритным оборудованием и на прилегающих к ним территориях : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01 / Е. О. Соломатин. – Москва, 2014. – 18 с.
15. Антонов, А. И. Комбинированный метод расчета шумового режима в производственных зданиях теплоэлектроцентралей / А. И. Антонов, В. И. Леденев, Е. О. Соломатин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2011. – № 2. – С. 16–24.
16. Леденев, В. И. Расчет энергетических параметров шумовых полей в производственных помещениях сложной формы с технологическим оборудованием / В. И. Леденев, А. М. Макаров // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2008. – № 2. – С. 94–101.
17. Noise calculation method for industrial premises with bulky equipment at mirror-diffuse sound reflection / I. Tsukernikov, A. Antonov, V. Ledenev, I. Shubin, T. Nevenchannaya // *Procedia Engineering*. – № 176. – 2017. – P. 218–225.



**ANTONOV Aleksandr Ivanovich**, doctor of technical sciences, associate professor of the chair of architecture and building construction; **LEDENYOV Vladimir Ivanovich**, doctor of technical sciences, professor of the chair of urban development and roads; **MATVEEVA Irina Vladimirovna**, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of urban development and roads; **FYODOROVA Olga Olegovna**, undergraduate student of the chair of urban development and roads

## **INFLUENCE OF THE MODE OF SOUND REFLECTION FROM WALLS ON SELECTION OF THE METHOD OF AIR NOISE CALCULATION IN CIVIL AND INDUSTRIAL BUILDINGS**

Tambov State Technical University

112-E, Michurinskaya St., Tambov, 392032, Russia. Tel.: +7 (4752) 63-09-20, +7 (4752) 63-03-72; e-mail: gsiad@mail.tambov.ru

*Key words:* reflection of sound from fences; coefficient of sound scattering; noise analysis method; air noise in buildings.

---

*The most important factor influencing the choice of the method of air noise calculation is the mode of sound reflection from walls. The article gives an analysis of possible models of sound reflection from walls and the methods of noise calculation in which these models can be realized. It was found out that in practical noise calculations a mirror-scattered reflection model is the most acceptable. For noise computation in this type of reflection, a combined method developed on the basis of the ray tracing method and numerical statistical energy method should be used. The coefficients of sound energy scattering during sound reflection from walls are given, which must be used in calculating noise by a combined method. The need for further investigation of scattering coefficients for a wider range of premises in civil and industrial buildings is indicated.*

---

### REFERENCES

1. Antonov A. I. Matematicheskoe modelirovanie protsessov rasprostraneniya zvukovoy energii v zdaniyakh [Mathematical modeling of sound energy propagation in buildings]. Voprosy sovremennoy nauki i praktiki [Problems of Contemporary Science and Practice]. Un-t im. V. I. Vernadskogo, 2014, № 3(53). P. 17–23.
2. Antonov A. I., Batsunova A. V., Shubin I. L. Usloviya, opredelyayushchie protsessy formirovaniya shumovogo rezhima v zamknutykh ob'yomakh, i ikh uchyot pri otsenke raspredeleniya zvukovoy energii v pomescheniyakh [The conditions defining processes of formation of the noise mode in closed spaces and their consideration at the assessment of sound energy distribution in rooms]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. 2015, № 3(35). P. 89–96.
3. Ledenyov V. I., Matveeva I. V., Solomatin E. O. Vliyanie kharaktera otrazheniya zvuka ot poverkhnostey ograzhdeniy na raspredelenie otrazhyonnoy zvukovoy energii v pomescheniyakh [Effect of the mode of sound reflection from wall surfaces on the distribution of reflected sound energy in the rooms]. Problemy i puti razvitiya energosberezheniya i zashchity ot shuma v stroitelstve i ZhKKh [Problems and ways of development of energy saving and protection from noise in construction and housing]. Materialy XV mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Nauch.-issled. in-t stroit. fiziki RAASN. Moscow; Budva, 2011. P. 148–153.
4. Leyzer I. G. O primenimosti metodov geometricheskoy akustiki dlya raschyota otrazheniya zvuka ot ploskikh poverkhnostey [On the applicability of geometric acoustics methods for calculating sound reflections from planar surfaces]. Akusticheskiy zhurnal [Acoustic journal]. 1966. T. XII. V. 2. P. 206–212.
5. Dai Gen-hua. Estimation of the influence of diffusion on reverberation using ray-tracing simulation. Acustica. 1983. V. 54. P. 43–45.



6. Kuttruff H. Simulierte Nachhallkurven in Rechteckraumen mit diffusem Schallfeld. *Acustica*. 1971. V. 25. № 6. P. 333–342.
7. Furduev V. V. *Elektroakustika* [Electroacoustics]. Moscow. Gostekhteorizdat, 1948. 515 p.
8. Antonov A. I., Zhogoleva O. A., Ledenyov V. I., Shubin I. L. Metod raschyota shuma v kvartirakh s yacheykovymi sistemami planirovki [The method of calculating noise in apartments with cellular planning systems]. *Zhilishchnoe stroitelstvo* [Housing construction]. 2013, № 7. P. 33–35.
9. Antonov A. I., Zhogoleva O. A., Ledenyov V. I., Shubin I. L. Vliyanie zvukopogloscheniya pomescheniy i zvukoizolyatsii dverey na shumovoy rezhim v kvartirakh zhilykh zdaniy [Effect of sound absorption of rooms and soundproofing of doors on noise in apartments of residential buildings]. *Zhilishchnoe stroitelstvo* [Housing construction]. 2014, № 6. P. 45–48.
10. Ledenyov V. I. Statisticheskie energeticheskie metody raschyota shumovykh poley pri proektirovanii proizvodstvennykh zdaniy [Statistical energy methods for calculating noise fields in designing industrial buildings]. Tambov. 2000, 156 p.
11. Ledenyov V. I., Voronkov A. Yu., Zhdanov A. E. Metod otsenki shumovogo rezhima kvartir [Method for estimating noise regime of apartments]. *Zhilishchnoe stroitelstvo* [Housing construction]. 2004, № 11. P. 15–17.
12. Gusev V. P., Ledenyov V. I., Matveeva I. V. Metod otsenki rasprostraneniya shuma v krupnogabaritnykh gazovozdushnykh traktakh energeticheskikh ob'ektov [The method for estimating propagation of noise in large-sized gas-air paths of power facilities]. *Academia. Arkhitektura i stroitelstvo* [Academia. Architecture and construction]. 2009, № 5. P. 104–107.
13. Solomatin E. O., Antonov A. I., Ledenyov V. I., Gusev V. P. Metod otsenki shumovogo rezhima v proizvodstvennykh pomescheniyakh energeticheskikh ob'ektov [The method of estimating noise regime in production rooms of power facilities]. *Academia. Arkhitektura i stroitelstvo* [Academia. Architecture and construction]. 2009, № 5. P. 250–252.
14. Solomatin E. O. Otsenka shumovogo rezhima pri razrabotke stroitelno-akusticheskikh sredstv snizheniya shuma v zdaniyakh s krupnogabaritnym oborudovaniem i na prilgayushchikh k nim territoriyakh [Assessment of the noise regime in developing construction and acoustic noise reduction facilities in buildings with large equipment and in adjacent areas]. *Avtoref. dis....kand. tekhn. nauk. 05.23.01*. Moscow, 2014. 18 p.
15. Antonov A. I., Ledenyov V. I., Solomatin E. O. Kombinirovanny metod raschyota shumovogo rezhima v proizvodstvennykh zdaniyakh teploelektrotsentraly [Combined method for calculating the noise regime in industrial buildings of combined heat and power plants]. *Nauchny vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitelstvo i arkhitektura* [Scientific Herald of Voronezh State Architectural and Construction University. Construction and architecture]. 2011, № 2. P. 16–24.
16. Ledenyov V. I., Makarov A. M. Raschyot energeticheskikh parametrov shumovykh poley v proizvodstvennykh pomescheniyakh slozhnoy formy s tekhnologicheskim oborudovaniem [Calculation of energy parameters of noise fields in production facilities of complex shape with technological equipment]. *Nauchny vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitelstvo i arkhitektura* [Scientific Herald of Voronezh State Architectural and Construction University. Construction and architecture]. 2008, № 2, P. 94–101.
17. Tsukernikov I., Antonov A., Ledenyov V., Shubin I., Nevenchannaya T. Noise calculation method for industrial premises with bulky equipment at mirror-diffuse sound reflection / *Procedia Engineering*. № 176. 2017. P. 218–225.

© А. И. Антонов, В. И. Леденев, И. В. Матвеева, О. О. Федорова, 2017

Получено: 07.04.2017 г.



УДК 699.844

**В. Н. БОБЫЛЕВ**, чл.-кор. РААСН, проф., зав. кафедрой архитектуры;  
**С. А. ПАУЗИН**, канд. техн. наук, доц. кафедры архитектуры; **В. А. ТИШКОВ**,  
канд. техн. наук, проф. кафедры архитектуры; **Д. В. МОНИЧ**, канд. техн.  
наук, проф. кафедры архитектуры; **П. А. ГРЕБНЕВ**, канд. техн. наук, нач.  
учебно-научно-исследовательского центра «Строительные конструкции»

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ЖЕСТКОСТИ ОРТОТРОПНОГО ОГРАЖДЕНИЯ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ЕГО ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ**

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

*Ключевые слова:* ортотропная ограждающая конструкция, прохождение звука, звукоизоляция.

*Рассмотрены результаты теоретических и экспериментальных исследований звукоизоляции тонких ограждений. Для регулирования прохождения звука было использовано ослабление поперечного сечения с однонаправленным нанесением пропилов, что привело к появлению анизотропии механических свойств ограждения. Представлены преимущества и недостатки подобного метода. Для сравнения приведены результаты экспериментальных исследований с выполнением пропилов в двух направлениях.*

Акустический комфорт является важной характеристикой для помещений любого назначения и зданий в целом. Данные требования должны выполняться как на стадии проектирования, так и в процессе эксплуатации здания (при капитальном ремонте, реконструкции, изменении характеристик внешних и внутренних источников шума). При реконструкции корректировка звукоизоляции ограждающих конструкций иногда требуется при неизменном конструктивном решении, либо без существенного увеличения толщины и/или массы ограждения. В промышленной звукоизоляции часто требуется создание шумозащитных конструкций, обладающих повышенными значениями звукоизоляции в конкретном диапазоне частот. Все это ставит перед проектировщиками ряд важных задач, среди которых: исследование механизма прохождения звука через ограждения с произвольными геометрическими и физико-механическими характеристиками, в том числе имеющими ту или иную степень анизотропии. Необходимо также иметь представление о возможностях и пределах регулирования звукоизоляцией без кардинального изменения существующих параметров конструкций.

С помощью теории самосогласования волновых полей [1] можно описать процесс прохождения звука через однослойное ограждение как сумму резонансного и инерционного прохождения. Это позволило сделать важный вывод о том, что ограждающие конструкции конечных размеров во всех частотных диапазонах обладают предельными значениями звукоизоляции, которые определяются инерционным прохождением звука. Собственная звукоизоляция реального ограждения всегда меньше своих предельных значений из-за наличия резонансной составляющей. Л. Кремер [2] в своем исследовании определил, что звукоизоляция фанерного листа повышается, если по его плоскости нанести пропилы, то есть изменить жесткость. В дальнейшем этот способ был оформлен в «технология ослабления поперечного сечения (ОПС)» [3]. Теоретические и экспериментальные исследования звукоизоляции ограждающих конструкций с измененной жесткостью также

проводятся в Вологодском государственном университете [4].

Технология ОПС предполагает нанесение пропилов с некоторым шагом по плоскости ограждения одновременно в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Однако иногда такой подход является неприменимым в силу существенного уменьшения жесткости конструкции и невозможности ее использования. Нанесение же однонаправленных пропилов приводит к тому, что определение звукоизоляции по предлагаемым авторами расчетным зависимостям становится невозможным, так как получившаяся конструкция является анизотропной [5] и прогнозировать ее звукоизоляцию необходимо с учетом этого изменения [6].

Для уточнения совместного влияния анизотропии и ОПС в лаборатории акустики ННГАСУ был проведен комплекс экспериментальных исследований звукоизоляции тонких однослойных ограждений (пластин) из древесно-стружечных плит (ДСП) толщиной 38 мм и размерами в плане  $1,2 \times 1,0$  м. В процессе экспериментов жесткость исходного образца последовательно уменьшалась с помощью нанесения пропилов. Схема конструкции показана на рис. 1, а параметры ОПС представлены в таблице.

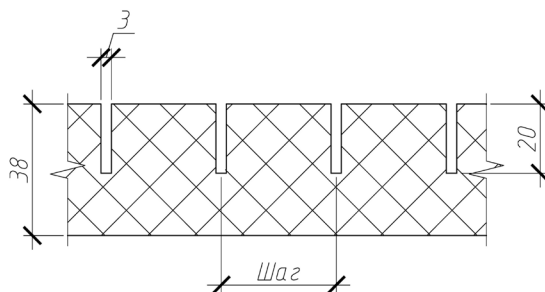


Рис. 1. Схема исследуемой ограждающей конструкции с ОПС (поперечное сечение). Все размеры в мм

#### Параметры исследуемых ограждающих конструкций

Номер образца	Описание конструкции	Номер графика на рис. 2
1	Исходная пластина без пропилов	1
2	Пластина с пропилами с шагом 200 мм вдоль короткой стороны	2
3	Пластина с пропилами с шагом 100 мм вдоль короткой стороны	3
4	Пластина с пропилами с шагом 33 мм вдоль короткой стороны	4
5	Пластина с пропилами с шагом 33 мм вдоль короткой стороны и пропилами с шагом 100 мм вдоль длинной стороны	-
6	Пластина с пропилами с шагом 33 мм вдоль короткой стороны и пропилами с шагом 33 мм вдоль длинной стороны	5



Образцы 1 и 6 являются изотропными, остальные – ортотропные. Результаты экспериментальных исследований звукоизоляции описанных ограждений представлены на рис. 2.

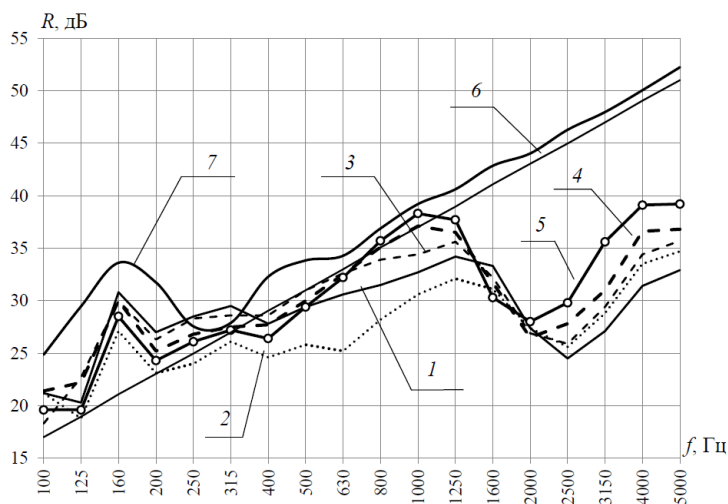


Рис. 2. Частотные характеристики звукоизоляции листов ДСП: 1 – исходная пластина (образец № 1); 2 – пластина с вертикальными пропилами шагом 200 мм (образец № 2); 3 – пластина с вертикальными пропилами шагом 100 мм (образец № 3); 4 – пластина с вертикальными пропилами шагом 33 мм (образец № 4); 5 – пластина с вертикальными и горизонтальными пропилами шагом 33 мм (образец № 6); 6 – закон масс; 7 – предельная звукоизоляция по [3]

Анализируя представленные частотные характеристики, можно сделать следующие выводы:

1. Ослабление поперечного сечения односторонними пропилами по-разному влияет на значения звукоизоляции. В частности, пропилы, наносимые с редким шагом (образец № 2), снизили звукоизоляцию в диапазоне частот ниже 2 000 Гц на 1–6 дБ. Уменьшение шага пропилов сначала до 100 мм, а затем до 33 мм позволило увеличить звукоизоляцию относительно первоначальных значений на 2–6 дБ в диапазоне частот 500–2 000 Гц. Ниже 400 Гц звукоизоляция образцов с пропилами неизменно снижалась относительно звукоизоляции исходного образца.

2. В соответствии с технологией ОПС [3] оптимальный шаг перпендикулярных (то есть параллельных обеим сторонам конструкции) пропилов для исходного образца составляет 90 мм. Если по конструктивным соображениям такое изменение жесткости невозможно, то для однонаправленных пропилов этот шаг рекомендуется уменьшить на 30–50 % для достижения ощутимого роста значений звукоизоляции.

3. В области частот выше 2 500 Гц звукоизоляция возростала независимо от шага пропилов.

Теоретическое обоснование изменения хода частотных характеристик звукоизоляции можно подтвердить расчетами. Для этого реальную конструкцию моделируем ортотропной, состоящей из плоского элемента толщиной 18 мм (суммарная толщина исходного образца за вычетом глубины пропила) с ребрами жесткости. Расчетные характеристики жесткостей определим в соответствии с известными выражениями [5, 7].

Численные значения:

- для образца № 1:  $D = 6\,350 \text{ Па} \cdot \text{м}^3$ ;
  - для образца № 2:  $D_1 = 1\,225 \text{ Па} \cdot \text{м}^3$ ;  $D_2 = 67\,040 \text{ Па} \cdot \text{м}^3$ ;  $D_3 = 605 \text{ Па} \cdot \text{м}^3$ ;
  - для образца № 3:  $D_1 = 607 \text{ Па} \cdot \text{м}^3$ ;  $D_2 = 14\,550 \text{ Па} \cdot \text{м}^3$ ;  $D_3 = 288 \text{ Па} \cdot \text{м}^3$ ;
  - для образца № 4:  $D_1 = 194 \text{ Па} \cdot \text{м}^3$ ;  $D_2 = 9\,610 \text{ Па} \cdot \text{м}^3$ ;  $D_3 = 54 \text{ Па} \cdot \text{м}^3$
- при  $E = 1\,350 \text{ МПа}$ .

Результаты расчетов звукоизоляции исследуемых ограждений приведены на рис. 3. Физико-механические характеристики (модуль упругости, коэффициент Пуассона, коэффициент потерь, поверхностная масса) и геометрические характеристики (размеры в плане) данных ограждений заданы равными.

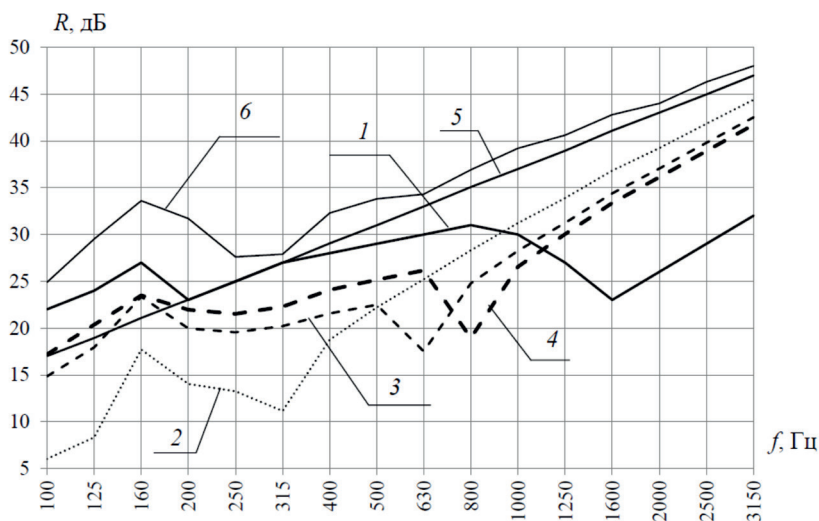


Рис. 3. Теоретические частотные характеристики звукоизоляции листов ГСП: 1 – исходная пластина (образец № 1); 2 – пластина с вертикальными пропилами шагом 200 мм (образец № 2); 3 – пластина с вертикальными пропилами шагом 100 мм (образец № 3); 4 – пластина с вертикальными пропилами шагом 33 мм (образец № 4); 5 – закон масс; 6 – предельная звукоизоляция по [3]

Результаты, приведенные на рис. 3, подтверждают выводы, сделанные по данным экспериментальных исследований. Ход теоретических графиков в целом соответствует данным лабораторных измерений. Дополнительно можно отметить, что разница в численных значениях обусловлена тем, что конструкция с пропилами не является однородной, как это принято в теории самосогласования, длины изгибных волн сопоставимы с размерами неоднородностей. При распространении упругих волн в пластине происходит рассеивание звуковых волн на инородных включениях. В то же время при увеличении шага пропилов на высоких частотах происходит распространение изгибных волн на участках пластины между пропилами, что увеличивает долю проходящей звуковой энергии [8–10].

Теоретические зависимости, использованные при построении графиков, приведенных на рис. 3, могут применяться при прогнозировании звукоизоляции ограждений с измененной жесткостью, когда спектр изолируемого шума носит локализованный по частотной шкале характер. В данном случае можно будет доста-

точно точно определить наличие резервов повышения звукоизоляции для ограждающей конструкции конечных размеров.

Представляет интерес сравнение результатов применения технологии ОПС с пропилами в одном направлении (ортотропные пластины) и в двух взаимно перпендикулярных направлениях. На рис. 4 приведены экспериментальные частотные характеристики звукоизоляции гипсоволокнистого листа (ГВЛ) до и после ОПС, измеренные в малых реверберационных камерах. Частотная шкала начинается с граничной частоты диффузности измерительных камер (500 Гц).

Представленные результаты показывают, что с помощью оптимального ОПС гипсоволокнистого листа можно использовать значительные резервы звукоизоляции в области высоких частот ( $f > 1000$  Гц). После ОПС ограждения его цилиндрическая жесткость снизилась в 7,6 раз, что привело к смещению граничной частоты полных пространственных резонансов на более высокие частоты (на 1,5 октавы). При этом расширилась область неполных пространственных резонансов, и звукоизоляция пластины повысилась благодаря снижению резонансного прохождения звука. Параметры оптимального ОПС были определены на основании теоретического расчета [11].

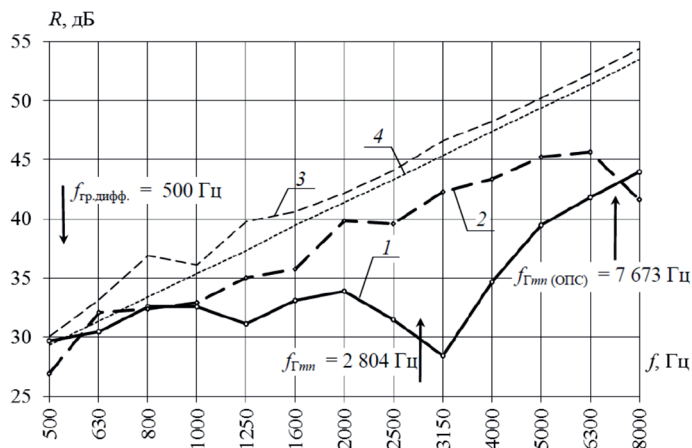


Рис. 4. Экспериментальные частотные характеристики звукоизоляции ГВЛ ( $a \times b = 1,0 \times 0,5$  м): 1 – до ОПС ( $h = 12,5$  мм,  $\mu = 13,9$  кг/м<sup>2</sup>,  $D = 672$  Па·м<sup>3</sup>); 2 – после оптимального ОПС ( $h_{ОПС} = 6$  мм,  $\mu_{ОПС} = 13,3$  кг/м<sup>2</sup>,  $DOПС = 88$  Па·м<sup>3</sup>); 3 – предельная звукоизоляция по [3]; 4 – закон масс

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования показывают, что облегченные листовые конструкции (пластины), применяемые в качестве облицовок в каркасно-обшивных перегородках и в бескаркасных сэндвич-панелях обладают значительными резервами повышения звукоизоляции в широком диапазоне частот. Теория самосогласования волновых полей позволяет определять оптимальные жесткостные параметры ограждений с учетом спектра изолируемого шума и требований по прочности.

Статья подготовлена в рамках работ по направлению «Обеспечение выполнения НИР» (шифр работы 7.8615.2017/7.8) с финансированием из средств Минобрнауки России в рамках государственного задания на научные исследования на 2017 г.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Седов, М. С. Звукоизоляция / М. С. Седов // Техническая акустика транспортных машин : справочник / под ред. Н. И. Иванова. – Санкт-Петербург : Политехника, 1992. – Гл. 4. – С. 68–106.
2. Cremer, L. Theorie der Schalldämmung dünner Wände bei schrägem Einfall / L. Cremer // Akust. Z. – 1942. – Bd. 7. – N. 3– S. 81–125.
3. Бобылев, В. Н. Изоляция воздушного шума однослойными ограждающими конструкциями : учеб. пособие для вузов / В. Н. Бобылев, В. А. Тишков, Д. В. Монич ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2014. – 67 с.
4. Шашкова Л. Э. Исследование влияния месторасположения и заполнения пропилов в вибродемпфированных элементах на их звукоизоляцию / Л. Э. Шашкова, А. А. Кочкин // Жилищное строительство. – 2015. – № 7. – С. 58–59.
5. Лехницкий, С. Г. Анизотропные пластинки / С. Г. Лехницкий. – Москва : Гостехтеориздат, 1957. – 463 с. : ил.
6. Исследование резервов повышения звукоизоляции однослойных ограждений с ослабленным поперечным сечением / В. Н. Бобылев, В. А. Тишков, С. А. Паузин, Д. В. Монич // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2016. – № 2. – С. 23–30.
7. Лизин, В. Т. Проектирование тонкостенных конструкций / В. Т. Лизин, В. А. Пяткин. – Москва : Машиностроение, 1985. – 344 с. : ил.
8. Кристенсен, Р. Введение в механику композитов / Р. Кристенсен. – Москва : Мир, 1982. – 334 с.
9. Щевьев, Ю. П. Акустические свойства неоднородных и комбинированных материалов / Ю. П. Щевьев. – Москва : Стройиздат, 1980. – 140 с. : ил.
10. Боголепов, И. И. Звукоизоляция на судах / И. И. Боголепов, Э. И. Авферинок. – Ленинград : Судостроение, 1970. – 192 с.
11. Резервы повышения звукоизоляции однослойных ограждающих конструкций : монография / В. Н. Бобылев, Д. В. Монич, В. А. Тишков, П. А. Гребнев ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2014. – 118 с.

**BOBYLYOV Vladimir Nikolaevich, Corresponding Member of RAACS, professor, holder of the chair of architecture; PAUZIN Sergey Aleksandrovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of architecture; TISHKOV Vladimir Aleksandrovich, candidate of technical sciences, professor of the chair of architecture; MONICH Dmitriy Viktorovich, candidate of technical sciences, professor of the chair of architecture; GREBNEV Pavel Alekseevich, candidate of technical sciences, head of the educational and research center «Building constructions»**

#### OPTIMIZATION OF ORTHOTROPIC ENCLOSURE STIFFNESS TO INCREASE ITS SOUND INSULATION

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

*Key words:* orthotropic enclosure structure, sound transmission, sound insulation.

*The paper presents the results of theoretical and experimental research of sound insulation of thin orthotropic enclosures. To regulate sound transmission, the wall cross-section was weakened by unidirectional parallel slits that caused anisotropy of its mechanic properties. The paper shows advantages and drawbacks of such a method. For comparison, the results of experimental studies with parallel slits in two directions are presented.*



## REFERENCES

1. Sedov M. S. *Zvukoizolyatsiya* [Sound insulation]. *Tekhnicheskaya akustika transportnykh mashin* [Noise and vibration control in vehicles], *spravochnik*. Pod red. N. I. Ivanova. Saint-Petersburg, Politekhnik, 1992. Ch. 4. P. 68–106.
2. Cremer, L. *Theorie der Schalldämmung dünner Wände bei schrägem Einfall*. *Akust. Z.* 1942. Bd. 7. № 3. S. 81–125.
3. Boblyov V. N., Tishkov V. A., Monich D. V. *Izolyatsiya vozduhnogo shuma odnosloynymi ograzhdayuschimi konstruktivnymi* [Insulation of air sound by single-layered enclosing structures], *ucheb. posobie dlya vuzov*. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, NNGASU, 2016. 67 p.
4. Shashkova L. E., Kochkin A. A. *Issledovanie vliyaniya mestoraspologheniya i zapolneniya propilov v vibrodempirovannykh elementakh na ikh zvukoizolyatsiyu* [Investigation of the influence of the location and filling of the cuts in the vibration damping elements on their sound insulation]. *Zhilishnoe stroitelstvo* [Housing construction], 2015, № 7. P. 58–59.
5. Lekhnitskiy S. G. *Anizotropnye plastinki* [Anisotropic plates]. Moscow, Gostekhteorizdat, 1957, 463 p.
6. Boblyov V. N., Tishkov V. A., Pauzin S. A., Monich D. V. *Issledovanie rezervov povysheniya zvukoizolyatsii odnosloynnykh ograzhdeniy s oslablennym poperechnym secheniem* [The study of reserves of increasing sound insulation for single-layer enclosures with a weakened cross-section]. *Privolzhskiy nauchny zhurnal* [The Privolzhsky Scientific Journal]. 2016. № 2. P. 23–30.
7. Lizin V. T., Pyatkin V. A. *Proektirovanie tonkostennykh konstruktivnykh* [Design of thin-walled constructions]. Moscow. Mashinostroenie, 1985. 344 p.
8. R. Kristensen *Vvedenie v mekhaniku kompozitov* [Introduction to mechanics of composites]. Moscow. Mir, 1982. 334 p.
9. Schev'ev Yu. P. *Akusticheskie svoystva neodnorodnykh i kombinirovannykh materialov* [Acoustic properties of heterogeneous and combined materials]. Moscow. Stroyizdat, 1980. 140 p.
10. Bogolepov I. I., Avferonok E. I. *Zvukoizolyatsiya na sudakh* [Sound insulation on ships]. Leningrad. Sudostroenie, 1970. 192 p.
11. Boblyov V. N., Monich D. V., Tishkov V. A., Grebnev P. A. *Rezervy povysheniya zvukoizolyatsii odnosloynnykh ograzhdayuschikh konstruktivnykh* [Reserves for increasing sound insulation of single-layer enclosing structures]. *Monografiya*. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, NNGASU, 2014. 118 p.

© В. Н. Бобылев, С. А. Паузин, В. А. Тишков, Д. В. Монич, П. А. Гребнев, 2017  
Получено: 07.04.2017 г.



УДК 699.844

С. А. ПАУЗИН, канд. техн. наук, доц. кафедры архитектуры; А. А. СУХАНОВ, магистрант кафедры архитектуры

## ВКЛАД ЭЛЕМЕНТОВ МНОГОСЛОЙНОЙ КОНСТРУКЦИИ С ОРТОТРОПНЫМ СЛОЕМ В ОБЩУЮ ЗВУКОИЗОЛЯЦИЮ ОГРАЖДЕНИЯ

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

*Ключевые слова:* ортотропная ограждающая конструкция, многослойное ограждение, звукоизоляция.

---

*Рассмотрены результаты экспериментальных исследований многослойного ограждения с ортотропным слоем. Обнаружена зависимость звукоизоляции от различных физико-механических параметров, в частности толщины облицовок, наличия или отсутствия звукопоглощающего заполнения. Оценен вклад каждого слоя в общую звукоизоляцию всего ограждения.*

---

Требования грамотного подхода к использованию ресурсов диктуют необходимость более полно использовать звукоизоляционные свойства конструкций, поэтому современное акустическое проектирование сосредоточено на обеспечении требуемого звукового комфорта в помещениях за счет регулируемой звукоизоляции ограждений при минимально возможной их массе.

В современном строительстве, особенно при реконструкции зданий, получили широкое распространение облегченные перегородки с каркасом из тонкостенных металлических профилей с облицовкой гипсоволокнистыми (ГВЛ) или гипсокартонными (ГКЛ) листами. Использование подобных перегородок в большинстве случаев оказывается более выгодным по сравнению с традиционными известными конструкциями, например из кирпича, газосиликатных и керамзитобетонных блоков, так как они обладают большой поверхностной массой, трудоемки в изготовлении и занимают часть полезной площади помещений из-за значительной толщины.

При проектировании промышленной звукоизоляции в качестве облицовок вместо ГВЛ или ГКЛ используют еще более легкие стальные оцинкованные листы, которые более долговечны во влажной или агрессивной среде и кроме того позволяют создавать мобильные звукоизолирующие ограждения для приборов, станков и оборудования.

Основным недостатком подобных многослойных каркасных ограждений является их относительно невысокая звукоизоляция. Индекс изоляции воздушного шума данных перегородок стандартной конструкции находится в пределах  $R_w = 45\text{--}50$  дБ при облицовках из ГВЛ и при стальных обкладках  $R_w$  часто не превышает 25–30 дБ. Поэтому возникает необходимость оптимизации конструктивных решений многослойных каркасных перегородок с целью повышения их звукоизоляции при сохранении значений небольшой поверхностной массы и толщины.

Одним из способов повысить звукоизоляцию многослойных конструкций, состоящих из внутреннего каркаса, двух облицовок и минваты для заполнения пустот, является использование в них в качестве среднего слоя ортотропных пластин, у которых сопротивление механическим воздействиям различно для разных направлений [1, 2].

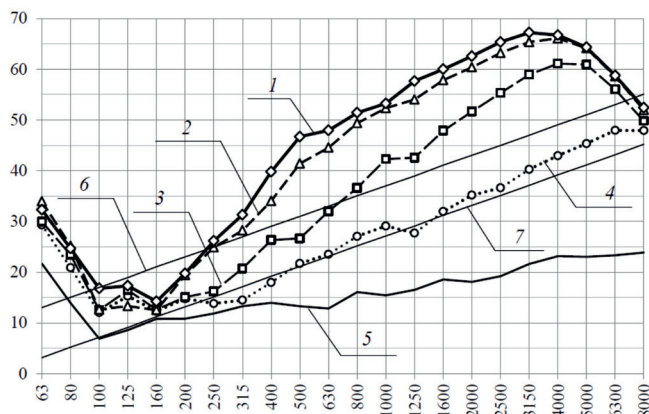
Для оценки влияния элементов, составляющих многослойную конструкцию, на суммарную звукоизоляцию всего ограждения была проведена серия экспериментальных исследований. Измерения проводились в больших реверберационных камерах лаборатории акустики ННГАСУ по стандартной методике ГОСТ 27296-2012 с применением современного портативного анализатора спектров Larson-Davis 2900B.

Ограждение состояло из каркаса, выполненного из металлического профилированного листа НС44 (ортотропного слоя), двух стальных обшивок толщиной 0,6 мм каждая, с заполнением образовавшихся пустот звукопоглощающим материалом. Ограждение устанавливалось в проем размером 1,2×2,0 м между реверберационными камерами.

С целью определения вклада каждого слоя в общую звукоизоляцию ограждения по мере удаления составляющих его слоев последовательно проведены измерения звукоизоляции нескольких вариантов ограждений (см. таблицу).

Состав конструкции	Номер кривой на рисунке
Ортотропный средний слой (каркас) + заполнение пустот минватой с двух сторон + две стальные обшивки толщиной по 0,6 мм с двух сторон	1
Ортотропный средний слой (каркас) + заполнение пустот минватой с одной стороны + стальные обшивки толщиной по 0,6 мм с двух сторон	2
Ортотропный средний слой (каркас) + стальные обшивки толщиной по 0,6 мм с двух сторон	3
Ортотропный средний слой (каркас) + стальная обшивка толщиной по 0,6 мм с одной стороны	4
Ортотропный средний слой (каркас)	5

По результатам исследований можно судить о вкладе каждого конструктивного слоя в общую звукоизоляцию (см. рисунок).



Частотные характеристики звукоизоляции многослойных перегородок: 1 — звукоизоляция многослойной ортотропной перегородки; 2 — то же, без звукопоглощающего заполнителя с одной стороны; 3 — то же, без звукопоглощающего заполнителя с двух сторон; 4 — звукоизоляция перегородки с листом обшивки с одной стороны; 5 — звукоизоляция среднего слоя — листа профнастила НС44; 6 — закон масс для перегородок 1–3; 7 — закон масс для перегородки 5





Наибольший вклад на частотах выше 315 Гц дает первая обшивка, который составляет от 5 до 25 дБ, тогда как за счет увеличения массы он не должен превышать 10 дБ.

Вклад второй обшивки также существенен, он составляет 5–18 дБ в диапазоне частот 250–8 000 Гц.

Важную роль в повышении звукоизоляции в области частот 200–4000 Гц играет звукопоглощающий материал в складках металлического профиля каркаса облегченной многослойной перегородки. Это связано не только с исключением влияния резонансов воздушных объемов, но и с частичным демпфированием колебаний листа профнастила. При удалении звукопоглощающего материала звукоизоляция многослойной конструкции снижается на 5–18 дБ.

Спад в общей звукоизоляции ограждения в области высоких частот можно объяснить влиянием граничной частоты полного пространственного резонанса (ППР) [3] листа обшивки, которую приближенно можно определить по известной формуле:

$$f_{\Gamma} = \frac{c_0^2}{2 \cdot \pi} \sqrt{\frac{\mu}{D}}, \quad (1)$$

где  $\mu$  – поверхностная плотность листа изотропной обшивки;  $D$  – его цилиндрическая жесткость.

Так, для одного листа обшивки в ограждении, состоящем из среднего слоя профнастила НС44 и двух стальных обкладок при толщине облицовки 0,6 мм, граничная частота ППР  $f_{\Gamma mn} = 20$  кГц, что начинает приводить к снижению общей звукоизоляции лишь с частоты 4 000 Гц. С большой уверенностью можно предположить, что при изменении толщин слоев обшивок будет меняться граничная частота ППР для них. К примеру, для стального листа толщиной 1 мм  $f_{\Gamma mn} = 12,0$  кГц. Это может сказаться на уменьшении значений звукоизоляции, уже начиная с частоты 1 600–2 000 Гц.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лехницкий, С. Г. Анизотропные пластинки / С. Г. Лехницкий. – Москва : Гостехтеориздат, 1957. – 463 с. : ил.
2. 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.
3. Седов, М. С. Звукоизоляция / М. С. Седов // Техническая акустика транспортных машин : справочник / под ред. Н. И. Иванова. – Санкт Петербург : Политехника, 1992. – Гл. 4. – С. 68–106.

**PAUZIN Sergey Aleksandrovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of architecture; SUKHANOV Andrey Aleksandrovich, undergraduate student of the chair of architecture**

#### CONTRIBUTION OF COMPONENTS OF A MULTILAYER STRUCTURE WITH AN ORTHOTROPIC LAYER INTO AGGREGATED SOUND INSULATION OF AN ENCLOSURE

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



e-mail: k-archi@yandex.ru

*Key words:* orthotropic enclosure structure, multi-layer enclosure, sound insulation.

*The paper presents the results of experimental research on sound insulation of a multilayer enclosure with an orthotropic layer. Dependence of the sound insulation on various physical and mechanical parameters, in particular, thickness of facing, availability or absence of sound-absorbing filling material is shown. Contribution of each layer into aggregated sound insulation of entire enclosure is estimated.*

## REFERENCES

1. Lekhnitskiy S. G. Anizotropnye plastinki [Anisotropic plates]. Moscow: Gostekhteorizdat, 1957. 463 p.
2. Bobilyov V. N., Pauzin S. A., Tishkov V. A. Izolyatsiya shuma orthotropnymi konstruktsiyami zdaniy [Noise insulation of buildings by orthotropic enclosures]. Monograph. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, NNGASU, 2016. 90 p.
3. Sedov M. S. Zvukoizolyatsiya [Sound insulation]. Tekhnicheskaya akustika transportnykh mashin [Noise and vibration control in vehicles], spravochnik pod red. N. I. Ivanova. Saint-Petersburg. Politekhnik, 1992. Ch. 4. P. 68–106.

© С. А. Паузин, А. А. Суханов, 2017

Получено: 18.03.2017 г.

УДК 691.328

**Н. Н. БЕЛОВ<sup>1</sup>, д-р физ.-мат. наук, проф.; В. Т. ЕРОФЕЕВ<sup>2</sup>, академик РААСН, д-р техн. наук, проф.; Н. Т. ЮГОВ<sup>1</sup>, д-р физ.-мат. наук, проф.; Д. Г. КОПАНИЦА<sup>1</sup>, д-р техн. наук, проф.; И. В. ЕРОФЕЕВА<sup>3</sup>, аспирант**

## РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ ФИБРОБЕТОННЫХ ПЛИТ НА ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ УДАР

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет»

Россия, 634003, г. Томск, пл. Соляная 2. Тел.: (3822) 65-36-00; эл. почта: n.n.belov@mail.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева»

Россия, 430005, г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68. Тел.: (8342) 47-29-13; эл. почта: ira.erofeeva.90@mail.ru

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Россия, 440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, д. 28. Тел.: (8412) 92-95-08; эл. почта: ira.erofeeva.90@mail.ru

*Ключевые слова:* математическое моделирование, ударно-волновая нагрузка, фибробетон, динамическое разрушение.

*Рассматриваются результаты исследований прочности бетонных, железобетонных и фибробетонных плит на высокоскоростной удар стальным цилиндрическим ударником. Результаты математического моделирования процессов ударного взаимодействия стального ударника с бетонными и сталефибробетонными плитами рассмотрены в диапазоне скоростей встречи 100–350 м/с.*



В строительной отрасли широко применяются модифицированные бетоны, обладающие повышенными физико-механическими характеристиками. К таким бетонам относится фибробетон, представляющий собой бетон с равномерно распределенной по объему бетонной матрицы фиброй. Использование дисперсно-армированных бетонов в строительных конструкциях позволяет увеличить прочность, трещиностойкость и деформативность элементов; повысить истираемость, морозостойкость, водонепроницаемость, ударную вязкость и другие параметры конструкций. Для строительных конструкций наблюдается тенденция к увеличению вероятности возникновения и воздействия кратковременных динамических нагрузок ударного и аварийного характера. Исследований фибробетонных конструкций на подобные воздействия недостаточно. Таким образом, математическое моделирование и расчет конструкций из фибробетона при динамическом нагружении является весьма актуальной задачей.

Прочность фибробетона на сжатие в большей степени, чем другие показатели прочности материала, зависит от характеристик бетонной матрицы. Успехи бетоноведения в конце XX века обеспечили возможность получения высокопрочных и высококачественных бетонов с прочностью на сжатие 100 МПа и выше, необходимых при строительстве высотных зданий и других уникальных сооружений. Однако при существенном повышении прочности бетона на сжатие прочность высокопрочных бетонов на растяжение повышается незначительно, что снижает возможность и эффективность их применения.

Разработанные математические модели поведения сред сложной структуры с учетом пористости, неупругих эффектов, фазовых превращений и динамического разрушения как хрупких, так и пластичных материалов в условиях ударно-волнового нагружения [1–4] реализованы в программном комплексе «РАНЕТ-3» [5], позволяющим проводить решение задач удара и взрыва в полной трехмерной постановке методом конечных элементов, модифицированным на решение динамических задач [2, 6–8].

В работах [2] расчетно-экспериментальным методом проведено исследование процессов ударного взаимодействия стальных цилиндрических ударников диаметром  $d_0 = 7,65$  мм и высотой 23 мм с бетонной плитой толщиной 200 мм в диапазоне скоростей встречи 130–700 м/с. Бетон имел состав: 1 часть цемента марки 400, 2 части мелкого песка. Время выдержки 30 суток.

Определялись диаметр лицевого откола в бетонной плите  $D$  и глубина кратера в ней  $L$ . Получено удовлетворительное согласование результатов эксперимента и математического моделирования. В данной работе проведено моделирование процессов ударного взаимодействия рассмотренного выше ударника со сталефибробетонной плитой с объемным содержанием фибры 3 %. В расчете толщина плиты выбиралась такой, чтобы тыльная ее поверхность не оказывала влияния на глубину кратера.

Результаты математического моделирования процессов ударного взаимодействия стального ударника с бетонными и сталефибробетонными плитами в диапазоне скоростей встречи 100–350 м/с представлены в таблице и на рис. 1–3.

**Расчетные данные по глубине внедрения стального ударника в бетонную и сталефибробетонную плиты**

$V, \text{ м/с}$	$L_1/d_0$	$L_2/d_0$	$R, \%$	$V, \text{ м/с}$	$L_1/d_0$	$L_2/d_0$	$R, \%$
100	0,15	-	-	150	0,89	0,16	-82
200	1,65	0,67	-59	244	2,25	1,31	-42
300	2,76	2,06	-25	350	3,2	2,54	-21

В таблице:  $V$  – скорость удара;  $L_1/d_0$ ,  $L_2/d_0$  – относительные глубины кратеров в бетонной и сталефибробетонной плитах;  $R$  – расхождение между величинами глубин кратеров.

Рис. 1 и 2 иллюстрируют картины ударного взаимодействия стального цилиндрического ударника с бетонными и сталефибробетонными плитами для скоростей удара 200 м/с и 350 м/с.

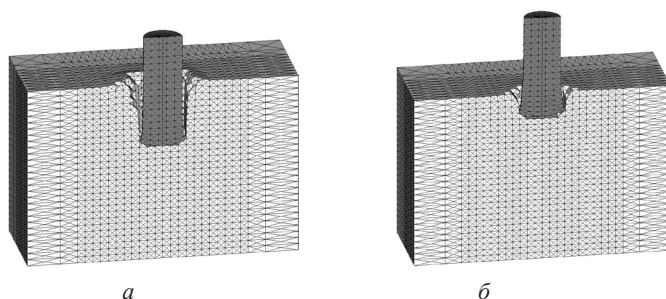


Рис. 1. Картины ударного взаимодействия стального цилиндра с бетонной (а) и сталефибробетонной (б) плитами при скорости удара 200 м/с

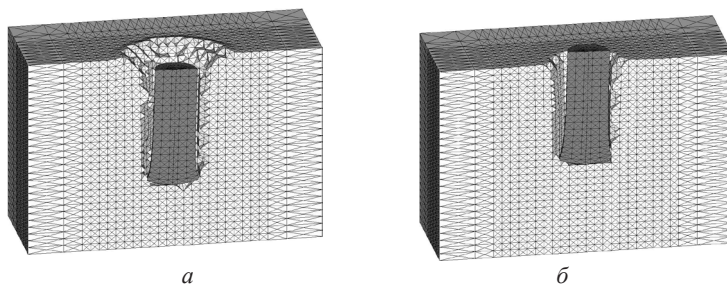


Рис. 2. Картины ударного взаимодействия стального цилиндра с бетонной (а) и сталефибробетонной (б) плитами при скорости удара 350 м/с

На рис. 3 представлены графики зависимости расчетных глубин проникновения ударника в бетонную (1) и сталефибробетонную (СФБ) (2) плиту от скорости удара.

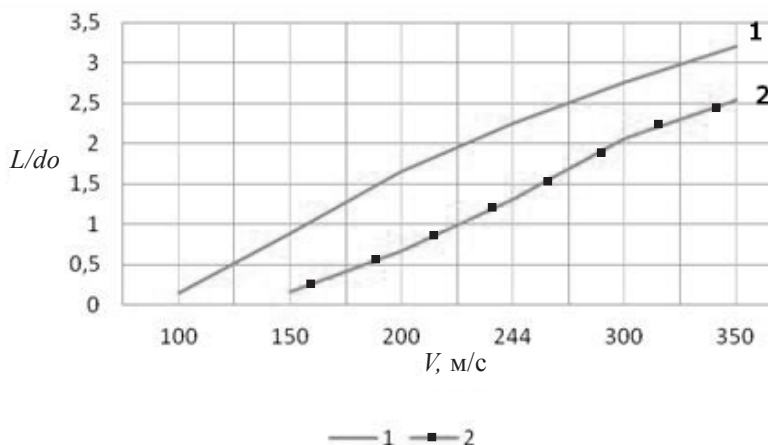


Рис. 3. Зависимости расчетных глубин проникания стального цилиндра от скорости удара: 1 – в бетон; 2 – в СФБ

График зависимости глубины проникания стального цилиндра в бетонную плиту от скорости удара находится значительно выше графика глубины проникания в сталефибробетонную плиту. Из рисунка видно, что процесс образования кратера в бетонной плите начинается приблизительно при скорости удара 90 м/с, в то время как в сталефибробетонной – со скорости 135 м/с. При скорости удара 100 м/с глубина кратера в бетонной плите составляет  $0,15d_0$ . При скорости удара 150 м/с глубина кратера в бетонной плите  $0,89d_0$ , в то время как в сталефибробетонной она достигает только величины  $0,16d_0$ . Расхождение между глубинами кратеров – 82 %. С ростом скорости удара оно уменьшается и при скорости удара 350 м/с расхождение составляет только 21 %.

В [2] представлены результаты исследований расчетно-экспериментальным методом процессов ударного взаимодействия рассмотренного выше ударника с бетонными и железобетонными плитами толщиной 24 мм в диапазоне скоростей встречи 300–750 м/с. Бетонные плиты армировались двумя слоями стальной сетки вблизи лицевой и тыльной поверхностей. Толщина стальной проволоки – 1,2 мм, размер ячейки – 5×5 мм. В эксперименте фиксировались запреградная скорость ударника, диаметры лицевого и тыльного отколов.

При скорости удара 495 м/с ударник в эксперименте пробивает бетонную плиту толщиной 24 мм. В ней образуются лицевой и тыльный отколы. Диаметры лицевого и тыльного отколов в эксперименте соответственно равны:  $d_n = 3,0d_0$ ;  $d_t = 5,2d_0$ . Скорость ударника за мишенью  $U_k = 327$  м/с.

Сравнительная картина пробития стальным цилиндрическим ударником бетонной и сталефибробетонных плит толщиной 24 мм с начальной скоростью удара 495 м/с представлена на рис. 4.

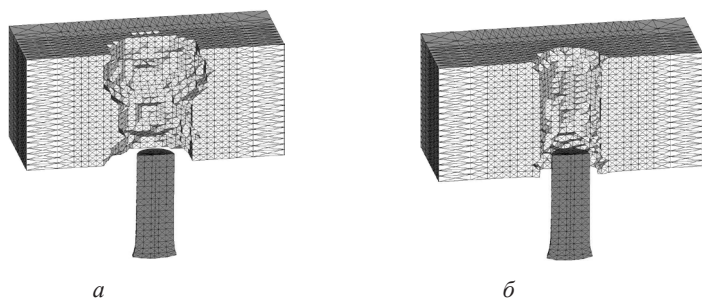


Рис. 4. Конфигурация стального ударника и плит: *а* – бетонной и *б* – сталефибробетонной при соударении со скоростью 495 м/с в момент времени 130 мкс

В бетонной плите образовался лицевой откол  $d_d/d_0 = 3,06$  и тыльный  $d_t/d_0 = 2,53$ . Запреградная скорость ударника – 310 м/с. Расхождение экспериментальных и расчетных данных по величине запреградной скорости ударника 5 %.

Наблюдается 30 %-е расхождение значений по величине диаметров тыльных отколов. Сравнительно большое различие по диаметру тыльного откола обусловлено тем, что максимальный размер преграды в расчетах ограничен  $5,8d_0$ , в то время как в экспериментах тыльный откол достигал величин  $7,8d_0$ .

При пробитии плиты из сталефибробетона образуется лицевой откол диаметром  $d_d = 1,8d_0$ . Диаметр тыльного откола  $d_t = 1,47d_0$ . За сталефибробетонной плитой скорость ударника составляет 285 м/с, что на 8 % меньше чем при пробитии бетонной плиты.

На рис. 5 представлены результаты математического моделирования процессов ударного взаимодействия стального цилиндра диаметром  $d_0 = 7,65$  мм и высотой  $h = 23$  мм с четырьмя типами мишеней толщиной  $H = 51$  мм. Скорость удара – 300 м/с.

В первой слоистой мишени (рис. 5а) верхний и нижний слои толщиной 6 мм каждый ( $h_1 = h_5 = 6$  мм) выполнены из углеродофибробетона, второй и четвертый ( $h_1 = h_4 = 9$  мм) – из железобетона. В центре мишени расположен слой бетона толщиной 21 мм. Слой железобетона армирован стальной сеткой. Толщина проволоки – 1,2 мм, размер ячейки –  $5 \times 5$  мм. Во второй мишени (рис. 5б) верхний и нижний слои заменены сталефибробетоном. Третья мишень – трехслойная (рис. 5в). Верхний и нижний слои выполнены из железобетона. Толщина железобетонных слоев – 15 мм. Четвертая мишень выполнена из бетона (рис. 5г).

Кратер глубиной  $L = 45,67$  мм ( $L = 5,97d_0$ ). Плита находится на пределе пробития. При взаимодействии с мишенью первого типа образуется кратер глубиной  $L = 37,49$  мм ( $L = 4,19d_0$ ). Замена слоев углеродофибробетона на сталефибробетон приводит к уменьшению глубины проникания до  $L = 30,68$  мм ( $L = 4,01d_0$ ). Наилучшей с точки зрения защиты оказалась третья конструкция. Ударник внедрился лишь на глубину  $L = 22,26$  мм ( $L = 2,91d_0$ ).



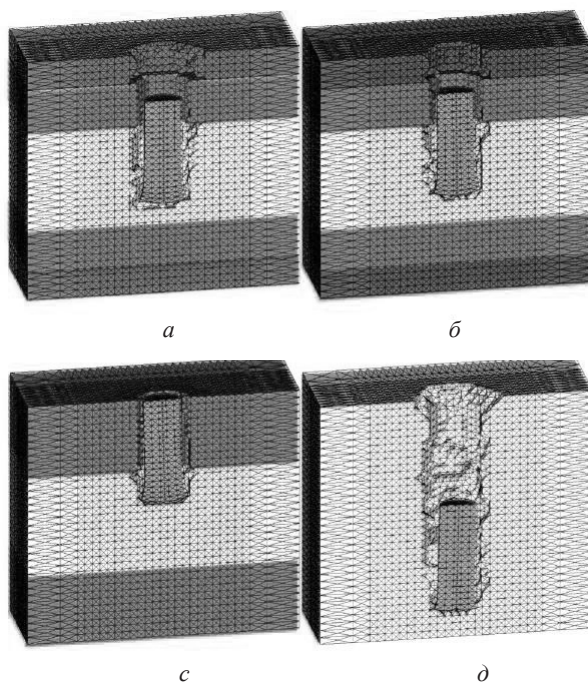


Рис. 5. Взаимодействия стального ударника со скоростью 300 м/с со слоистыми мишенями

Представленные в работе результаты наглядно демонстрируют возможности предложенной математической модели, позволяющей рассчитывать напряженно-деформированное состояние и разрушение слоистых фибробетонных конструкций в условиях ударно-волнового нагружения.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Динамика удара и сопутствующие физические явления / Н. Н. Белов, Н. Т. Югов, Д. Г. Копаница, А. А. Югов. – Томск : STT, 2005. – 356 с.
2. Расчетно-экспериментальный метод анализа динамической прочности элементов железобетонных конструкций / Н. Н. Белов, О. В. Кабанцев, Д. Г. Копаница, Н. Т. Югов. – Томск : STT, 2004. – 466 с.
3. Белов, Н. Н. Расчет прочности сталефибробетонных плит на высокоскоростной удар модельным снарядом / Н. Н. Белов, Н. Т. Югов, Д. Г. Копаница, А. А. Югов [и др.] // Вестник ТГАСУ. – 2014. – № 2. – С. 60–71.
4. Белов, Н. Н. Модель динамического разрушения фибробетона / Н. Н. Белов, Н. Т. Югов, Д. Г. Копаница, А. А. Югов [и др.] // Вестник ТГАСУ, 2014. – № 5. – С. 63–76.
5. Югов, Н. Т. Расчет адиабатических нестационарных течений в трехмерной постановке РАНЕТ-3 / Н. Т. Югов, Н. Н. Белов, А. А. Югов // Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 201061 1042. – Москва, 2010.
6. Oden, J. T. Formulations of general discrete models of thermomechanical behavior of materials / J. T. Oden, G. Agirre-Ramirez // Int. J. Solids Struct. / J. Int. – 1969. – V. 5, № 10. – P. 1077–1093.
7. Jonson, G. R. Three – dimensional computer code for dynamic response of solids to intense impulsive load / G. R. Jonson, D. D. Colby, D. J. Vavrick // Int. J. Numerical Methods in Engineering / J. Int. – 1979. – V. 14. – P. 1865–1871.





8. Jonson, G. R. High velocity impact calculations in three dimensions / G. R. Jonson // Appl. J. Mech / J. Appl. – 1977. – V. 44, № 3. – P. 95–100.

**BELOV Nikolay Nikolaevich<sup>1</sup>, doctor of technical sciences, professor; EROFEEV Vladimir Trofimovich<sup>2</sup>, academic of RAACS, doctor of technical sciences, professor; YUGOV Nikolay Tikhonovich<sup>1</sup>, doctor of technical sciences, professor; COPANITSA Dmitriy Georgievich<sup>1</sup>, doctor of technical sciences, professor; EROFEEVA Irina Vladimirovna<sup>3</sup>, postgraduate student**

## CALCULATION OF FIBRO-CONCRETE SLABS' STRENGTH TO A HIGH-SPEED IMPACT

<sup>1</sup>Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering

2, Solyanaya Sq., Tomsk, 634003, Russia. Tel.: +7 (3822) 65-36-00; e-mail: n.n.belov@mail.ru

<sup>2</sup>Mordovian State University

68, Bolshevistskaya St., Saransk, 430005, Russia. Tel.: +7 (8342) 47-29-13; e-mail: ira.erofeeva.90@mail.ru

<sup>3</sup>Penza State University of Architecture and Civil Engineering

28, German Titov St., Penza, 440028, Russia. Tel.: +7 (8412) 92-95-08; e-mail: ira.erofeeva.90@mail.ru

*Key words:* mathematical modeling, shock-wave loading, fiber-reinforced concrete, dynamic destruction.

---

*The article considers the results of studies of the strength of concrete, reinforced concrete and fiber-concrete slabs to a high-speed impact by a steel cylindrical hammer. The results of mathematical simulation of the shock interaction processes of a steel hammer with concrete and steel-fibred slabs are considered in the range of impact speeds of 100-350 m/s.*

---

## REFERENCES

1. Belov N. N., Yugov N. T., Kopanitsa D. G., Yugov A. A. Dinamika udara i soputstvuyushchie fizicheskie yavleniya [Dynamics of impact and accompanying physical phenomena]. Tomsk, STT, 2005. 356 p.
2. Belov N. N., Kabantsev O. V., Kopanitsa D. G., Yugov N. T. Raschyotno-eksperimentalny metod analiza dinamicheskoy prochnosti elementov zhelezobetonnykh konstruksiy [Calculation-experimental method of analysis of the dynamic strength of elements of reinforced concrete structures]. Tomsk, STT, 2004. 466 p.
3. Belov N. N., Yugov N. T., Kopanitsa D. G., Yugov A. A. et al. Raschyot prochnosti stalefibrobetonnykh plit na vysokoskorostnoy udar modelnym snaryadom [Calculation of strength of steel-fiber-concrete plates to a high-speed impact by a projectile]. Vestnik TGASU [Bulletin of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering], 2014. № 2. P. 60–71.
4. Belov N. N., Yugov N. T., Kopanitsa D. G., Yugov A. A. et al. Model dinamicheskogo razrusheniya fibrobetona [Model of dynamic fracture of fiber-reinforced concrete]. Vestnik TGASU [Bulletin of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering], 2014. № 5. P. 63–76.
5. Yugov N. T., Belov N. N., Yugov A. A. Raschyot adiabaticheskikh nestatsionarnykh techeniy v tryokhmernoy postanovke RANET-3 [Calculation of adiabatic nonstationary flows in the three-dimensional formulation RANET-3]. Federalnaya sluzhba po intellektualnoy sobstvennosti, patentam i tovarnym znakam. Svidetelstvo o gosudarstvennoy registratsii programm dlya EVM № 201061 1042 [Federal Service for Intellectual Property, Patents and Trademarks. Certificate of state registration of programs for electronic computers № 201061 1042], Moscow, 2010.



6. Oden J. T. Agirre-Ramirez G. Formulations of general discrete models of thermomechanical behavior of materials. *Int. J. Solids Struct.* 1969. V. 5. № 10. P. 1077–1093.
7. Jonson G. R., Colby D. D., Vavrick D. J. Three – dimensional computer code for dynamic response of solids to intense impulsive load. *Int. J. Numerical Methods in Engineering.* 1979. V. 14. P. 1865–1871.
8. Jonson G. R. High velocity impact calculations in three dimensions. *J. Appl. Mech.* 1977. V. 44. № 3. P. 95–100.

© Н. Н. Белов, В. Т. Ерофеев, Н. Т. Югов, Д. Г. Копаница, И. В. Ерофеева, 2017  
Получено: 24.04.2017 г.

УДК 692.2.5 + 697.12

**А. М. БЕРЕГОВОЙ**, д-р техн. наук, проф. кафедры городского строительства и архитектуры; **В. А. БЕРЕГОВОЙ**, д-р техн. наук, доц., зав. кафедрой технологии строительных материалов и деревообработки; **М. А. ДЕРИНА**, асс. кафедры городского строительства и архитектуры

### ТЕПЛОВЫЕ ПОТЕРИ ЧЕРЕЗ НАРУЖНЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ В ПРОЦЕССЕ ЭКСФИЛЬТРАЦИИ ВОЗДУХА

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»  
Россия, 440038, г. Пенза, ул. Г. Титова, д. 28. Тел.: (8412) 49-72-77; факс: (8412) 49-72-77;  
эл. почта ambereg@rambler.ru

*Ключевые слова:* наружные ограждающие конструкции, эксфильтрация воздуха, тепловые потери, расчетная модель.

---

*Дана приближенная оценка тепловых потерь на основании разработанной расчетной модели по эксфильтрации воздуха через перекрытие холодного чердака для различных вариантов пористого и плитного утеплителей, а также через верхние участки стен малоэтажных зданий, что позволяет уточнить тепловую эффективность этих ограждающих конструкций.*

---

Результаты натурных обследований жилой застройки с большим сроком эксплуатации в г. Пензе указывают на то, что наряду с процессом физического и морального старения в ее зданиях наблюдается прогрессирующее ухудшение микроклимата и рост тепловых потерь [1, 2].

Для повышения тепловой эффективности этих и более поздних типовых серий жилых зданий предлагаются не только усовершенствованные конструктивные решения наружных ограждений, но и другие способы улучшения параметров микроклимата внутренней воздушной среды [3, 4, 5].

Низкий уровень тепловой защиты крыш с холодным чердаком обследованных малоэтажных зданий, построенных в 50-х гг. прошлого столетия, обусловлен ошибками при проектировании, дефектами при монтаже деревянных конструкций чердачного перекрытия и устройстве системы естественной вентиляции, а также нарушением сроков проведения текущих и капитальных ремонтов зданий в течение длительного времени.

Основные причины снижения тепловой эффективности крыш зданий со сроками эксплуатации более 50 лет заключаются в неудовлетворительном состоянии

структуры утеплителя из шлаковой засыпки с преобладанием пылевидной фракции, полном разрушении подстилающего пароизоляционного слоя, отсутствием защитного покрытия из цементно-песчаного раствора поверху утеплителя, слабой вентиляцией чердачного пространства через слуховые окна. В ходе обследований отмечена также плохая теплоизоляция трубопроводов теплоснабжения и ее полное отсутствие на вентиляционных блоках в чердаке.

Снижение тепловой защиты конструкций крыш этих зданий привели к росту тепловых потерь из помещений верхнего этажа через чердачное перекрытие и интенсивному накоплению снежно-ледяного массива на кровлях.

В обследованных малоэтажных зданиях общественного назначения с холодным типом чердака и со сроками эксплуатации от 10 до 20 лет по причине недостаточной суммарной площади вентиляционных отверстий чердака и падения капель конденсированной влаги с ветрозащитной мембраны, выявлены случаи сверхсорбционного увлажнения теплоизоляционного слоя, что также приводит к росту теплопотерь помещений верхнего этажа.

При проведении исследований по оценке уровня тепловой защиты конструкций крыш обследованных зданий исходили из гипотезы, что величина тепловых потерь в процессе эксфильтрации теплого воздуха через конструкцию чердачного перекрытия зависит от особенностей конструктивного решения, разницы давлений воздуха  $\Delta p$  (Па) по обе стороны наружного ограждения. За основной оценочный критерий было принято сопротивление воздухопроницанию  $R_u$  ( $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$ ) исследуемой конструкции.

В составленной расчетной модели величину теплового потока при эксфильтрации воздуха через чердачное перекрытие определили по формуле:

$$q_u = \frac{c_b \cdot \omega \cdot e^{c_b \cdot \omega \cdot R}}{e^{c_b \cdot \omega \cdot R_0} - 1} \cdot (t_b - t_n), \quad (1)$$

где  $t_b$  и  $t_n$  – наружная и внутренняя температура воздуха по обе стороны перекрытия,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $c_b$  – удельная теплоемкость воздуха,  $\text{Дж} / (\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$ ;  $\omega$  – количество эксфильтрующегося воздуха,  $\text{кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ :

$$\omega = \frac{\Delta p}{R_n}, \quad (2)$$

$$\Delta p = 0,55 \cdot H(\gamma_n - \gamma_e) + 0,03 \cdot \gamma_n \cdot v^2, \quad (3)$$

где  $R_n$ , ( $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$ ), – сопротивление воздухопроницанию многослойной конструкции чердачного перекрытия

$$R_u = R_{u1} + R_{u2} + \dots + R_{un}, \quad (4)$$

$R_0$  и  $R$ , ( $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Вт}$ ) – соответственно общее сопротивление теплопередаче перекрытия и его сопротивление теплопередаче на границе у внутренней поверхности;  $H$  – высота здания (от уровня пола первого этажа до вытяжных отверстий чердака), м;  $\gamma_n$ ,  $\gamma_e$  – удельный вес наружного и внутреннего воздуха,  $\text{Н} / \text{м}^3$ ;  $v$  – максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с.

Результаты инструментальных замеров показали, что скорость движения воздуха над поверхностью утеплителя чердачного перекрытия чрезвычайно мала и составляет всего несколько см/с, поэтому при определении  $\Delta p$  по уравнению (3) второе слагаемое не учитывалось. При отсутствии ветра механизм инфильтрации воздуха через наружное ограждение нижнего этажа и его эксфильтрации на верхнем этаже будут действовать благодаря перераспределению плотностей холодного и теплого воздуха по высоте здания, т. е. за счет теплового напора.



Современные конструкции чердачных перекрытий с использованием железобетонных плит отличаются высоким сопротивлением воздухопроницанию, и поэтому величина тепловых потерь через такие перекрытия определяется из условия отсутствия эксфильтрации по общепринятой методике с использованием формулы:

$$q = \frac{t_e - t_n}{R_0}, \text{ Вт/м}^2. \quad (5)$$

Искомые величины тепловых потерь  $q_u$  и  $q$ , Вт/м<sup>2</sup> через обследованную конструкцию чердачного перекрытия, найденные по формулам (1) и (5), определялись для двухэтажного здания при  $\Delta p = 1,54$  Па (первая конструктивная схема – в таблице, которая является типовой для большого массива малоэтажных зданий старой застройки г. Пензы). Кроме того, аналогичные расчеты сделаны и для некоторых других конструктивных решений этого ограждения (таблица).

По расчетной модели были уточнены закономерности процесса эксфильтрации воздуха через пористую структуру наружных ограждений зданий. Для наружных стен, изготовленных из относительно воздухопроницаемых материалов, учитывались их участки в потолочной зоне, где процесс эксфильтрации воздуха протекает более интенсивно (рис. 1–3).

Тепловые потери в результате эксфильтрации воздуха увеличиваются с уменьшением сопротивления воздухопроницанию ограждения, особенно при значениях  $R_u < 2$  (м<sup>2</sup>·ч·Па)/кг (рис. 1). На рис. 2 и 3 показаны зависимости теплового потока  $q_u$  на внутренней поверхности наружных ограждений, определяющего расчетную величину тепловых потерь от сопротивления теплопередаче  $R_0$  и разности температур для рассмотренных конструктивных схем.

**Теплофизические показатели конструкций чердачного перекрытия**

Номер схемы	Конструктивная схема	$\omega$ , кг/м <sup>2</sup> ·ч	$q_u$ , Вт/м <sup>2</sup>	$q$ , Вт/м <sup>2</sup>
1	шлак котельный, $\gamma = 900$ кг/м <sup>3</sup> , $\delta = 18$ см доски по балкам $\gamma = 700$ кг/м <sup>3</sup> , $\delta = 2,5$ см	6,16	68,23	19,6
2	цементно-песчаная стяжка $\gamma = 1700$ кг/м <sup>3</sup> , $\delta = 2$ см шлак котельный, $\gamma = 900$ кг/м <sup>3</sup> , $\delta = 18$ см	0,09	15,51	18,8
3	минеральная вата, $\gamma = 150$ кг/м <sup>3</sup> , $\delta = 15$ см шлак котельный, $\gamma = 900$ кг/м <sup>3</sup> , $\delta = 18$ см доски по балкам $\gamma = 700$ кг/м <sup>3</sup> , $\delta = 2,5$ см	0,68	14,07	9,2
4	шлак котельный, $\gamma = 900$ кг/м <sup>3</sup> , $\delta = 18$ см доски по балкам, $\gamma = 700$ кг/м <sup>3</sup> , $\delta = 2,5$ см пленка натяжного потолка	нет	нет	19,6
5	армированная ЦПС, $\gamma = 1700$ кг/м <sup>3</sup> , $\delta = 2$ см плиты из пенополистирола, $\gamma = 100$ кг/м <sup>3</sup> , $\delta = 15$ см, слой рубероида, монолитная плита из железобетона	нет	нет	12,34

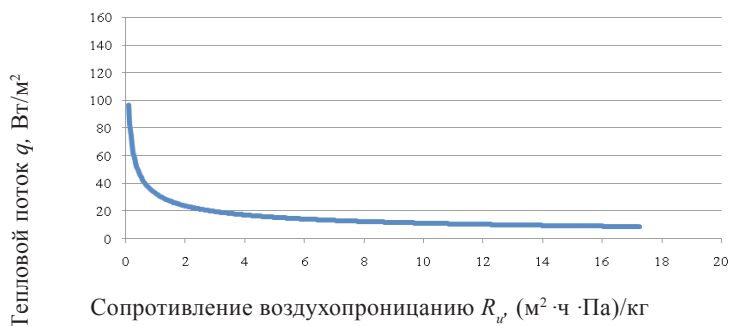


Рис. 1. Зависимость тепловых потерь конструкции по схеме 1 от величины  $R_u$

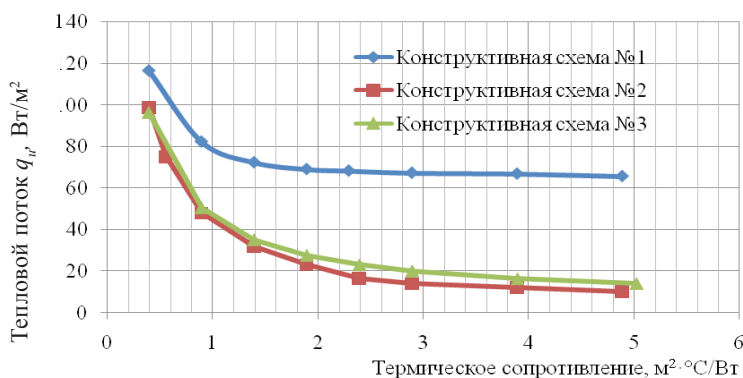


Рис. 2. Зависимость теплового потока  $q_u$  от термического сопротивления  $R_0$  для чердачного перекрытия

Значения  $q_u$  обследованных чердачных перекрытий значительно больше, чем у конструкций, дополнительно утепленных минераловатными плитами или имеющих практически воздухо непроницаемый слой в виде пленки натяжного потолка.

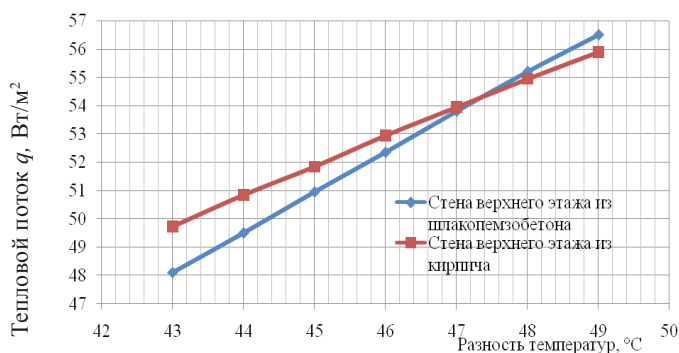


Рис. 3. Зависимость теплового потока  $q_u$  на внутренней поверхности наружной стены верхнего этажа из шлакопемзобетона и наружной стены из кирпича на цементно-шлаковом растворе от разности температур



Через конструкцию чердачного перекрытия величина тепловых потерь в 3,5 раза больше той, которая определяется по стандартной методике в соответствии с уравнением (5) при отсутствии эксфильтрации (таблица). Обоснованность данного вывода подтверждается результатами инструментальных замеров параметров микроклимата помещений верхнего этажа обследованных зданий: с наступлением холодного времени года температура внутреннего воздуха не превышала 16–17 °С, а в период резких похолоданий она находилась в пределах 14–15 °С.

Результаты расчета показали также, что укладка дополнительного теплоизоляционного слоя из такого воздухопроницаемого материала, как минераловатные плиты поверху засыпного утеплителя, хотя и увеличивает сопротивление теплопередаче чердачного перекрытия, но в целом не решает проблему больших тепловых потерь вследствие эксфильтрации воздуха через пористую структуру этих плит (для конструктивной схемы № 3 таблицы  $q < q_u$ ).

Выполненная на основании расчетной модели приближенная оценка тепловых потерь через конструкции чердачных перекрытий и наружных стен, имеющих небольшое сопротивление воздухопроницанию, позволяет уточнить тепловую эффективность этих наружных ограждений.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аспекты термомодернизации зданий старой застройки / А. М. Береговой, В. А. Береговой, П. В. Монастырев, О. В. Тараканов // Региональная архитектура и строительство. – 2016. – № 4. – С. 62–66.
2. Береговой, А. М. Тепловая эффективность эксплуатируемых жилых зданий / А. М. Береговой, В. А. Береговой, А. В. Мальцев, М. А. Петрянина // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 1. – С. 107–111.
3. Бодров, М. В. Повышение энергетической эффективности систем обеспечения параметров микроклимата многоквартирных жилых домов / М. В. Бодров, В. Ю. Кузин, М. С. Морозов // Жилищное строительство. – 2015. – № 6. – С. 48–50.
4. Дацюк, Т. А. Моделирование тепловлажностного режима при проектировании зданий / Т. А. Дацюк, А. М. Гримитлин // Вестник гражданских инженеров. – 2013. – № 3 (38). – С. 117–121.
5. Вытчиков, Ю. С. Повышение теплозащитных характеристик строительных ограждающих конструкций зданий и сооружений культурного и исторического наследия / Ю. С. Вытчиков, М. Е. Сапарев // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – № 3. – С. 52–55.

**BEREGOVY Aleksandr Markovich<sup>1</sup>, doctor of technical sciences, professor of the chair of urban construction and architecture; BEREGOVY Vitaly Aleksandrovich<sup>2</sup>, doctor of technical sciences, associate professor, holder of the chair of technology of building materials and wood processing; DERINA Mariya Aleksandrovna<sup>3</sup>, assistant of the chair of urban construction and architecture**

#### HEAT LOSS THROUGH ENCLOSURE STRUCTURES IN THE PROCESS OF AIR EXFILTRATION

Penza State University of Architecture and Construction

28, G. Titov St., Penza, 440038, Russia. Tel.: + 7 (8412) 49-72-77; fax: + 7 (8412) 49-72-77; e-mail: ambereg@rambler.ru

*Key words:* external enclosure structures, air exfiltration, heat loss, calculation model.



*The article gives an approximate assessment of heat losses based on the developed calculation model of air exfiltration through the floor of a cold garret for different variants of porous and slab heat insulators, as well as through the upper areas of walls of low-rise buildings, that enables to precise thermal efficiency of these enclosure structures.*

#### REFERENCES

1. Beregovoy A. M., Beregovoy V. A., Monastyryov P. V., Tarakanov O. V. Aspekty termomodernizatsii zdaniy staroy zastroyki [Aspects of thermal modernization of old buildings]. Regionalnaya arkhitektura i stroitelstvo [Regional architecture and engineering]. 2016. № 4. P. 62–66.
2. Beregovoy A. M., Beregovoy V. A., Maltsev A. V., Petryanina M. A. Teplovaya effektivnost ekspluatiruemykh zhilykh zdaniy [Thermal efficiency of residential buildings during their maintenance]. Regionalnaya arkhitektura i stroitelstvo [Regional architecture and engineering]. 2012. № 1. P. 107–111.
3. Bodrov M. V., Kuzin V. Yu., Morozov M. S. Povyshenie energeticheskoy effektivnosti sistem obespecheniya parametrov mikroklimata mnogokvartirnykh zhilykh domov [Increase of energy efficiency of systems providing microclimate parameters of multi-apartment houses]. Zhilishchnoe stroitelstvo [Housing construction]. 2015. № 6. P. 48–50.
4. Datsyuk T. A., Grimitlin A. M. Modelirovanie teplovlazhnostnogo rezhima pri proektirovanii zdaniy [Modeling heat and humidity conditions during designing buildings]. Vestnik grazhdanskikh inzhenerov [Bulletin of civil engineers]. 2013. № 3 (38). P. 117–121.
5. Vytychikov Yu. S., Saparev M. E. Povyshenie teplozaschitnykh kharakteristik stroitelnykh ograzhdayuschikh konstruktsey zdaniy i sooruzheniy kulturnogo i istoricheskogo naslediya [Increase of thermal protection of constructive enclosure structures of buildings and edifices of cultural and historical heritage]. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo [Industrial and civil construction]. 2014. № 3. P. 52–55.

© А. М. Береговой, В. А. Береговой, М. А. Дерина, 2017

Получено: 18.02.2017 г.

УДК 69.059(470.341-25)

**Ю. С. ГРИГОРЬЕВ**, канд. техн. наук, доц. кафедры архитектуры;  
**В. В. ФАТЕЕВ**, зав. лаб. кафедры архитектуры

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИНЫ ДЕФОРМАЦИИ 7-ЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА НА УЛИЦЕ ЛОМОНОСОВА В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ**

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: yus-gri@rambler.ru

*Ключевые слова:* деформации, разрушение, строительные конструкции, грунтовое основание, компьютерное моделирование.

*Приведены результаты обследования деформирующегося жилого дома, инженерно-геологических изысканий, компьютерного моделирования совместной работы грунтового основания и опирающегося на него здания. Определены причины деформации и разрушения строительных конструкций здания жилого дома.*





В 1997 году на улице Ломоносова в Нижнем Новгороде был построен 7-этажный дом: кирпичный, бескаркасный, Г-образной формы в плане, разделенный на 3 секции температурными деформационными швами (рис. 1–2 цв. вклейки).

Стены дома из утолщенного силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе опираются на плоскую неразрезную монолитную железобетонную фундаментную плиту. Толщина плиты – 600 мм, глубина заложения в зависимости от рельефа участка – от 1,3 м до 3,47 м. Междуетажные перекрытия и покрытие – из сборных железобетонных пустотных плит, опирающихся на продольные внутренние и наружные стены.

В геологическом разрезе участка были выделены следующие инженерно-геологические элементы (рис. 3–5, 13–14 цв. вклейки): ИГЭ-1: tQIV – насыпные грунты, образовавшиеся в процессе отсыпки сухим способом, а также перекопки местного грунта, переменной мощности от 2,1 до 11,5 м; ИГЭ-2: tQIV – насыпные грунты, состоящие из органических веществ (навоз, щепа, древесина); ИГЭ-3: dQIV – суглинки темно-серые, опесчаненные, вскрыты в тальвеге засыпанного отвершка Изоляторского оврага в интервале глубин 11,5–13,5 м; ИГЭ-4: PrQII-III – суглинки лессовые, просадочные, мощностью от 2,9 до 9,4 м, распространены повсеместно; ИГЭ-5: P2t – глины с прослоями полимиктового песка и гнездами алевролита мощностью от 0,7 до 4,9 м; ИГЭ-6: P2t – пески полимиктовые, залегают в толще глин в виде линз и прослоев, вскрытая мощность от 0,8 до 2,2 м.

Гидрогеологические условия участка на время выполнения изысканий в 1995 году характеризовались наличием водоносного горизонта в прослоях песка полимиктового, вскрытого на глубине 12,2 м. Горизонт безнапорный, водовмещающие грунты – пески полимиктовые, нижним водоупором служат плотные коренные глины. В четвертичных отложениях подземные воды не были встречены, но еще в 1981–1982 годах был зафиксирован техногенный водоносный горизонт на глубине 5,6–6,2 м.

Таким образом, инженерно-геологические условия участка, отведенного под строительство дома, следует отнести к III категории сложности [1], т. к.: 1) участок расположен в 15–18 м от бровки Изоляторского оврага; 2) значительная часть участка представлена насыпью, заполняющей отвешек Изоляторского оврага, засыпанного разнообразными грунтами с бытовыми отходами, строительным мусором и органическим веществом, содержание которого в отдельных выработках достигает 12–63 %. В насыпи возможно наличие пустот и слабых зон, образованных в результате захоронений, засыпки выгребных ям, погребов, подвалов; 3) на участке имеют широкое распространение просадочные грунты; 4) мощность сильносжимаемых насыпных и просадочных грунтов в пределах участка застройки резко изменяется; 5) несущая способность насыпных и просадочных грунтов при замачивании существенно снижается, а деформируемость резко увеличивается; 6) на участке наблюдаются многочисленные утечки из водонесущих коммуникаций, повреждение и даже разрушение которых могло возникнуть в результате чрезмерных деформаций здания.

При вскрытиях фундаментов дома, выполненных в 2013–2014 годах, было обнаружено следующее: 1) в шурфах, отрытых снаружи здания, установившийся уровень грунтовых вод выше уровня подошвы фундаментной плиты; 2) в шурфах, вскрытых внутри здания, вода была обнаружена под бетонным полом в песчаной засыпке, выполненной по верху фундаментной плиты. Это значит, что за 16 лет, прошедших со дня завершения строительства, произошло прогнозирувавшееся в 1982 году подтопление участка, в том числе и насыпи, заполняющей отвешек Изоляторского оврага, залегающей в основании фундамента здания.

**К СТАТЬЕ Ю. С. ГРИГОРЬЕВА, В. В. ФАТЕЕВА**  
**«ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИНЫ ДЕФОРМАЦИИ 7-ЭТАЖНОГО ЖИЛОГО**  
**ДОМА НА УЛИЦЕ ЛОМОНОСОВА В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ»**



Рис. 1. Дом № 15 на улице Ломоносова в Нижнем Новгороде, 1997 г.

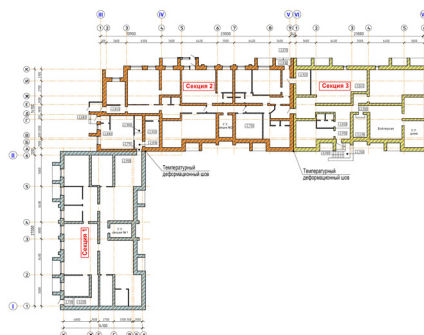


Рис. 2. Дом № 15 на улице Ломоносова в Нижнем Новгороде. План подвала

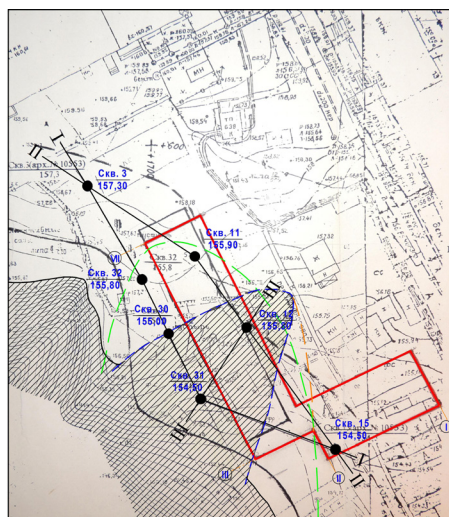


Рис. 3. Контур отвешка Изоляторского оврага, определенный изысканиями 1995 г.

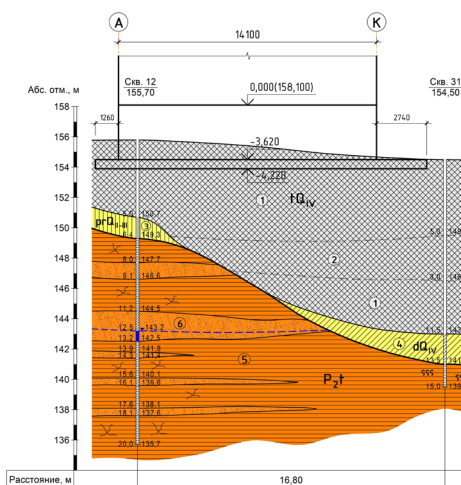


Рис. 4. Инженерно-геологический разрез по линии III–III. Изыскания 1995 г.

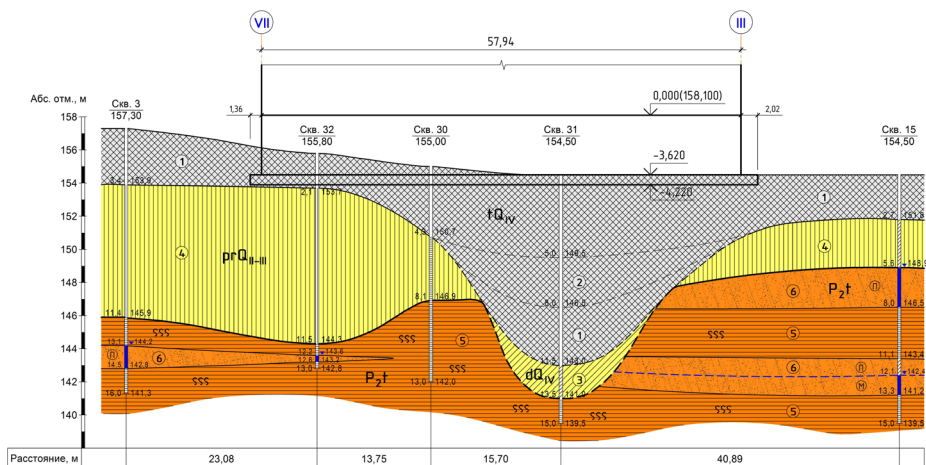


Рис. 5. Инженерно-геологический разрез по линии I-I. Изыскания 1995 г.



Рис. 6. Апрель 2013 года. Крен секции № 2 по отношению к вертикали угла секции № 1 (вид со стороны оврага)

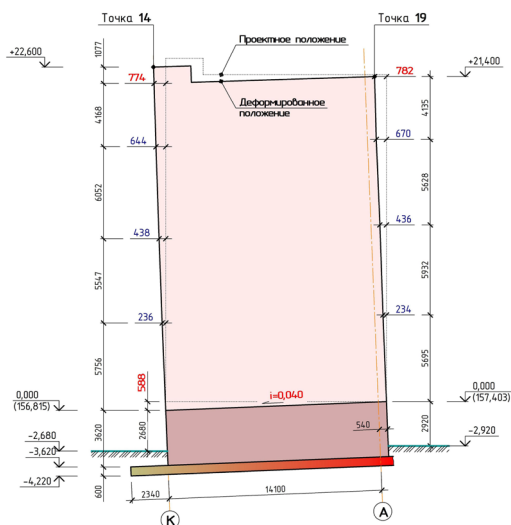


Рис. 7. Измеренные отклонения от проектного положения (крен) секции № 2, 2014 г.





Рис. 8. Нащельник, смонтированный на стенах дворового фасада, закрывающий температурный деформационный шов между секциями № 1 и № 2, 2014 г.



Рис. 9. Деформационный шов между секциями № 1 и № 2 с нащельником из профнастила. Вид с крыши секции № 1, 2014 г.



Рис. 10. Вскрытая шурфом конструкция металлической сваи с консольной опорой, подведенной под фундаментную плиту. Консоль деформировалась – нагрузка от здания не передается на сваю, 2014 г.



Рис. 11. Трехслойная конструкция фундаментной плиты под секцией № 2 – результат бетонирования в 3 приема с существенным разрывом по времени



Рис. 12. Разрушение фундаментной плиты в створе деформационного шва между секциями № 1 и № 2

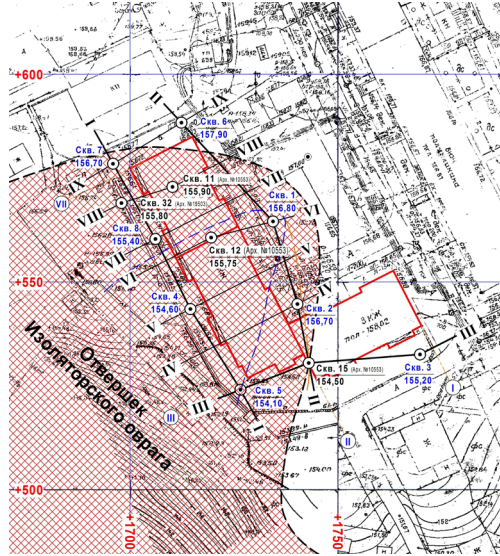


Рис. 13. Контур отворшка Изолаторского оврага, определенный изысканиями 2014 г.

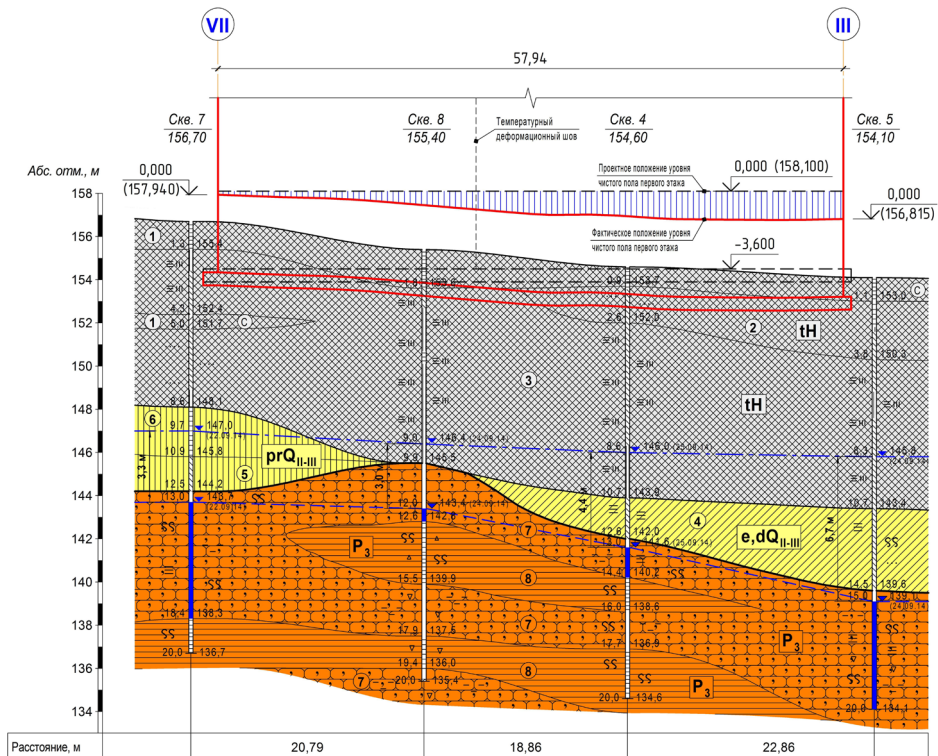


Рис. 14. Инженерно-геологический разрез по линии I-I. Изыскания ОАО «НижегородТИСИЗ», 2014 г.



Участок, занимаемый домом, расположен в оползнеопасной зоне. При обводнении вероятность оползневого смещения склона, образованного насыпью, заполняющей отвершек Изоляторского оврага, пригруженного весом деформирующегося здания, очень высока. Однако в течение 2014–2015 годов была произведена несанкционированная засыпка Изоляторского оврага на участке, примыкающем к площадке, занимаемой домом. С одной стороны, засыпка полезна и даже необходима для обеспечения устойчивости склонов оврага. С другой стороны, бессистемная засыпка нарушает или полностью исключает дренирование прилегающих к оврагу территорий, что неизбежно приводит к их подтоплению.

Деформации здания начались уже на стадии возведения фундаментно-подвальной части и проявились в виде диагональных трещин в фундаментных стенах, а также в расхождении продольных стыков плит надподвального перекрытия. Поэтому в качестве превентивных мер были приняты решения: 1) об устройстве в уровне перекрытий 1-го, 3-го, 5-го и 7-го этажей монолитных железобетонных поясов жесткости, замкнутых по периметру капитальных стен в пределах каждой секции здания; 2) об армировании растворных швов кирпичной кладки стен в уровне перекрытий 2-го и 6-го этажей.

Возведение надземной части сопровождалось нарастанием неравномерной осадки и крена здания и ко времени окончания строительства в 1997 году произошло: 1) раскрытие температурного деформационного шва (между секциями № 1 и № 2) до 250 мм в уровне верха парапета с разрушением металлических нащельников; 2) появление трещин в несущих стенах, в перегородках и в ограждениях лоджий; 3) смещение из первоначального положения плит междуэтажных перекрытий в секции № 2. Поэтому в период с 1997 по 2000 год были предприняты меры, направленные на предотвращение дальнейшего чрезмерного развития неравномерной осадки здания. Для этого были: 1) организованы геодезические работы по наблюдению за осадками здания; 2) разработаны рекомендации и выполнены работы по цементации грунтового основания под фундаментной плитой секции № 2 и подведению металлических свай под край фундаментной плиты со стороны оврага в пределах секций № 2 и № 3 (рис. 10 цв. вклейки).

По завершении работ по усилению основания были продолжены геодезические наблюдения за осадками, нерегулярно выполнявшиеся в течение 2000–2012 годов. Однако при этом не было уделено никакого внимания: 1) анализу инженерно-геологических условий участка; 2) анализу конструктивных особенностей здания; 3) анализу характера развития осадки, деформаций и разрушений строительных конструкций здания; 4) выяснению конструктивных особенностей фундаментной плиты (геометрических параметров, армирования, прочности бетона, качеству бетонирования); 5) оценке вероятности разрушения фундаментной плиты; 6) анализу проектных решений и выявлению ошибок, допущенных в проекте: в расчетах устойчивости склона оврага; в расчетах напряженно-деформированного состояния грунтового основания; в расчетах прочности и в конструировании фундаментной плиты.

В результате геодезических работ, выполнявшихся на объекте, было установлено, что выполненные мероприятия по усилению основания здания не привели к прекращению или хотя бы существенному снижению скорости нарастания неравномерной осадки. Поэтому в 2013 году авторами настоящей работы было выполнено комплексное инженерное обследование жилого дома, в результате которого в надземной части здания были обнаружены: 1) многочисленные трещины, пересекающие наружные и внутренние стены по всей высоте на отдельные блоки

неправильной формы (рис. 1–2); 2) смещения панелей перекрытий, лестничных конструкций, надоконных перемычек из проектного положения; 3) трещины в отдельных плитах перекрытий и в надоконных перемычках; 4) образование вертикальных трещин, отсекающих пилоны, служащие опорами для плит перекрытий лоджий, от наружных продольных стен здания; 5) перекосы оконных и дверных проемов; 6) разрушение фундаментной плиты (рис. 12 цв. вклейки); 7) раскрытие деформационного шва между секциями № 1 и № 2 (рис. 2 и рис. 8–9 цв. вклейки) и смыкание деформационного шва между секциями № 2 и № 3; 8) чрезмерный крен секций № 2 и № 3 (рис. 2 и рис. 6–7 цв. вклейки).

В результате геодезических исследований было установлено, что неравномерные осадки здания, а также крены его секций превышают предельные нормативные значения в несколько раз (см. таблицу). Раскрытие температурного деформационного шва, отделяющего секцию № 1 от секции № 2, составило 774 мм в уровне верха парапета наружных стен и 120 мм в уровне верхней плоскости фундаментной плиты (рис. 2 и рис. 6–7 цв. вклейки).



Рис. 1. Картограмма расположения трещин в наружных стенах секций № 3 и № 2, ориентированных по оси «К», на участке в осях VII–III



Рис. 2. Картограмма расположения трещин в наружных стенах секций № 2 и № 1, ориентированных вдоль оси «К», на участке в осях VII–III



### Результаты инженерно-геодезических исследований

Номер секции	Осадка			Крен	
	минималь- ная $S_{\min}$ , мм	максимальная $S_{\max}$ , мм	средняя $\bar{S}$ , мм	«X», $i_x$	«Y», $i_y$
секция № 1	124	<b>358</b>	<b>231</b>	<b>0,001</b>	<b>0,007</b>
секция № 2	<b>303</b>	<b>1323</b>	<b>858</b>	<b>-0,012</b>	<b>0,040</b>
секция № 3	+26	<b>845</b>	<b>282</b>	<b>-0,021</b>	<b>0,020</b>
допустимые значения (СП 2.13330.2011)	180	180	180	0,0024	0,0024

Примечание: полужирным шрифтом выделены значения, превышающие допустимые

Для детального исследования напряженно-деформированного состояния системы «грунтовое основание – фундаментная плита» в ПК «SCAD Office» была построена трехмерная конечно-элементная модель, учитывающая с максимально возможной точностью конструктивные особенности здания, а также результаты инженерно-геологических изысканий, выполненных в 1995 году на стадии предпроектных работ (рис. 3–5 цв. вклейки).

Расчетами, выполненными с использованием программы «КРОСС», было установлено, что расчетные значения осадки грунтового основания, а также характер ее развития радикальным образом отличаются от осадки, определенной в результате геодезических работ. Причиной такого несовпадения могло быть несоответствие модели грунтового основания его действительному литологическому строению. Причем ошибка, вероятно, была обусловлена результатами инженерно-геологических изысканий, выполненных в 1995 году в неполном объеме. Поэтому был разработан и исследован целый ряд компьютерных моделей грунтового основания, в результате чего удалось добиться совпадения измеренных и расчетных значений осадки (рис. 3–5). Кроме того, в результате численных исследований был очерчен как в плане, так и по глубине предполагаемый контур отвершка Изоляторского оврага, существенно отличающийся от очерченного в изысканиях 1995 года. Дополнительные инженерно-геологические изыскания, специально выполненные в сентябре-октябре 2014 года, подтвердили результаты компьютерного моделирования (рис. 13 цв. вклейки) – контуры отвершка оврага, определенные в результате бурения дополнительных скважин, совпали с результатами расчетов.

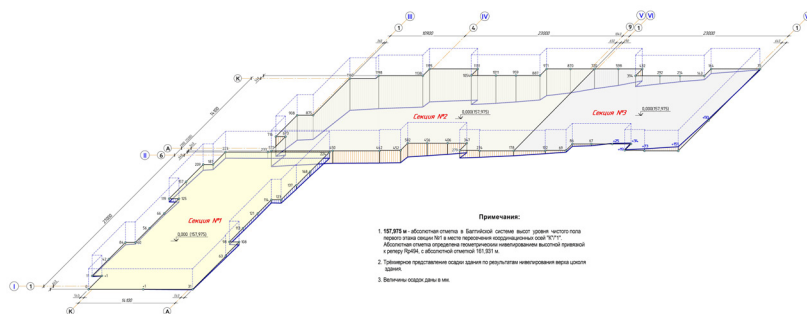


Рис. 3. Неравномерные осадки здания, измеренные геометрическим нивелированием

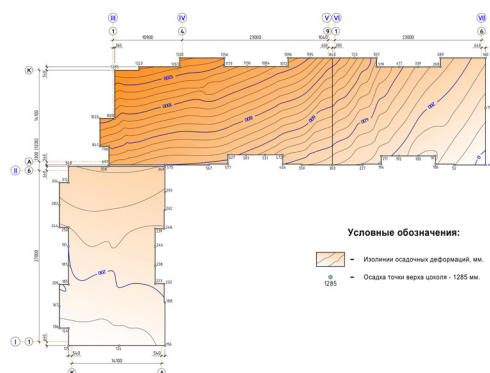


Рис. 4. Картограмма совместной неравномерной осадки грунтового основания и опирающегося на него здания

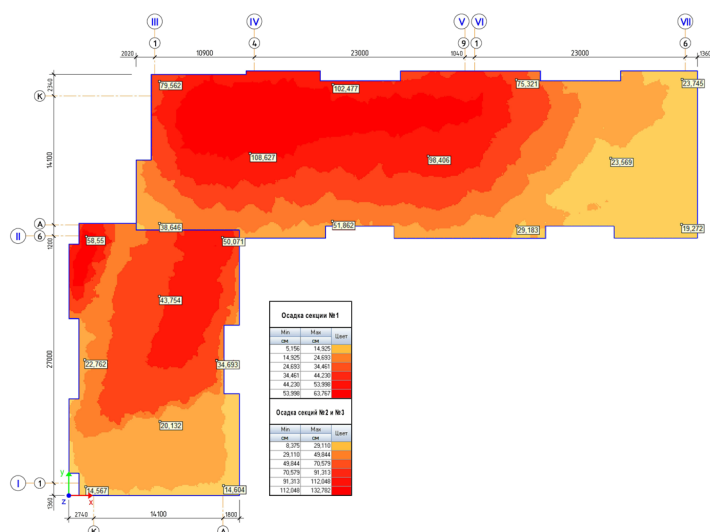


Рис. 5. Изополя вертикальных перемещений (осадки) фундаментной плиты, полученные с использованием расчетной модели здания и грунтового основания, в наибольшей степени соответствующей результатам натурных обследований

Численное моделирование позволило выявить участки, в которых фактическое армирование фундаментной плиты, определенное в результате вскрышных работ (рис. 11–12 цв. вклейки), оказалось в несколько раз меньше требуемого по расчету, что подтвердилось натурными исследованиями, в результате которых был обнаружен разлом фундаментной плиты, разделивший ее на несколько частей.

Численные эксперименты, выполненные с учетом уточненных инженерно-геологических условий участка, позволили смоделировать и таким образом выполнить прогноз напряженно-деформированного состояния грунтового основания и фундаментной плиты для случаев, если плита будет разрушена на 2 или 3 части. Было установлено, что разрушение фундаментной плиты на 3 части (в створах с деформационными швами) приведет к существенному увеличению кренов секции № 2 и № 3 и соответственно к усугублению чрезвычайно опасной аварийной ситуации.



Результаты выполненных комплексных исследований послужили основанием для вывода о том, что причиной деформации жилого дома и разрушения его строительных конструкций являются чрезмерные по величине неравномерные осадки грунтового основания. Однако причиной развития чрезмерных деформаций здания является отказ от первоначально разработанного проекта свайного фундамента в пользу плоской неразрезной железобетонной фундаментной плиты неглубокого заложения, опирающейся на сильносжимаемую насыпь переменной мощности от 2,1 до 11,5 м, сформированную в результате бессистемной засыпки отвершка Изоляторского оврага, точное его оконтуривание в плане и по глубине в процессе выполнения инженерно-геологических изысканий в 1995 году не представлялось возможным из-за плотной застройки участка строительства частными владениями.

Результаты дальнейших исследований послужили основанием для вывода: альтернативой выселению и разборке здания может быть усиление грунтового основания и фундаментной плиты, при этом:

1) уплотнение (или закрепление) грунтового основания дома № 15 на ул. Ломоносова приведет к прекращению деформаций основания и опирающегося на него здания;

2) конструктивное усиление фундаментной плиты позволит обеспечить нормальные условия ее работы.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Ч. I. Общие правила производства работ : утв. Госстроем Рос. Федерации 14.10.97 : ввод в д. 01.03.98. – Москва : Госстрой России, 1997. – 59 с.
2. Жилой дом № 15 на улице Ломоносова в г. Нижнем Новгороде : техн. отчет об инж.-геол. изысканиях / НижегородТИСИЗ. – Нижний Новгород. 2014. – № 113/14, 114/14.
3. SKAD OFFICE. Вычислительный комплекс SKAD / В. С. Каприловский, Э. З. Криксунов, А. А. Маляренко, А. В. Перельмутер, М. А. Перельмутер. – Москва : ACB. 2008. – 592 с.

**GRIGOR'EV Yury Semyonovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of architecture; FATEEV Valery Valerevich, head of laboratory of the chair of architecture**

#### **RESEARCH OF THE CAUSE OF DEFORMATION OF A SEVEN-STORY BUILDING ON THE LOMONOSOV STREET IN NIZHNY NOVGOROD**

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Пijinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-19-57; fax: +7 (831) 430-19-36; e-mail: yus-gri@rambler.ru

*Key words:* deformation, destruction, building structures, soil base, computer modeling.

*The article presents the results of the study of the deforming building, engineering-geological surveys, computer modeling of the combined action of the soil base and the supported building. The causes of deformation and destruction of the structures of the residential building are identified.*



## REFERENCES

1. SP 11-105-97. Inzhenerno-geologicheskie izyskaniya dlya stroitelstva. Ch. I. Obschie pravila proizvodstva rabot [Code of practice. Geological engineering survey for construction. Part 1], utv. Gosstoem Ros. Federatsii 14.10.97, vvod v d. 01.03.98. Moscow. Gosstroy Rossii. 1997. 59 p.
2. Zhiloy dom № 15 na ulitse Lomonosova v g. Nizhnem Novgorode [Residential house No.15 on the Lomonosov street in Nizhny Novgorod]. Tekhnicheskii otchyot ob inzh.-geol. izyskaniyakh, vipolnennykh na ob'ekte. NizhegorodTISIZ. Nizhny Novgorod. 2014. № 113/14, 114/14.
3. Kaprilovskiy V. S., Kriksunov E. Z., Malyarenko A. A., Perelmutter A. V., Perelmutter M. A. SKAD OFFICE. Vichislitelny kompleks SKAD. Moscow. ASV. 2008. 592 p.

© Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев, 2017

Получено: 18.02.2017 г.

УДК 528.482:69.058.2

О. В. РАСКАТКИНА, асс. кафедры технологии строительства

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОТОГРАФИЧЕСКОГО СПОСОБА  
МОНИТОРИНГА КРЕНА ВЫСОКИХ СООРУЖЕНИЙ  
БАШЕННОГО ТИПА**

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»  
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-74;  
эл. почта: Raskatkina.o@mail.ru

*Ключевые слова:* мониторинг, фотокамера, референтная прямая, крен, пиксель.

---

*Приведена методика фотографического способа мониторинга крена сооружений башенного типа, использующая в качестве вертикальной референтной прямой нить свободно висящего перед объективом фотокамеры шнурового отвеса. Для исключения влияния дисторсии объектива референтная прямая должна располагаться по оси сооружения и одновременно в центральной части снимка. Даны формулы для вычисления и оценки точности крена и размера одного пикселя, который по результатам исследования трех фотокамер зависит только от расстояния до объекта съемки и может находиться в пределах от 1–2 до 8–15 мм в диапазоне 3–30 м.*

---

В работе [1] выполнены теоретические обобщения и систематизация сведений о способах контроля пространственного положения высоких сооружений башенного типа. На основании этого разработана классификация способов определения крена таких сооружений, среди которых фотографический способ с использованием цифровых фотокамер является наиболее простым в исполнении, наглядным, доступным и информативным.

Фотографический способ предусматривает наличие на снимке объекта вертикальной референтной прямой (рис. 1) и возможность масштабирования снимка для получения результатов измерений в метрической системе единиц. При этом необходимо иметь в виду так называемую геометрическую абберацию, иначе дисторсию.



Рис. 1. Останкинская башня и вертикальная референтная прямая

Известно, что дисторсия представляет собой геометрическое искажение прямых линий (рис. 2а). Если прямые стали вогнутыми, то дисторсия подушкообразная (рис. 2б), если выпуклыми – дисторсия бочкообразная (рис. 2в).

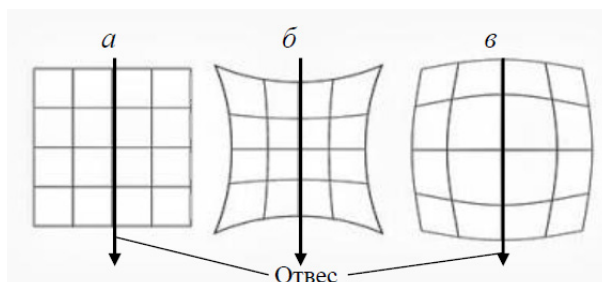


Рис. 2. Подушкообразная (б) и бочкообразная (в) дисторсии

Для уменьшения ее влияния необходимо в первую очередь пользоваться качественными объективами, дальше отходить от объекта съемки, пользоваться функцией приближения и снимать «с запасом» по краям фотографии. Можно рекомендовать широкоугольный фикс-объектив SONY 20 mm F/2.8, у которого дисторсия ничтожна.

В нашем случае для исключения влияния дисторсии объектива референтная прямая должна располагаться по оси сооружения и одновременно в центральной части снимка (рис. 2).

В статье рассматриваются порядок использования в качестве вертикальной референтной прямой нити свободно висящего перед объективом фотокамеры шнурового отвеса, сфотографированного на фоне исследуемого сооружения, а также методики масштабирования снимка и мониторинга крена сооружения.

Суть фотографического способа мониторинга крена, например дымовой трубы, заключается в следующем (рис. 3а).

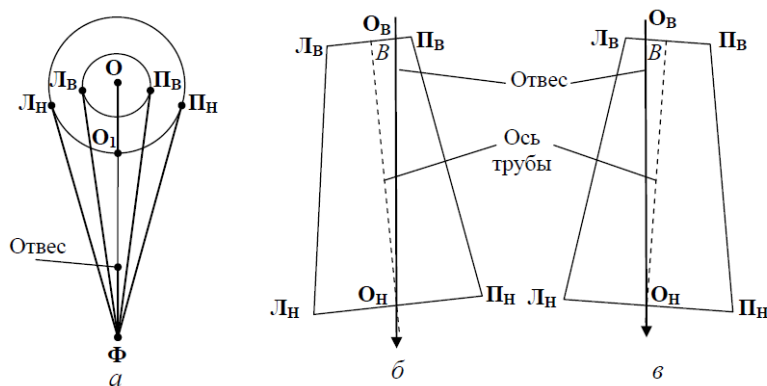


Рис. 3. Схемы к производству мониторинга крена дымовой трубы

В точке  $\Phi$  устанавливают фотокамеру на таком расстоянии  $\Phi-O$ , чтобы на будущей фотографии разместилось изображение всей трубы. Ориентируют оптическую ось фотокамеры на отмеченную заранее точку  $O_1$ , фиксирующую направление на центр нижнего поперечного сечения трубы. На некотором расстоянии от фотокамеры располагают на линии  $\Phi-O$  шнуровой отвес так, чтобы нить отвеса проектировалась на всю высоту трубы.

Фотографируют отвес на фоне исследуемого объекта. Дальнейшая обработка снимка заключается в следующем. Выводят фотографию трубы на экран монитора и открывают файл, например с помощью Paint. Подводят курсор к левому краю, отвесу и правому краю трубы на уровне его верхнего и нижнего сечений и берут отсчеты в пикселях (пкс)  $L$ ,  $O$  и  $P$ , соответствующие каждому положению курсора (рис. 3).

Определяют в пикселях расстояния  $L_B$ ,  $P_B$  и  $L_H$ ,  $P_H$  от отвеса до верхних и нижних краев трубы как разность отсчетов по курсору  $O-L$  и  $O-P$  (рис. 3б, в). Вычисляют в пикселях расстояние от отвеса до оси трубы поверху:

$$B = -(L_B + P_B)/2, \quad (1)$$

причем в этих выражениях необходимо учитывать знаки  $L_B$  и  $P_B$ .

Крен трубы  $K$  в пикселях равен величине  $B$ . В метрической системе единиц крен будет равен:

$$K = B\delta_B, \quad (2)$$

где  $\delta_B$  – размер одного пикселя для верхнего сечения трубы, мм/пкс.

Для контроля можно проверить расположение отвеса относительно центра нижнего сечения по нижним отсчетам  $L_H$ ,  $O_H$  и  $P_H$  по формуле

$$(L_H + P_H)/2 - O_H = \Delta, \quad (3)$$

где  $\Delta$  – смещение отвеса относительно центра нижнего сечения, пкс, которое теоретически должно быть равно нулю;  $L_H$ ,  $O_H$  и  $P_H$  – отсчеты на уровне нижнего сечения, пкс.

Если подсчитанная по формуле (3) величина  $\Delta$  не равна нулю и оказалась со знаком плюс, то отвес смещен в левую сторону от центра нижнего сечения, со знаком минус – в правую. В этом случае к отсчету  $O_B$  необходимо прибавить поправку  $\Delta$  с учетом ее знака и вычислить правильную величину  $B$ .

Такой мониторинг крена высоких сооружений башенного типа с помощью фотографического способа может осуществляться дискретно или непрерывно.

Методика дискретного мониторинга заключается в периодическом расположении в постоянных точках фотокамеры и отвеса и фотографировании объекта с последующей обработкой снимка. Сравнение результатов, полученных в разных циклах, позволит судить о стабильном или нестабильном положении сооружения.

Методика непрерывного мониторинга может осуществляться с использованием стационарно установленных видеокамеры и отвеса.

В результате экспериментальных исследований было установлено, что для максимального исключения влияния дисторсии объектива на получаемые результаты, необходимо стремиться к тому, чтобы отвес располагался как можно дальше от фотокамеры. Однако выполнение этого условия может привести к тому, что нить отвеса не будет проектироваться на всю высоту трубы, а только на некоторую ее часть.

В этом случае необходимо на снимке наложить на нить отвеса линию и продлить ее на всю высоту трубы. Опыт показывает, что операцию по совмещению этих двух линий можно производить с высокой степенью точности. После этого, по изложенной выше методике, можно получить информацию о пространственном положении трубы на любом ее уровне по высоте. В этом заключается одно из основных достоинств фотографического способа.

Обратим внимание, что в формуле (2) участвует величина  $\delta_B$  – размер одного пикселя для верхнего сечения трубы, мм/пкс. Размер одного пикселя можно определить как частное от деления известной длины некоторого базиса на снимке (мм) на количество пикселей, содержащихся в этом базисе (пкс). На рис. 4 представлена схема к определению размера одного пикселя при расположении фотокамеры на некотором расстоянии от оси трубы  $\Phi-O = nR$  (где  $n$  – число укладываний радиуса  $R$  в расстоянии  $\Phi-O$ ).

При фотографировании трубы полученное на снимке изображение хорды (Л–П) не соответствует диаметру (1–2) ее поперечного сечения, а всегда меньше его [2]. Поэтому размер одного пикселя в метрической системе единиц для верхнего сечения трубы предлагается определять по формуле

$$\delta_B = (Л-П)_B / (Л_B + П_B), \quad (4)$$

где  $(Л-П)_B$  и  $(Л_B + П_B)$  – длина хорды Л–П верхнего сечения трубы соответственно в метрической системе единиц и в пикселях (рис. 4).

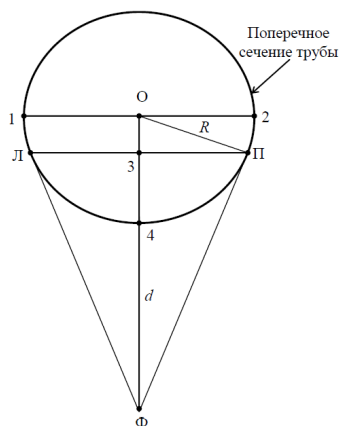


Рис. 4. Схема к определению размера одного пикселя





Длину хорды Л–П можно определить следующим образом. Из подобия треугольников ФОП и ОЗП имеем  $R/(\Phi-O) = (3-П)/(\Phi-П)$ . Заменяя  $\Phi-O$  на  $nR$ , выразим  $(\Phi-П) = n(3-П)$ . Из прямоугольного треугольника ФОП найдем  $R^2 = (\Phi-O)^2 - (\Phi-П)^2 = (nR)^2 - [n(4-5)]^2$  и после соответствующих преобразований получим формулу

$$(Л-П) = 2R \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}} = 2cR. \quad (5)$$

В этой формуле корень квадратный представляет поправочный коэффициент «с» к радиусу сечения трубы, и эта формула справедлива для любого сечения трубы. Для значений  $n$ , равных 2, 3, ..., 20 были подсчитаны по формуле (5) эти коэффициенты, характер изменения которых иллюстрируется графиком на рис. 5 (кривая  $a$ ).

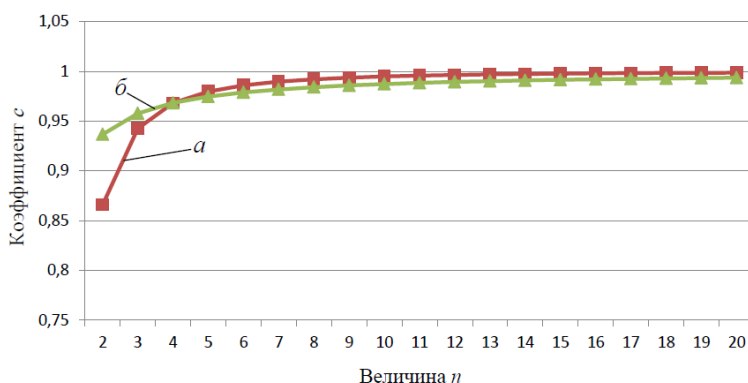


Рис. 5. График зависимости коэффициента  $c$  от  $n$

Для определения аналитической зависимости  $c$  от  $n$  были использованы данные, формирующие кривую  $a$  на рис. 5. Выбор такой зависимости был осуществлен с использованием метода наименьших квадратов, причем в качестве базовой функции была выбрана функция  $c = -A/n + 1$ , а для нахождения коэффициента  $A$  следующее соотношение:

$$A = \frac{[c_i/n_i]}{[1/n_i^2]}, \quad (6)$$

по которому, после соответствующих подстановок, получим для коэффициента  $A$  величину 0,126494. На рис. 5 кривая  $b$  соответствует этому коэффициенту, который может использоваться для определения «с» по значениям  $n$  для любого сооружения круглой формы.

На основании графиков на рис. 5 можно констатировать, что при  $n$  равном 7 и более значения «с» практически равны единице и  $(Л-П) = 2R$ .

Анализ формулы (5) позволяет констатировать, что точность определения хорды Л–П предлагаемым способом в основном зависит от точности определения поправочного коэффициента «с» к радиусу сооружения  $R$ , то есть, согласно известному из теории ошибок выражению, для ошибки функции общего вида имеем:  $m_{Л-П}^2 = (2c)^2 m_R^2 + (2R)^2 m_c^2$ , откуда получим:

$$m_{Л-П} = 2\sqrt{(c^2 m_R^2 + R^2 m_c^2)} . \quad (7)$$

В свою очередь, для формулы (6):  $m_c^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial n}\right)^2 m_n^2$ , откуда будем иметь среднюю квадратическую ошибку поправочного коэффициента:

$$m_c = \frac{1}{n^3 \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}}} m_n, \quad (8)$$

характер изменения которой при принятых значениях  $m_n$  равных 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 иллюстрируется графиками на рис. 6.

На основании этих графиков можно констатировать, что при  $n$  равном 7 и более значения ошибки  $m_c$  практически равны нулю. Поэтому формулу (7) можно представить в сокращенном виде:

$$m_{Л-П} = 2cm_R . \quad (9)$$

В то же время увеличение расстояния фотографирования может отрицательно сказаться на точности измерения на снимке хорды Л-П, то есть на точности определения количества пикселей Л и П. А это, в свою очередь, влияет на точность определения размера одного пикселя  $\delta$ .

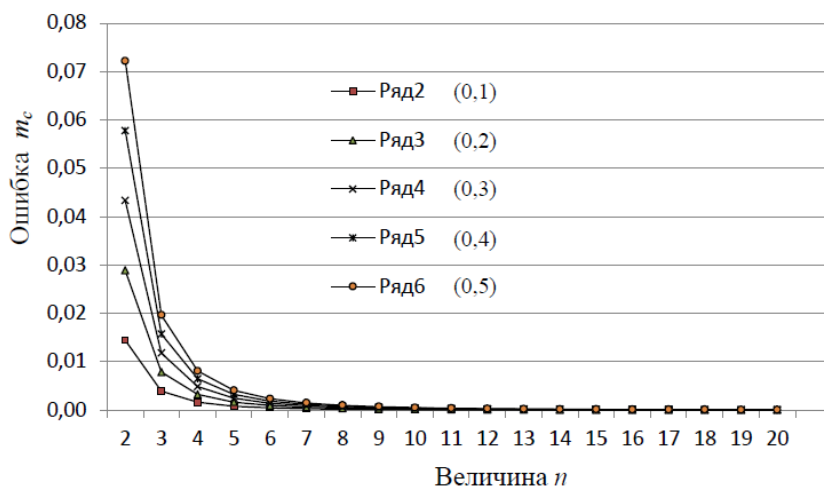


Рис. 6. Графики зависимости ошибки  $m_c$  от величины  $n$

На рис. 7 представлены подсчитанные по формуле (9) графики зависимости ошибки  $m_{Л-П}$  от  $c$  и  $m_R$ . Анализ этих графиков позволяет констатировать, что, начиная с  $n$  равного 7 и более, значения ошибки  $m_{Л-П}$  практически равны удвоенной ошибке  $m_R$ , то есть  $m_{Л-П} = 2m_R$ .

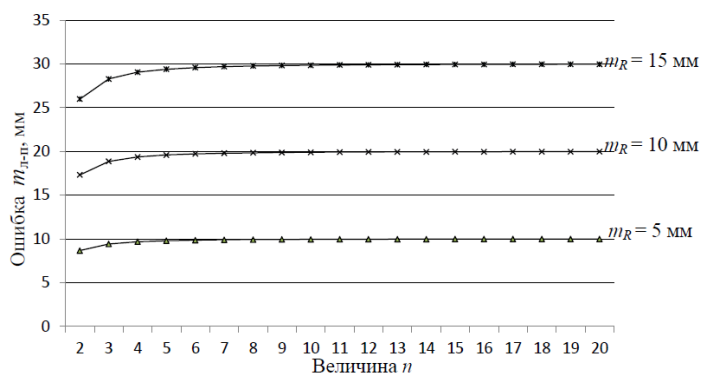


Рис. 7. Графики зависимости ошибки  $m_{Л-П}$  от  $s$  и  $m_R$

Согласно формуле (4) средняя квадратическая ошибка  $m_{\delta_B}$  определения размера одного пикселя поперу  $\delta_B$  будет равна:

$$m_{\delta_B} = \frac{1}{(L_B + \Pi_B)} \sqrt{m_{(L-\Pi)_B}^2 + \frac{(L - \Pi)_B^2}{(L_B + \Pi_B)^2} m_{(L_B + \Pi_B)}^2} = \frac{1}{(L_B + \Pi_B)} \sqrt{4m_R^2 + \delta_B^2 m_{(L_B + \Pi_B)}^2}, \quad (10)$$

где  $m_R$ ,  $m_{(L-\Pi)_B}$  и  $m_{(L_B + \Pi_B)}$  – соответственно средние квадратические ошибки определения радиуса и хорды (Л–П) в мм и ее же в пикселях.

Проведенные нами исследования фотокамер *Nikon D3100*, *Nikon COOLPIX S9100*, *Sony Exmor R*, *Canon PowerShot S2 IS* показали, что размер одного пикселя  $\delta$  зависит только от расстояния до объекта съемки и может находиться в пределах от 1–2 до 8–15 мм/пкс в диапазоне 3–30 м.

Установлено также, что отсчеты Л, О, П можно брать с точностью до 1 пикселя. Тогда ошибка  $m_{(L_B + \Pi_B)}$  в зависимости от ошибок отсчета поперу  $m_{O_B}$  будет равна:

$$m_{(L_B + \Pi_B)} = m_{O_B} \sqrt{2}, \quad (11)$$

где ошибка  $m_{O_B}$  может быть принята равной 1 пкс.

Теперь, в соответствии с выражением (11), формула (10) примет вид:

$$m_{\delta_B} = \frac{1}{(L_B + \Pi_B)} \sqrt{4m_R^2 + 2\delta_B^2}. \quad (12)$$

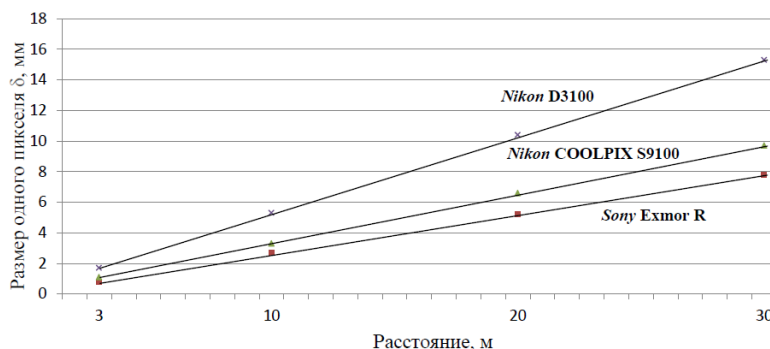


Рис. 8. Графики зависимости размера пикселя от расстояния съемки для различных фотокамер

Проведенные нами исследования трех фотокамер (рис. 8) показывают, что  $\delta$  зависит только от расстояния до объекта съемки и для рассмотренных фотокамер может находиться в пределах от 1–2 до 8–15 мм в диапазоне 3–30 м.

В работах [3, 4] приведены результаты калибровки цифровой фотокамеры *Nikon COOLPIX S9100*, на основании которых составлена таблица для базиса равного 3 м, что в нашем случае соответствует радиусу трубы 1,5 м поверху.

### Некоторые результаты калибровки фотокамеры *Nikon COOLPIX S9100*

$n$	5	10	15	20
$(L_B + P_B)$ , пкс	1163	589	395	298
$\delta_B$	2,6	5,1	7,6	10,1

Используя данные этой таблицы, были подсчитаны по формуле (12) средние квадратические ошибки  $m_{\delta_B}$  для  $n = 5, 10, 15, \dots, 20$  и  $m_R = 5; 10; 15$  мм. Полученные результаты иллюстрируются графиками на рис. 9.

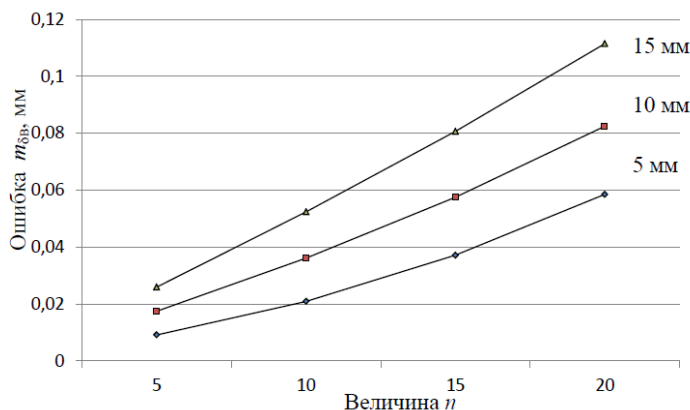


Рис. 9. Графики зависимости ошибки  $m_{\delta_B}$  от  $n$  и  $m_R$

На основании этих графиков можно констатировать, что даже при  $n = 20$  ошибка  $m_{\delta_B}$  составит всего 0,058, 0,082, 0,112 при различных значениях  $m_R$ .

В заключение следует отметить, что приведенным вариантом методики мониторинга крена не ограничиваются схемы его исполнения. Они могут быть самые различные. Во-вторых, вообще можно ограничиться только измерениями  $L_B$ ,  $P_B$  и  $L_H$ ,  $P_H$  и определить величину крена в относительной мере. Для этого следует найти количество пикселей  $H$ , приходящихся на всю высоту трубы, и вычислить крен в относительной мере  $B/H$ , который согласно СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений» не должен превышать 0,005 для труб высотой  $< 100$  м и  $1/2H$  — для труб большей высоты.

В нашей работе [3] проведено сравнение результатов калибровки цифровой камеры *Nikon COOLPIX S9100* по горизонтальному и вертикальному базисам. В частности установлено, что размеры одного пикселя (зависящие от расстояния между фотокамерой и объектом) в диапазоне измеряемых расстояний 3–30 м оказались совершенно одинаковыми как для горизонтального, так и для вертикального базиса, что подтверждает правомерность вычисления относительной величины крена  $B/H$  в пикселях.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Раскаткина, О. В. Методические и классификационные аспекты контроля пространственного положения сооружений башенного типа / О. В. Раскаткина // Фундаментальные и прикладные исследования: новое слово в науке : материалы 3 междунар. науч.-практ. конф. 16 мая 2016 г. – Москва, 2016. – С. 58–77.
2. Шеховцов, Г. А. Новые способы определения радиуса сооружений круглой формы / Г. А. Шеховцов, Р. П. Шеховцова, Ю. Н. Раскаткин // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2015. – № 1. – С. 131–137.
3. Раскаткина, О. В. Калибровка цифровой камеры по вертикальному базису с целью измерения расстояний / О. В. Раскаткина, Г. А. Шеховцов // Приоритетные направления развития науки и образования : материалы VII междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 04 дек. 2015 г.). – Чебоксары, 2015. – №4 (7). – С. 216–222.
4. Раскаткин, Ю. Н. О методике и результатах калибровки фотокамер с целью измерения расстояний / Ю. Н. Раскаткин, Г. А. Шеховцов, Р. П. Шеховцова // Геодезия и картография. – 2016. – № 2. – С. 46–53.

**RASKATKINA Olga Valer'evna, assistant of the chair of building technology**

**THEORETICAL FOUNDATIONS OF PHOTOGRAPHIC MONITORING OF  
TILT OF TOWER-TYPE STRUCTURES**

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

*Key words:* monitoring, photographic camera, reference line, tilt, pixel.

---

*The article describes a procedure of photographic method of monitoring of the tilt of tower-type structures, using thread of a plumb hanging freely in front of a photographic camera for a vertical reference line. To avoid distortion of the photographic lens system, the reference line should be positioned along the axis of the structure and at the same time in the centre of the photograph. Formulae for calculation and accuracy assessment of the tilt and single pixel size which, based on the research findings out of 3 photographic cameras, depends only on the distance to the target and can be within the limits from 1-2 up to 8-15mm over the range of 3-30m, are given.*

---

## REFERENCES

1. Raskatkina O. V. Metodicheskie i klassifikatsionnye aspekty kontrolya prostranstvennogo polozheniya sooruzheniy bashennogo tipa [Methodical aspects of classification and control of a spatial position of tower-type structures]. Fundamentalnye i prikladnye issledovaniya: novoe slovo v nauke [Fundamental and applied researches: new word in science]. Materialy 3 mezhdunar. nauch.-prakt. konf. . Moscow. 2016. P. 58–77.
2. Shekhovtsov G. A., Shekhovtsova R. P., Raskatkin Yu. N. Novye sposoby opredeleniya radiusa sooruzheniy krugloy formy [New methods of determining the radius of circular structures]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2015. № 1. P. 131–137.
3. Raskatkina O. V., Shekhovtsov G. A. Kalibrovka tsifrovoy kamery po vertikalnomu bazisu s tselyu izmereniya rasstoyaniy [Calibration of digital camera on a vertical basis in order to measure distances]. Prioritetnye napravleniya razvitiya nauki i obrazovaniya [Priorities for the development of science and education]: materialy VII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Cheboksary. 2015. №4 (7). P. 216–222.



4. Raskatkin Yu. N., Shekhovtsov G. A., Shekhovtsova R. P. O metodike i rezultatakh kalibrovki fotokamer s tselyu izmereniya rasstoyaniy [About the method and the results of the calibration of cameras to measure distances]. Geodeziya i kartografiya [Geodesy and cartography]. Moscow. 2016. № 2. P. 46–53.

© О. В. Раскаткина, 2017

Получено: 18.03.2017 г.

УДК 721

**А. Я. ЛАХОВ**, канд. техн. наук, доц. кафедры информационных систем и технологий; **А. Н. СУПРУН**, д-р физ.-мат. наук, проф., зав. кафедрой информационных систем и технологий

### **РАЗРАБОТКА БИБЛИОТЕЧНОГО ОБЪЕКТА В СИСТЕМЕ ARCHICAD ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА ДВУХКОНТУРНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ КУПОЛОВ**

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»  
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 433-46-71;  
эл. почта: alakhov99@nngasu.ru

*Ключевые слова:* геодезические купола, разбивка геодезических оболочек, параметрическое моделирование, параметрические объекты для моделирования геодезических куполов.

---

*Описывается новый тип двухконтурного геодезического купола с пластинчатым ограждающим контуром и стержневым внутренним несущим контуром. Рассматриваются вопросы применения принципа двойственности для геодезических сетей, вопросы разбивки куполов из плоских треугольных элементов. Приводится код нового параметрического объекта на встроенном языке программирования GDL.*

---

Геодезические купола, основанные на разбивке сферы геодезическими линиями, находят широкое применение в строительстве [1]. При проектировании геодезических куполов для строительных объектов получила широкое применение концепция *Building Information Modelling*. При этом разрабатывают и используют библиотеки параметрических объектов для CAD систем. Примером такой библиотеки является HBIM (библиотека информационного моделирования исторических зданий) [2], разработанная для системы автоматизированного проектирования ArchiCAD. Например, такой подход успешно используется для проектирования и расчета геодезических куполов (библиотека GeoDome) [3–8]. Разработанная для ArchiCAD на языке GDL, она включает одноконтурные и двухконтурные геодезические купола.

Следует заметить, что при проектировании большепролетных куполов для повышения прочности и устойчивости конструкций проектировщик прибегает к применению двухконтурных геодезических оболочек. Для построения двухконтурного купола большое распространение получили конструкции с первым контуром из пластин, объединенных в пирамиды, а в качестве второго – внешнего контура – предусматривают стержневую структуру. При этом основной пластинчатый контур выполняет функцию ограждения, а внешний усиливает несущую способность ограждения.

Конструкции подобного типа имеют преимущество по сравнению с двухконтурными куполами из геометрически одинаковых сетей, которые требуют установки дополнительных стоек и раскосов. Однако они имеют недостаток – сложность обслуживания, особенно в зимний период, когда требуется чистка поверхности от снега и льда. Такая особенность при продолжительной и снежной зиме особенно характерна для условий России. Поэтому при строительстве объекта будет предпочтителен вариант двухконтурных куполов с первым контуром из плоских пластин, а вторым – в виде стержневой структуры, расположенной внутри внешнего пластинчатого контура.

Такая конструкция обладает и другим преимуществом: для устройства второго (внутреннего стержневого контура) не обязательно применять пирамидальные структуры, т. к. крепление стержней можно выполнить непосредственно к плоским пластинам верхнего ограждающего контура.

При определении параметров такого типа геодезического купола возникает задача определения конфигурации внутреннего стержневого контура, сочетающегося с конфигурацией внешнего контура. Для геодезических куполов она решается, если использовать принцип двойственности сетей, нанесенных на сферу. Упомянутый принцип сформулирован в [9]: «Для любой данной сети, состоящей из треугольных ячеек, можно построить двойственную ей сеть, соединив линиями точки, выбранные на треугольных гранях». Например, узловые точки производной треугольной сети можно выбрать в центрах шестиугольных ячеек, сформированных из треугольников базовой сети.

Для определенности рассмотрим известный вид геодезических оболочек  $I/3$  (где  $I$  – базовый многогранник икосаэдр, 1 – одноконтурная оболочка, 3 – количество сторон у базовой пластины в соответствии с классификацией [10]:). В  $I/3$  базовая сеть состоит из шестиугольных ячеек. При этом двойственная ей сеть должна состоять из треугольных ячеек, узлы которой совпадают с центрами шестиугольных ячеек. Заметим, что двойственные сети определяются не только соответствующими конфигурациями первого и второго контуров, но и их взаимным расположением. То есть границы двойственных сетей должны совпадать, и соответственно, совпадать с границами треугольника Мебиуса. Исходя из этого, узловые очки второго контура должны соединять центры только нечетных шестиугольных ячеек.

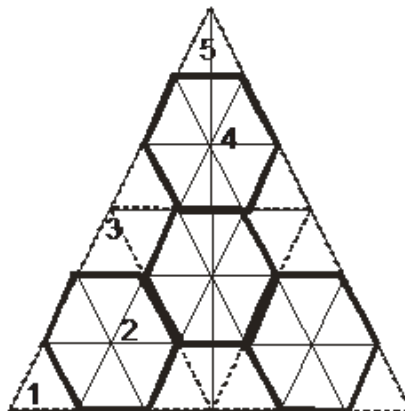


Рис. 1. Конфигурация двойственных сетей в пределах треугольника Мебиуса: — границы шестиугольных ячеек первого контура; - - стержни второго контура



Рассмотрим последовательность выполнения разбивки класса  $I_1;3$ , примененной в библиотечном объекте ArchiCAD. Первоначально на плоских треугольных гранях исходного правильного многогранника (икосаэдра) размещаются одинаковые треугольники, соответствующие создаваемой разбивке. Затем эти треугольники проецируются на получившиеся треугольники Мебиуса из центра сферы. Заметим, что изложенный подход позволяет получить сеть любого типа указанного вида разбивки.

Класс  $I_1;3$  является разбивкой, у которой пересекающиеся линии представляют линии больших кругов. Это определяет качество сети класса  $I_1;3$  – плавное изменение размеров ячеек, постепенно увеличивающихся при приближении к центру треугольников Мебиуса. Плавность изменения размеров элементов является положительной характеристикой этого класса. Однако это приводит к увеличению числа типов элементов.

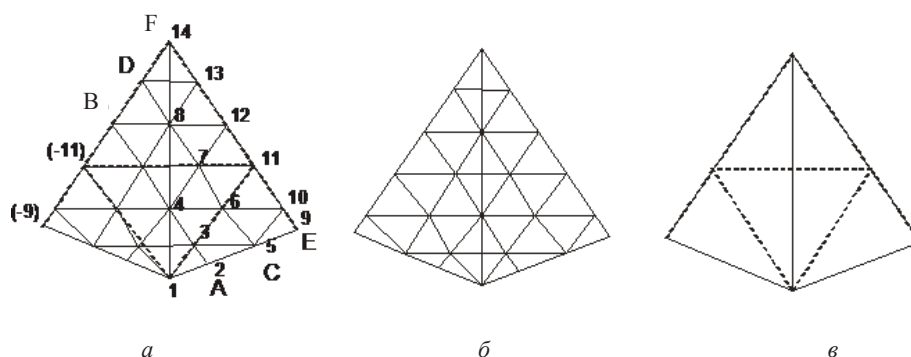


Рис. 2. Расчетная схема сетевых разбивок системы  $I_2;3$  (вариант разбивки 3): *а* – основная расчетная схема с нумерацией узловых точек; *б* – расчетная схема подсистемы  $I_1;3$ ; *в* – расчетная схема подсистемы  $I_2;3$

Библиотечный объект геодезического купола класса  $I_1;3$  написан на языке GDL [9]. Он позволяет получать как целую геодезическую оболочку, так и отдельный сектор, соответствующий одному треугольнику Мебиуса. Класс  $I_1;3$  является одноконтурным. Для разработки на ее основе библиотечного объекта двухконтурного геодезического купола класса  $I_2;3$  необходимо добавить в программу на языке GDL дополнительный код, формирующий второй стержневой контур. Стержни в библиотечном объекте представлены в виде `lin_` – оператора языка GDL, формирующего одномерный геометрический объект.

`LIN_` – Линия. (`lin_ x1, y1, z1, x2, y2, z2`, где  $xN, yN, zN$  – координаты вершин).

Для определения позиций концов стержней воспользуемся свойством нумерации точек сетевой разбивки, согласно которому точки нумеруются вдоль линий больших кругов в пределах треугольника Шварца (линия  $AB$  – точки 2, 3, 4, ...,  $n$ ; линия  $CD$  – точки 5, 6, 7, 8, ...,  $n$ ; линия  $EF$  – точки 9, 10, 11, 12, 13, 14; см. рис. 2). В соответствии с подсистемой  $I_2;3$  узловые точки второго контура стержневой структуры располагаются в точках 1, 11, 14, 9, (-11), (-9) для варианта разбивки 3. Для варианта разбивки 3 класса  $I_2;3$  фрагмент дополнительного кода приведен в листинге:

Листинг. Дополнительный код для класса  $I2;3$

```
2203:
!nv=3
!lin_ 1-11
lin_ (r)*x[1],(r)*y[1],(r)*z[1],
(r)*x[11],(r)*y[11],(r)*z[11]
!lin_ 9-11
lin_ (r)*x[9],(r)*y[9],(r)*z[9],
(r)*x[11],(r)*y[11],(r)*z[11]
!lin_ 11-(-11))
lin_ (r)*x[11],(r)*y[11],(r)*z[11],
-(r)*x[11],(r)*y[11],(r)*z[11]
!lin_ 14-11
lin_ (r)*x[14],(r)*y[14],(r)*z[14],
(r)*x[11],(r)*y[11],(r)*z[11]
!lin_ 14-(-11)
lin_ (r)*x[14],(r)*y[14],(r)*z[14],
-(r)*x[11],(r)*y[11],(r)*z[11]
!lin_ -9-(-11)
lin_ -(r)*x[9],(r)*y[9],(r)*z[9],
-(r)*x[11],(r)*y[11],(r)*z[11]
!lin_ 1-(-11)
lin_ (r)*x[1],(r)*y[1],(r)*z[1],
-(r)*x[11],(r)*y[11],(r)*z[11]
```

Для других вариантов разбивки дополнительный код получен аналогично.

При использовании библиотечного объекта геодезического двухконтурного купола «Система И.2 GDL.gsm» можно сгенерировать геодезические купола класса  $I2;3$  (см. рис. 3).

Используя аналогичный подход, можно разработать библиотечные объекты ArchiCAD других нереализованных классов геодезических оболочек [10].

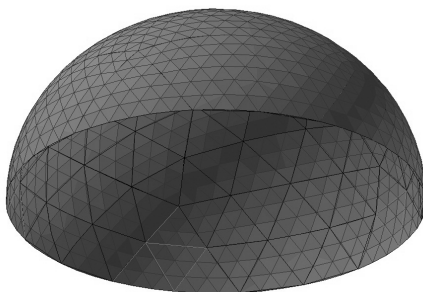


Рис. 3. Геодезический купол класса  $I2;3$  (вид снизу). Один из вариантов геодезической разбивки сферы по числу треугольных элементов

Как отмечалось, этот подход обеспечивает простоту эксплуатации сооружений в зимний период за счет легкости удаления снега и льда. Также он обеспечивает простоту конструкции за счет прикрепления внутреннего второго контура к пластинам первого контура без дополнительных элементов.



В заключение заметим, что каждый из вариантов разработанной двухконтурной разбивки имеет формат геометрической модели объекта, который может быть непосредственно использован в системе проектирования и расчета на прочность GeoTran [8]. Указанная система работает по схеме ArchiCAD-Translator-Patran и позволяет выполнять расчеты на прочность и устойчивость в различных решателях (Nastran – для статических нагрузок, Dytran – для динамических нагрузок).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Tarnai, T. Geodesic domes: Natural and Man-Made / T. Tarnai // International Journal of Space structures. – 2011. – Vol. 26, № 3. – P. 215–223.
2. Murphy, M. Historic Building Information Modelling – adding intelligence to laser and image based surveys of european classical architecture / M. Murphy, E. M. McGovern, S. Pavia // ISPRS Journal of photogrammetry and remote sensing. – 2013. – Vol. 76, February. – P. 89–102.
3. Pavlov, G. N. Methods of virtual architectural designing of geodesic domes and multi-petal shells / G. N. Pavlov // Space Structures 5. Thomas Telford. – London, 2002. – Vol. 1. – P. 673–681.
4. Pavlov, G. N. Determination of parameters of crystal lattice surfaces composed of hexagonal plane faces / G. Pavlov // International journal of space structures. – 1990. – Vol. 5, № 3–4. – P. 169–185.
5. Pavlov, G. N. Geodesic domes bounded by symmetrical mainly hexagonal elements / G. N. Pavlov // International journal of space structures. – 1994. – Vol. 9, № 19. – P. 53–66.
6. Автоматизированное проектирование и расчет на прочность одноконтурных геодезических оболочек из плоских элементов / А. Н. Супрун, Л. М. Дыскин, А. Ю. Платов, А. Я. Лахов // Вестник МГСУ. – 2012. – № 8. – С. 226–233.
7. Лахов, А. Я. Автоматизированное проектирование и расчет на прочность одноконтурных геодезических оболочек системы «ПР» / А. Я. Лахов // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2013. – № 1. – С. 44–48.
8. Лахов, А. Я. Система проектирования и расчета геодезических куполов с открытой архитектурой : монография / А. Я. Лахов. – Воронеж : Науч. кн., 2015. – 160 с.
9. Павлов, Г. Н. Автоматизация архитектурного проектирования геодезических куполов и оболочек : дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.12 / Г. Н. Павлов. – Нижний Новгород, 2007. – 274 с.
10. Лахов, А. Я. Разработка классификации геодезических куполов / А. Я. Лахов // Приволжский научный вестник. – Ижевск, 2016. – № 1. – С. 44–47.

**LAKHOV Andrey Yakovlevich, candidate of technical sciences, associate professor, the chair of information systems and technologies; SUPRUN Anatoliy Nikolaevich, doctor of physical and mathematical sciences, professor, holder of the chair of information systems and technologies**

#### BUILDING OF AN ARCHICAD LIBRARY OBJECT FOR DESIGN AND STRENGTH ANALYSIS OF DOUBLE-CONTOUR GEODESIC DOMES

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering  
65, Pjinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 278-01-82;  
fax: +7 (831) 430-19-36; e-mail: alakhov99@nngasu.ru

*Key words:* geodesic domes, breakdown of geodesic shells, parametrical modelling, parametrical objects for modelling geodesic domes.



*The article describes a new type of a double-contour geodesic dome with a plate space enclosing contour and a lattice internal load bearing contour. Here the article contains Description of a principle of a duality for geodesic networks is given, issues of breakdown of domes of plain triangle elements are considered. A new reusable parametrical object in embedded programming language within ArchiCAD software GDL is described.*

## REFERENCES

1. Tarnai. T. Geodesic domes: Natural and Man-Made. International Journal of Space structures. Vol. 26, № 3, 2011. P. 215–223.
2. Murphy M., McGovern E. M., Pavia S. Historic Building Information Modelling – adding intelligence to laser and image based surveys of European classical architecture. ISPRS Journal of photogrammetry and remote sensing. Vol. 76, February 2013. P. 89–102.
3. Pavlov G. N. Methods of virtual architectural designing of geodesic domes and multi-petal shells. Space Structures 5. Thomas Telford. London 2002. Vol. 1. P. 673–681.
4. Pavlov G. N. Determination of parameters of crystal lattice surfaces composed of hexagonal plane faces. International journal of space structures. 1990. Vol. 5, № 3-4. P. 169–185.
5. Pavlov G. N. Geodesic domes bounded by symmetrical mainly hexagonal elements. International journal of space structures. 1994. Vol. 9, № 19. P. 53–66.
6. Suprun A. N., Dyskin L. M., Platov A. Yu., Lakhov A. Ya. Avtomatizirovannoe proektirovanie i raschyot na prochnost odnokonturnykh geodezicheskikh obolochek iz ploskikh elementov [Automated design and strength analysis of single-contour geodetic shells composed of flat elements]. Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2012, № 8. P. 226–233.
7. Lakhov A. Ya. Avtomatizirovannoe proektirovanie i raschyot na prochnost odnokonturnykh geodezicheskikh obolochek sistemy «PR» [The automated design and structural analysis of one-contour geodesic domes of “PR” system]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2013, № 1. P. 44–49.
8. Lakhov A. Ya. Sistema proektirovaniya i raschyota geodezicheskikh kupolov s otkrytoy arkhitekturoy [System of design and analysis of geodesic domes with open architecture], monografiya. Voronezh, Nauch. kn. 2015. 160 p.
9. Pavlov G. N. Avtomatizatsiya arkhitekturnogo proektirovaniya geodezicheskikh kupolov i obolochek [Automation of architectural design of geodesic domes and shells]. Dis. d-ra tekhn. nauk. Nizhny Novgorod. 2007, 274 p.
10. Lakhov A. Ya. Razrabotka klassifikatsii geodezicheskikh kupolov [Development of geodesic domes classification]. Privolzhskiy nauchny vestnik [Privolzhsky Scientific Bulletin]. Izhevsk., 2016, № 1. P. 44– 47.

© А. Я. Лахов, А. Н. Супрун, 2017

Получено: 27.05.2017 г.

# ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

УДК 697.12:628

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

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОГО КЛАССА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ МНОГОКВАРТИРНОГО ЖИЛОГО ДОМА С ЕСТЕСТВЕННОЙ СИСТЕМОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

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, класс энергосбережения здания, многоквартирные жилые дома, отопление, удельная вентиляционная характеристика здания.

*Рассмотрены факторы, влияющие на эффективность работы систем естественной вентиляции многоквартирных жилых домов типовых серий постройки 70–90 гг. XX века. Определены годовые коэффициенты обеспеченности расчетного воздухообмена в рассмотренных зданиях с учетом их фактического проветривания. Приведены результаты расчета класса энергосбережения девятиэтажного двухсекционного многоквартирного жилого дома, построенного по типовому проекту № 90-045/1.2, учитывающие действительные периоды проветривания его помещений.*

Методическими рекомендациями строительной отрасли [1, 2] в 70–90 гг. XX века предполагаемый срок службы оконных переплетов и дверных полотен с коробами в наружных стенах, а также внутриквартирных дверей составлял от 30 до 50 лет при общем сроке службы многоквартирных жилых домов от 50 до 150 лет. По истечении срока эксплуатации в процессе замены данных окон (обладающих необходимой для вентиляции помещений воздухопроницаемостью) устанавливались современные светопрозрачные конструкции в ПВХ-переплетах, которые, в свою очередь, должны были иметь пониженную воздухопроницаемость в соответствии с требованиями СНиП [3] и СП [4]. Большинство современных окон не имеют приточных клапанов, что при полном их закрытии является значительным препятствием для естественного притока наружного воздуха, создаваемого системами естественной вентиляции жилых зданий.

Условием эффективной работы систем естественной вентиляции является равенство расчетного располагаемого давления  $p_p$ , Па и потерь давления  $\Delta p_{\text{сист}}$ , Па при движении расчетного расхода воздуха от точки забора (форточка, приточное устройство и пр.) до места выброса (например, оголовков вентиляционной шахты). Расчетное располагаемое давление при этом определяется по следующей общепринятой зависимости:

$$p_p = (\rho_n - \rho_v)gH_p, \quad (1)$$

где  $\rho_n$  – плотность наружного воздуха при температуре +5 °С, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_v$  – плотность внутреннего воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $H_p$  – разность отметок точек забора и выброса воздуха, м.



Потери давления в системе вентиляции рассчитываются по нижеприведенным формулам в зависимости от открытия либо закрытия оконной форточки, соответственно:

$$\Delta p_{\text{сист}} = \Delta p_{\text{форт}} + \sum \Delta p_{\text{дв}} + \Delta p_{\text{сист}}, \quad (2)$$

$$\Delta p_{\text{сист}} = \Delta p_{\text{ок}} + \sum \Delta p_{\text{дв}} + \Delta p_{\text{сист}}, \quad (3)$$

где  $\Delta p_{\text{форт}}$  – потери давления на открытой форточке, Па;  $\Delta p_{\text{дв}}$  – то же, на закрытой межкомнатной двери, Па;  $\Delta p_{\text{сист}}$  – то же, в системе вентиляции (вентиляционных каналах), Па;  $\Delta p_{\text{ок}}$  – то же, на закрытом окне, Па.

Составляющие потерь давления по направлению движения воздуха от места притока до точки выброса определяются по формулам [4, 5, 6, 7], Па:

$$\Delta p_{\text{форт}} = \frac{L_p^2 \xi_{\text{форт}}}{2g3600^2 A_{\text{форт}}^2}, \quad (4)$$

$$\Delta p_{\text{дв}} = \frac{L_p^2 \xi_{\text{дв}}}{2g3600^2 A_{\text{щ}}^2}, \quad (5)$$

$$\Delta p_{\text{сист}} = S_{\text{сист}} + L_p^2, \quad (6)$$

$$\Delta p_{\text{ок}} = 10 \left( \frac{L_p}{L_{\text{норм}} A_{\text{ок}}} \right)^{3/2}, \quad (7)$$

где  $L_p$  – расчетный расход воздуха, м<sup>3</sup>/ч;  $\xi_{\text{форт}}$ ,  $\xi_{\text{дв}}$  – коэффициенты местных сопротивлений форточки и двери;  $A_{\text{форт}}$ ,  $A_{\text{щ}}$ ,  $A_{\text{ок}}$  – площади поперечного сечения форточки, щелей двери и окна (окон), м<sup>2</sup>, соответственно;  $S_{\text{сист}}$  – характеристика аэродинамического сопротивления системы вентиляции, Па/(м<sup>3</sup>/ч)<sup>2</sup>;  $L_{\text{норм}}$  – нормативный расход воздуха через 1 м<sup>2</sup> окна, м<sup>3</sup>/ч·м<sup>2</sup>.

Зная все параметры расчета, по зависимостям (1–7) можно определить фактический расход воздуха  $L_{\text{ф}}$ , м<sup>3</sup>/ч в помещениях многоквартирных жилых домов по формуле:

$$L_{\text{ф}} = L_p \sqrt{\frac{p_{\text{ф}}}{p_p}}, \quad (8)$$

где  $p_{\text{ф}}$  – фактическое располагаемое давление, Па, равное:

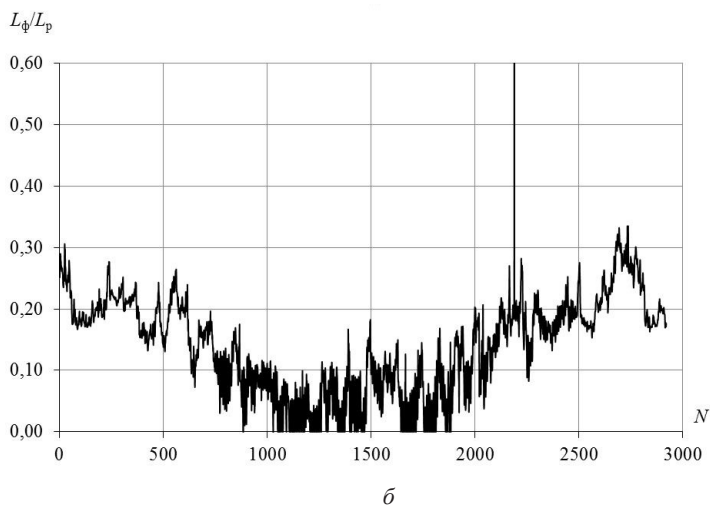
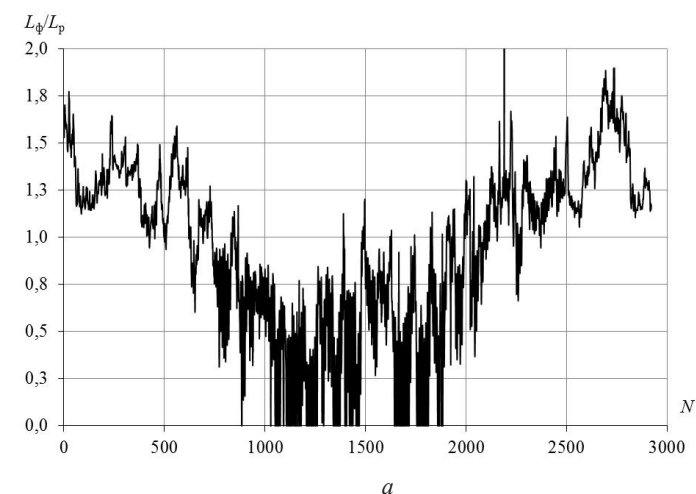
$$p_{\text{ф}} = (p_{\text{ф}} - p_{\text{в}})gH_p + (c_{\text{вх}} \pm c_{\text{вых}}) \frac{v_{\text{ветр}}^2}{2} \rho_{\text{ф}}, \quad (9)$$

где  $\rho_{\text{ф}}$  – фактическая плотность наружного воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $c_{\text{вх}}$ ,  $c_{\text{вых}}$  – аэродинамические коэффициенты на входе и на выходе воздуха из здания [8];  $v_{\text{ветр}}$  – фактическая скорость ветра, м/с.

Представленные зависимости позволяют рассчитывать фактические расходы воздуха в помещениях многоквартирных жилых домов в круглогодичном цикле эксплуатации при известных фактических метеорологических данных [9]. В результате проведенных исследований авторами были определены отношения фактических воздухообменов к их расчетному значению  $L_{\text{ф}}/L_p$  в помещении кухни с

газовой плитой, расположенной на среднем этаже 9-этажного жилого дома (типовой проект № 90-045/1.2) при открытой и закрытой форточке на пластиковых окнах класса «В».

Результаты представленного расчета для климатических условий г. Н. Новгорода (2014 г.) приведены на рисунке (а, б), где на оси абсцисс указаны порядковые номера  $N$  измерения микроклиматических данных метеостанции в течение года, а на оси ординат – соотношение фактического и расчетного воздухообменов  $L_{\phi}/L_p$ .



Изменение соотношения фактического и расчетного воздухообменов в помещении кухни 5-го этажа 9-этажного многоквартирного жилого дома (ТП № 90-045/1.2) в течение 2014 г. для условий г. Н. Новгорода в зависимости от порядкового номера  $N$  измерения метеорологических параметров наружного воздуха: а – при открытой форточке; б – при закрытой форточке

В результате анализа рисунка сделан вывод, что годовой коэффициент обеспеченности воздухообмена в помещениях с закрытыми форточками равен  $n_{\text{год}} = 0 \%$ , а с открытыми – 53 %.





Фактическая средняя кратность воздухообмена в помещениях  $n_{\text{вент.ф}}$ , ч<sup>-1</sup> за отопительный период может быть определена по формуле:

$$n_{\text{вент.ф}} = n_{\text{расч.ф}} \frac{L_{\text{ср.от}}}{L_p}, \quad (10)$$

где  $L_{\text{ср.от}}$  – средний воздухообмен за отопительный период, м<sup>3</sup>/ч.

Для решения задач инженерной практики достаточно принять кратность воздухообмена на среднем этаже здания равной осредненной кратности воздухообмена для всего здания. Очевидно, что при эксплуатации помещений многоквартирных жилых домов не совершается непрерывного проветривания помещений, так как в среднем от 8 до 12 часов в день жильцы проводят на работе, учебе, занимаясь активной деятельностью вне дома, а форточки в данный период времени закрыты. Помещения также не проветриваются в течение 6–10 часов сна, что связано со снижением температуры наружного воздуха в ночные часы и невозможности при этом фактического регулирования положения ограничителя форточки с целью снижения подачи расхода наружного воздуха. Таким образом, в среднем в течение 18 часов в день большая часть помещений многоквартирного жилого дома не вентилируется, а фактическая величина воздухообмена находится в отношении к расчетному значению так, как указано на рисунке (б).

Действительная кратность воздухообмена  $n_{\text{действ}}$ , ч<sup>-1</sup> жилого дома в течение отопительного периода при реальных условиях эксплуатации определяется по предлагаемой нами зависимости:

$$n_{\text{действ}} = n_{\text{вент.ф1}} \cdot 0,25 + n_{\text{вент.ф2}} \cdot 0,75, \quad (11)$$

где  $n_{\text{вент.ф1}}$ ,  $n_{\text{вент.ф2}}$  – средняя кратность воздухообмена за отопительный период при открытых и закрытых форточках, соответственно, ч<sup>-1</sup>.

В результате расчета по нормативной методике [4] определения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию с учетом зависимостей (10) и (11) 9-этажного двухсекционного многоквартирного жилого дома (типовой проект № 90-045/1.2), с заполнения оконных проемов и утеплением чердачного перекрытия, согласно действующим требованиям тепловой защиты, авторами было получено, что фактический класс энергосбережения данного здания составляет «С» ( $q_{\text{от}} = 0,314$  Вт/(м<sup>3</sup>·°C)), как у вновь строящегося здания. Полученный результат позволяет сделать вывод о том, что высокий класс энергосбережения в данном случае достигается за счет несоблюдения требований санитарной гигиены в жилых помещениях многоквартирного дома. Данное обстоятельство не позволяет, с одной стороны, рекомендовать использование показаний общедомовых узлов учета тепловой энергии для определения класса энергосбережения, т. к. оно достигается за счет несоблюдения действующей нормативной документации, а с другой – проводить оплату коммунальных платежей за тепловую энергию по расчетной (проектной) нагрузке. Последнее связано с ее почти двукратным завышением, например для рассматриваемого здания удельная характеристика равна:  $q_{\text{от}} = 0,293$  Вт/(м<sup>3</sup>·°C) – по проведенному авторами расчету;  $q_{\text{от}} = 0,594$  Вт/(м<sup>3</sup>·°C) – по расчету согласно действующей нормативной методике [4].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методика определения физического износа гражданских зданий / М-во коммун. хоз-ва РСФСР. – Москва : [б. и.], 1979. – 80 с.



2. Рекомендации по определению сроков службы конструкции полносборных жилых зданий // М-во коммунального хозяйства РСФСР. – Москва : [б. и.], 1983. – 51 с.
3. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. – Москва : Госстрой России, 2004. – 26 с.
4. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Москва : Минрегион России, 2012. – 95 с.
5. 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. – 2005. – № 1. – С. 26–33.
6. Константинова, В. Е. Воздушно-тепловой режим в жилых зданиях повышенной этажности / В. Е. Константинова. – Москва: Стройиздат, 1969. – 134 с.
7. Константинова, В. Е. Расчет воздухообмена в жилых и общественных зданиях / В. Е. Константинова. – Москва: Стройиздат, 1964. – 154 с.
8. Реттер, Э. И. Архитектурно-строительная аэродинамика / Э. И. Реттер. – Москва : Стройиздат, 1984. – 296 с.
9. Погода в 243 странах мира [Электронный ресурс] // Расписание погоды. – Режим доступа : <http://rp5.ru/> (дата обращения: 19.03.2017).

**BODROV Mikhail Valerevich, doctor of technical sciences, professor of the chair of heating and ventilation; KUZIN Viktor Yurevich, candidate of technical sciences, assistant of the chair of heating and ventilation; KUZIN Denis Yurevich, student; MOROZOV Maksim Sergeevich, postgraduate student of the chair of heating and ventilation.**

## **DETERMINING A REAL CLASS OF ENERGY SAVING OF A TENEMENT HOUSE WITH A NATURAL VENTILATION SYSTEM**

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

*Key words:* aerodynamics, ventilation, energy efficiency class of a building, apartment buildings, heating, specific ventilation characteristics of a building.

---

*The article considers factors influencing the efficiency of natural ventilation systems of apartment houses of typical series of the 70s-90s of the XX century. The annual coefficients of provision of the designed air exchange in the buildings under investigation are determined with allowance to their actual ventilation. The results of calculating the energy-saving class of a nine-storey two-section apartment house constructed according to standard project № 90-045 / 1.2, which take into account the actual periods of ventilation of its premises, are given.*

---

## **REFERENCES**

1. Metodika opredeleniya fizicheskogo iznosa grazhdanskikh zdaniy [Methods for determining the physical wear of civil buildings]. M-vo kommun. kho-va RSFSR. Moscow, 1979. 80 p.
2. Rekomendatsii po opredeleniyu srokov sluzhby konstruktivnoy polnosbornykh zhilykh zdaniy [Recommendations on determining service life of the structure of full-assembled residential buildings]. M-vo kommun. kho-va RSFSR. Moscow, 1983. 51 p.
3. SNiP 23-02-2003. Teplovaya zaschita zdaniy [Thermal protection of buildings]. – Moscow. Gosstroy Rossii, 2004. 26 p.
4. SP 50.13330.2012. Teplovaya zaschita zdaniy [Thermal protection of buildings].



Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 23-02-2003. Moscow, Minregion Rossii, 2012. 95 p.

5. 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 conditions of a high-rise apartment building during the year. Part 2. Air conditions with mechanical ventilation]. AVOK. 2005. № 1. P. 26–33.

6. Konstantinova, V. E. Vozdushno-teplovoy rezhim v zhilykh zdaniyakh povyshennoy etazhnosti [Air-heat regime in high-rise residential buildings]. Moscow. Stroyizdat, 1969. 134 p.

7. Konstantinova, V.E. Raschyot vozdukhoobmena v zhilykh i obshchestvennykh zdaniyakh [Calculation of air exchange in residential and public buildings]. Moscow. Stroyizdat, 1964. 154 p.

8. Retter, E. I. Arkhitekturno-stroitel'naya aerodinamika [Architecture and civil engineering aerodynamics]. Moscow. Stroyizdat, 1984. 296 p.

9. Pogoda v 243 stranakh mira [Weather in 243 countries around the world]. [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <http://rp5.ru>. Data obrashheniya: 19.03.2017.

© М. В. Бодров, В. Ю. Кузин, Д. Ю. Кузин, М. С. Морозов, 2017

Получено: 07.04.2017 г.

УДК 697.93

**А. Г. АВЕРКИН, д-р техн. наук, проф. кафедры теплогазоснабжения и вентиляции; А. И. ЕРЕМКИН, д-р техн. наук, проф. кафедры теплогазоснабжения и вентиляции; С. О. КИСЕЛЕВ, аспирант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции**

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КОНТАКТНОГО АППАРАТА ДЛЯ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ВОЗДУХА**

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Россия, 440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, д. 28. Тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

*Ключевые слова:* контактный аппарат, вибровозбудитель, орошаемая насадка, массообмен, вибрация.

---

*Приведен анализ работы контактных устройств для тепловлажностной обработки воздуха различных типов. Представлено устройство и описание работы контактного аппарата с вибронасадкой.*

---

Задачей современного проектирования является разработка и внедрение новых энергоэффективных технологий в различных отраслях промышленности. В системах кондиционирования воздуха (СКВ) значительное количество энергии расходуется на тепловлажностную обработку воздуха. Совершенствование теплообменного оборудования способствует выполнению требований Федерального закона об энергосбережении № 261-ФЗ, т. е. обеспечению эффективного потребления энергоресурсов страны.

### **Наиболее распространенные типы контактных аппаратов в СКВ**

В зависимости от способа получения поверхности теплообмена контактные аппараты для тепловлажностной обработки воздуха разделяют на пять групп: с испарением воды с гигроскопичной поверхности, с механическим распылением воды, с подачей сухого водяного пара, с ультразвуковым распылением жидкости, с пневматическим распылением воды в потоке воздуха [1].



Многие производители климатической техники предлагают ультразвуковые увлажнители воздуха. Принцип их работы основан на высокоэнергетических ультразвуковых колебаниях. Ультразвуковое распыление, (диспергирование) в зависимости от места расположения источника колебаний, может быть с подведением энергии к рабочей зоне через газ или через жидкость. Наибольшее практическое применение получили устройства с источником колебаний, расположенным непосредственно в распыляемой жидкости.

Различают диспергирование жидких сред высокочастотными (1–3 МГц) и низкочастотными (22–200 кГц) ультразвуковыми колебаниями. Высокочастотные колебания направляют из глубины жидкости на ее поверхность. На поверхности жидкости образуется ультразвуковой фонтан. В верхней части фонтана образуется облако тумана. На сегодняшний день установлено [2], что диспергирование жидкости в фонтане происходит при помощи стоячих капиллярных волн, возбуждаемых на поверхности струи. Причиной их образования являются периодические гидравлические удары, возникающие при захлопывании кавитационных пузырьков. Диспергирование происходит в верхней части фонтана с образованием тонкого стойкого монодисперсного аэрозоля, размер капель которого составляет 2–10 мкм. Низкая производительность (не более 0,2 л/час) высокочастотного способа ультразвукового диспергирования и малый размер капель полученного аэрозоля делают его практически неприменимым в промышленности. Данный способ диспергирования жидкости используется в медицинских ингаляторах [2].

Диспергирование в слое осуществляется ультразвуковыми колебаниями с частотой от десятков до сотен кГц. Возможный диаметр капель распыла находится в диапазоне от десятков до сотен микрометров и зависит от используемой частоты колебаний. Несомненными достоинствами аппаратов с ультразвуковым распылением являются их небольшие габариты и низкое потребление электроэнергии, однако стоимость источников ультразвуковых колебаний большой производительности препятствует их распространению в СКВ.

Другая группа аппаратов для тепловлажностной обработки воздуха основана на пневматическом распылении воды в воздушном потоке камеры с пневматическими форсунками. Это форсунки с двумя трубками для подачи воздуха и воды. Вода поступает в центральный канал форсунки и, сталкиваясь с потоком сжатого воздуха, образует мелкодисперсный туман. Сжатый воздух подводится через другую трубку. Конструкции форсунок могут быть различными, как и материал, используемый при их изготовлении. Современные фирмы предоставляют большой выбор различных форсунок, которые могут быть использованы в аппаратах тепловлажностной обработки воздуха. Пневматическое распыление применяется для равномерности распределения тумана в СКВ большой производительности. Недостатки данных форсунок:

- сложное конструктивное исполнение, как следствие – высокая стоимость;
  - требуют создания большого избыточного давления перед форсунками.
- Например, пневматические форсунки Lechler (Германия) работают при давлениях 0,07–0,4 МПа. Высокое давление в жидкостном контуре требует установки насоса высокого давления [3].
- обязательным требованием для многих форсунок является установка системы водоподготовки;
  - дополнительное оборудование системы сжатого воздуха.

Вследствие сложности устройства систем пневматического распыления и высокой стоимости в СКВ они устанавливаются редко. Как правило, они применя-



ются в промышленности и сельском хозяйстве после соответствующего технико-экономического обоснования.

Российский производитель климатической техники фирма «Веза» (г. Москва) в новейших установках для кондиционирования воздуха «ВЕРОСА» предлагает устанавливать наиболее распространенные блоки тепловлажностной обработки воздуха: паровые камеры, камеры форсуночного орошения, камеры сотового увлажнения [4].

Обработка воздуха в паровых камерах происходит сухим водяным паром при температуре более 100 °С. Данные камеры применяют для тепловлажностной обработки воздуха в СКВ в холодный период года, когда нужно увеличить влагосодержание воздуха без изменения его температуры (изотермическое увлажнение). Преимуществом такого вида увлажнения являются небольшие габариты пароувлажнителя и возможность обеспечения санитарно-гигиенических показателей. Повышенное потребление электроэнергии сужает область их применения.

Форсуночные камеры представляют собой тепломассообменный аппарат, в котором воздух контактирует с водой, распыляемой механическими форсунками (рис. 1). Неиспарившиеся капли воды скапливаются в поддоне, откуда вода подается насосом по трубопроводам к форсункам и снова распыляется в поток воздуха. Главным недостатком камер подобного типа является повышенный расход воды и большие затраты электроэнергии. Для создания необходимого давления перед форсунками (0,2–0,3 МПа) необходима установка мощного насоса.

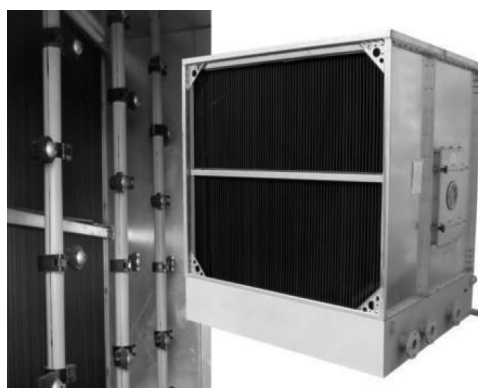


Рис. 1. Форсуночная камера фирмы «ВЕЗА». Общий вид

Как показала практика, контактными аппаратами с низким энергопотреблением являются устройства с орошаемой насадкой, в частности камеры сотового увлажнения [5]. В водяном контуре используется рециркуляционная вода. Ее расход должен быть достаточным для поддержания пористого материала насадки в состоянии гигроскопического насыщения. Таким образом, требуемый напор насоса зависит только от гидравлических потерь в водяном контуре установки. Это позволяет применять циркуляционные насосы с низким показателем энергопотребления. Вода стекает по поверхности насадки в поддон. Стандартной насадкой для теплоемкообменного аппарата является кассета из гигроскопичного материала (вискоза, картон, пропитанный различными смолами, и др. (рис. 2).

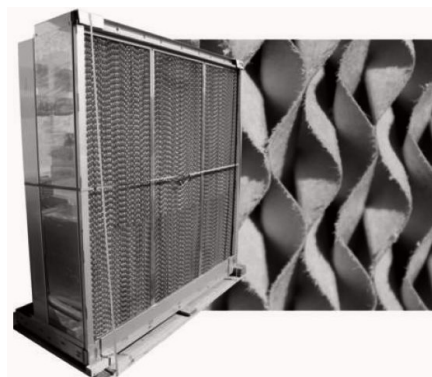


Рис. 2. Контактный аппарат с орошаемой насадкой из гигроскопичного материала. Общий вид

Для модернизации типовых устройств на кафедре ТГВ Пензенского ГУАС запатентовано устройство для тепловлажностной обработки воздуха с вибронасадкой (рис. 3). За основу разработки выбрана камера орошения с насадками из гигроскопичного материала [6].

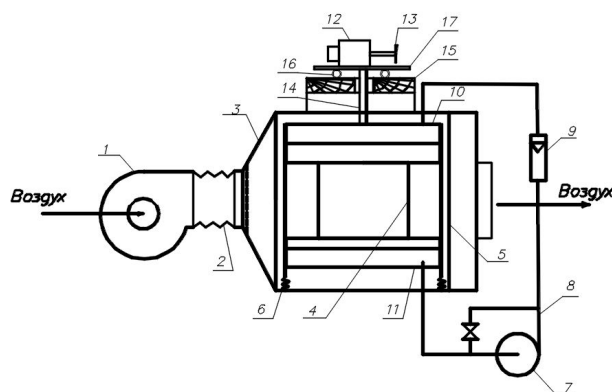


Рис. 3. Схема контактного аппарата с вибронасадкой из гигроскопичного материала: 1 – вентилятор; 2 – гибкая вставка; 3 – воздушный канал камеры; 4 – гигроскопичная насадка; 5 – каплеуловитель; 6 – амортизатор-пружина; 7 – насос; 8 – водяная линия; 9 – ротаметр; 10 – верхний поддон; 11 – нижний поддон; 12 – электродвигатель; 13 – маховик-эксцентрик; 14 – стойка; 15 – промежуточная опора; 16 – амортизатор; 17 – площадка под электродвигатель

Устройство для тепловлажностной обработки воздуха с вибронасадкой работает следующим образом.

Воздух при помощи радиального вентилятора 1 поступает в воздушный канал камеры 3, где проходит через увлажнительный блок сотовой насадки 4, находящейся в режиме механической вибрации за счет вращения маховика-эксцентрика 13, закрепленного на валу электродвигателя 12. Гофрированные листы сотовой насадки из гигроскопичного материала постоянно орошаются рециркуляционной водой, поступающей из поддона 11 через водораспределитель 10, с помощью насоса 7.





Температура воды стабилизируется на уровне температуры мокрого термометра воздуха. Тепловлажностная обработка воздуха в данных условиях соответствует режиму его адиабатического увлажнения и охлаждения [6].

При этом воздух увлажняется за счет пленочного контакта воздушного потока с влажным гигроскопичным материалом сотовой насадки 4 и дополнительно за счет испарения ореола водяных капель, образующихся при механической вибрации влажных листов сотовой насадки.

Опишем для данных условий процесс тепломассообмена. Согласно уравнению Ньютона–Рихмана [5]:

а) для жидкости, стекающей по насадке (пленка жидкости)

$$dQ_{nl} = \alpha_{nl} \cdot dF_{nl} \cdot (t_1 - t_w), \quad (1)$$

б) для капли

$$dQ_{\kappa} = \alpha_{\kappa} \cdot dF_{\kappa} \cdot (t_1 - t_w), \quad (2)$$

в) для брызг (частицы несферической формы)

$$dQ_{\sigma p} = \alpha_{\sigma p} \cdot dF_{\sigma p} \cdot (t_1 - t_w). \quad (3)$$

Общее приращение теплового потока

$$\Sigma dQ_{nl} = dQ_{nl} + dQ_{\kappa} + dQ_{\sigma p}, \quad (4)$$

где  $\alpha_{nl}$ ,  $\alpha_{\kappa}$ ,  $\alpha_{\sigma p}$  – коэффициент теплоотдачи пленки, капли и брызги жидкости соответственно, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $t_1$  – начальная температура воздуха, К;  $t_w$  – температура воды, К;  $F_{nl}$ ,  $F_{\kappa}$ ,  $F_{\sigma p}$  – поверхность теплообмена пленки, капли и брызги жидкости соответственно, м<sup>2</sup>.

По аналогии массоперенос можно описать следующим уравнением Фика [5]:

а) для жидкости, стекающей по насадке (пленка жидкости)

$$dM_{nl} = \beta_{nl} \cdot dF_{nl} \cdot (d_1 - d_2) \cdot 10^{-3}, \quad (5)$$

б) для капли

$$dM_{\kappa} = \beta_{\kappa} \cdot dF_{\kappa} \cdot (d_1 - d_2) \cdot 10^{-3}, \quad (6)$$

в) для брызг (частицы несферической формы)

$$dM_{\sigma p} = \beta_{\sigma p} \cdot dF_{\sigma p} \cdot (d_1 - d_2) \cdot 10^{-3}, \quad (7)$$

где  $\beta_{nl}$ ,  $\beta_{\kappa}$ ,  $\beta_{\sigma p}$  – коэффициенты массоотдачи пленки жидкости, капли жидкости, брызги жидкости соответственно, кг/м<sup>2</sup>;  $d_1$ ,  $d_2$  – влажосодержание на входе и выходе из контактного аппарата, г/кг;  $F_{nl}$ ,  $F_{\kappa}$ ,  $F_{\sigma p}$  – поверхность теплообмена пленки, капли и брызги жидкости соответственно, м<sup>2</sup>.

Общая величина массообмена

$$\Sigma dM_{nl} = dM_{nl} + dM_{\kappa} + dM_{\sigma p} \quad (8)$$

Из уравнений (1–8) следует, что применение контактного аппарата с вибро-насадкой позволяет повысить эффективность тепловлажностной обработки воз-



духа в режиме адиабатического увлажнения и охлаждения воздуха при снижении удельного расхода воды на его обработку за счет увеличения поверхности тепло-массообмена между контактирующими средами.

Недостатком данного контактного узла является установка дополнительного виброоборудования, что усложняет конструкцию устройства.

Совершенствование контактных аппаратов с вибровозбудителем представляет научный и практический интерес. Разработка методики расчета и подбора контактных аппаратов с вибровозбудителем для интенсификации процесса тепло-массообмена позволит использовать разработанный узел при проектировании энергоэффективных СКВ.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баркалов, Б. В. Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях / Б. В. Баркалов, Е. Е. Карпис. – Изд. 2. – Москва : Стройиздат, 1982. – 311 с.
2. Официальный сайт ООО «Центр ультразвуковых технологий» (Россия) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.u-sonic.com>.
3. Официальный сайт «Lechler company» (Германия) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.lechler.de>.
4. Официальный сайт ООО «ВЕЗА» (Россия) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.veza.ru>.
5. Аверкин, А. Г. Тепловлажностная обработка воздуха в системах вентиляции и кондиционирования / А. Г. Аверкин. – Пенза : ПГУАС, 2011. – 188 с.
6. Пат. 2581982 Российская Федерация. Устройство для тепловлажностной обработки воздуха / А. Г. Аверкин, А. И. Еремкин, Ю. А. Аверкин [и др.] ; Пензен. гос. ун-т архитектуры и стр-ва ; заявл. 24.04.14 ; опубл. 20.04.2016, Бюл. № 11.

**AVERKIN Aleksandr Grigorievich, doctor of technical sciences, professor of the chair of heating, gas supply and ventilation; ERYOMKIN Aleksandr Ivanovich, doctor of technical sciences, professor of the chair of heating, gas supply and ventilation; KISELYOV Sergey Olegovich, postgraduate student of the chair of heating, gas supply and ventilation**

## IMPROVEMENT OF AIR-HANDLING UNITS

Penza State University of Architecture and Construction

28, German Titov St., Penza, 440028, Russia. Tel.: +7 (8412) 48-27-37; fax: +7 (8412) 48-74-77

*Key words:* contact device, vibration generator, sprinkler, mass transfer, vibration.

---

*The article analyzes different types of contact devices for heat and humidity treatment of air. The design and operation description of a contact device with a vibration generator are presented.*

---

## REFERENCES

1. Barkalov B. V., Karpis E. E. Konditsionirovanie vozdukha v promyshlennykh, obschestvennykh i zhilykh zdaniyakh [Air conditioning in the industrial, public and residential buildings]. Izd. 2. Moscow. Stroyizdat, 1982. 311 p.
2. Ofitsialny sayt ООО «Tsentr ultrazvukovykh tekhnologiy» (Russia). [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.u-sonic.com>.
3. Ofitsialny sayt ООО "Lechler company" (Germany). [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: <https://www.lechler.de>.



4. Ofitsialny sayt OOO "Veza" (Russia). [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.veza.ru>.

5. Averkin A. G. Teplovlazhnostnaya obrabotka vozdukha v sistemakh ventilyatsii i konditsionirovaniya [Thermal and moisture treatment of air in ventilation and conditioning systems]. Penzen. gos. un-t arkhitekt. i stroit. Penza, 2011, 188 p.

6. Averkin A. G., Eryomkin A.I., Averkin Yu. A., Ivanov E. M., Kiselyov S. O., Semkov S. V. Patent RF 2581982 Ustroystvo dlya teplovlazhnostnoy obrabotki vozdukha [Device for heat and moisture treatment of air]; Penzen. gos. un-t arkhitektury i str-va; zayavl. 24.04.14 ; opubl. 20.04.2016, Byul. № 11.

© А. Г. Аверкин, А. И. Еремкин, С. О. Киселев, 2017

Получено: 18.03.2017 г.

## УДК 620.91

**П. Т. КРАМАРЕНКО**, канд. техн. наук, проф. кафедры отопления и вентиляции; **И. П. ГРИМАЛОВСКАЯ**, канд. техн. наук, ст. преп. кафедры отопления и вентиляции; **Т. Р. СЕВОЯН**, магистрант кафедры отопления и вентиляции

### МАТЕРИАЛЫ ПОКРЫТИЯ, КОНСТРУКЦИЯ НАРУЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПАНЕЛЕЙ СОЛНЕЧНЫХ УСТАНОВОК

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

*Ключевые слова:* солнечный коллектор, системы активного солнечного отопления, селективное покрытие, КПД коллектора.

---

*Рассмотрены свойства поглощающих материалов, а также геометрия наружной поверхности панелей солнечных установок, повышающая их эффективность.*

---

В настоящее время гелиоустановки представляют собой как отдельный от здания элемент, который обычно является готовым продуктом, или они могут являться частью здания, такой как стена или часть крыши. Покрытия, имеющие высокую поглощательную способность относительно солнечного излучения и высокую пропускательную способность в области длинноволнового излучения, могут быть нанесены на поверхности, обладающие малой степенью черноты. В результате покрытие поглощает солнечное излучение, а подложка является излучателем в длинноволновой части спектра, причем плохим.

В соответствии с законом Стефана-Больцмана полусферическая интегральная поверхностная плотность потока излучения абсолютно черного тела находится по формуле (1):

$$E_b = \int_0^{\infty} E_{\lambda,b} d\lambda = \sigma T^4, \quad (1)$$

где  $\sigma = 5,6697 \cdot 10^{-8}$  Вт/(м<sup>2</sup> · К<sup>4</sup>) – постоянная Стефана-Больцмана;  $T$  – температура, К;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности, Вт/м<sup>2</sup> градус.

В стационарном состоянии характеристики солнечных коллекторов описываются уравнением энергетического баланса, которое показывает, как энергия падающего солнечного излучения распределяется между полезной энергией, тепловыми и оптическими потерями [1]:

$$Q = A_k [S - k(t_n - t_n)], \text{ Вт}, \quad (2)$$

где  $A_k$  – площадь коллектора;  $S$  – солнечное излучение, поглощенное коллектором в расчете на единицу площади поглощающей панели;  $k$  – коэффициент теплопередачи, Вт/(м<sup>2</sup>·°C);  $t_n$  – средняя температура поглощающей панели, °C;  $t_n$  – температура окружающей среды, °C.

Отражательная способность поверхности зависит от структуры покрытия, нанесенного на отражающую подложку. Покрытия мелкозернистой структуры, например покрытия из черного хрома с большой долей пустот, имеют малое значение эффективного показателя преломления и низкую отражательную способность в области солнечного спектра [1]. Покрытия из PbS с долей пустот 0,8–0,9, нанесенные на подложку из чистого (99,99) полированного алюминия, обладают поглощательной способностью  $\alpha = 0,8$ –0,9 и степенью черноты  $\epsilon = 0,2$ –0,3 без связующего и  $\epsilon = 0,37$  – с кремнийорганической смолой. Лучшие результаты были получены в лабораторных условиях [1] для красок из оксидов железа-марганца-меди с кремнийорганической смолой:  $\alpha = 0,92$ ,  $\epsilon = 0,13$ . При этом толщина покрытия сильно влияет на значения  $\alpha$  и  $\epsilon$ .

Структура поверхности металла, обычно обладающая высокой отражательной способностью, может быть сформирована таким образом, чтобы поглощательная способность поверхности относительно солнечного излучения существенно увеличилась. Этого можно достигнуть путем нанесения царапин или травления поверхности для создания углублений, размеры которых соизмеримы с пороговой длиной волны.

Направленная селективность может быть получена путем развития площади поверхности. Поверхности глубоких V-образных канавок достаточно больших размеров относительно всех рассматриваемых длин волн могут быть расположены таким образом, что излучение, падающее в направлениях, близких к направлению нормали к поверхности в целом, будет несколько раз отражаться внутри канавок, причем при каждом отражении часть излучения будет поглощаться [2]. Подходящая конфигурация поверхности позволяет существенно улучшить эффективность (частично селективность) поверхности. Например, если на поверхность с  $\alpha = 0,6$  и  $\epsilon = 0,05$  поглощающей панели плоского солнечного коллектора с оптимальной для целого года ориентацией нанести канавки с углом 55°, то получится среднее эффективное значение  $\alpha = 0,9$  и эквивалентное значение  $\epsilon = 0,1$ . На рис. 1 изображено поглощение при различных углах падения солнечного излучения на гофрированную поверхность с углом раскрытия канавок 30°.

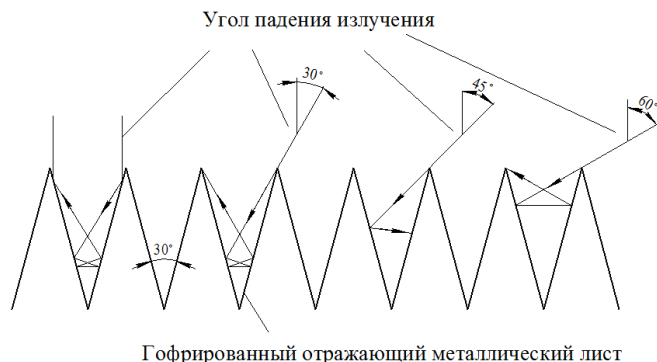


Рис. 1. Поглощение солнечного излучения путем многократных отражений на гофрированных металлических листах



На рис. 2 показано изменение среднегодового значения поглотательной способности в функции от угла раскрытия канавок и от значения поглотательной способности гладкой поверхности.

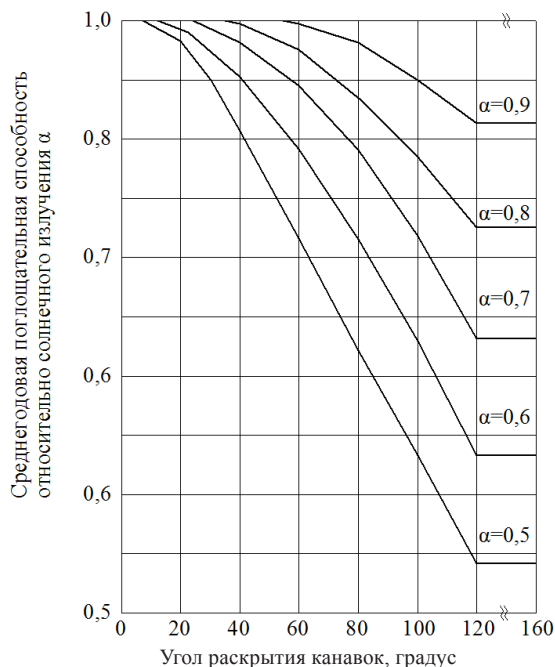


Рис. 2. Среднегодовое значение поглотательной способности относительно солнечного излучения поверхности с канавками в зависимости от угла раскрытия канавок для нескольких значений поглотательной способности поверхности

В табл. 1 приведены значения [1] поглотательной способности относительно солнечного излучения и степени черноты в области длинноволнового излучения поверхностей с покрытиями промышленного изготовления.

Таблица 1

**Свойства некоторых селективных поверхностей**

Тип поверхности	$\alpha$	$\epsilon$
«Черный хром» на никелированной стали	0,95	0,09
Напыленная металлокерамика на стали	0,96	0,16
«Черный никель» на оцинкованном железе	0,81	0,17
«Черная медь» на меди, обработка Cu раствором NaOH и NaClO <sub>2</sub>	0,89	0,17
Эбанол С на Cu; промышленный процесс чернения, создающий покрытия в основном из CuO	0,90	0,16

Ниже в табл. 2 приведены радиационные свойства материалов, которые могут быть применены в солнечных коллекторах.

Таблица 2

### Раднационные свойства различных материалов

Материал	Интегральная полусферическая степень черноты	Поглощательная способность
	$T, K$	
Алюминий	0,102/573	0,10
Медь	0,036/463	0,35
Железо	0,110/468	0,44
Краска черная парсоновская	0,981/462	0,98
Краска белая (цинковые белила)	0,926/478	0,12–0,18

На рис. 3 приведены температуры слоев покрытия  $T$  и тепловые потери  $q$  через лицевую поверхность для плоских солнечных коллекторов, работающих при  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , температурах окружающего воздуха и небосвода  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , при расстоянии между поглощающей панелью и покрытием и между слоями покрытия  $25\text{ мм}$ , угле наклона коллектора к горизонту  $45^{\circ}$  и коэффициенте теплопередачи за счет ветра  $10\text{ Вт/м}^2$ :

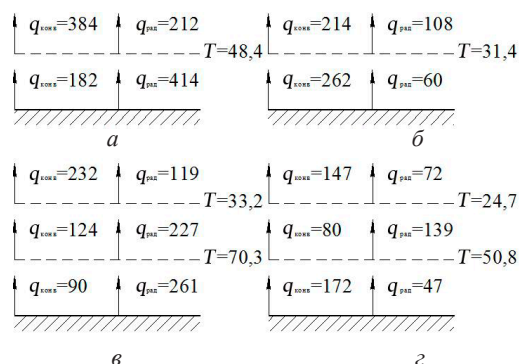


Рис. 3. Температуры слоев покрытия и тепловые потери через лицевую поверхность для плоских солнечных коллекторов:  $a$  – однослойное покрытие, степень черноты поглощающей панели  $0,95$ ,  $U = 6,6\text{ Вт/(м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)}$ ;  $б$  – однослойное покрытие, степень черноты поглощающей панели  $0,10$ ,  $U = 3,6\text{ Вт/(м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)}$ ;  $в$  – двухслойное покрытие, степень черноты поглощающей панели  $0,95$ ,  $U = 3,9\text{ Вт/(м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)}$ ;  $г$  – двухслойное покрытие, степень черноты поглощающей панели  $0,10$ ,  $U = 2,4\text{ Вт/(м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)}$

Мерой эффективности коллектора является КПД процесса преобразования энергии, который определяется по формуле:

$$\eta = \frac{\int Q dt}{A \int G dt}, \quad (3)$$

где  $Q$  – полезная выработка тепла за заданный период времени, Вт;  $A$  – площадь поглощающей панели установки,  $\text{м}^2$ ;  $G$  – поток солнечного излучения, падающий на поверхность панели,  $\text{Вт/м}^2$ .

В большинстве случаев эффективность систем объясняется применением достаточно дорогих материалов с применением специальных селективных покрытий для получения наибольшей поглощательной способности панелей [3].





Возможны случаи, когда целесообразно спроектировать коллектор с КПД ниже, чем это технологически возможно, применяя более недорогие материалы, если при этом существенно снижается его стоимость. Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что при использовании относительно доступных и недорогих материалов можно добиться достаточно высоких показателей поглощательной способности. В большинстве случаев эффективность данных покрытий в большой степени зависит от качества нанесения красок и других покрытий на поглощающие поверхности [4]. Путем существенного снижения капитальных затрат можно добиться более широкого внедрения возобновляемых источников энергии в современные здания.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Даффи, Д. Основы солнечной теплоэнергетики : учеб.-справ. рук. : пер. с англ. / Д. Даффи, У. Бекман. – Долгопрудный : Интеллект, 2013. – 888 с.
2. Зигель, Р. Теплообмен излучением / Р. Зигель, Дж. Хауэлл ; под ред. О. Вишнякова. – Москва : МИР, 1975. – 935 с.
3. Обозов, А. Д. Возобновляемые источники энергии : учеб. пособие для вузов / А. Д. Обозов, Р. М. Ботпаев. – Бишкек : КГТУ, 2010. – 218 с.
4. Гибилиско, С. Альтернативная энергетика без тайн / С. Гибилиско ; пер. с англ. А. В. Соловьева. – Москва : Эксмо, 2010. – 368 с.

**KRAMARENKO Pavel Tikhonovich, candidate of technical sciences, professor of the chair of heating and ventilation; GRIMALOVSKAYA Irina Pavlovna, candidate of technical sciences, senior teacher of the chair of heating and ventilation; SEVOYAN Torgom Razmikovich, master degree student of the chair of heating and ventilation**

#### COATING MATERIALS, EXTERIOR SURFACE DESIGN OF SOLAR INSTALLATION PANELS

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: [torgomsvn@gmail.com](mailto:torgomsvn@gmail.com)  
*Key words:* solar collector, active solar heating system, selective coating, collector efficiency.

---

*The article considers properties of absorbent materials, as well as geometry of outer surface of panels of solar installations, which increases their efficiency.*

---

#### REFERENCES

1. Duffie J., Beckman W. Osnovy solnechnoy teploenergetiki [Solar Engineering of Thermal Processes]. Ucheb.-sprav. ruk. Dolgoprudny, Intellekt, 2013. 888 p.
2. Siegel R., Howell J. Teploobmen izlucheniem [Heat radiation], pod red. O. Vishnyakova. Moscow, Mir, 1975. 935 p.
3. Obozov A., Botpaev R. Vozobnovlyaemye istochniki energii [Renewable energy sources]. Ucheb. posobie dlya vuzov. Kyrgyz. gos. tekhn. un-t. Bishkek, 2010. 218 p.
4. Gibilisco S. Alternativnaya energetika bez tayn [Alternative energy demystified], per. s angl. A. V. Solov'yova. Moscow. Eksmo, 2010. 368 p.

© П. Т. Крамаренко, И. П. Грималовская, Т. Р. Севоян, 2017

Получено: 18.02.2017 г.

# ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

УДК 628.16

**А. Л. ВАСИЛЬЕВ**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой инженерно-экологических систем и технологий; **Л. А. ВАСИЛЬЕВ**, д-р техн. наук, проф. кафедры инженерно-экологических систем и технологий; **Е. В. ВОРОБЬЕВА**, ст. преп. кафедры инженерно-экологических систем и технологий

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИНЦИПА КОНСТРУИРОВАНИЯ ДРЕНАЖНО-РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ФИЛЬТРОВ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»  
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-87;  
факс: (831) 430-19-36; эл. почта: k\_viv@nngasu.ru

*Ключевые слова:* дренажно-распределительные устройства, трубопровод, параллельные ветви, принцип взаимной компенсации, горизонтальная компенсация.

*В статье приведен принцип конструирования нового типа трубчатой дренажно-распределительной системы фильтров, рассмотрены различные конструкции дренажно-распределительных устройств, а также те, в которых используется принцип «горизонтальной компенсации».*

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам очистки природных и сточных вод [1, 2]. Одним из основных методов их очистки на протяжении многих десятилетий является фильтрование. Работа фильтровальных сооружений во многом зависит от эффективности дренажно-распределительной системы. Дренажные системы выполняют две основные функции: прием отфильтрованной воды, а также подачу и распределение промывной воды. Типовые конструкции дренажно-распределительных систем любых типов фильтров обладают рядом существенных недостатков, основным из которых является неравномерность распределения промывной воды по площади фильтра в режиме промывки.

Существующие конструкции дренажно-распределительных систем можно наглядно классифицировать на основе известной методики их гидравлического расчета.

Движение жидкости с переменной массой описывается дифференциальным уравнением:

$$\partial p + \rho v \partial v + \rho \alpha_0 (v - u) \partial v + \rho g \partial h_x = 0, \quad (1)$$

где:  $\partial p$  – изменение гидродинамического движения;

$\rho v \partial v$  – изменение скорости движения вследствие изменения средней скорости  $v$  вдоль пути;

$\rho \alpha_0 (v - u) \partial v$  – влияние отделяемой массы жидкости;

$u$  – проекция скорости отделяемой струи на направление движения основного потока;

$\alpha_0$  – корректив количества движения;

$\rho g \partial h_x$  – потери давления на трение на длине  $\partial x$ ;

$\rho$  – плотность жидкости;

$g$  – ускорение силы тяжести.

Для горизонтального участка 1–2 (рис. 1) сборно-распределительного трубопровода уравнение (1) можно представить в виде:



$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha v_2^2}{2g} + \int_1^2 i_f dx + \int_1^2 \partial v^2 (1-\alpha) \frac{\partial Q}{\rho Q}, \quad (2)$$

где:  $p_1, p_2$  – давление в сечениях 1–1 и 2–2;

$\alpha$  – корректив кинетической энергии потока;

$v_1, v_2$  – средние скорости в сечениях 1–1 и 2–2;

$\int_1^2 i_f dx$  – потери напора на трение на участке 1–2;

$i_f$  – гидравлический уклон;

$dx$  – элементарная длина;

$\int_1^2 \partial v^2 (1-\alpha) \frac{\partial Q}{\rho Q}$  – потери напора на смешение на участке 1–2;

$Q$  – расход в начале участка;

$\partial Q$  – элементарный расход;

$\alpha$  – коэффициент, учитывающий условия работы устройства и принимаемый равным 0 (в случае присоединения расхода) или 1 (при отделении расхода).

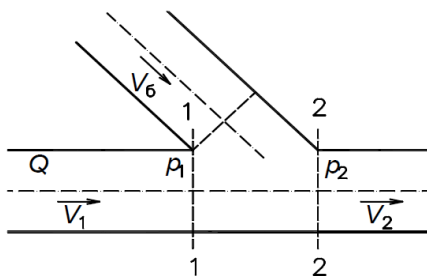


Рис. 1. Схема движения жидкости в трубопроводе с ответвлением  $p_1, p_2$  – давление в сечениях 1–1 и 2–2;  $v_1, v_2$  – средние скорости течения в сечениях 1–1 и 2–2;  $v_6$  – средняя скорость течения в боковом ответвлении

Наибольшее распространение получили дренажно-распределительные устройства в виде отдельной перфорированной трубы или «гребенки» перфорированных труб, объединяемых общим коллектором постоянного или переменного сечения (рис. 2). Такие устройства характеризуются сравнительной простотой и экономичностью в изготовлении, монтаже и эксплуатации [3, 4, 5].

Ввиду различных значений коэффициента,  $\alpha$  в уравнении (2) устройства этого вида могут быть рассчитаны или на равномерное распределение, или на равномерный отвод одного конкретного расхода воды. При этом точность расчета очень низкая из-за отклонения размеров и гидравлических параметров устройства (диаметров труб и отверстий, коэффициента гидравлического трения и т. д.), также в процессе эксплуатации происходят нарастающие во времени отклонения от расчетного режима в результате коррозии металла, заиливания труб и т. д.

В связи с этим технологические характеристики описанного выше вида дренажно-распределительных устройств невысокие.

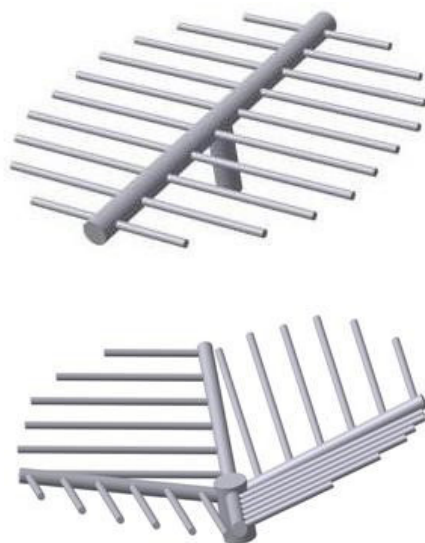


Рис. 2. Существующие дренажно-распределительные устройства

В настоящее время распространены дренажно-распределительные устройства, в конструкции которых используется принцип «горизонтальной компенсации» давления, особенно на сооружениях водоподготовки большой производительности.

Выравнивание давления  $\left( \frac{P_1}{\rho g} - \frac{P_2}{\rho g} \rightarrow 0 \right)$  во внутреннем объеме такого устройства для обеспечения постоянного путевого расхода через ряд отверстий или насадок в соответствии с уравнением (2) возможно при следующих условиях:

1)  $v_1, v_2 \rightarrow 0$ ,

2)  $\frac{p}{\rho g} \geq \frac{v^2}{2g}$ .

Реализация первого условия на практике связана со значительным увеличением размеров и сложности устройства (т. к.  $v \rightarrow 0$  при  $\omega \rightarrow 0$ ) и, следовательно, капитальных затрат. Снижается для них и надежность работы в целом, т. к. при малых скоростях в дренажно-распределительных устройствах отмечается отложение и накопление твердых веществ, повторное загрязнение фильтра и т. д.

Второе условие равномерного распределения жидкости реализуется в системах капельного орошения в мелиорации и в определенной степени в дренажно-распределительных устройствах большого сопротивления скорых фильтров и контактных осветлителей.

Однако и в этом случае также возрастают капитальные затраты и особенно эксплуатационные расходы (на создание дополнительного давления в устройстве для преодоления дополнительных гидравлических сопротивлений при работе устройства), а также снижается надежность работы всего устройства при выходе из строя хотя бы одного распределителя (например, колпачка). В связи с этим очевидно, что необходима разработка принципов конструирования нового типа трубчатого дренажно-распределительного устройства, которое, оставаясь достаточно



простым в изготовлении, монтаже и эксплуатации, по своим технологическим и эксплуатационным параметрам приближалось бы к устройствам с горизонтальной компенсацией давления. При этом требуется обеспечивать стабильный во времени характер технологических параметров.

При разработке принципов конструирования использовались следующие положения:

1) Если имеется ряд дискретных положительных значений  $y_1, y_2, \dots, y_i, \dots, y_n$  для произвольной несимметричной относительно точки  $\frac{n}{2}$  непрерывной функции  $y = f(x)$ , то в ряду дискретных положительных значений  $y_{\max} > \frac{(y_i + y_{n-i})}{2} > y_{\min}$ ; а если функция линейная, то  $\frac{(y_i + y_{n-i})}{2} = \text{const}$ .

2) Расходы в параллельных ветвях трубопровода равны, если гидравлические сопротивления разветвителей одинаковы.

Известно, что в зависимости от ряда гидравлических и геометрических параметров, определяющих данный трубопровод с путевым расходом, график изменения давления по длине его и соответственно расхода жидкости через отверстия может иметь самый разнообразный характер. Однако во всех случаях эти графики несимметричны относительно длины трубопровода. Аналогичный характер распределения расхода через отверстия по длине трубопровода получен в ходе экспериментальных работ.

Следует отметить, что положение 1 достаточно широко применяется в практике водоподготовки, например, при подаче воды в параллельно работающие сооружения, при распределении воды по площади осветлителя. В Японии выдан патент (заявка № 54-17451) на подобный принцип распределения воды по площади осветлителя (отстойника).

Совмещение двух указанных выше положений позволило разработать принципы конструирования нового типа дренажно-распределительного устройства.

На рис. 3 представлены простейшие схемы, иллюстрирующие метод конструирования такого устройства.

На рис. 3а изображен трубопровод, состоящий из двух параллельных ветвей ( $abc$  и  $a|b|c|$ ) и общего для них участка  $cd$ . В свою очередь, каждая ветвь состоит из участков  $ab$  и  $a|b|$  с равномерной перфорацией и соединительных участков  $bc$  и  $b|c|$ .

Очевидно, что если все параллельные участки будут геометрически одинаковы, то и расходы в них будут одинаковы. Очевидно также, что при данном расположении участков и неравномерность распределения их суммарного расхода по длине будет равна неравномерности распределения расхода в каждой из ветвей, взятой по отдельности, т. е. никакого улучшения работы такого устройства не будет.

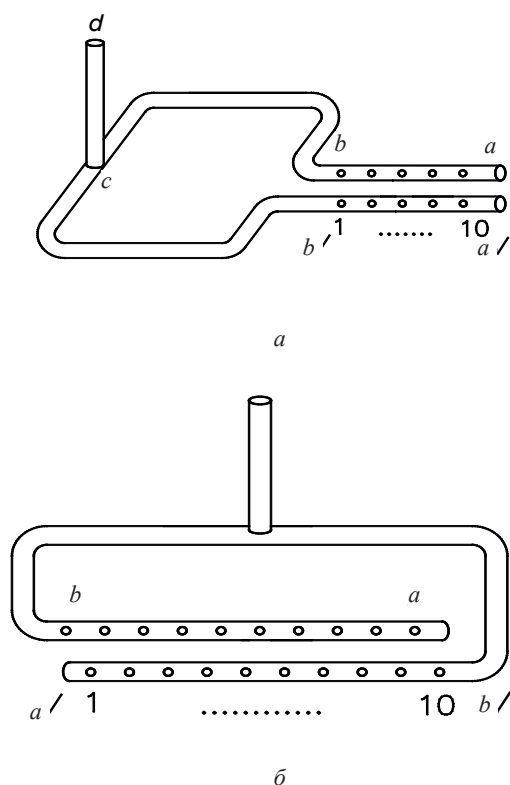


Рис. 3 Схема дренажно-распределительного устройства фильтра

Если же участки  $ab$  и  $a|b|$  будут расположены относительно друг друга так, как показано на рис. 3б (движение воды в ветвях встречное), то суммарная неравномерность распределения расхода по длине участка из двух ветвей будет меньше чем для каждой отдельно взятой ветви. Необходимо отметить, что предлагаемая конструкция устройства позволит сохранить его преимущества как в режиме сбора (отвода) воды, так и в режиме распределения ее, что невозможно осуществить в существующих конструкциях устройств.

При этом технологические параметры новой конструкции устройства оказываются и более стабильными во времени, т. к. все происходящее в процессе его эксплуатации изменения (коррозия трубопроводов, обрастание, заиливание и т. п.) будут сказываться практически одинаково во всех ее ветвях. Это не нарушает положений, принятых в основу ее конструкции.

На рис. 4 представлена схема более сложной конструкции дренажно-распределительного устройства, для которой справедливы те же положения, что и для конструкций, представленных на рис. 3. Эти положения позволяют разрабатывать конструкции дренажно-распределительных устройств для любой формы рабочей зоны и с любой заданной неравномерностью распределения расхода.



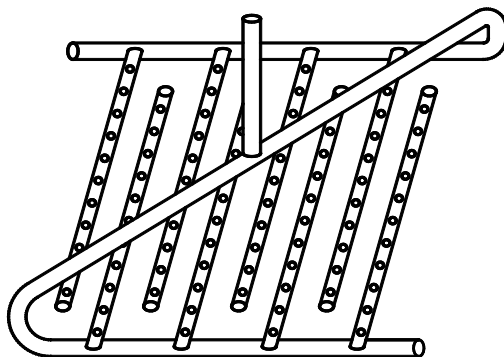


Рис. 4. Вариант плоской конструкции дренажно-распределительного устройства

Однако необходимо отметить, что все существующие методы гидравлического расчета трубопроводов с путевым расходом не позволяют количественно оценить равномерность распределения расхода жидкости по длине заданного устройства, особенно в случае переменного общего расхода. В настоящее время данная задача решена лишь частично применительно к устройству подачи воздуха в аэротенки.

Авторами принят метод экспериментальной проверки выдвигаемых положений и оценки результатов работы дренажно-распределительных устройств. Для получения сравнительных данных о количественной оценке неравномерности распределения расхода жидкости устройствами разной конструкции была смонтирована установка, состоящая из сборного лотка (длина 5 м), в котором проводились испытания перфорированных трубопроводов диаметром 20 мм. Установка оборудована необходимыми приборами (ротаметром, пьезометрическим щитом, вентилями и т. п.), которые позволяют определять в ходе исследований требуемые параметры (общий расход, потери напора и т. п.). Расход жидкости через отдельные отверстия в режиме распределения определялся объемным способом. Постоянный напор обеспечивался насосами, баками с переливными устройствами и др.

Результаты трех опытов по измерению расходов через каждое из 10 отверстий диаметром 5 мм с шагом 0,5 м в стенке исследуемой водопроводной трубы диаметром 20 мм (конструкция рис. 3а) сведены в таблицу.

#### Результаты исследований

Номер опыта	Расход воды через отверстие $q_i$ , л/с									
	Номер отверстия									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,049	0,047	0,046	0,046	0,046	0,047	0,049	0,050	0,050	0,051
2	0,067	0,065	0,067	0,064	0,060	0,065	0,067	0,069	0,069	0,069
3	0,043	0,040	0,036	0,037	0,036	0,038	0,042	0,043	0,043	0,044



Неравномерность распределения расхода  $E$  через отверстие по длине рабочей зоны для существующей конструкции распределительного устройства (рис. 3а) и предлагаемой конструкции (рис. 3б) вычисляется по формулам:

$$E = \frac{2 \cdot |q_i - q_{cp}|}{2q_{cp}} \cdot 100 \%,$$

$$E = \frac{|(q_i - q_{n-i}) - 2q_{cp}|}{2q_{cp}} \cdot 100 \%.$$

Максимальные значения неравномерности распределения по длине для каждого из опытов, приведенных в таблице для указанных выше конструкций, соответственно равны: 6 %; 3,3 %; 9,3 % и 5,5 %; 10,4 %; 8,2 %.

Полученные данные показывают, что использование принципа взаимной компенсации изменения расходов позволяет улучшить работу трубчатого дренажного распределительного устройства от 21 до 45 %.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильев, А. Л. Совершенствование систем водоснабжения для малых и средних населенных пунктов / А. Л. Васильев, Э. А. Кюберис. – Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2016. – № 2. – С. 67–73 : ил.
2. Васильев, А. Л. Разработка технологии очистки трудноокисляемых органических соединений в сточных водах / А. Л. Васильев, А. С. Тарасов. – Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2016. – № 3. – С. 38–45 : ил.
3. Филатов, А. И. Конструктивные особенности и опыт эксплуатации пористых дренажных систем в скорых фильтрах / А. И. Филатов, В. И. Шаповалов, Л. Л. Райкин. – Водоснабжение и санитарная техника. – 2010. – № 2. – С. 48–50 : ил.
4. Опыт эксплуатации дренажно-распределительных систем «Экополимер» на Западной фильтровальной станции «Лугансквода» / Ю. А. Трегуб, Е. Х. Вилкова, В. М. Ульянов, Ю. В. Остроушко // Водоснабжение и санитарная техника. – 2010. – № 11. – С. 29–33 : ил.
5. Фильтрующий модуль для очистки воды : пат. 2479337 Рос. Федерация: МПК B01D 24/02 / B01D 24/46 / А. Ю. Кожушко, В. А. Илюшин ; ООО «ЭТЭК ЛТД». – № 2010143163/05 ; заявл. 10.08.2012 ; опубл. 20.04.2013, Бюл. № 11. – 7 с.: ил.

**VASILEV Aleksey L'vovich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of engineering-ecological systems and technologies; VASILEV Lev Alekseevich, doctor of technical sciences, professor of the chair of engineering-ecological systems and technologies; VOROBYOVA Ekaterina Vladimirovna, senior teacher of the chair of engineering-ecological systems and technologies**

#### THE THEORETICAL BASIS OF THE PRINCIPLE OF DESIGNING FILTER DRAINAGE-DISTRIBUTION SYSTEMS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Pjinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel: +7 (831) 430-54-87; fax: +7 (831) 430-19-36; e-mail: k\_viv@nngasu.ru

*Key words:* drainage-distribution systems, pipeline, parallel branches, principle of mutual compensation, horizontal compensation.



*The article presents the principle of designing a new type of tubular drain & distributing systems of filters, different designs of drainage control devices are considered, as well as those which use the principle of "horizontal compensation."*

## REFERENCES

1. Kyuberes, E. A., Vasilev, A. L. Sovershenstvovanie sistem vodosnabzheniya dlya mal'kikh i srednikh naselyonnykh punktov [Improvement of systems of water supply for small and average settlements]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2016, № 2. P. 67–73: ill.
2. Tarasov, A. S., Vasilev, A. L. Razrabotka tekhnologii ochestki trudnookislyaemykh organicheskikh soedineniy v stochnykh vodakh [Development of technology of hard oxidable organic compounds purification in wastewater]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2016, № 3. P. 38–45: ill.
3. Filatov, A. I., Shapovalov V. I., Raykin L. L. Konstruktivnye osobennosti i opyt ekspluatatsii poristykh drenaznykh sistem v skorykh filtrakh [The design features and operating experience of porous drainage systems in rapid filters]. Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika [Water supply and sanitary technique]. Moscow. 2010, № 2. P. 48–50: ill.
4. Tregub, Yu. A., Vilkova, E. H., Ulchenko, V. M., Ostroushko, Yu. V. Opyt ekspluatatsii drenazhno-raspredeletelnykh sistem "Ekopolimer" na Zapadnoy filtrovalnoy stantsii "Luganskvoda" [Experience of exploitation of the ECOPOLYMER drainage and distribution systems at the Zapadnaya filtration plant "Luganskvoda"]. Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika [Water supply and sanitary technique]. Moscow, 2010, № 11. P. 29–33: ill.
5. Filtruyuschiy modul dlya ochestki vody [A filter module for water treatment]: Pat. 2479337 Ros. Federatsiya: MPK B01D 24/02 / B01D 24/46. A. Yu. Kozhushko, V. A. Ilyushin; JSC "ETEK LTD". № 2010143163/05; zayavl. 10.08.2012; opubl. 20.04.2013. Byul. № 11. 7 p.: ill.

© А. Л. Васильев, Л. А. Васильев, Е. В. Воробьева, 2017

Получено: 31.03.2017 г.



УДК 628.16

**Э. А. КЮБЕРИС**, канд. техн. наук, доц. кафедры инженерно-экологических систем и технологий; **А. Л. ВАСИЛЬЕВ**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой инженерно-экологических систем и технологий

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»  
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел./факс: (831) 430-08-60;

эл. почта: k\_viv@nngasu.ru

*Ключевые слова:* очистка воды, фильтрование, окисление, обезжелезивание, водоснабжение.

---

*Представлены результаты исследований современных каталитических фильтрующих материалов для получения качественной питьевой воды из подземных источников.*

---

Из-за повышенного загрязнения природных источников, существующие технологии обработки воды стали недостаточно эффективными. Станции водоподготовки не всегда обеспечивают надежную степень очистки и подачу населению питьевой воды гарантированного качества [1].

Проблема модернизации, технического перевооружения и развития систем коммунального водоснабжения относится к числу наиболее значимых.

На городских станциях водоподготовки фильтрование обычно используют для обработки воды, прошедшей (после коагулирования) отстойники или осветлители. Фильтрование применяют также для осветления воды при ее умягчении и обезжелезивании. В некоторых случаях фильтрование используется для осветления природной некоагулированной воды, а также коагулированной воды без предварительного отстаивания.

Исследования [2] показали, что фильтрующая загрузка в процессе обезжелезивания является основным фактором, обуславливающим удаление железа из воды. Высокий эффект обезжелезивания достигается при образовании на поверхности зерен пленки из соединений железа, которая является катализатором. В настоящее время при усовершенствовании технологий обезжелезивания этот метод является перспективным.

Каталитические наполнители – природные материалы, содержащие диоксид марганца или загрузки, в которые диоксид марганца введен при соответствующей обработке. Эти фильтрующие загрузки отличаются друг от друга как своими физическими характеристиками, так и содержанием диоксида марганца и поэтому эффективно работают в разных диапазонах значений, характеризующих воду параметров.

Объектом исследований являлись выбранные образцы современных каталитических фильтрующих материалов отечественного производства: МЖФ, МФО–47, Сорбент АС, Сорбент АС+МС (50/50 %). При этом велись сравнительные опыты с традиционным кварцевым песком.

Характеристики исследуемых фильтрующих материалов представлены в табл. 1.



Таблица 1

**Характеристики фильтрующих материалов**

Номер фильтра	Название материала	Фракционный состав, мм	Коэффициент неоднородности загрузки
1	Кварцевый песок	0,5 – 1,5	1,6
2	МЖФ	0,5 – 1,5	1,4 – 2,0
3	МФО–47	0,5 – 1,5	1,4 – 1,6
4	Сорбент АС	0,7 – 1,5	1,4 – 1,6
5	Сорбент АС (50%) + Сорбент МС (50%)	0,7 – 1,5 0,5 – 1,0	1,6 – 1,8

Целью лабораторных исследований являлось определение фильтрующих характеристик современных каталитических материалов при удалении высоких концентраций железа и марганца из приготовленных имитатов. Исследования проводились по схеме: окисление гипохлоритом натрия с последующим фильтрованием. Показатели качества имитатов представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Показатели качества имитатов**

Показатели качества	Имитат А	Имитат В	Имитат С
рН, ед.	7,5	7,5	7,5
растворенный кислород, мг/л	5,2	5,2	5,2
железо, мг/л	10,0	15,0	20,0
марганец, мг/л	1,0	1,5	1,8
сухой остаток, мг/л	460,0	490,0	520,0

Имитаты готовились на отстоянной водопроводной воде, в которую в зависимости от требуемой концентрации  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Mn}^{2+}$  добавлялись: соль «Мора» ( $\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ ) и хлористый марганец ( $\text{MnCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$ ). Остальные показатели качества соответствовали водопроводной воде г. Н. Новгорода.

Лабораторные исследования современных каталитических материалов проводились на установке, смонтированной в лаборатории кафедры «Инженерно-экологических систем и технологий» ННГАСУ. г. Н. Новгород.

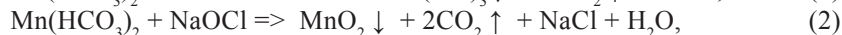
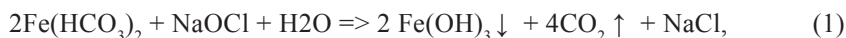
Целью лабораторных исследований являлось изучение фильтрующих характеристик современных каталитических материалов по отношению к высоким концентрациям железа и марганца при изменении скорости фильтрования. Схема лабораторной установки представлена на рис. 1.

Исследования выполнялись на моделях фильтров, выполненных из стекла размерами: диаметр ( $D$ ) – 100 мм; высота ( $H$ ) – 1000 мм. Объем загрузки в фильтрующей колонке – 5,5 л. Высота слоя загрузки – 700 мм.

Исходный имитат 1 подавался из регулирующей емкости в контактную емкость 3. В исходный имитат вводился окислитель – 8 %-й раствор гипохлорита натрия.

Под действием гипохлорита натрия происходит разрушение гуматов и других органических соединений железа и марганца, а также последующий переход

их в форму неорганических солей трехвалентного железа и четырехвалентного марганца, которые легко гидролизуются с выпадением в осадок, который извлекается при фильтровании:



По стехиометрии (уравнениям реакций) на окисление 1 мг двухвалентного железа расходуется 0,64 мг активного хлора, а на окисление 1 мг двухвалентного марганца расходуется 1,3 мг активного хлора. Доза гипохлорита натрия (в пересчете на активный 100 % хлор) определялась по формуле [3]:

$$\text{Дх} = (0,64 \times [\text{Fe}^{2+}]) + (1,3 \times [\text{Mn}^{2+}]) + (\text{ДОСТ}), \quad (4)$$

где  $[\text{Fe}^{2+}]$  — концентрация двухвалентного железа в исходной воде, мг/л;

$[\text{Mn}^{2+}]$  — концентрация двухвалентного марганца в исходной воде, мг/л;

ДОСТ — остаточная концентрация активного хлора, мг/л.

Расчетные дозы 8 %-го раствора гипохлорита натрия (NaOCl) определялись по формулам:

– для имитата А:  $((0,64 \times 0,0 + 1,3 \times 1,0 + 0,5) \times 100 \%) / 8 \% = 102,5$  мг/л;

– для имитата В:  $((0,64 \times 15,0 + 1,3 \times 1,5 + 0,5) \times 100 \%) / 8 \% = 150,6$  мг/л;

– для имитата С:  $((0,64 \times 20,0 + 1,3 \times 1,8 + 0,5) \times 100 \%) / 8 \% = 195,5$  мг/л.

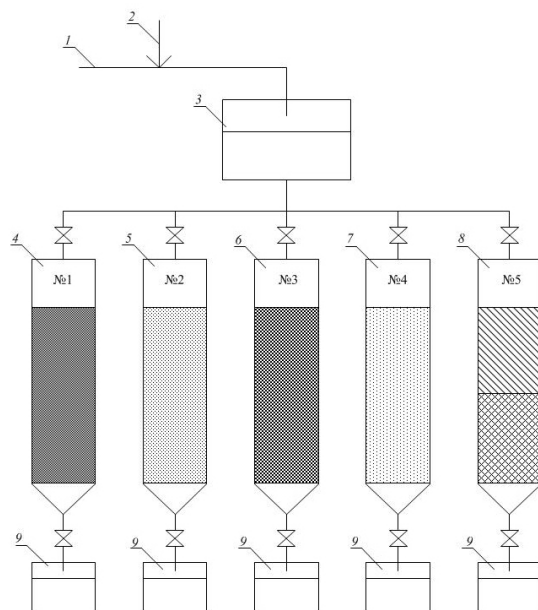


Рис. 1. Схема лабораторной установки: 1 – подача исходной воды (имитата); 2 – ввод окислителя (8 %-го раствора гипохлорита натрия); 3 – контактная емкость; 4 – фильтрующая колонка с кварцевым песком; 5 – фильтрующая колонка с МЖФ; 6 – фильтрующая колонка с МФО-47; 7 – фильтрующая колонка с Сорбентом АС; 8 – фильтрующая колонка со смесью Сорбент АС+МС (50/50 %); 9 – сбор фильтрата





Обработанный окислителем имитат выдерживался в контактной емкости (3) 30 мин и далее направлялся на фильтровальные колонки (4–8) с образцами фильтрующих материалов. В фильтрующих колонках задавалась и поддерживалась постоянная скорость фильтрования (5, 8, 12 м/ч).

Исследования проводились при равных рабочих параметрах. Отбор проб производился через определенные промежутки времени (30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 450, 480, 510, 540 мин) одновременно из всех фильтров.

В отобранных пробах определялись железо и марганец. Определение концентраций различных примесей в воде производилось в соответствии с рекомендациями [4]. После каждой серии опытов проводилась промывка загрузки в течение 10 мин обратным током воды. Параметры обратной промывки (интенсивность и расширение слоя загрузки) определялись в зависимости от типа материала в соответствии с рекомендациями производителей.

Исследования на фильтрующей колонке, загруженной кварцевым песком, показали, что при фильтровании имитата А ( $\text{Fe} - 10 \text{ мг/л}$ ,  $\text{Mn} - 1,0 \text{ мг/л}$ ) со скоростью 5 м/ч эффективность удаления железа составила 77,9 % (2,21 мг/л); эффективность удаления марганца составила 55,6 % (0,44 мг/л).

Так как кварцевый песок не обеспечивает требуемого качества фильтрата, то последующие эксперименты (увеличение скорости фильтрования и увеличение исходных концентраций железа и марганца) проводить было нецелесообразно.

Эксперименты на остальных фильтрующих колонках показали, что при скорости 5 м/ч все каталитические фильтрующие материалы обеспечивают требуемое качество фильтрата по железу и марганцу.

При фильтровании имитата С ( $\text{Fe} - 20 \text{ мг/л}$ ,  $\text{Mn} - 1,8 \text{ мг/л}$ ) со скоростью 8 м/ч через материал МЖФ эффективность удаления железа составила 98,61 % (0,278 мг/л); эффективность удаления марганца составила 94,28 % (0,103 мг/л). Остальные каталитические фильтрующие материалы при скорости 8 м/ч обеспечивают требуемое качество фильтрата по содержанию железа и марганца.

При фильтровании имитата А ( $\text{Fe} - 10 \text{ мг/л}$ ,  $\text{Mn} - 1,0 \text{ мг/л}$ ) со скоростью 12 м/ч все фильтрующие материалы обеспечивают требуемое качество фильтрата по железу. Материал МЖФ не обеспечивает требуемое качество фильтрата по марганцу (0,130 мг/л).

При фильтровании имитата В ( $\text{Fe} - 15 \text{ мг/л}$ ,  $\text{Mn} - 1,5 \text{ мг/л}$ ) со скоростью 12 м/ч все фильтрующие материалы обеспечивают требуемое качество фильтрата по железу. Содержание марганца в фильтрате практически у всех материалов превышает ПДК. Исключение представляет фильтрат после смеси материалов Сорбент АС + Сорбент МС, который удовлетворяет требованиям (менее 0,1 мг/л).

При фильтровании имитата С ( $\text{Fe} - 20 \text{ мг/л}$ ,  $\text{Mn} - 1,8 \text{ мг/л}$ ) со скоростью 12 м/ч через смесь материалов Сорбент АС + Сорбент МС эффективность удаления железа составила 98,83 % (0,235 мг/л); эффективность удаления марганца составила 94,44 % (0,100 мг/л). Остальные каталитические фильтрующие материалы при скорости 12 м/ч не обеспечивают требуемое качество фильтрата по содержанию железа и марганца.

Построенные графики показывают, что при увеличении скорости фильтрования происходит снижение эффективности удаления железа и марганца. На рис. 2–3 приведены графики зависимости остаточного содержания железа и марганца от скорости фильтрования для смеси материалов Сорбент АС (50 %) + Сорбент МС (50 %).

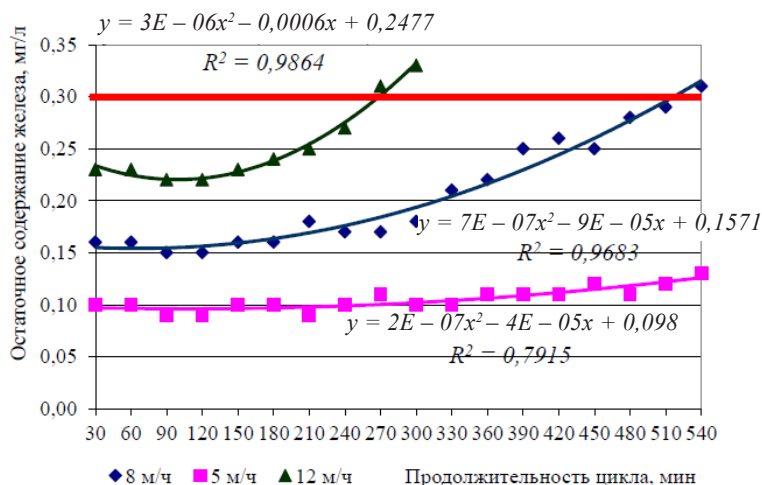


Рис. 2. График зависимости остаточной концентрации общего железа от скорости фильтрования имитата В через смесь материалов Сорбент АС+МС

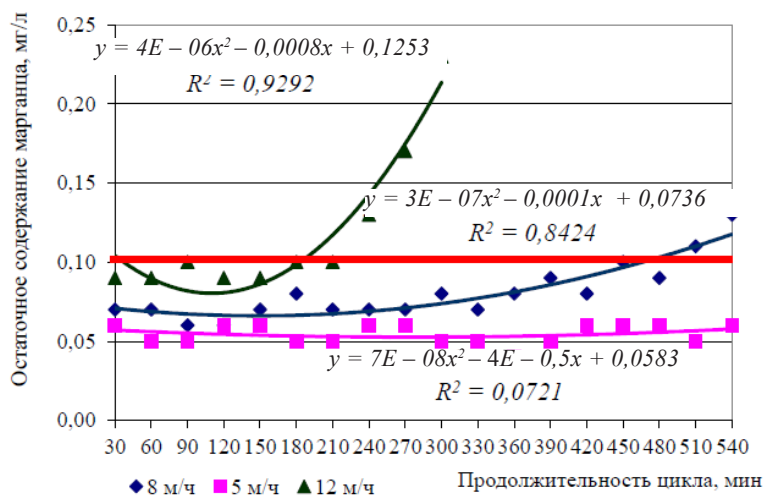


Рис. 3. График зависимости остаточной концентрации марганца от скорости фильтрования имитата В через смесь материалов Сорбент АС+МС

В результате исследований установлено:

1. Исходя из анализа экспериментальных данных, следует, что зависимость имеет общий характер: эффективность удаления железа и марганца снижается при увеличении скорости фильтрования. Наиболее оптимальная скорость – 5 м/ч. При данной скорости наблюдается максимальная эффективность удаления железа и марганца.

2. Наилучшие результаты показала смесь каталитических материалов Сорбент АС (50 %) + МС (50 %), эффективность которых составила: по железу – 99,3–98,5 %, по марганцу – 96,4–93,7 %. Худшие показатели имеет



каталитический материал – МЖФ, эффективность которого составила: по железу – 98,4–98,02 %, по марганцу – 94,5–88,0 %.

3. По результатам исследований получены математические зависимости, адекватно описывающие влияние скорости фильтрования на эффективность удаления железа и марганца.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильев, А. Л. О совершенствовании состояния систем водоснабжения / А. Л. Васильев, Л. А. Васильев, И. В. Бокова // Великие реки-2013 : тез. докл. междунар. конгр. / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2013. – С. 131–133.
2. Николадзе, Г. И. Улучшение качества подземных вод / Г. И. Николадзе. – Москва : Стройиздат, 1987. – 239 с.
3. Николадзе, Г. И. Обезжелезивание природных и оборотных вод / Г. И. Николадзе. – Москва : Стройиздат, 1980. – 160 с.
4. Баранова, А. Г. Практикум по химии воды / А. Г. Баранова, П. Р. Таубе ; Пенз. гос. архитектур.-строит. акад.. – Пенза : ПГАСА, 1997. – 114 с.

**KYUBERIS Eduard Aleksandrovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of engineering-ecological systems and technologies; VASILEV Aleksey L'vovich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of engineering-ecological systems and technologies**

#### RESEARCH OF MODERN FILTERING MATERIALS FOR WATER SUPPLY SYSTEMS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering  
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel./fax: +7 (831) 430-08-60;  
e-mail: k\_viv@nngasu.ru

*Key words:* water purification, filtering, oxidation, deferrization, water supply.

---

*The article presents results of researches on modern catalytic filtering materials to obtain quality drinking water from underground sources.*

---

#### REFERENCES

1. Vasilev A. L., Vasilev L. A., Bokova I. V. O sovershenstvovaniy sostoyaniya sistem vodosnabzheniya [About improvement of water supply systems condition]. Velikie reki-2013 : tez. dokl. mezhdunar. kongr. [Great River-2013: Proceedings of the International Congress]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2013. P. 131–133.
2. Nikoladze, G. I. Uluchshenie kachestva podzemnykh vod [Improvement of quality of underground waters]. Moscow. Stroyizdat, 1987. 239 p.
3. Nikoladze, G. I. Obezhelezivanie prirodnykh i oborotnykh vod [Deferrization of natural and recycled waters]. Moscow. Stroyizdat, 1980. 160 p.
4. Baranova, A. G., Taube P. R. Praktikum po khimii vody [Workshop on chemistry of water]. Penz. gos. arkhitektur.-stroit. akad. Penza. 1997. 114 p.

© Э. А. Кюберис, А. Л. Васильев, 2017

Получено: 01.12.2016 г.

УДК 699.86

**Н. А. ГРУЗИНЦЕВА**, канд. техн. наук, докторант кафедры материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии; **Ю. С. ГРУШИНА**, аспирант кафедры материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии; **С. В. ПАВЛОВ**, канд. техн. наук, доц. кафедры материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии; **Б. Н. ГУСЕВ**, д-р техн. наук, проф. кафедры материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ КОМПЬЮТЕРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»

Россия, 153037, г. Иваново, ул. 8 Марта, д. 20. Тел.: (4932) 32-85-40; факс: (4932) 37-34-14;  
эл. почта: grushina1992@list.ru

*Ключевые слова:* строительные материалы, исследование поверхности, методика измерения, компьютерный метод, мониторинг, технологический процесс.

---

*Предложена методика для исследования неравномерности поверхности (поверхностной плотности) теплоизоляционных материалов, позволяющая оценить стабильность технологических процессов их производства.*

---

При производстве теплоизоляционных строительных материалов (например, нетканых геотекстильных материалов и пенопласта) возникает необходимость контроля качества их поверхности (или поверхностной плотности в случае плоской формы материала) [1]. Известные методики [2] предусматривают фотографирование поверхности исследуемого материала и визуальное изучение данных снимков на наличие соответствующих дефектов. В то же время для получения более полной информации о показателях неравномерности поверхности (поверхностной плотности) объектов исследования с целью мониторинга стабильности технологических процессов их производства необходимо совершенствовать методику исследования как в направлении выявления новых информативных показателей состояния поверхности, так и в направлении автоматизации обработки их результатов измерения [3].

В качестве объекта исследования выбран нетканый геотекстильный материал (ГТМ) марки «Геоманит ДТ» поверхностной плотности 200 г/м<sup>2</sup>, производимый на ООО «Нимпромтекс» (г. Железногорск Курской области).

Контроль качества по показателю «поверхностная плотность» на данном предприятии осуществляется контролером визуально на соответствующем стенде на наличие явных (крупных) дефектов (см. рис. 1).



Рис. 1. Визуальный контроль качества нетканого геотекстильного материала

В то же время периодическое получение изображений участков полотна цифровой камерой позволяет оперативно сохранять соответствующие файлы и последовательно осуществлять их компьютерную обработку на наличие изменения поверхностной плотности на небольших участках полотна непосредственно в производственных условиях для оперативного мониторинга технологического процесса производства нетканого ГТМ.

Блок-схема алгоритма предлагаемой методики компьютерного исследования поверхностной плотности ГТМ представлена на рис. 2.

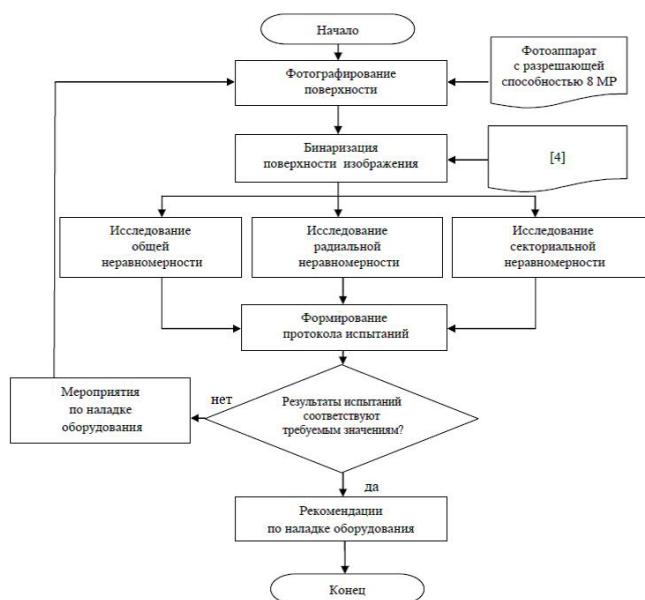


Рис. 2. Блок-схема алгоритма оценки неравномерности поверхности объекта исследования

Для реализации данного алгоритма первоначально были спроектированы параметрические характеристики неравномерности по показателю «поверхностная плотность» согласно выражению (1) [5].



$$P_s = m/S, \text{ г/м}^2, \quad (1)$$

где  $m$  – масса пробы, г;  $S$  – площадь пробы,  $\text{м}^2$ .

В данном случае при  $m = \text{const}$  измеряемым показателем является параметр  $S$ , для которого спроектированы характеристики неравномерности, приведенные в табл. 1 [6].

Таблица 1

### Характеристики неравномерности поверхностной плотности ГТМ

Наименование показателя, ед. измерения	Условия реализации
<i>Показатели общей неравномерности</i>	
<i>Абсолютные:</i>	
площадь изображения, $\text{мм}^2$	$S = S_c + S_m$
площадь светлых участков, $\text{мм}^2$	$S_c$
площадь темных участков, $\text{мм}^2$	$S_T$
<i>Относительные:</i>	
доля площади светлых участков, %	$\Delta S_c = (S_c/S) \cdot 100$
доля площади темных участков, %	$\Delta S_T = (S_T/S) \cdot 100$
общая площадь, %	$\Delta S_T + \Delta S_c = 100$
<i>Показатели секториальной неравномерности:</i>	
площадь светлых участков $i$ -го сектора ( $i = 1, \dots, n, n = 8$ ), $\text{мм}^2$	$(S_c)_i$
площадь темных участков $i$ -го сектора ( $i = 1, \dots, n, n = 8$ ), $\text{мм}^2$	$(S_T)_i$
средняя секториальная площадь светлых участков, $\text{мм}^2$	$(\bar{S}_c)_c$
средняя секториальная площадь темных участков, $\text{мм}^2$	$(\bar{S}_T)_c$
среднее квадратическое отклонение секториальной площади светлых участков, $\text{мм}^2$	$\sigma_{s_c} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(S_c)_i - (\bar{S}_c)_c]^2}{n-1}}$
среднее квадратическое отклонение секториальной площади темных участков, $\text{мм}^2$	$\sigma_{s_T} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(S_T)_i - (\bar{S}_T)_c]^2}{n-1}}$
коэффициент вариации секториальной площади светлых участков, %	$C_{s_c} = [\sigma_{s_c} / (\bar{S}_c)_c] \cdot 100$
коэффициент вариации секториальной площади темных участков, %	$C_{s_T} = [\sigma_{s_T} / (\bar{S}_T)_c] \cdot 100$
<i>Показатели радиальной неравномерности:</i>	
площадь светлых участков $j$ -го радиального сегмента ( $j = 1, \dots, m, m = 8$ ), $\text{мм}^2$	$(S_c)_j$
площадь темных участков $j$ -го радиального сегмента ( $j = 1, \dots, m, m = 8$ ), $\text{мм}^2$	$(S_T)_j$
средняя радиальной площадь светлых участков, $\text{мм}^2$	$(\bar{S}_c)_p$
средняя радиальной площадь темных участков, $\text{мм}^2$	$(\bar{S}_T)_p$
среднее квадратическое отклонение радиальной площади светлых участков, $\text{мм}^2$	$\sigma_{s_c} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m [(S_c)_j - (\bar{S}_c)_p]^2}{m-1}}$



Окончание табл. 1

Наименование показателя, ед. измерения	Условия реализации
среднее квадратическое отклонение радиальной площади темных участков, мм <sup>2</sup>	$\sigma_{s_T} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(s_T)_i - (\overline{s_T})_P]^2}{n-1}}$
коэффициент вариации радиальной площади светлых участков, %	$C_{s_C} = \left[ \sigma_{s_C} / (\overline{s_C})_P \right] \cdot 100$
коэффициент вариации радиальной площади темных участков, %	$C_{s_T} = \left[ \sigma_{s_T} / (\overline{s_T})_P \right] \cdot 100$

На следующем этапе осуществляли бинаризацию цифровых изображений поверхности нетканого ГТМ по разработанной компьютерной программе [4] (см. рис. 3).

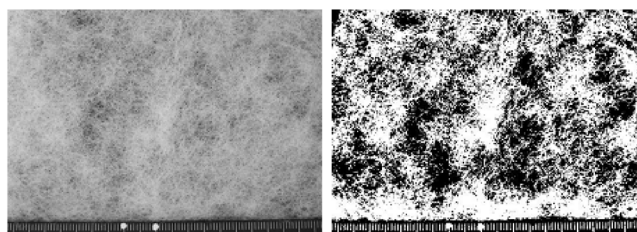


Рис. 3. Изображение нетканого ГТМ: а – исходное; б – бинаризованное

На следующем этапе была разработана компьютерная программа [7] по автоматическому определению показателей неравномерности поверхности (поверхностной плотности), которые приведены в табл. 1. Первоначально в данную программу загружается бинаризованное цифровое изображение пробы (см. рис. 3б). В дальнейшем устанавливаются размеры анализируемого участка полотна по длине и ширине с учетом выбранного масштаба (см. рис. 4).

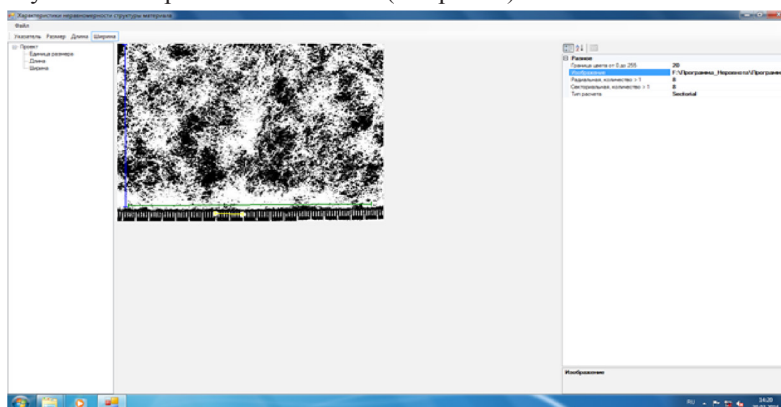


Рис. 4. Окно компьютерной программы с бинаризованным изображением участка полотна перед определением общей, секториальной и радиальной неравномерности и по поверхностной плотности нетканого ГТМ

На следующем этапе на экран монитора выводятся изображения пробы для оценки соответственно по общему, секториальному и радиальному анализу исследуемого показателя  $S$  (см. рис. 5).

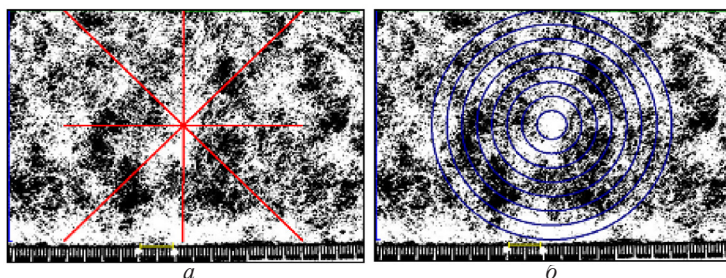


Рис. 5. Бинаризованное изображение при определении неравномерности поверхностной плотности нетканого ГТМ: *a* – секториальной; *b* – радиальной

После проведения данной операции последовательно формируются протоколы по общей, секториальной и радиальной неравномерности. Для проверки работоспособности разработанных компьютерных программ в табл. 2 приведены значения характеристик общей, секториальной и радиальной неравномерности поверхностной плотности нетканого ГТМ по пяти снимкам.

Таблица 2

**Значения характеристик общей, секториальной и радиальной неравномерности поверхностной плотности нетканого ГТМ**

Кодированное обозначение характеристик	Единица измерения	Значения испытываемых участков поверхности					
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	Среднее
Общая неравномерность							
$a$	мм	63,35	65,00	69,52	69,38	67,10	66,87
$b$	мм	63,35	65,00	69,52	69,38	67,10	66,87
$S$	мм <sup>2</sup>	5531,22	4225,00	4833,37	4814,22	4489,91	4778,74
$S_C$	мм <sup>2</sup>	3175,31	2539,83	2898,09	2778,21	2642,74	2806,84
$S_T$	мм <sup>2</sup>	2355,91	1685,17	1935,28	2036,01	1847,17	1971,91
$\Delta S_C$	%	57,41	60,11	59,96	57,71	58,86	58,81
$\Delta S_T$	%	42,59	39,89	40,04	42,29	41,14	41,19
Секториальная неравномерность							
$(\overline{S_C})_c$	мм <sup>2</sup>	396,91	317,48	362,26	347,28	330,34	350,85
$(\overline{S_T})_c$	мм <sup>2</sup>	294,49	210,65	245,91	254,5	230,9	247,29
$\sigma_{Sc}$	мм <sup>2</sup>	917,12	776,15	716,03	732,45	707,87	769,92
$\sigma_{ST}$	мм <sup>2</sup>	864,20	805,20	711,62	782,53	713,19	775,35
$C_{Sc}$	%	9,62	7,80	6,76	7,50	7,92	7,92
$C_{ST}$	%	12,22	12,19	10,06	10,93	11,42	11,36
Радиальная неравномерность							
$(\overline{S_C})_p$	мм <sup>2</sup>	298,96	243,80	278,93	267,41	257,95	269,41
$(\overline{S_T})_p$	мм <sup>2</sup>	242,28	170,76	195,45	205,17	181,43	199,02
$\sigma_{Sc}$	мм <sup>2</sup>	270,33	30,71	234,48	71,69	64,93	134,43
$\sigma_{ST}$	мм <sup>2</sup>	272,8	64,62	233,27	70,52	64,43	141,13
$C_{Sc}$	%	27,74	3,20	21,63	7,64	7,30	13,50
$C_{ST}$	%	41,95	5,21	35,84	9,77	10,81	20,72



Анализ данных, приведенных в табл. 2, позволяет осуществить мониторинг технологического процесса производства нетканого ГТМ по следующей схеме:

1) первоначально оценивается общая неравномерность, а именно: площади светлых  $\Delta S_C$  и темных  $\Delta S_T$  участков полотна, где высокому качеству материала соответствует  $\Delta S_C \Rightarrow (\Delta S_C)_{\max} = 100\%$ . Данное условие является труднодостижимым. Поэтому по шкале порядка нормируется данная характеристика в следующем варианте: хорошее качество – от 71 до 100 % (первый уровень); удовлетворительное качество – от 41 до 70 % (второй уровень); плохое качество – до 40 % (третий уровень);

2) далее анализируется секториальная неравномерность, а именно значения коэффициента вариации  $C_{Sc}$ . Данный показатель имеет негативную направленность, т. е. наилучшим вариантом является условие  $C_{Sc} \Rightarrow (C_{Sc})_{\min} = 0\%$ . Данное условие является труднодостижимым. Поэтому по шкале порядка нормируется данная характеристика в варианте: низкая секториальная неравномерность – от 0 до 5 % (первый уровень); средняя секториальная неравномерность – от 6 до 10 % (второй уровень); высокая секториальная неравномерность – от 10 % и выше (третий уровень);

3) затем изучается радиальная неравномерность, а именно значения коэффициента вариации  $C_{Sp}$ . Данный показатель также имеет негативную направленность, т. е. наилучшим вариантом является условие  $C_{Sp} \Rightarrow (C_{Sp})_{\min} = 0\%$ . Данное условие является труднодостижимым. Поэтому аналогично, как и в предыдущем случае, по шкале порядка нормируется данная характеристика в варианте: низкая радиальная неравномерность – от 0 до 5 % (первый уровень); средняя радиальная неравномерность от 6 до 10 % (второй уровень); высокая радиальная неравномерность – от 10 % и выше (третий уровень);

4) на заключительном этапе оформляется итоговый протокол, необходимый для мониторинга искомого технологического процесса.

Таким образом, в статье предложена методика для исследования неравномерности поверхности (поверхностной плотности) теплоизоляционных материалов, позволяющая оценить стабильность технологических процессов их производства.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федосов, С. В. Проблемы оценки качества и стандартизации геосинтетических материалов в дорожном строительстве / С. В. Федосов, П. И. Поспелов, Т. О. Гойс [и др.] // *Academia*. – 2016. – № 1. – С. 101–106.
2. Новиков, А. Н. Разработка теоретических и методологических принципов создания систем компьютерного зрения для автоматизации контроля качества текстильных материалов : дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.06 / А. Н. Новиков. – Москва, 2014. – 287 с.
3. Методическое обеспечение процесса мониторинга производства геосеток / А. А. Цыбышева, Н. А. Грузинцева, Н. Э. Чистякова, Б. Н. Гусев // *Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т*. – Нижний Новгород, 2016. – № 3. – С. 46–54.
4. Компьютерная программа бинаризации цифровых изображений проб геотекстильных материалов / Н. А. Коробов, С. В. Павлов, Н. А. Грузинцева, Б. Н. Гусев // *Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 21692 в Объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование»*. – Оpubл. 10.03.2016.
5. Кукин, Г. Н. Текстильное материаловедение (текстильные полотна и изделия) : учеб. для вузов / Г. Н. Кукин, А. Н. Соловьев, А. И. Кобляков. – Москва : Легпромбытиздат, 1992. – 272 с.

6. Грузинцева, Н. А. Проектирование качества геотекстильных материалов для дорожного строительства / Н. А. Грузинцева, М. А. Лысова, Т. В. Москвитина, Б. Н. Гусев // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2015. – № 3. – С. 82–87.

7. Павлов, С. В. Компьютерная программа для измерения структурных характеристик геотекстильных материалов / С. В. Павлов, Н. А. Грузинцева, Б. Н. Гусев // Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 21693 в Объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование». – Оpubл. 10.03.2016.

**GRUZINTSEVA Natalia Aleksandrovna, candidate of technical sciences, doctor's degree applicant of the chair of materials science, commodity research, standardization and metrology; GRUSHINA Yulia Sergeevna, postgraduate student of the chair of materials science, commodity research, standardization and metrology; PAVLOV Sergey Vladimirovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of materials science, commodity research, standardization and metrology; GUSEV Boris Nikolaevich, doctor of technical sciences, professor of the chair of materials science, commodity research, standardization and metrology**

#### **IMPROVING METHODS OF COMPUTER STUDIES OF THE SURFACE OF THERMAL INSULATION CONSTRUCTION MATERIALS**

Ivanovo State Polytechnic University

20, 8th of March St., Ivanovo, 153037, Russia. Tel.: + 7 (4932) 32-85-40; fax: + 7 (4932) 37-34-14; e-mail: grushina1992@list.ru

*Key words:* building materials, study of surface, measurement technique, computer method, monitoring, technological process.

---

*The article suggests a method for the study of surface unevenness (surface density) of thermal insulation materials in order to assess technological process stability of their production.*

---

#### REFERENCES

1. Fedosov S. V., Pospelov P. I., Goys T. O., Gruzintseva N. A., Matrokhin A. Yu., Gusev B. N. Problemy otsenki kachestva i standartizatsii geosinteticheskikh materialov v dorozhnom stroitelstve [Problems of quality assessment and standardization of geosynthetic materials in road construction]. Moscow, Academia, 2016. V. 200. № 1. P. 101–106.

2. Novikov, A. N. Razrabotka teoreticheskikh i metodologicheskikh printsipov sozdaniya sistem kompyuternogo zreniya dlya avtomatizatsii kontrolya kachestva tekstilnykh materialov [Development of theoretical and methodological principles of creation of computer vision systems for automation of quality control of textile materials], dis. d-ra tekhn. nauk 05.13.06 Moscow, 2014, 287 p.

3. Tsybysheva A. A., Gruzintseva N. A., Chistyakova N. E., Gusev B. N. Metodicheskoe obespechenie protsessa monitoringa proizvodstva geosetok [Methodological support of the monitoring process of geogrid production]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2016., № 3. P. 46–54.

4. Korobov, N. A., Pavlov S. V., Gruzintseva N. A., Gusev B. N., Kompyuternaya programma binarizatsii tsifrovyykh izobrazheniy prob geotekstilnykh materialov [Software for binarization of digital images of geotextile samples]. Svidetelstvo o registratsii elektronnoy resursa № 21692 v Ob'edinyonnom fonde elektronnykh resursov "Nauka i obrazovanie" [Certificate of registration of electronic resource № 21692 in the United Fund for Electronic Resources "Science and Education"], opubl. 10.03.2016.



5. Kukin, G. N., Solovyov A. N., Koblyakov A. I. Tekstilnoe materialovedenie (tekstilnye polotna i izdeliya) [Textile materials science (textile linens and products)], uchebnik dlya vuzov [Textbook for high schools]. Moscow, Legprombytizdat, 1992, 272 p.

6. Gruzintseva, N. A., Lysova M. A., Moskvitina T. V., Gusev B. N. Proektirovanie kachestva geotekstilnykh materialov dlya dorozhnogo stroitelstva [Designing quality of geotextiles for road construction], Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2015, № 3, P. 82–87.

7. Pavlov S. V., Gruzintseva N. A., Gusev B. N. Kompyuternaya programma dlya izmereniya strukturnykh kharakteristik geotekstilnykh materialov [Software for measuring the structural characteristics of geotextile materials], Svidetelstvo o registratsii elektronnoogo resursa № 21693 v Ob'edinyonnom fonde elektronnykh resursov "Nauka i obrazovanie" [Certificate of registration of electronic resource № 21993 in the United Fund for Electronic Resources "Science and Education"], opubl. 10.03.2016.

© Н. А. Грузинцева, Ю. С. Грушина, С. В. Павлов, Б. Н. Гусев, 2017

Получено: 20.01.2017 г.

УДК 532.5 + 626/627

**А. П. ГУРЬЕВ**, д-р техн. наук, проф. кафедры комплексного использования водных ресурсов и гидравлики; **Д. В. КОЗЛОВ**, д-р техн. наук, проф., проректор по инновационному развитию; **Н. В. ХАНОВ**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой гидротехнических сооружений; **А. И. НОВИЧЕНКО**, канд. техн. наук, доц. кафедры эксплуатации, электрификации и автоматизации технических средств и систем природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях; **А. С. ВЕРХОГЛЯДОВА**, ст. преп. кафедры инженерных конструкций

### ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ КАРТИНА НА ПРОТОЧНОМ ТРАКТЕ ВОДОСБРОСА № 2 БОГУЧАНСКОЙ ГЭС С ОТБРОСОМ СТРУИ

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»

Россия, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская д. 49. Тел.: (499) 976-04-28; факс: (499) 976-04-28; эл. почта: info@timacad.ru

*Ключевые слова:* водосброс, носок-трамплин, отброс струи, яма размыва.

*Представлены результаты лабораторного модельного изучения гидравлической картины на проточном тракте водосброса № 2 Богучанской ГЭС с отбросом струи.*

Как было ранее изложено в [1, 2, 3], одним из основных вариантов конструкции водосброса № 2 Богучанской ГЭС был рассмотрен высокопороговый водослив с горизонтальным водобоем на отметке 139,5 м, длиной 78,85 м и гашением избыточной энергии путем отброса струи в нижний бьеф, при котором сопряжение потоков и образуемая при этом яма размыва выносятся за пределы сооружения на безопасное расстояние.

Особенностью этого варианта водосброса является то, что на входе все пролеты имеют ширину по 10,0 м, в то время как на водобое за счет уменьшения толщины разделительных быков и непараллельности оси водосброса ориентации боковых стен, первый от здания ГЭС пролет имел ширину 9,5 м, а остальные по 12,5 м.

Поскольку крайние пролеты соседствуют с сооружениями, на которых в процессе эксплуатации гидроузла осуществляется производственная деятельность, особенно актуальным становится вопрос безусловного обеспечения безопасности обслуживающего персонала, работающего на этих сооружениях.

На рис. 1 цв. вклейки приведено фото модельной установки с нижнего бьефа.

По этой причине при исследованиях большое внимание было уделено изучению работы крайних пролетов. Основным методом изучения гидравлической картины на водопропускном тракте водосброса № 2 было принято визуальное наблюдение с фиксацией процессов на цифровую камеру с последующей обработкой результатов наблюдений на компьютере. Такой метод дает широкие возможности для изучения всех гидравлических явлений. В руках исследователей имеется документальная фиксация изучаемых процессов; имеется возможность внесения корректив в визуальное восприятие наблюдаемых процессов. Фиксация гидравлических процессов на фото- и кинокамеру позволяет получить как осредненную картину изучаемых процессов при значительной экспозиции изучаемых процессов, так и картину мгновенного состояния процесса, чего невозможно до-





стичь с помощью даже совершенной измерительной аппаратуры. Использование съемок с последующим переносом данных на компьютер дает возможность масштабирования изучаемой картины и получение практически любой точности замеров.

Гидравлическая картина движения воды на водоскатном тракте водосброса определяется конструкцией входного участка и во многом предопределяет параметры потока на концевом участке водосброса и отбрасываемой носком-трамплином струи, от чего, в конечном счете, зависит интенсивность размыва русла реки и безопасность водосброса.

На рис. 2 цв. вклейки приведено фото вида со стороны 5-го пролета на картину протекания воды на водоскате водосброса № 2 при работе всем фронтом с  $УВБ = 203,0$  м и свободном переливе воды через гребень. Этот режим работы характеризуется относительно небольшим расходом, при котором наблюдается весьма небольшая интенсивность вихреобразования, как в верхнем бьефе, так и в пазовых конструкциях, следствием чего является весьма спокойное состояние потока.

Одной из задач исследований было изучение работы водосброса с установленными на верхнем участке водослива небольшими порогами (трамплинами-аэраторами), отрывающими поток от сливной поверхности с образованием воздушной полости для исключения условий возникновения кавитации в нижней части сливной поверхности водосброса.

Фото на рис. 2 цв. вклейки дает прекрасное представление и о работе трамплинов-аэраторов и о влиянии их конструктивных параметров на процесс отрыва потока от сливной поверхности. На представленном фото видны воздушные полости, которые образуются за трамплинами-аэраторами. Плановая форма замыкания этих полостей на сливной поверхности дает представление о форме эпюры средних скоростей потока.

На формирование свободной поверхности потока на проточном тракте водосброса № 2 при работе всем фронтом с НПУ = 208,0 м и открытием затворов ( $a/H = 0,2$ ) оказывают влияние в основном возмущения потока в пазах рабочего затвора ниже кромки затвора. В режиме с открытием затворов ( $a/H = 0,4$ ) скорости потока в верхнем бьефе в зоне размещения торцевых граней разделительных быков становятся достаточно большими, и на формирование свободной поверхности на проточном тракте водосброса уже начинают оказывать влияние как крупномасштабные вихри, так и вихри, возникающие в пазах рабочих затворов [4].

На фото (рис. 3 цв. вклейки) показана картина движения воды на водосбросе № 2, вид со стороны 1-го пролета при работе всем фронтом с НПУ = 208,0 м и свободным переливом.

В этом режиме скорости потока в верхнем бьефе в зоне размещения торцевых граней разделительных быков становятся максимальными в режиме нормальной эксплуатации водосброса № 2. В этом режиме в полной мере проявляются все факторы, влияющие на формирование свободной поверхности на проточном тракте водосброса. В первую очередь в зонах сопряжения разделительных быков с напорной гранью плотины возникают мощные восходящие вихри, в которых диссипация энергии происходит достаточно медленно, что предопределяет время их существования и распространение на значительные расстояния по длине потока. Влияние крупномасштабных вихрей сказывается в виде крупных форм деформации свободной поверхности потока, таких как поперечные перекосы, и возникновение локальных вздутий, перемещающихся вниз по течению и распадающихся на отдельные вихри.

**К СТАТЬЕ А. П. ГУРЬЕВА, Д. В. КОЗЛОВА, Н. В. ХАНОВА,  
А. И. НОВИЧЕНКО, А. С. ВЕРХОГЛЯДОВОЙ «ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ  
КАРТИНА НА ПРОТОЧНОМ ТРАКТЕ ВОДОСБРОСА №2  
БОГУЧАНСКОЙ ГЭС С ОТБРОСОМ СТРУИ»**



Рис. 1. Вид на модельную установку с нижнего бьефа

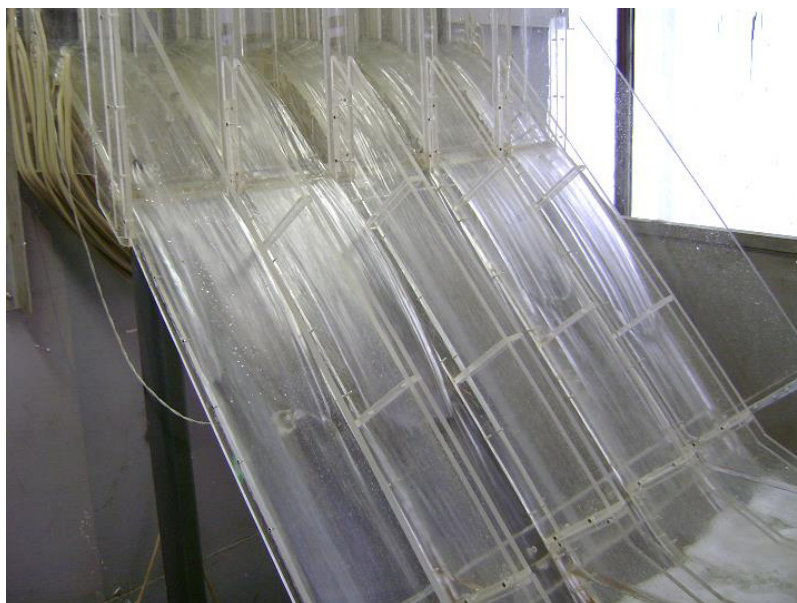


Рис. 2. Вид с нижнего бьефа со стороны 5-го пролета при работе водосброса №2 всем фронтом с УВБ = 203.0 м и свободном переливе

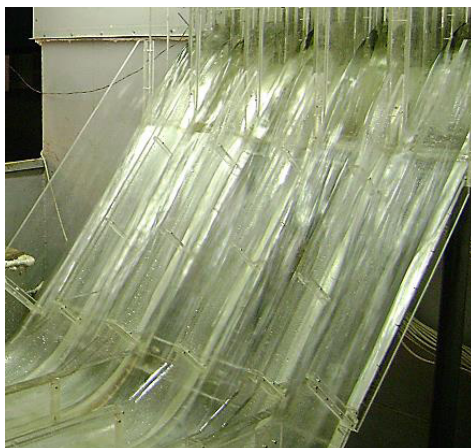


Рис. 3. Вид со стороны 1-го пролета при работе водосброса № 2 всем фронтом с НПУ = 208.0 м и свободном переливе



Рис. 4. Вид сбоку на струю 5-го пролета с ФПУ = 209.5 м и свободном переливе



Рис. 5. Свободная поверхность потока на трамплине водосброса №2 с НПУ = 208.0 м, вид с верхнего бьефа

На воздействие крупномасштабных вихрей накладывается влияние вихрей, возникающих в пазах ремонтных и рабочих затворов, которое проявляется двояко. В пазах затворов происходит растекание боковых участков потока, струи которых, натекая на низовые грани пазов, формируют мощные водовороты с вертикальной осью вращения. В большинстве крупных гидротехнических сооружений эти водовороты имеют центральное воздушное ядро. Ввиду большой скорости вращения этих водоворотов в поток проникают высокочастотные вихри, которые на свободной поверхности проявляются в виде ряби с достаточно большой амплитудой и частотой колебаний.

Второй вид влияния пазов на деформацию поверхности потока заключается в генерации системы косых волн. Низовые грани пазов вызывают вторичное плановое сжатие потока с понижением уровня свободной поверхности в зонах, непосредственно прилегающих к внешним ребрам низовых граней пазов. Это плановое сжатие потока проявляется в виде косых волн, отходящих от низовых граней пазов, и ряби на свободной поверхности.

Кроме описанных видов деформации свободной поверхности потока в пролетах водосброса № 2, в крайних пролетах имеются дополнительные деформации, связанные с особенностью их конструкций.

В первом пролете происходит натекание потока на левую боковую стенку, вызывая появление достаточно мощной косой волны и отжатие потока к правой стенке. Отжатие проявляется в виде уменьшения глубины потока у левой стенки и ее повышения у правой стенки, куда приходит косая волна.

В пятом пролете происходит натекание потока на правую боковую стенку за счет растекания потока по мере одностороннего расширения пролета. В этих условиях создаются предпосылки для формирования потока с концентрацией удельных расходов в левой стороне пролета.

Наличие гребней и понижений на свободной поверхности потока определяется не только существованием крупномасштабных вихрей, но и процессом образования стоячих волн как прямых, так и отраженных, появление которых вызвано обтеканием ребер низовых граней пазов.

Необходимость подробного изучения состояния свободной поверхности потока имеет и практическое значение, и научный интерес, поскольку помогает установить законы, управляющие формированием и поведением потоков. С практической точки зрения наибольший интерес представляет режим пропуска расходов при УВБ = ФПУ, поскольку в этом режиме поток имеет максимальные параметры во всех отношениях. При ФПУ описанные причины деформации свободной поверхности потока проявляются с максимальным эффектом.

На фото (рис. 4 цв. вклейки) представлен профиль свободной поверхности потока в 5-м пролете при работе водосброса с ФПУ и свободным переливом воды. На фото отчетливо видны волны возмущения свободной поверхности, имеющие достаточно значительные размеры; отчетливо видна зона отрыва потока от носка-аэратора и воздушное пространство под ней, достигающее на снимке длину до 15 метров.

По данным этих замеров нижняя поверхность струи в зоне ее отброса носком-аэратором имеет большую длину, чем в 1-м пролете. Это связано с тем, что в створе размещения аэраторов ширина пятого пролета, почти на 20 % больше, чем ширина первого пролета. Соответственно, в 5-м пролете меньше и толщина струи, отброс которой осуществляется на большее расстояние.





На фото (рис. 5 цв. вклейки) представлен вид потока в зоне концевой участка водосброса и на носке-трамплине. При вступлении струй в зону носков-трамплинов потоки пролетов претерпевают деформацию в вертикальной плоскости, что приводит к появлению центробежных сил. Учитывая высокую скорость и значительную кривизну потока, центробежные силы вызывают появление в нем гидродинамического давления, которое на дне при глубине потока 2,5–2,8 м достигает в середине пролета величины 16 м вод. ст. Поскольку боковые участки струй имеют значительно меньшие скорости, соответственно в пристенных слоях значительно ниже и гидродинамическое давление, что приводит к частичному перетеканию воды из центральных зон потоков в боковые. При этом увеличивающиеся в начале носка трамплина глубины уменьшают кривизну потока в пристенных участках, что приводит к еще большему дисбалансу давлений по ширине потока и усилению процесса перераспределения расходов. Нарастающий процесс перераспределения расходов ведет к росту гребней вдоль боковых стен пролетов по мере продвижения струй к выходному сечению водосброса.

Анализ изложенных материалов по изучению гидравлической картины движения потока на проточном тракте водосброса № 2 позволяет сделать следующие выводы.

1. В целом конструкция водосброса № 2 обеспечивает условия для формирования достаточно благоприятной гидравлической картины при всех режимах работы. Режимом, определяющим параметры боковых и разделительных стен водосброса, является работа водосброса № 2 с ФПУ = 209,5 м и свободным переливом воды.

2. Отклонение левой боковой стенки внутрь набегающего потока создает условия для фонтанирования и образования вдоль нее водяной плоской струи, которая при ФПУ = 209,5 м достигает толщины до 0,3 м и высоту до 8,5 метров по нормали к сливной поверхности. Для предупреждения при фонтанировании выброса воды за пределы водосброса, следует назначить высоту стенки не менее 10,0 м.

3. Высоту боковых стен и разделительных быков должны определять параметры потока в первом пролете при пропуске расходов с ФПУ = 209,5 м со свободным переливом воды. Максимальная глубина потока по нормали к водоскату достигает 5,0 метров за разделительными быками с учетом отклонения струи носком аэратора и достаточно равномерно снижается до 2 метров в начале водобоя. К носку-трамплину глубина возрастает до 2,8 м.

4. На боковых стенках водосброса № 2 и на разделительных стенках пролетов в проектом варианте концевой устройства над носком-трамплином формируются достаточно мощные восходящие струи высотой до 6 метров. Учитывая высоту носка-трамплина 4,3 м, общий подъем воды у боковых стен водосброса может превышать 10 метров.

5. Учитывая результаты исследований, с гидравлической точки зрения высоту боковых стен следует назначить с учетом повышения глубины потока до 10 метров. Высоту разделительных стен можно ограничить величиной 2,5 метра.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волинчиков, А. Н. Гидравлическое обоснование конструкции поверхностного водосброса № 2 Богучанского гидроузла на р. Ангара / А. Н. Волинчиков, А. П. Гурьев, И. С. Румянцев, Д. В. Козлов, Н. В. Ханов, А. С. Елистратов // Приволжский научный журнал. 2008. № 4. С. 80–86.



2. Гурьев, А. П. Модельные гидравлические исследования водосброса № 2 Богучанской ГЭС с отбросом струи с длинными разделительными стенками / А. П. Гурьев, И. С. Румянцев, Д. В. Козлов, Н. В. Ханов, К. С. Ершов, М. М. Абидов // Приволжский научный журнал. – 2009. – № 1. С. 57–65.

3. Толошинов, А. В. Выбор конструкции концевой конструкции поверхностного водосброса № 2 Богучанской ГЭС / А. П. Гурьев, Д. В. Козлов, Н. В. Ханов, А. Н. Волынчиков // Гидротехническое строительство. – 2009. – № 3. С. 10–5.

4. Разработка и гидравлическое обоснование конструкции водосброса № 2 с отбросом струи в русло реки и гидравлические исследования деформации в нижнем бьефе Богучанской ГЭС. Этап I–2: «Оптимизация конструкции и исследование гидравлических условий работы водосброса № 2 с отбросом струи в русло реки в период эксплуатации и в период наполнения водохранилища». Отчет о научно-исследовательской работе. Москва, МГУП, 2008.

**GUR'EV Alim Petrovich, doctor of technical sciences, professor of the chair of complex use of water resources and hydraulics; KOZLOV Dmitry Vyacheslavovich, doctor of technical sciences, professor, vice-rector of innovation development; KHANOV Nartmir Vladimirovich, doctor of technical sciences, professor, the chair of complex use of water resources and hydraulics; NOVICHENKO Anton Igorevich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of operation, electrification and automation of technical means and systems of environmental engineering and protection in emergency situation; VERKHOGLYADOVA Aleksandra Sergeevna, senior teacher of the chair of engineering structures**

## **HYDRAULIC CONDITIONS IN A FLOW PATH OF SPILLWAY № 2 WITH A WATER JET THROW OF THE BOGUCHANSKAYA POWER PLANT**

Timiryazev Russian State Agrarian University

49, Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russia. Tel.: +7 (495) 976-10-46; fax: +7 (495) 976-10-46; e-mail: mailbox@msuee.ru

*Key words:* spillway, ski jump bucket, ski jump, scouring basin.

---

*The article presents the results of laboratory model studies of hydraulic conditions in a flow path of spillway №2 with a water jet throw of the Boguchanskaya HPP.*

---

## REFERENCES

1. Volynchikov A. N., Gurev A. P., Rumyantsev I. S., Kozlov D. V., Khanov N. V., Elistratov A. S. Gidravlichesкое обоснование konstruktсии poverkhnostnogo vodosbrosa № 2 Boguchanskogo gidrouzla na reke Angara [Design hydraulic validation of surface spillway № 2 of the Boguchansk waterworks facility on the Angara river], Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. 2008. № 4. P. 80–86.

2. Gurev A. P., Kozlov D. V., Khanov N. V., Ershov K. S., Abidov M. M. Modelnye gidravlicheskie issledovaniya vodosbrosa № 2 Boguchanskoy GES s otbrosom strui s dlinnymi razdelitelnymi stenkami [Hydraulic study of spillway № 2 of the Boguchansk hydraulic power station with a ski jump and divider walls], Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. 2009. № 1. P. 57–65.

3. Toloshinov, A. V., Gurev A. P., Kozlov D. V., Khanov N. V., Volynchikov A. N. Vybora konstruktсии kontsevoogo ustroystva poverkhnostnogo vodosbrosa № 2 Boguchanskoy GES [Selecting the terminal device design of surface spillway № 2 of the Boguchanskaya HPP], Gidrotekhnicheskoe stroitelstvo [Hydrotechnical Construction]. 2009. № 3. P. 10–15.





4. Razrabotka i gidravlichesкое obosnovanie konstruksii vodosbrosa № 2 s otbrosom strui v ruslo reki i gidravlichesкие issledovaniya deformatsii v nizhnem befe Boguchanskoy GES. Etap I–2: "Optimizatsiya konstruksii i issledovanie gidravlichesких usloviy raboty vodosbrosa № 2 s otbrosom strui v ruslo reki v period ekspluatatsii i v period napolneniya vodokhranilischa" [Design development and hydraulic feasibility of spillway № 2 with a water jet throw in the river channel and hydraulic studies of deformation in the downstream of the Boguchanskaya hydroelectric power station. Step I–2: "Design optimization and study of hydraulic conditions of work of spillway № 2 with a water jet throw in the river channel during reservoir exploitation and impoundment period]. Otchyot o nauch.-issled. rabote [Report on research work]. Moscow, MGUP, 2008.

© А. П. Гурьев, Д. В. Козлов, Н. В. Ханов, А. И. Новиченко, А. С. Верхоглядова, 2017  
Получено: 25.03.2017 г.

УДК.627.43

М. П. САИНОВ, канд. техн. наук, доц.; Ф. В. КОТОВ, асс. кафедры гидравлики

### ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ МАССИВНОГО НЕГРУНТОВОГО 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. 1430); эл. почта: mp\_sainov@mail.ru

*Ключевые слова:* каменно-набросная плотина, температурное воздействие, напряженно-деформированное состояние, железобетонный экран, грунтоцементобетон.

*Исследовано термонапряженное состояние поверхностного противofильтрационного элемента каменно-набросной плотины, который состоит из железобетонного экрана и широкой подэкрановой зоны из грунтоцементобетона. Выявлено, что данная конструкция менее надежна при температурных воздействиях, чем тонкостенный железобетонный экран, уложенный на грунтовую подэкрановую зону.*

Каменно-набросные плотины с железобетонным экраном – перспективный тип грунтовых плотин, который может применяться практически в любых условиях. Высота этих плотин уже превысила 200 м [1]. Нами было показано, что эти плотины могут применяться и в условиях сурового климата [2]. За счет податливости каменной наброски при температурном воздействии железобетонный экран (ЖБЭ) может свободно удлиняться / укорачиваться и за счет этого компенсировать температурные напряжения. Это важно с точки зрения возможности применения плотин данного типа для строительства высоконапорных гидроузлов на сибирских реках.

Однако у плотин с ЖБЭ есть и очень крупный недостаток – надежность ЖБЭ как противofильтрационного элемента высокой плотины не гарантирована. На ряде высоконапорных плотин (*Salt Springs, Turimiquire, Aguamilpa, Ita, Barra Grande, Campos Novos, Mohale*) в экране образовывались трещины [2–6]. Отсутствие достаточной надежности ЖБЭ сдерживает развитие каменно-набросных плотин этого типа.

Одним из способов повышения надежности плотин с ЖБЭ является предложенная проф. Рассказовым Л. Н. замена в подэкрановой зоне камня на грунт, укрепленный цементным раствором (грунтоцементобетон) [7]. В этом случае получается массивный двухслойный экран, основными преимуществами которого являются повышенная надежность (за счет дублирования противофильтрационного элемента) и ремонтпригодность (за счет возможности повышения водонепроницаемости грунтоцементобетона путем инъекции специальных растворов).

В статье рассматриваются результаты проведенных нами исследований по оценке влияния температурного воздействия на напряженно-деформированное состояние (НДС) двухслойного экрана и, соответственно, оценка его надежности.

Рассматривалось два расчетных случая простого температурного воздействия. В первом случае принималось, что весь двухслойный экран (по всей толщине и длине) равномерно охлаждается на  $20^{\circ}\text{C}$ . Во втором случае рассматривалось температурное воздействие с неравномерным распределением по толщине двухслойного экрана. Принималось, что верховая грань ЖБЭ охлаждается на  $20^{\circ}\text{C}$ , а температура низовой грани зоны из грунтоцементобетона сохраняется неизменной. По толщине двухслойного экрана температура изменялась по линейному закону. Второй случай приближен к реальным условиям эксплуатации, т. к. отражает наличие температурного градиента в теле плотины.

Расчеты проводились путем численного моделирования методом конечных элементов с помощью вычислительной программы NDS\_N, составленной канд. техн. наук Саиновым М. П. Для железобетона модуль линейной деформации принимался равным  $E = 29\,000\text{ МПа}$ , а коэффициент Пуассона  $\nu = 0,25$ . Для камня, упрочненного цементным раствором (грунтоцементобетона), на основании экспериментальных данных [8] модуль деформации принимался равным  $5\,000\text{ МПа}$ . Для каменной наброски было принято  $E = 60\text{ МПа}$ ,  $\nu = 0,25$ . Коэффициент линейного температурного расширения для грунтоцементобетона и железобетона принимался одинаковым, равным  $1 \cdot 10^{-5} 1/^{\circ}\text{C}$ .

Расчеты показали, что в обоих рассмотренных случаях изменение температуры приводит к деформациям укорачивания экрана (рис. 1), а также к его изгибу (рис. 2). Изгибные деформации в обоих случаях проявляются слабее, чем деформации укорачивания. Изгиб происходит в направлении низовой грани. С точки зрения количественных характеристик равномерное температурное воздействие вызывает большие по величине перемещения. В первом случае двухслойный экран (по верховой грани) укорачивается на 23,4 см, а во втором – на 17,2 см (рис. 1).

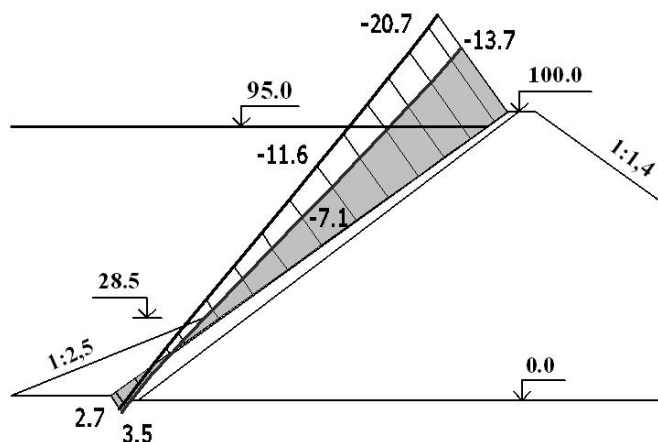


Рис. 1. Продольные перемещения (см) экрана при температурном воздействии (верховая грань): незакрашенная эпюра соответствует равномерному температурному воздействию, закрашенная – неравномерному распределению температуры

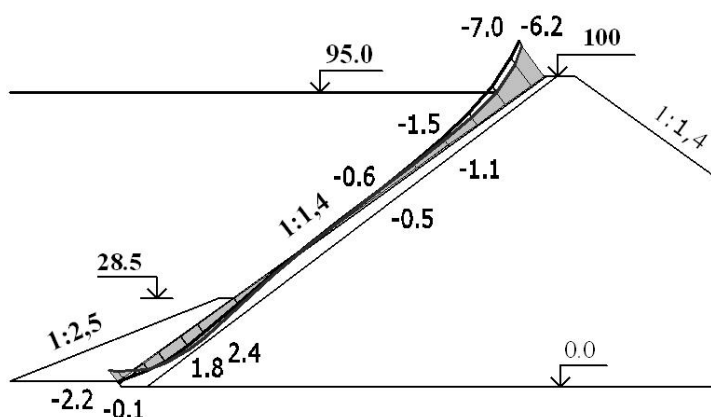


Рис. 2. Нормальные перемещения (см) железобетонного экрана: незакрашенная эпюра соответствует равномерному температурному воздействию, закрашенная – неравномерному распределению температуры

Однако, несмотря на это, неравномерное температурное воздействие является более опасным для НДС экрана, чем равномерное.

При равномерном охлаждении экрана двухслойный экран практически повсеместно испытывает растягивающие напряжения в направлении вдоль откоса (рис. 3, 4). В подэкрановой зоне они малы (рис. 4), а на верховой грани ЖБЭ они достигают 0,63 МПа (рис. 3). Такие напряжения неопасны с точки зрения образования температурных трещин.

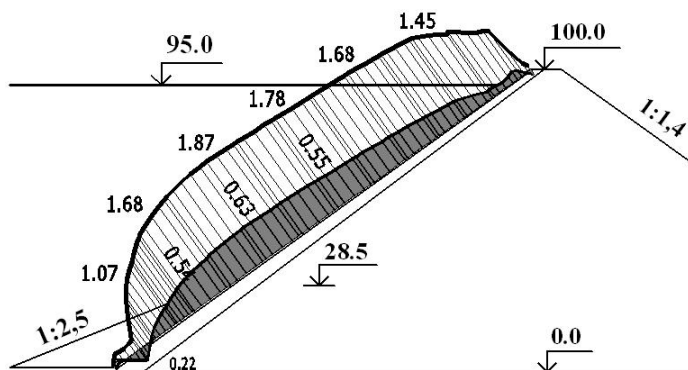


Рис. 3. Продольные напряжения (МПа) на верховой грани железобетонного экрана (от температурных воздействий): Закрашенная эпюра соответствует равномерному температурному воздействию, незакрашенная – неравномерному распределению температуры

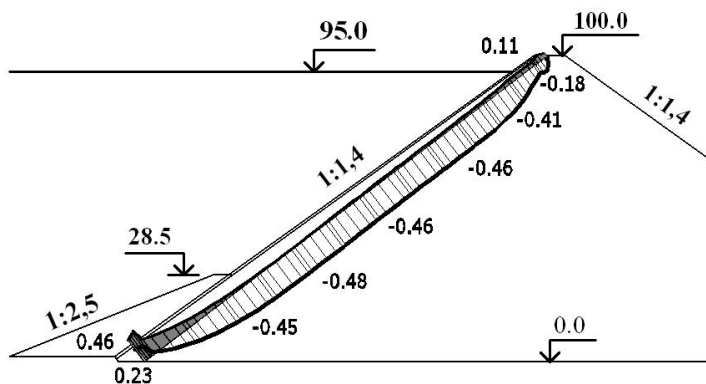


Рис. 4. Продольные напряжения (МПа) на низовой грани подэкрановой зоны от температурных воздействий (обозначения см. на рис. 3)

Неравномерное температурное воздействие вызывает существенно более неблагоприятное НДС двухслойного экрана. Его верховая грань испытывает растягивающие продольные напряжения (рис. 3), а низовая – сжимающие (рис. 4). Сжимающие напряжения не несут опасности подэкрановой зоне, они малы (до 0,48 МПа). Опасность представляют растягивающие напряжения в ЖБЭ, которые достигают 1,87 МПа (рис. 3) и могут вызвать образование трещин.

Следует отметить, что при снижении деформируемости каменной наброски НДС двухслойного экрана не улучшается, а ухудшается. Это объясняется уменьшением свободы деформаций экрана, которая позволяет экрану компенсировать температурные напряжения.

#### Выводы:

1. Для массивного двухслойного экрана (в составе ЖБЭ и подэкрановой зоны из грунтоцементобетона) температурное воздействие представляет большую опасность, чем для тонкостенного железобетонного экрана. Это объясняется тем, что он имеет меньше возможностей по компенсации температурных напряжений. Особенную опасность для массивного двухслойного негрунтового экрана представляет воздействие с неравномерным распределением температуры по толщине экрана, которое чаще встречается в реальных условиях. В двухслойном экране



температурное воздействие грозит появлением растягивающих напряжений и образованием температурных трещин.

2. Конструкция каменно-набросной плотины с ЖБЭ и подэкрановой зоной из грунтоцементобетона в суровых климатических условиях недостаточно надежна.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Concrete Face Rockfill dam: Concepts for design and construction / International Commission on Large Dams (ICOLD) // Bulletin. – 2010. – № 141.
2. Саинов, М. П. Влияние изменения температуры на напряженно-деформированное состояние железобетонного экрана каменно-набросной плотины / М. П. Саинов // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.- строит. ун-т. – 2016. – № 4 (40). – С. 79–85.
3. Freitas, M. S. Jr. Concepts on CFRDs Leakage Control – Cases and Current Experiences / M. S. Jr. Freitas ; ISSMGE // Bulletin. – 2009. – Vol. 3, Issue 4. – P. 11–18.
4. Pinto de, N. L. S. Very high CFRDs: Behaviour and design features / N. L. S. Pinto de // International Journal on Hydropower and Dams. – 2008. – № 15 (4). – P. 43–49.
5. Маркес Фильо П. Характеристики каменно-набросных плотин с бетонным экраном, полученные опытным путем / Фильо П. Маркес, Н. де С. Пинто // Международный дайджест по гидроэнергетике и плотинам. – 2007. – С. 69–74.
6. Campos Novos dam during second impounding / L. V Xavier, S. C. Albertoni, R. F. Pereira, J. Antunes // International Journal on Hydropower & Dams, – 2008. – № 15. – P. 53–58.
7. Рассказов, Л. Н. Численные исследования надежности высокой каменной плотины с железобетонным экраном и подэкрановой зоной из грунтоцементобетона / Л. Н. Рассказов, М. П. Саинов // Гидротехническое строительство. – 2012. – № 2. – С. 30–34.
8. Бестужева, А. С. Камнебетон в строительстве плотин / А. С. Бестужева, Г. Н. Буканов // Гидротехническое строительство. 2016. – № 10. – С. 34–38.

**SAINOV Mikhail Petrovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of hydraulic engineering; KOTOV Filipp Viktorovich, assistant of the chair of hydraulic engineering**

#### **THERMAL EFFECT ON THE STRESS-STRAIN STATE OF A MASSIVE NON-SOIL FACE OF A ROCKFILL DAM**

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)  
26, Yaroslavskoe Rd., Moscow, 129337, Russia. Tel.: +7 (495) 287-49-14 (ex. 1430);  
e-mail: mp\_sainov@mail.ru

*Key words:* rockfill dam, thermal effect, stress strain state, concrete face, soil-cement.

---

*The article presents studies of a thermostressed state of a rockfill dam surface seepage-control element consisting of a reinforced concrete face and a wide under-face zone made of soil-cement concrete. It reveals that this structural design is less safe at thermal effects than a thin-wall reinforced concrete face placed on the soil under-face zone.*

---

#### REFERENCES

1. Concrete Face Rockfill dam: Concepts for design and construction, ICOLD, International Commission on Large Dams, Bulletin № 141, 2010.

2. Sainov M. P. Vliyaniye izmeneniya temperatury na napryazhyonno-deformirovannoye sostoyaniye zhelezobetonnoy ekran kamennonabrosnoy plotiny [Effect of temperature variation on stresses-strain state of a reinforced concrete face of a rockfill dam]. *Privolzhskiy nauchnyy zhurnal* [Privolzhsky Scientific Journal]. 2016. № 4 (40). P. 79–85.
3. Freitas, M. S. Jr. Concepts on CFRDs Leakage Control – Cases and Current Experiences. *ISSMGE Bulletin: Volume 3, Issue 4, 2009*. P. 11–18.
4. Pinto de, N. L. S. Very high CFRDs: Behaviour and design features. *International Journal on Hydropower and Dams*, 2008. 15 (4). P. 43–49.
5. Marques Fo. P. M., Pinto N. L. de S. Kharakteristiki kamennonabrosnykh plotin s betonnyim ekranom, poluchennyye opytным putyom [Features of a rockfill dam with a concrete screen, obtained by experience]. *Mezhdunarodnyy dayzhest po gidroenergetike i plotinam* [International Digest of Hydraulic Engineering and Dams], 2007. P. 69–74.
6. Xavier, L. V., Albertoni, S. C., Pereira R. F., Antunes J. Campos Novos dam during second impounding. *International Journal on Hydropower & Dams*, 2008, № 15. P. 53–58.
7. Rasskazov L. N., Sainov M. P. Chislennyye issledovaniya nadozhnosti vysokoy kamennoy plotiny s zhelezobetonnyim ekranom i podekranovoy zony iz gruntotsementobetona [Numerical study of grade of high concrete faced rockfill dam with soil-cement supporting zone]. *Gidrotekhnicheskoye stroitelstvo* [Hydraulic Engineering]. 2012. № 2. P. 30–34.
8. Bestuzheva A. S. Kamnebeton kak material dlya podekranovoy zony plotiny s zhelezobetonnyim ekranom [Reinforced stony ground soil as a material for a supporting zone of concrete faced rockfill dam]. *Nauchnoye obozreniye* [Scientific Review]. 2015. № 23. P. 75–79.

© М. П. Саинов, Ф. В. Котов, 2017

Получено: 18.02.2017 г.

УДК 627.8

**С. В. СОБОЛЬ**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой гидротехнических и транспортных сооружений; **Н. Р. ЗАЙНУЛЛИНА**, магистрант кафедры гидротехнических и транспортных сооружений

## О КЛАССИФИКАЦИИ ВОДОХРАНИЛИЩ ПО КОНФИГУРАЦИИ В ПЛАНЕ

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

**Ключевые слова:** водохранилище, коэффициент плановой формы, классификация.

*Изложены результаты первого опыта классификации водохранилищ по коэффициенту плановой формы на базе обработки топографических материалов для 56 объектов.*

Форма реальных плоских объектов может быть описана сравнением их проекций с формой графических примитивов – окружностей, эллипсов,  $n$ -угольников и т. п. Так примерно поступают, типизируя водохранилища по конфигурации в плане. Выделяют линейно вытянутые простые, линейно вытянутые сложные с чередованием резко очерченных расширений и сужений, разветвленные (древовидные), округлые простые, округлые сложные по форме водоемы [1]. Для инженерных целей предпочтительнее была бы классификация, но ее в российских стан-





дартах нет [2, 3]. Нами предпринята попытка классифицировать водохранилища с использованием количественных показателей плановой формы.

### **Количественные показатели плановой формы**

Известно, что форма плоских фигур может быть ограничена краевым индексом или охарактеризована коэффициентом формы. Любой из этих показателей можно использовать в качестве количественной характеристики плановой формы водохранилища.

Краевой индекс вычисляется так:

$$I_K = \frac{P}{2\sqrt{\pi F}}, \quad (1)$$

где  $P$  – полный периметр фигуры, включая внутренние границы (острова), если таковые имеются;  $F$  – площадь фигуры. Для круга, например,  $I_K$  принимает минимально возможное значение равное 1, для квадрата  $I_K \approx 1,29$ .

Коэффициент формы для двумерных объектов (планов водохранилищ) наиболее корректно определяется выражением:

$$K_F = \frac{P}{\sqrt{F}}, \quad (2)$$

где обозначения те же.

Для круга  $K_F = 2\sqrt{\pi} = 3,545$ ; для квадрата  $K_F = 4$ .

Численные значения  $I_K$  и  $K_F$  тем больше, чем сложнее форма фигуры [4]. Между собой они связаны выражением:

$$K_F = 3,545 I_K. \quad (3)$$

### **Изменчивость показателей формы применительно к водохранилищам**

Длина береговой линии (периметр) водохранилища измеряется по урезу воды при нормальном подпорном уровне (НПУ) на правом и левом берегах от плотины до мест выклинивания подпора на основной реке и притоках. Площадь водного зеркала водохранилища на плане заключается линией уреза при НПУ (береговой линией).

Рассматривая береговую линию и площадь зеркала водохранилища в понятиях фрактальной геометрии, получим результат: конечная площадь ограничена береговой линией бесконечной длины [4]. Для водохранилищ  $I_K$  и  $K_F$  теоретически равны бесконечности. Ясно, что в реалиях физического мира мы с такого рода бесконечностями не встречаемся, а такой фрактал, как береговая линия, имеет некоторый минимальный и максимальный масштаб длины. В силу сказанного краевой индекс и коэффициент формы для водохранилища имеет смысл находить через длину береговой линии и площадь зеркала, измеренные на топографической основе с помощью одинаковой единицы масштаба.

Очевидно, что при измерении длины береговой линии и площади зеркала водохранилища на топографической основе разных масштабов, значения показателей формы  $I_K$  и  $K_F$  будут получаться разные, причем более точные – при использовании крупномасштабных (более подробных) топографических карт или космических снимков. На примере Горьковского водохранилища (табл. 1) видно, что увеличение изрезанности береговой линии вызывает существенный рост ее длины при незначительном изменении площади зеркала.

Таблица 1

**Зависимость измеренной длины береговой линии и площади зеркала и рассчитанных по ним показателей формы Горьковского водохранилища от масштаба топографической основы**

Масштаб топокарты или космоснимка	Длина береговой линии $P$ , км	Площадь зеркала $F$ , км <sup>2</sup>	Краевой индекс $I_K$	Коэффициент формы $K_F$
Проектные данные	2170	1591	15,347	54,403
М 1:25 000	2198,8	1469,0	16,183	57,369
М 1:50 000	1708,1	1456,4	12,626	44,758
М 1:100 000	1604,9	1422,3	12,005	42,555
М 1:200 000	1535,8	1324,1	11,906	42,206
М 1:500 000	1446,7	1250,8	11,539	40,906

Проектные (отраженные на топографических картах) контуры водохранилищ характеризуют их первоначальную плановую конфигурацию. Но длина береговой линии и площадь зеркала в период эксплуатации водохранилища изменяются вследствие переформирования берегов. Поэтому показатели формы следует связывать с определенными периодами существования водохранилища. В табл. 2 приведен пример уточнения показателей формы для нескольких эксплуатируемых водохранилищ.

Таблица 2

**Проектные и уточненные плановые морфометрические показатели водохранилищ**

Характеристика	Водохранилище				
	Истринское на р. Истре [5]	Рузское на р. Рузе [5]	Озернинское на р. Озерне [5]	Анадырское на р. Казачке [6]	Пензенское на р. Сура [7]
НПУ, м БС	168,64	182,50	182,50	13,75	150,00
Период эксплуатации (лет)	1935–2009 (74)	1966–2009 (43)	1967–2009 (42)	1986–2008 (22)	1979–2005 (26)
Масштаб плана	1:10 000	1:10 000	1:10 000	1:10 000	1:25 000
Площадь зеркала $F$ , км <sup>2</sup> : проектная; уточненная	33,6 34,74	32,7 30,59	23,1 21,36	1,49 1,47	110,0 94,04
Длина береговой линии (периметр) $P$ , км: проектная; уточненная	178 160,39	128 133,12	65 112,16	3,07 3,59	99 109
Краевой индекс $I_K$ : проектный; уточненный	8,663 7,676	6,314 6,790	3,815 6,846	0,709 0,835	2,663 3,171
Коэффициент формы $K_F$ : проектный; уточненный	22,41 24,07	13,54 24,27	2,516 2,962	2,516 2,962	9,439 11,240



### **Расчет показателей формы водохранилищ**

Из двух рассмотренных показателей наиболее удобным для использования в классификации представляется коэффициент плановой формы  $K_F$ .

В публикациях о параметрах водохранилищ длина береговой линии указывается редко, а площадь водного зеркала почти всегда называется без ссылки на масштаб, способ и момент измерения [8]. В данной работе для соблюдения единообразия в оценках за основу были приняты топографические карты 1983–2003 гг., масштаба 1:500 000 (1 см = 5 км), доступные в электронном ресурсе <http://loadmap.net> [9]. Площадь зеркала и длина береговой линии (периметр) определялись при помощи стандартных инструментов программы AutoCAD 2015, значения  $K_F$  – по формуле (2).

В табл. 3 представлены результаты определения коэффициентов формы  $K_F$  для 56 водохранилищ различных плановых конфигураций.

### **Анализ результатов и попытка классификации**

В табл. 3 водохранилища размещены по убывающей коэффициентов формы, которые определились в диапазоне  $K_F = 76,93–7,87$ . Данные табл. 3 представлены на рис. 1 в виде диаграммы.

Ряд значений  $K_F$  не получил резких перепадов, поэтому классифицировать водохранилища по данному показателю удалось весьма условно. В зависимости от сложности плановой конфигурации аналогично классификации по морфометрическим признакам [2] выделены четыре категории водохранилищ (табл. 4).

На рис. 2 предлагаемая классификация проиллюстрирована планами названных водохранилищ, заключающих их выделенные категории. Возможна, конечно, и более мелкая градация.

Таблица 3

### **Коэффициенты плановой формы водохранилищ, определенные с использованием топографических карт масштаба 1:500 000**

Номер	Водохранилище (река)	НПУ, мБС	Площадь зеркала $F$ , км <sup>2</sup>	Длина береговой линии $P$ , км	Коэффициент плановой формы $K_F$
1.	Братское (Ангара)	394,65	5377,4	5641,0	76,93
2.	Вилуйское (Вилуй)	249,0	2047,7	2637,1	58,28
3.	Саяно-Шушенское (Енисей)	540	633,0	1364,0	54,21
4.	Веселовское (Маньч)	10	332,2	789,0	43,29
5.	Горьковское (Волга)	84	1250,8	1446,7	40,91
6.	Красноярское (Енисей)	243	2175,0	1901,1	40,76
7.	Усть-Илимское (Ангара)	296	1837,3	1690,6	39,44
8.	Пролетарское (Западный Маньч)	13	880,0	1147,9	38,70
9.	Зейское (Зея)	307	2626,0	1868,2	36,46
10.	Волгоградское (Волга)	15	3210,6	2023,7	35,72
11.	Куйбышевское (Волга)	53	5875,3	2706,0	35,30
12.	Камское (Кама)	108,5	1591,4	1390,3	34,85



Продолжение табл. 3

Номер	Водохранилище (река)	НПУ, мБС	Площадь зеркала $F$ , км <sup>2</sup>	Длина береговой линии $P$ , км	Коэффициент плановой формы $K_F$
13.	Чебоксарское (Волга)	63	973,0	1068,2	34,24
14.	Павловское (Уфа)	140	106,4	348,3	33,77
15.	Воткинское (Кама)	89	845,2	931,7	32,05
16.	Ковдозерское (Ковда)	37,2	763,6	881,1	31,89
17.	Вазузское (Вазуза)	177,2	82,2	281,6	31,06
18.	Днепровское (Днепр)	51,4	284,0	495,8	29,42
19.	Саратовское (Волга)	28	1729,4	1172,8	28,20
20.	Серебрянское (Воронья)	-	474,7	588,8	27,02
21.	Усть-Хантайское (Хантайка)	60	2117,1	1232,8	26,79
22.	Кумское (Кума)	109	1702,9	1087,2	26,35
23.	Верхнетуломское (Тулома)	80	645,1	658,8	25,94
24.	Иваньковское (Волга)	124	269,4	386,7	23,56
25.	Верхневолжское (Волга)	206,5	133,5	266,3	23,05
26.	Колымское (Колыма)	450	454,3	487,8	22,89
27.	Курейское (Курейка)	95	558,0	540,0	22,86
28.	Угличское (Волга)	113	266,3	371,7	22,78
29.	Истринское (Истра)	168,6	31,3	127,0	22,70
30.	Шекснинское (Шексна)	113	1645,7	902,5	22,25
31.	Цимлянское (Дон)	36	2683,7	1027,2	19,83
32.	Верхнесвирское (Свирь), вкл. оз. Онежское	33,3	10196,9	1977,7	19,59
33.	Рыбинское (Волга)	102	4370,9	1266,5	19,16
34.	Бухтарминское (Иртыш)	394,84	4829,7	1328,9	19,12
35.	Днепродзержинское (Днепр)	64	600,8	446,7	18,22
36.	Шатское (Шат)	-	20,0	80,4	17,98
37.	Нарвское (Нарв)	25,0	140,9	207,9	17,51
38.	Каховское (Днепр)	16	2162,3	801,3	17,23
39.	Озернинское (Озерна)	182,5	24,0	84,2	17,19
40.	Новосибирское (Обь)	113,5	1183,0	586,8	17,06
41.	Рузское (Руза)	182,5	35,1	97,7	16,49
42.	Краснооскольское (Оскол)	72,5	99,4	158,9	15,94
43.	Печенежское (Северский Донец)	100,5	75,4	138	15,89
44.	Яузское (Яуза)	214	46,9	106,5	15,55
45.	Пронское (Проня)	162,5	17,7	65,1	15,47
46.	Чиркейское (Сулак)	335	41,2	93,6	14,58
47.	Киевское (Днепр)	103	842,9	406,3	13,99



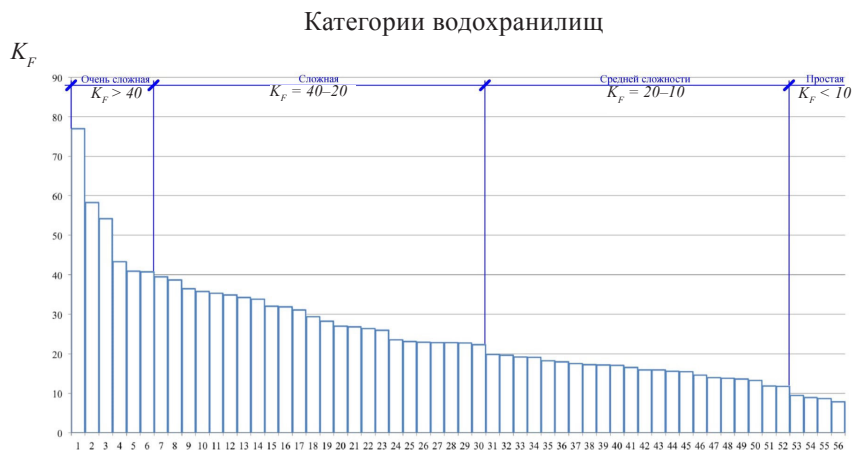
Окончание табл. 3

Номер	Водохранилище (река)	НПУ, мБС	Площадь зеркала $F$ , км <sup>2</sup>	Длина береговой линии $P$ , км	Коэффициент плановой формы $K_F$
48.	Кременчугское (Днепр)	81	2265,1	654,5	13,75
49.	Нижнекамское (Кама)	68	1030,4	436	13,58
50.	Иркутское (Ангара), вкл. оз. Байкал	457	32775,8	2398,4	13,25
51.	Белоярское (Пышма)	207	38,7	73,6	11,83
52.	Сегозерское (Сегежа)	119,9	852,2	342,4	11,73
53.	Сурское (Сура)	150	110,0	99,0	9,43
54.	Мингечаурское (Кура)	71	592,3	216,7	8,90
55.	Краснодарское (Кубань)	33,65	399,2	172,1	8,60
56.	Вышневолоцкое (Цна)	163,5	82,8	71,6	7,87

Таблица 4

**Классификация водохранилищ по сложности плановой конфигурации**

Номер водохрани- лища (по табл. 3)	Водохранилища в нижних пределах категорий	Конфигурация водохранилищ в плане	
		категория	значения коэффи- циентов плановой формы $K_F$
6.	Красноярское водо- хранилище $P = 1901$ км; $F = 2175$ км <sup>2</sup> при $K_F = 40,76$	очень сложная	более 40
30.	Шекснинское водо- хранилище $P = 902,5$ км; $F = 1645,7$ км <sup>2</sup> при $K_F = 22,25$	сложная	от 40 до 20
52.	Сегозерское водо- хранилище $P = 342,4$ км; $F = 852,2$ км <sup>2</sup> при $K_F = 11,73$	средней сложности	от 20 до 10
	-	простая	менее 10



Номер водохранилища по табл. 3

Рис. 1. Предлагаемая классификация водохранилищ по сложности плановой конфигурации

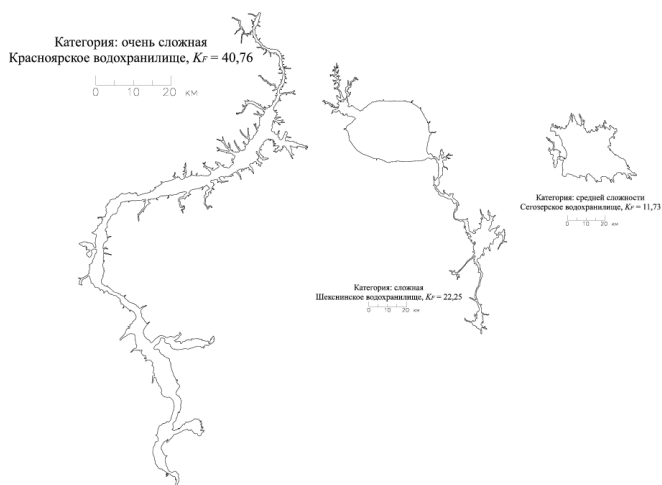


Рис. 2. Планы водохранилищ, заключающих выделенные категории в предлагаемой классификации

**Выводы:**

Количественная оценка конфигурации водохранилищ в плане является актуальной задачей, направленной на расширение представлений о водных объектах страны и обеспечение информацией разрабатываемых схем комплексного водохозяйственного планирования.

В работе сделана первая попытка подобной оценки на основе единой методики с анализом сравнительно небольшого количества водохранилищ.

Предложенная классификация водохранилищ по коэффициенту плановой формы призвана стать предметом обсуждения специалистами и дальнейшего развития.





## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авакян, А. Б. Водохранилища и их воздействие на окружающую среду / Г. В. Воропаев, А. Б. Авакян. – Москва : Наука, 1986. – 368 с.
2. ГОСТ 17.1.1.02-7. Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов [Электронный ресурс]. – Введен 1978-01-07. – Режим доступа : <http://norm-load.ru>.
3. О классификации гидротехнических сооружений [Электронный ресурс] : постановление Правительства Рос. Федерации от 02.11.2013 № 986. – Режим доступа : КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф.
4. Иудин, Д. И. Фракталы: от простого к сложному / Д. И. Иудин, Е. В. Копосов. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2012. – 200 с.
5. Шапоренко, С. И. Изменение морфометрических параметров водохранилищ Москворецкой водной системы за период их эксплуатации / С. И. Шапоренко, С. В. Ясинский, И. А. Вишневская // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2014. – № 1. – С. 4–22.
6. Трансформация чаши водохранилища в вечномёрзлых грунтах за долголетний период эксплуатации по изысканиям и прогнозу / Е. А. Гнетов, Е. Н. Горохов, Н. Ф. Кривоногова, И. С. Соболев, С. В. Соболев, Д. К. Федоров // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2013. – № 4. – С. 91–99.
7. Соболев, С. В. Натурные исследования занесения и заиления малых водохранилищ в бассейне Верхней Волги / С. В. Соболев, И. С. Соболев, П. В. Потемин // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2008. – № 4. – С. 62–79.
8. Россия. Водно-ресурсный потенциал / под науч. ред. А. М. Черняева. – Екатеринбург : Аэрокосмология, 1998. – 338 с.
9. Карты всего мира [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://loadmap.net>.

**SOBOL Stanislav Vladimirovich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of hydraulic engineering and transport structures; ZAYNULLINA Nelya Rashitovna, undergraduate student of the chair of hydraulic engineering and transport structures**

#### ABOUT CLASSIFICATION OF WATER RESERVOIRS BY CONFIGURATION IN PLAN

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](mailto:gs@nngasu.ru)

*Key words:* reservoir, coefficient of plan form, classification.

---

*The article presents the results of the first experience of reservoir classification according to the coefficient of plan form based on the processing of topographic materials for fifty-six objects.*

---

## REFERENCES

1. Avakyan A. B., Voropaev G. V. Vodokhranilishcha i ikh vozdeystvie na okruzhayushchuyu sredu [Water reservoirs and their impact on the environment]. Moscow, Nauka, 1986, 368 p.
2. GOST 17.1.1.02 -77. Okhrana prirody. Gidrosfera. Klassifikatsiya vodnykh obektov [Nature protection. Hydrosphere. Classification of water bodies]. [Elektronnyy resurs]. Vvedyon 1978 - 01 - 07. Rezhim dostupa: <http://norm-load.ru>.



3. O klassifikatsii gidrotekhnicheskikh sooruzheniy [About classification of waterworks]. [Elektronnyy resurs] : postanovlenie Pravitelstva Ros. Federatsii ot 02.11.2013 № 986. Rezhim dostupa : KonsultantPlyus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf.
4. Iudin D. I., Kopusov E. V. Fraktaly: ot prostogo k slozhnomu [Fractals: as simple as complex]. Nizhny Novgorod, NNGASU, 2012, 200 p.
5. Shaporenko S. I., Yasinskiy S. V., Vishnevskaya I. A. Izmerenie morfometricheskikh parametrov vodokhranilishch Moskvoretskoy vodnoy sistemy za period ikh ekspluatatsii [Measuring morphometric parameters of reservoirs of the Moskvoretsk water system during their exploitation]. Vodnoe khozyaystvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie [Water industry of Russia: problems, technologies, management], 2014, № 1. P. 4–22.
6. Gnetov E. A., Krivonogova N. F., Gorokhov E. N., Sobol I. S., Sobol S. V., Fedorov D. K. Transformatsiya chashi vodokhranilisha v vechno myorzlykh gruntakh za dolgoletniy period ekspluatatsii po izyskaniyam i prognozu [Transformation of bowl reservoir in the permafrost for long periods of operation on research and the forecast]. Privolzhskiy nauchnyy zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal], 2013, № 4. P. 91–99.
7. Sobol S. V., Sobol I. S., Potemin P. V. Naturnye issledovaniya zaneseniya i zaileniya malyykh vodokhranilishch v bassejne Verkhney Volgi [Full-scale investigations of small reservoirs sedimentation in the Upper Volga basin]. Privolzhskiy nauchnyy zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal], 2008, № 4. P. 62–79.
8. Rossiya. Vodno-resursnyy potentsial [Russia. Water resources potential]. Pod nauch. red. A. M. Chernyaeva. Ekaterinburg, Aerokosmologiya, 1998, 338 p.
9. Karty vsego mira [Maps of the World]. [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: <http://loadmap.net>.

© С. В. Соболев, Н. Р. Зайнуллина, 2017

Получено: 25.03.2017 г.

УДК 626.814

**В. А. БЕЛОВ, д-р техн. наук, проф. кафедры гидротехнического строительства; А. И. ПЕРЕЛЫГИН, канд. техн. наук, доц. кафедры гидротехнического строительства**

## О НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ К МАЛЫМ ВОДОЕМАМ

ФГБОУ ВО «Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова» (Донской ГАУ)

Россия, 346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Пушкинская, д. 111.  
Тел.: (8635)-22-21-70; эл. почта: [belov-47@list.ru](mailto:belov-47@list.ru)

*Ключевые слова:* пруд, малое водохранилище, гидротехнические сооружения.

---

*В настоящее время в России насчитывается несколько тысяч бесхозяйных малых водоемов. В целях рационального природопользования часть из них может быть передана юридическим и физическим лицам в постоянное пользование. Для осуществления этого предлагается в существующие законы внести отдельные изменения, базирующиеся на научно-практическом подходе к данным водным объектам.*

---

Издавна на территории России для задержки стока половодья на реках, речках и в балках строили плотины, создавая тем самым искусственные водоемы. Устройство таких водоемов представляет собой один из наиболее древних способов пользования водой в нашей стране.



В истории развития «малого водного хозяйства» были различные этапы, которые отличаются темпами и уровнем строительства. Так, например, по состоянию на 01.12.1982 г. в Тульской области из 645 прудов 205 были построены до революции, 118 – в период с 1917 по 1941 гг., 296 – после 1945 г. По 26 прудам сведения отсутствуют [1].

В настоящее время в каждой области России существует от нескольких сотен до нескольких тысяч малых водоемов. Большая часть из них по разным причинам является источником непроизводительного использования земельных и водных ресурсов, так как занимая значительные территории балок и речных долин, малые водоемы аккумулируют воду, которая впоследствии за короткий период испаряется, а ложе зарастает кустарником и сорной растительностью.

По данным бассейновых водных управлений (БВУ), в Российской Федерации на конец 2007 года насчитывалось 3610 бесхозных гидротехнических сооружений, из них число прудов и малых водохранилищ (объемом до 10 млн м<sup>3</sup>) – 3 328 объектов (92,2 %), при этом на постоянно действующих водотоках располагалось 67,7 %, а на суходольных балках – 32,3 % малых водоемов [2].

Одним из направлений рационального природопользования, связанного с малыми водоемами, является обретение ими настоящего хозяина-эксплуатационника.

Если раньше у каждого водоема был конкретный хозяин, который следил за его техническим состоянием, то сейчас судьбу, а не состояние, решают: Администрация и Комитет по управлению имуществом района, Министерство имущественных и земельных отношений, финансового оздоровления предприятий, организаций области, Территориальное управление Федерального агентства по управлению Федеральным имуществом, Бассейновое водное управление Федерального агентства водных ресурсов, Арбитражный суд. Но давно известно, что у семи нянек не бывает хорошего дитя.

В последние годы имелись желания у отдельных фермеров и акционерных обществ стать хозяевами прудов и малых водохранилищ, но они столкнулись с вышеупомянутыми структурами, и их стремления завершились не совсем положительным результатом на уровне судебных разбирательств по этой проблеме в Краснодарском крае, Ростовской, Белгородской, Брянской и других областях России.

Попробуем разобраться в отдельных кроющихся причинах.

Первое – отсутствие в Водном кодексе [3] понятий, что считать прудом, а что малым водохранилищем, т. к. это связано с правом собственности на тот или иной водный объект.

В настоящее время в научной литературе имеется несколько определений «что такое пруд»? Нами в статье «Немного о малых водоемах» [4] приводится доказательство, что они не совсем соответствуют практическому состоянию вопроса, в том числе и ГОСТ 19179-73 «Гидрология суши. Термины», а поэтому предлагается:

Пруд – водоем, образуемый путем перегораживания плотиной балки, оврага, лога и заполняемого талыми, дождевыми водами. В отдельных случаях для заполнения используются подземные воды, откачиваемые, например из шахты.

Малое водохранилище – водоем, объемом до 10 млн м<sup>3</sup>, образуемый путем перегораживания реки плотиной.

Основные различия этих водных объектов в связи с такой формулировкой представлены в табл. 1.



Предлагаемые формулировки малых водоемов позволят более точно и понятно обозначить водный объект с целью правильного решения в части его значимости, принадлежности и правильной эксплуатации.

Вторым спорным вопросом является гидравлическая связь. Следует отметить, что каждый водный объект имеет гидравлическую связь, только она бывает разной: поверхностной или подземной, постоянной или временной, ибо как в нем без этой связи оказывается вода.

Согласно терминологии, предложенной проф. Шкура В. Н., «связь гидравлическая – взаимодействие (контактирование, соединение) вод, водных потоков (водных объектов), контуры которых разделены в пространстве и (или) во времени» [5].

Таблица 1

**Сравнительная характеристика малых водоемов**

Пруд	Малое водохранилище
– задерживает часть стока с водосборной площади;	– задерживает часть стока реки;
– задерживает наносы, частично предотвращая заиливание реки;	– задерживает наносы, отрицательно сказываясь на состоянии реки;
– не является препятствием течению реки;	– является «тромбом» на реке;
– не вызывает подтопление прилегающей территории;	– может вызвать подтопление прилегающей территории;
– тесная привязка к водосборной площади;	– менее тесная привязка к водосборной площади;
– как правило, плохая эксплуатация водного объекта;	– удовлетворительное внимание к объекту;
– располагается на землях одного землепользователя;	– может располагаться на территории двух и более землепользователей;
– небольшие объемы и площадь водной поверхности;	– полный объем до 10 млн м <sup>3</sup> и площадь водной поверхности до 200 га
– располагаются в балках – небольших сухих или с временным водотоком с задернованными склонами;	– располагаются в руслах водотока – естественно выработанным водным потоком или искусственно созданное, протяженное углубление на поверхности земли, по которому осуществляется ток воды;
– располагается на временных водотоках, которые образуются посредством талых и дождевых вод;	– располагается на природном водотоке, характеризующемся движением (течением воды) в естественном русле в направлении уклона;
– является замкнутым водным объектом.	– не всегда является замкнутым по причине связи с рекой.

Пруд с прилежащими водными объектами имеет связь в период половодья и паводка, т. е. временную гидравлическую связь. Малое водохранилище имеет с водным объектом (рекой) постоянную гидравлическую связь.

Основываясь на вышеизложенном, предлагается в ст. 1 Водного кодекса внести уточнение следующего содержания: «обособленный водный объект (замкнутый водоем) – небольшой по площади и непроточный искусственный водоем, не имеющий *постоянной* гидравлической связи с другими поверхностными водными объектами».

Такая трактовка статьи позволит пруды относить к обособленным водным объектам, не относящимся к федеральной собственности и, как следствие, возможностью брать их юридическим и физическим лицам на постоянную эксплуатацию.

Например, нечеткие формулировки данных понятий привели к многолетним судебным разбирательствам по обретению настоящим хозяином одного из ранее построенных прудов в Ростовской области. Пока длились судебные разбирательства, была прорвана плотина, а ложе превратилось в заросшую сорной растительностью балку (рис. 1).



Рис. 1. Бывший пруд

Бывают другие причины, связанные с хозяйственно-земельными вопросами по малым водоемам, которые можно устранить в порядке исключения, учитывая жизненные интересы окружающей природной среды и человека. На рис. 2 представлен исток реки Малый Калитвинец. Скоро его не будет, потому что чиновники отказали фермеру взять малое водохранилище на баланс, так как оно является федеральной собственностью.



Рис. 2. Здесь хозяин – камыш



В соответствии с Федеральным законом «О безопасности гидротехнических сооружений» плотина и водопропускные сооружения, располагаемые на малом водоеме, подлежат обследованию с составлением соответствующей декларации.

Касаясь формулировки «безопасность» из этого закона, то это «свойство гидротехнических сооружений, позволяющее обеспечивать защиту жизни, здоровья и законных интересов людей, окружающей среды и хозяйственных объектов» [5].

На практике при разрушении гидротехнического сооружения – пруда (согласно вышепредлагаемого термина) не происходит чрезвычайных обстоятельств, связанных с жизненными интересами общества. После возможной аварии сооружения по балке проходит водный поток небольшой глубины, который не вызывает порчу или гибель животного и растительного мира. Сценарий такой аварии с конкретными цифрами приведен в статье Кафтания Ю. А. [6].

Учитывая это, предлагается, основываясь на научно-практическом подходе к прудам, не производить оценку безопасности ГТС путем декларирования.

Пруды тесно связаны с водосборной территорией: по этой причине, согласно научным исследованиям проф. Прытковой М. Я., в связи с заилинием продолжительность их рабочего состояния в среднем составляет 15–20 лет [7]. Поэтому в большинстве случаев пруды свой срок службы заканчивают раньше не из-за разрушения гидротехнических сооружений, а из-за заилиения ложа.

По этой причине пруды следует оценивать не по степени безопасности, а по степени надежности – свойстве водного объекта сохранять в период эксплуатации установленные проектом параметры.

Надежность включает такие важные свойства водного объекта как безопасность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость и работоспособность.

Особенно надежность была нужна прудам, когда они массово строились, например, в Центрально-Черноземных областях [8], где в балках наблюдались карстово-суффозионные процессы, и сейчас по всей стране, где они массово брошены по разным причинам из-за сложившейся социально-экономической обстановки.

#### **Выводы:**

1. Значительная часть ранее построенных малых водоемов в России является источником непроизводительного использования земельных и водных ресурсов. Для рационального природопользования необходимо часть из них передать в постоянную эксплуатацию юридическим и физическим лицам.

2. Изменить в ГОСТ 19179-73 «Гидрология суши. Термины и определения» определение пруда на обоснованную, предлагаемую в статье формулировку с внесением ее также в ст. 1 Водного кодекса.

3. Внести в ст. 1 Водного кодекса рекомендуемое уточнение в части обособленного (замкнутого) водоема, который теоретически и практически не может быть без гидравлической связи с другим водным объектом.

4. Исключить из федерального закона декларирование безопасности гидротехнических сооружений на прудах вследствие особенности их работы.

#### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Современное состояние и перспективы развития прудового хозяйства в Тульской области : отчет по теме «Внедрение научных разработок по аккумуляции стока половодья Тульской области» / СевНИИГиМ. – Казань, 1981. – 118 с.





2. Проблемы и перспективы использования водных ресурсов в агропромышленном комплексе России : монография / под. общ. ред. проф. В. Н. Щедрина. – Москва : Мелиоводинформ, 2009. – 342 с.
3. Водный кодекс Российской Федерации. – Москва : Омега – Ленинград, 2006. – 112 с.
4. Белов, В. А. Немного о малых водоемах / В. А. Белов // Мелиорация и водное хозяйство : материалы науч.-практ. конф. «Эффективность мелиораций на юге России», 23–24 сент. 2009. – Новочеркасск, 2009. – Вып. 7, Ч. 2. – С. 21–23.
5. Российская Федерация. Законы. О безопасности гидротехнических сооружений [Электронный ресурс] : федер. закон Рос. Федерации от 21.07.1997 № 117-ФЗ : [ред. от 03.07.2016]. – Режим доступа : Консультант Плюс. Законодательство. ВерсияПроф.
6. Кафтанатий, Ю. А. Сравнительная оценка безопасности малых водоемов / Ю. А. Кафтанатий // Мелиорация и водное хозяйство. – 2013. – № 1. – С. 25–28.
7. Прыткова, М. Я. Географические закономерности осадконакопления в малых водохранилищах / М. Я. Прыткова. – Ленинград : Наука, 1986. – 88 с.
8. Сухарев, И. П. Пруды Центрально-Черноземной полосы / И. П. Сухарев., Г. С. Пашнев. – Воронеж : Центр.-Чернозем. кн. изд-во, 1968. – 150 с.

**BELOV Viktor Aleksandrovich, doctor of technical sciences, professor of the chair of hydraulic engineering construction; PERELYGIN Andrey Ivanovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of hydraulic engineering construction**

## ON THE SCIENTIFIC AND PRACTICAL APPROACH TO SMALL WATER BODIES

Novocherkassk Institute of Reclamation Engineering after A. K. Kortunov  
111, Pushkinskaya St., Novocherkassk, Rostov Region, 346428, Russia. Tel.: +7 (8635) 22-21-70;  
e-mail: belov-47@list.ru

*Key words:* pond, small reservoir, hydraulic structures.

---

*Currently, there are several thousand ownerless small water bodies. With a view of reasonable nature management, some of them may be given to legal and natural persons for permanent use. To realize this, it is proposed to introduce individual changes based on scientific and practical approach to the given water bodies into the existing laws.*

---

## REFERENCES

1. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya prudovogo khozyaystva v Tul'skoy oblasti [Present state and development prospects of pond farming in the Tula region]: otchyot po teme "Vnedrenie nauchnykh razrabotok po akkumulyatsii stoka polovodya Tul'skoy oblasti" [Report on the "Introduction of scientific developments on flood runoff accumulation of Tula region". SevNIIGiM. Kazan, 1981, 118 p.
2. Schedrin, V. A., Kosichenko, Yu. M., Vasiliev, S. M., et al. Problemy i perspektivy ispolzovaniya vodnykh resursov v agropromyshlennom komplekse Rossii [Problems and prospects of water resources use in agribusiness of Russia]: monografiya, pod obsch. red. prof. V. A. Schedrina. Moscow, 2009, Meliovodinform, 342p.
3. Vodny kodeks Rossiyskoy Federatsii [Water Code of the Russian Federation]. Moscow, Omega-L, 2006, 112p.
4. Belov, V. A. Nemnogo o malykh vodoyomakh [A little about small reservoirs]. Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo [Reclamation and Water Economy]: materialy nauch.-prakt. konf. "Effektivnost melioratsii na yuge Rossii", 23-24 sent. 2009. Novocherkassk, 2009. Vyp. 7, ch. 2. P. 21–23.



5. Rossiyskaya Federatsiya. Zakony. O bezopasnosti gidrotekhnicheskikh sooruzheniy [On safety of hydraulic structures]. [Elektronnyy resurs]: feder. zakon Ros. Federatsii ot 21.07.1997 № 117-FZ: [red. ot 03.07.2016]. Rezhim dostupa : KonsultantPlyus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf.
6. Kaftanatiy, Yu. A. Sravnitel'naya otsenka bezopasnosti mal'kikh vodoyomov [Comparative evaluation of small reservoirs safety]. Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo [Reclamation and Water Economy], 2013, № 1. P. 25–28.
7. Prytkova, M. Ya. Geograficheskie zakonomernosti osadkonakopleniya v mal'kikh vodokhranilishakh [Geographic regularities of sedimentation in small reservoirs]. Leningrad, Nauka, 1986, 88 p.
8. Sukharev, I. P., Pashnev, G. S. Prudy Tsentralno-Chernozemnoy polosy [Ponds of the Central Black Earth Zone]. Voronezh, Tsentr.-Chernozem. kn. izd-vo, 1968, 150 p.

© В. А. Белов, А. И. Перелыгин, 2017

Получено: 20.01.2017 г.

УДК 626.1

**А. И. ПЕРЕЛЫГИН**, канд. техн. наук, доц. кафедры гидротехнического строительства

## РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ КАНАЛОВ НА КРИВОЛИНЕЙНЫХ УЧАСТКАХ

ФГБОУ ВО «Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова» (Донской ГАУ)

Россия, 346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Пушкинская, д. 111. Тел.: (8635)-22-21-70; эл. почта: gekngma@magnet.ru

*Ключевые слова:* канал, поворот, скорость, поперечный уклон, методы.

---

*В статье дана краткая характеристика процессов, возникающих при движении воды на криволинейных участках каналов и степень их изученности. Предложена усовершенствованная формула для вычисления скорости. Приведены известные методы устранения или уменьшения поперечного уклона при проектировании каналов на таких участках. Учитывая преимущества и недостатки данных способов, рекомендуется при трассировке канала на изгибе его внешний откос выполнять более уположенным и выше на величину поперечного уклона  $\Delta h$ , чем внутренних.*

---

В настоящее время достаточно много разработано и опубликовано материалов по проектированию, строительству и эксплуатации мелиоративных каналов. По данной тематике особо следует отметить научные работы С. Х. Абальянца, В. С. Алтунина, И. А. Долгушева, Ю. М. Косиченко, А. В. Ищенко, Ц. Е. Мирцхулава, В. Т. Чоу [1–7].

Вместе с тем на практике встречаются недостаточно решенные задачи, которые могут возникать при строительстве данных гидротехнических объектов. Решение одной из таких задач рассматривается ниже.

При проектировании открытых каналов обязательно встречаются криволинейные участки. Затруднения при их проектировании часто возникают вследствие сложной картины движения потока по искривленному пути. Линии тока здесь не только криволинейны, но и переплетаются между собой, способствуя

возникновению спиральных течений и поперечных волн. Кроме того, центробежная сила, действующая на водный поток в криволинейной области, обуславливает наличие поперечного уклона, то есть повышает водную поверхность у внешнего откоса с соответствующим понижением ее у внутреннего откоса.

Экспериментально движение жидкости на повороте потока было исследовано М. П. Кожевниковым, А. Я. Миловичем, М. В. Потаповым, М. И. Тер-Аствацатрянном [8–12] и др. Основными вопросами при изучении ими данного процесса являлись: поперечная циркуляция, закономерность изменения отдельных компонентов скоростей и их взаимосвязь.

При изгибе канала скорость движения воды меняется. Для определения ее величины применим гидравлическое уравнение об изменении количества движения (уравнение баланса секундного количества движения) потока в открытом канале. Оно аналогично уравнению энергии. Различие состоит лишь в том, что эти уравнения включают разные по смыслу потери на трение ( $h_{тр}$ ). В уравнении энергии величина  $h_{тр}$  выражает внутреннюю энергию, а в уравнении количества движения эта величина отображает потери, обусловленные внешними силами взаимодействия потока с поверхностями канала.

Решая поставленную в статье задачу, намечаем сечение 1–1 на прямолинейном, а 2–2 – на криволинейном участках канала (рис. 1а).

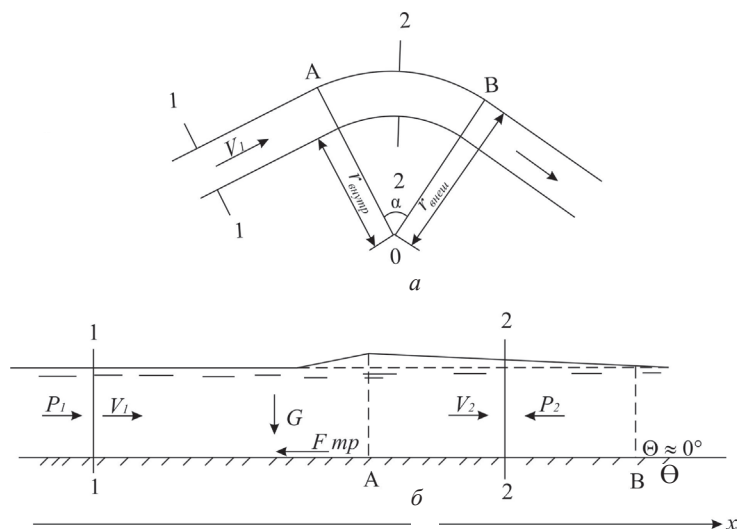


Рис. 1. Расчетная схема

Согласно второму закону Ньютона, изменение количества движения массы воды, протекающей в канале за единицу времени, равно результирующей всех внешних сил, действующих на данную массу. Применяя этот принцип к каналу, имеем следующее выражение для изменения количества движения массы воды, протекающей за единицу времени между сечениями 1–1 и 2–2.

$$\frac{\beta \cdot Q \cdot \gamma}{g} (V_1 - V_2) = P_1 - P_2 + G \cdot \sin \Theta + R - F_{тр}, \quad (1)$$

где  $\beta$  – силовой коэффициент (он больше 1 для вогнутого потока, меньше 1 – для выпуклого потока и равен 1 для параллельноструйного потока) [7];  $Q$  – расход



воды на рассматриваемом участке;  $\gamma$  – объемный вес жидкости;  $g$  – ускорение силы тяжести;  $V_1, V_2$  – скорость водного потока, соответственно в 1-м и 2-м сечениях;  $P_1, P_2$  – сила гидродинамического давления, действующая на торцовые сечения;  $G$  – сила собственного веса, заключенного между сечениями;  $\Theta$  – угол наклона дна канала;  $R$  – сила реакции боковых стенок, ограничивающих жидкое тело между сечениями;  $F_{тр}$  – суммарная внешняя сила трения и сопротивления, действующая по поверхности контакта воды со стенками канала.

Расход, проходящий через все уровни сечения потока неизменен, несмотря на то, что в каждом сечении средняя скорость и площадь живого сечения могут быть различны.

Для определения скорости  $V_2$  на участке изгиба канала с учетом отдельных факторов, действующих на водный поток, намечаем ось  $x$  (рис. 1б) и выделяем сечениями 1–1, 2–2 отсек жидкости, к которому прилагаем вышеприведенное уравнение (1). Полагаем, что движение потока в границах ( $h \geq h_k$ ), где  $h$  – глубина воды в канале;  $h_k$  – критическая глубина.

1. Изменение проекции секундного количества движения при переходе от сечения 1–1 к сечению 2–2:

$$\frac{\beta \cdot \gamma \cdot Q}{g} (V_{2x} - V_{1x}) = \frac{\beta \cdot \gamma}{g} \cdot \frac{V_{2x} + V_{1x}}{2} \cdot w_{cp} \cdot (V_{2x} - V_{1x}) = \frac{\beta \cdot \gamma \cdot w_{cp} (V_{2x}^2 - V_{1x}^2)}{2g},$$

где  $w_{cp}$  – средняя площадь поперечного сечения потока.

2. Проекция на ось  $x$  сил, действующих на рассматриваемый отсек:  $G_x = 0$ ;  $R_x = 0$ ;  $P_{1x} = P_{2x} = P_{атм}$ ;  $\Theta \approx 0$  (например, Донской магистральный канал имеет  $i = 0,00003$ ):

$$F_{тр} = \gamma \cdot w_{cp} \cdot \lambda_{изг} \cdot \frac{V_{2x}^2}{2g},$$

где  $\lambda_{изг}$  – коэффициент сопротивления изгиба.

3. Подставляя полученные выражения в уравнение (1), получим:

$$\frac{\beta \cdot \gamma \cdot w_{cp} (V_{2x}^2 - V_{1x}^2)}{2g} = -\gamma \cdot w_{cp} \cdot \lambda_{изг} \cdot \frac{V_{2x}^2}{2g} \quad \text{или} \quad V_{2x} = V_1 \sqrt{\frac{\beta}{\beta + \lambda_{изг}}}. \quad (2)$$

Здесь силовой коэффициент  $\beta$ , относящийся к  $V_1$ , равен 1 как для параллельноструйного потока. В знаменателе данный коэффициент изменяется от 0,97 до 0,99 для выпуклого потока и от 1,03 до 1,07 для вогнутого. Скорость водного потока по оси канала следует определять, как:

$$V_2 = \frac{V_2^{602} + V_2^{611}}{2}. \quad (3)$$

Значения коэффициента  $\lambda_{изг}$  находятся по кривым, построенным на основании опытных данных Шукри в зависимости от числа  $Re$  потока перед изгибом  $\lambda_{изг}/b, h/b$  и  $\Theta/180^\circ$  [7].

В случае поворота крупных земляных каналов для определения напора следует воспользоваться формулой, полученной учеными МГМИ (МГУП) посредством натурных исследований [13]:

$$\Delta H_{пов} = \xi_{пов} \frac{V^2}{2g}, \quad (4)$$

где  $V$  – средняя скорость течения на прямолинейном участке;  $\xi_{пов}$  – коэффициент сопротивления на повороте, определяется по формуле [14]:



$$\xi_{пов} = 6,43 \left( \frac{\alpha}{180} + 0,50 \right)^{0,32} + 1160 \left( \frac{\sigma_{h.s}}{h_{cp.s}} - 0,09 \right)^{2,5} - 4,72, \quad (5)$$

где  $\alpha$  – угол поворота канала;  $\sigma_{h.s}$  – среднее квадратичное отклонение отметок дна от средней на поворотном участке канала, ограниченным входным, выходным сечением и откосами;  $h_{cp.s}$  – средняя глубина на этой же площади (наполнение канала на повороте).

При изменении направления канала в нем наблюдается поперечный уклон поверхности воды на криволинейном участке.

Применяя второй закон Ньютона к каждой линии тока с интегрированием по всему сечению канала, Грачев [7] доказал, что поперечный профиль поверхности представляет логарифмическую кривую, и что поперечный уклон применительно к вышерассмотренным сечениям канала равен:

$$\Delta h = 2,3 \frac{V_2^2}{g} \cdot \lg \frac{r_{внеш}}{r_{внутр}}, \quad (6)$$

где  $r_{внеш}$ ,  $r_{внутр}$  – соответственно внешний и внутренний радиусы кривой.

Основным вопросом при проектировании криволинейных каналов является устранение или уменьшение поперечного уклона его поверхности и характерного возмущения от поперечных волн. Для решения этого вопроса предложено: виражирование, система криволинейных лопастей, переходные кривые, наклонные пороги [7].

При виражировании выполняется поперечный уклон дна для создания поперечной силы, нейтрализующей центробежное воздействие потока. К недостаткам способа относится высокая стоимость земляных работ и возможность заилиения при низких уровнях.

Система криволинейных лопастей предусматривает уменьшение поперечного уклона и характерных возмущений посредством деления канала по ширине на ряд узких криволинейных каналов. Данный метод в своем большинстве эффективен и совсем не пригоден на каналах, транспортирующих наносы размером, превышающим расстояния между лопастями.

Возмущение в простом криволинейном канале может быть снижено использованием составной кривой, которая является весьма подходящим решением для большинства таких каналов. Другие типы переходной кривой, например, спиральная переходная кривая, увеличивают стоимость проектирования и строительства при незначительном улучшении характеристик потока.

Наклонные пороги, которые устанавливаются на дне канала вблизи концов кривой, аналогичны по воздействию переходной кривой. Основными недостатками этого метода являются – высокая стоимость обслуживания канала, явное возмущение при низких уровнях и возможность кавитации при чрезвычайно высоких скоростях потоков [7].

Учитывая преимущества и недостатки известных мероприятий, предлагается следующее конструктивное решение.

При трассировке канала на изгибе его внешний откос выполнить более уполенным и выше на  $\Delta h$ , чем внутренний. Пример рекомендованного поперечного сечения канала показан на рис. 2.

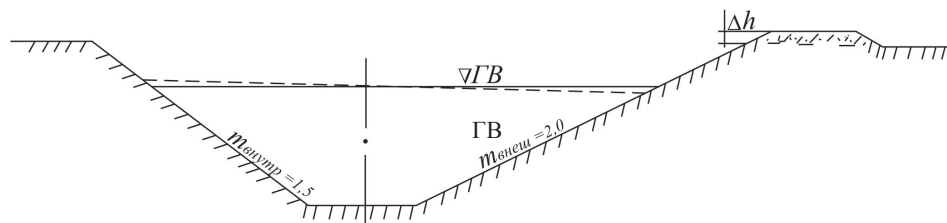


Рис. 2. Вариант предлагаемого поперечного сечения канала на криволинейном участке

В этом случае увеличивается внешний радиус  $r_{\text{внеш}}$ , но снижается скорость  $V_2$ , так как возрастает площадь живого сечения канала, из чего следует, что величина  $\Delta h$  практически не изменяется. Однако поперечные волны и поток, набегая на уложенный откос, воздействуют на него с меньшим гидродинамическим давлением.

Выполнение такого сечения сравнительно недорого и легко осуществимо механизмами. Данный канал может работать при различных расчетных уровнях.

Согласно экспериментальным исследованиям М. И. Тер-Аствацатряна радиальные и вертикальные компоненты скоростей достигают заметной величины на расстоянии  $(3-5)h$  от начала закругления, считая вверх по течению. Затем они постепенно увеличиваются и достигают максимальных значений на закруглении и, постепенно затухая, исчезают на расстоянии примерно  $(27-30)h$ , считая от конца закругления [12].

Основываясь на этих результатах, предлагается верхний участок длиной  $(3-5)h$  от начала изгиба выполнять с переходным заложением – от существующего к уложенному. Аналогично такой участок протяженностью должен быть  $(27-30)h$  и от конца изгиба.

Выводы:

1. Получена уточненная формула для определения скорости водного потока в спокойном и критическом состоянии при изменении направления канала.
2. Предложен вариант поперечного сечения канала и его конструирование на криволинейном участке.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абальянц, С. Х. Устойчивые и переходные режимы в искусственных руслах / С. Х. Абальянц. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1981. – 240 с.
2. Алтунин, В. С. Мелиоративные каналы в земляных руслах / В. С. Алтунин. – Москва : Колос, 1979. – 255 с.
3. Долгушев, И. А. Повышение эксплуатационной надежности оросительных каналов / И. А. Долгушев. – Москва : Колос, 1975. – 136 с.
4. Косиченко, Ю. М. Каналы переброски стока России / Ю. М. Косиченко ; Новочеркас. Гос. мелиоратив. акад – Новочеркасск : НГМА, 2004. – 470 с.
5. Ищенко, А. В. Повышение эффективности и надежности противофильтрационных облицовок оросительных каналов / А. В. Ищенко. – Ростов-на-Дону : изд-во журн. «Известия вузов Сев.-Кавк. регион», 2006. – 212 с.
6. Мирцхулава, Ц. Е. О надежности крупных каналов / Ц. Е. Мирцхулава. – Москва : Колос, 1981. – 318 с.
7. Чоу, В. Т. Гидравлика открытых каналов / В. Т. Чоу. – Москва : Стройиздат, 1969. – 464 с.
8. Кожевников, М. П. О движении воды на повороте русла / М. П. Кожевников //





Гидротехническое строительство. – 1949. – 9 с.

9. Милович, А. Я. Нерабочий изгиб потока жидкости / А. Я. Милович. // Бюллетень политехнического общества. – Новочеркасск, 1914. – № 10. – С. 485–563.

10. Милович, А. Я. Основы динамики жидкости / А. Я. Милович. – Москва : Энергоиздат, 1933. – 159 с.

11. Потапов, М. В. Поперечная циркуляция в открытом потоке и ее гидротехнические применения. Борьба с заиливанием / М. В. Потапов. – Москва : Сельхозгиз, 1936. – 384 с.

12. Тер-Аствацатрян, М. И. О законе площадей при движении жидкости на поворотах открытых водоводов / М. И. Тер-Аствацатрян // Известия академии наук Армянской ССР. Сер. «Физико-математические, естественные и технические науки». – 1950. – Т. 3. – № 4.

13. Саламов, А. М. Характеристика движения потока на повороте крупных земляных каналов / А. М. Саламов, А. П. Полад-заде // Гидравлика пойм мелиоративных каналов и сооружений : сб. науч. тр. / Моск. гидромелиоратив. ин-т. – 1986. С. 9–20.

**PERELYGIN Andrey Ivanovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of hydraulic engineering construction**

### COMPUTATION OF AND DESIGNING CANALS ON CURVILINEAR SECTIONS

Novocherkassk Institute of Reclamation Engineering named after A. K. Kortunov

111, Pushkinskaya St., Novocherkassk, Rostov Region, 346428, Russia. Tel.: +7 (8635) 22-21-70; e-mail: rekngma@magnet.ru

*Key words:* canal, bend, velocity, cross slope, methods.

---

*The article describes briefly the processes caused by water movement on curvilinear sections of canals as well as the degree of their study. An improved formula for computation of velocity is proposed. Well-known methods to eliminate or to reduce the cross slope when designing canals on such sections are given. Taking into account the advantages and disadvantages of these methods, when tracing a canal on a bend, it is recommended to form its outer slope more flat and higher than its inner slope by the cross slope value.*

---

### REFERENCES

1. Abalyants, S. Kh. Ustoychivye i perekhodnye rezhimy v iskusstvennykh ruslakh [Steady and transitional regimes in artificial beds]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1981, 240 p.

2. Altunin, V. S. Meliorativnye kanaly v zemlyanykh ruslakh [Reclamation canals in earth channels]. Moscow, Kolos, 1979, 255 p.

3. Dolgushev, I. A. Povyshenie ekspluatatsionnoy nadyozhnosti orositelnykh kanalov [Rise in operational reliability of irrigation canals]. Moscow, Kolos, 1975, 136 p.

4. Kosichenko, Yu. M. Kanaly perebroski stoka Rossii [Water transfer canals of Russia]. Novocherkas. gos. meliorativ. Akad. Novocherkassk, NGMA, 2004, 470 p.

5. Ischenko, A. V. Povyshenie effektivnosti i nadyozhnosti protivofiltratsionnykh oblitsovok orositelnykh kanalov [Enhancement of efficiency and reliability of impervious linings of irrigation canals]. Rostov-on-Don, izd-vo zhur. "Izvestiya vuzov Sev.Kavk. regiona", 2006, 212 p.

6. Mirtskhulava, Ts. E. O nadyozhnosti krupnykh kanalov [On the reliability of large canals]. Moscow, Kolos, 1981, 318 p.

7. Chou, V. T. Gidravlika otkrytykh kanalov [Hydraulics of open channels]. Moscow, Stroyizdat, 1969, 464 p.

8. Kozhevnikov, M. P. O dvizhenii vody na povorote rusla [On the water motion at the channel bend]. Gidrotekhnicheskoe stroitelstvo [Hydraulic engineering construction], 1949, 9 p.



9. Milovich, A. Ya. Nerabochiy izgib potoka zhidkosti [Nonoperating bend of fluid flow]. Byulleten politehnicheskogo obshchestva [Newsletter of Polytechnical Society]. Novocherkassk, 1914, № 10. P. 485–563.
10. Milovich, A. Ya. Osnovy dinamiki zhidkosti [Fundamentals of fluid dynamics]. Moscow, Energoizdat, 1933, 159 p.
11. Potapov, M. V. Poperechnaya tsirkulyatsiya v otkrytom potoke i eyo gidrotekhnicheskie primeneniya. Borba s zaileniem [Transverse circulation in the open stream and its hydraulic engineering applications. Siltation control]. Moscow, Selkhozgiz, 1936, 384 p.
12. Ter-Astvatsatryan, M. I. O zakone ploschadey pri dvizhenii zhidkosti na povorotakh otkrytykh vodovodov [On the law of areas during fluid motion at bends of open water conduits]. Izvestiya akademii nauk Armyanskoy SSR [News of the Academy of Sciences of the Armenian SSR]. Ser. Fiziko-matematicheskie, estestvennye i tekhnicheskie nauki. 1950, vol. 3, № 4.
13. Salamov, A. M., Polad-zade, A. P., Kharakteristika dvizheniya potoka na povorote krupnykh zemlyanykh kanalov [Characteristic of stream movement at the bends of large earth canals]. Gidravlika poym meliorativnykh kanalov i sooruzheniy [Floodplain hydraulics of reclamation canals and structures]: sb. nauch. tr., Mosk. gidromeliorativ. in-t, 1986. P. 9–20.

© А. И. Перелыгин, 2017

Получено: 18.02.2017 г.

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

---

УДК 72.01

**Ю. И. КАРМАЗИН, д-р арх., проф.; А. Г. КОЗЛОВ, аспирант кафедры теории и практики архитектурного проектирования**

## К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ МЕТОДА ДОПРОЕКТНОГО ОСМЫСЛЕНИЯ

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

Россия, 394005, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84. Тел.: 8 (473) 271-54-21;  
эл. почта: arh\_project\_kaf@vgasu.vrn.ru

*Ключевые слова:* архитектурное творчество, методология, проблемность, теория архитектуры, локальный и градостроительный уровни, предпроектные исследования, концептуальность, формирование пространства.

---

*Рассматривается вопрос оптимизации организационно-методической стороны архитектурного проектирования. В основу положены научно-теоретические и научно-практические разработки различных сфер деятельности, инновационные технологии.*

---

Проблема начального этапа проектирования не проста, поскольку перед исходной позицией включения в творческий процесс формируется мощное биополе информационного потока содержания понятий: «архитектура», «архитектурное творчество», реальные проблемы бытия, мир человека, социальные миры и общие меры, в совокупности олицетворяющиеся с миром архитектуры [1]. Каждое из этих явлений обладает, словно цепная реакция, необычайно большим диапазоном развития предметности и межпредметных связей. Отсюда подход, а, по сути, масштабный поход к решению творческой проектной задачи нуждается в минимально необходимом проповедческом курсе, в системе навигации и в определенном алгоритме действий, основанном на возможном и неограниченном использовании всплесков креативности.

А. И. Некрасов, автор непревзойденного титанического труда «Теория архитектуры», писал: «Для того чтобы определить основные теоретические положения какого-либо явления, необходимо, хотя бы условно, но в то же время исходя из очевидности, не подлежащей оспариванию, установить, в чем это явление заключено, или лучше сказать, какое представление или понятие оно в себе заключает» [2]. С этой целью проведем небольшой экскурс в содержание понятия «Архитектура». Краткое и возвышенно-духовное определение принадлежит Отто Вагнеру: «Архитектура есть высшее выражение человеческого умения, достигающего божественного» [3]. Многозначное определение дал Ф. Л. Райт: «Род строительства, которое мы можем сегодня назвать архитектурой, – это строительство, в которое входят человеческая мысль и чувства, чтобы создать высокую гармонию и подлинную значительность сооружения, как целого.... Его (человека) архитектура была чем-то восходящим от его практического «Я» к его идеальному «Я». Эти фразы, концентрирующие в себе необычайную емкость экзистенциальных, интеллектуальных и мировоззренческих основ бытия, безусловно, являются ключевыми.



Однако для темы нашего исследования еще одна формулировка очень существенна. Ф. Т. Мартынов: «Архитектура является одним планом бытия природно-духовно-социальной реальности, в структуру которой входят конструктивно-упорядочивающий слой и образный символический строй, архитектурный мир и архитектурно-организованная среда...». Ученый считает: «Ядром, «душой» архитектуры, благодаря которой она живет, «дышит», является пульсирующая многомерная и целостная сфера бытийных, жизнесущностных состояний и смыслов...» [1].

В вышеизложенных определениях понятия «архитектура», для воплощения которой надо осмыслить и проработать огромное количество вопросов, в сознании невольно всплывает фраза В. В. Маяковского: «для того чтобы получить грамм радия, надо перелопатить тонны руды». Как же складывается наиболее типично процесс архитектурного проектирования? Вкладываем ли мы в умы молодых коллег-студентов богатейшие ростки универсалий профессии?

Наиболее частые советы преподавателей, руководящих курсовым архитектурным проектированием, после вводной лекции, касающейся типологии заданного объекта:

- начинайте с композиции;
- начинайте с примеров отечественной и зарубежной практики;
- выходите на проектируемую территорию и пытайтесь вписать в нее свой объект.

Не правда ли парадоксально воспринимать столь биполярное явление. Как говорится: «вода и камень, лед и пламень не столь различны меж собой». Где вдохновенные слова о природе архитектуры и ее потенциале, где эмоциональный настрой на «духовное освоение действительности», где намек о том, чтобы архитектура была чем-то восходящим от его практического «Я» к его идеальному «Я» и, наконец, где самосознание самих студентов с гордо утверждающим пафосом: «Я – начало всего, ибо в сознании моем создаются миры», как когда-то высказался Казимир Малевич?

Просчетов, если не сказать вредоносных действий, со стороны Минобразования предостаточно. Но и мы, кому доверено готовить и воспитывать молодых архитекторов, во многом мало соответствуем статусу педагога-архитектора. Почему? На этот вопрос убедительно ответил А. Г. Раппопорт: «Переход от ремесла к профессии ... в архитектуре затянулся, одним из основных, если не главным противоречием становления архитектурного профессионализма является противоречие между процессом интеллектуализации деятельности и инертности традиций ремесла...» [4].

Как же наиболее типично складывается процесс архитектурного проектирования? Это или последовательный пошаговый анализ и решение, чаще всего задач на локальной территории проектируемого объекта, или поверхностный подход с отведением внимания какому-то фактору или какой-то группе факторов, а чаще всего – игнорирование контекста и компиляция объекта из образцов зарубежной практики. Где же тогда творчество, где научно-теоретические основы?

О пренебрежительном отношении к науке говорится давно. Уже Огюст Перре сожалел об этом: «Зло заключается в том, что специализированные школы разлучили науку и искусство» [3].

А на каких основах в отечественных архитектурных школах строится методологическая сторона профессиональной подготовки. Предложенная Б. Г. Бархиным поэтапная методика архитектурного проектирования включает в



себя: первый этап – предпроектный, научно-исследовательский; второй этап – творческого поиска; третий этап – творческой разработки; четвертый этап – заключительный. Вероятно, методика Б. Г. Бархина в той или иной интерпретации стала азбукой для отечественных архитектурных школ. Конечно, эффективность включенности проекта в методологический алгоритм во многом зависит от содержания программ: заданий на проектирование, от эрудиции студента, но главное – от идеологической творческой направленности консультаций педагогического состава, руководящего курсовым или дипломным проектированием.

В чем же выражаются просчеты профессиональной подготовки студентов? Но не вообще, а на наиболее востребованном в реальной практике подходе к включению нового объекта в сложившуюся городскую среду. Вот наиболее значительные из них:

- принципиальное несоответствие типологии предполагаемого к проектированию объекта на данном участке (территории) или, наоборот, невосприятие средой объекта с заданной типологией и обликом;

- проектант, размышляя о содержании объекта, упускает из виду концептуальное развитие среды;

- нарушается представление не только о целостности восприятия этого фрагмента среды, но и о диапазоне его значений (социальном, мировоззренческом, градостроительном, культурологическом, функционально-смысловом, композиционно-пространственном);

- в многообразии факторов, рассматриваемых последовательно один за другим, притупляется ощущение восприятия ряда важных аспектов, в том числе понимание цели и задач проектируемого объекта;

- в то же время могут быть упущены фрагменты, детали, нюансы, которые при профессиональном подходе делают возможным создавать «из малого великое»;

- в итоге может быть получено упрощенное решение с утратой времени и возможной идентичности, в чем проявляется недостаточная эффективность творческого труда;

- очень важен психологический аспект, нередко складывается ситуация, когда проектант, обремененный множеством задач, опускает руки, впадая в стресс, им овладевает страх и неверие в возможное положительное решение всех необходимых задач;

В чем причина столь многочисленных недостатков?

Еще И. В. Гете утверждал: «Важнее *как* размышлять, чем о *чем* размышлять». Значит, велико значение организационно-методической стороны проектирования, в котором может быть задействована широкая палитра средств, подходов, теоретических предпосылок, исходящих как от закономерностей логического мышления, так и от спектра креативных инициатив.

В. С. Кузин [5], анализируя волевые действия в творческом процессе, пишет: «Структура сложного волевого действия составляет три звена: осознание и постановка цели, планирование и исполнение». Следует акцентировать внимание именно на сути первого звена: «осознание и постановка цели». Вот где первопричина недостатка сложившейся организационно-методической работы: «начинать с композиции, или с анализа работ мастеров».

Далее. Крупнейший советский физик-теоретик, академик А. Б. Мигдал [6], высказал ряд рекомендаций относительно научного характера работы. «Прежде всего, задача упрощается до предела так, что остаются ее главные черты. Затем



выясняется возможность решения задачи в предельно частных случаях...», «раньше, чем получить количественное решение, надо попытаться получить результат качественного значения». Вот, очевидно, это и есть формулирование главной идеи проекта, ее метафоризация, подбор мини-концепций, принципов, закономерностей. И еще рекомендация А. Б. Мигдала: «Следует начинать с попытки решения задачи до изучения литературы». Это первое знакомство без предвзятостей, продиктованное предшествующими работами, во многом определяет будущий ход творческого мышления. Обратимся по этому вопросу к мнению известных архитекторов. Виолле ле Дюк: «Я бы хотел, чтобы молодых людей, избравших своей специальностью архитектуру, прежде всего, научили рассуждать, чтобы их ум приучился бы к анализу и исследованию» [3]. В. Ф. Кринский: «Основное в архитектуре, которая есть творчество в реальном пространстве, есть мысль». Ле Корбюзье: «Ее (архитектуру) создают, с одной стороны, духовные ценности, а с другой – технические средства...» Далее: «Техника дается знанием, творчество же порождается страстью и является результатом борьбы с собой». Архитектор Кристиан де Портзампарк, приступая к работе над проектом «Большого Парижа», организационно-методическую работу подразделил на два этапа: первый этап назвал: «осмысление», второй – «проектирование!»

Очевидно, что во избежание многих недостатков, свойственных традиционному методу последовательного анализа и решения проектных задач, нужен какой-то другой инновационный подход.

На кафедре теории и практики архитектурного проектирования Воронежского ГАСУ прорабатываются несколько различных направлений методик, подходов, ориентированных, прежде всего, на развитие мировоззренческого, волевого, профессионального потенциала личности студента. Это: духовные основы архитектурного творчества, интеллектуализация и интенсификация архитектурного образования, пропедевтический курс, психология и эзотерика как познание и развитие энергетического потенциала личности, уделяется внимание формированию творческого кредо архитектора. Разрабатывается образно-смысловое моделирование, композиционно-тектонический потенциал формирования объекта (среды), эмоциональное моделирование, ноосферный подход, мифопоэтическое творчество.

Ряд лет на кафедре апробируется **метод приоритетного решения творческих задач на уровне экспресс-анализа**. Особенность этого метода заключается в следующем. На основе ранее сформулированной нами «матрицы стратегии и тактики проектного моделирования» [5] вычленяются два крупных уровня: первый – экспресс-анализ с соответствующими решениями и второй – фронтальная проработка всех необходимых элементов проекта на детальном уровне. **В отличие от последовательного, традиционного анализа многочисленных вопросов, входящих в решение проектной задачи, одного за другим, на уровне экспресс-анализа сначала выделяются наиболее важные аспекты.** Экспресс-анализ подобен роли армейской разведки, проводящий рейд по тылам противника, захватывая особо ценные «вещественные доказательства» и «языки», четко определяя границы исследуемых территорий. Полученная аналитическая информация поставляется в блок принятия решения поля осмысления. Можно сказать, что для проектной практики – это прием «мозговой атаки», имеющей целью, прежде всего, мобилизацию морально-волевого нравственно-духовного и профессионального потенциала проектанта. Потому что вслед за этим, на гребне волны вдохновения и эйфории, раскрытия тайны архитектурного творчества, необходимо прочувствовать наиболее важные стратегические направления. Следует





подчеркнуть, что возвышенные чувства не только мобилизуют сознание и весь организм личности для преодоления трудностей, но и способствуют рождению сильных идей.

Цель: оперативное, системное решение основополагающих вопросов, касающихся степени интеграции проектируемого объекта с контекстом, с учетом социально-мировоззренческих, функционально-смысловых, композиционно-пространственных аспектов в соответствующем масштабе городской среды и представляющих их в концептуальном развитии.

**Задачи:**

- выявление проблемности проектной задачи;
- определение главной идеи проекта, ее метафоризация, подбор системы миниконцепции, способствующих решению сложной задачи;
- уточнение приоритетных факторов, влияющие на функционально-смысловое и образное решение объекта;
- моделирование эмоционально-психологического состояния средового пространства;
- определение в целом методов структурного и пластического формообразования;
- программирование роли проектируемого объекта как «донора», носителя мета – идеи позитивного преобразования окружающей среды, наполнения ее культурными смыслами;
- проработка на его основе возможностей формирования ансамблевости в пространственном масштабе;
- создание и формулирование индивидуальной программы;
- подготовка соображений для действий на уровне фронтальной проработки.

Важнейшей структурной составляющей экспресс-анализа являются: программа-задание, поле осмысления, спектр стратегических направлений поиска, блоки функционально-смыслового контекстуального, инновационного, проблемного решения вопросов. Значимым в структуре метода является блок «от идеала», представляющего собой коммуникативную связь с культурой народов мира, мифопоэтическим творчеством, с креативностью автора. Блок координации и принятия решений включает в себя индивидуальную программу, легенду на объект и эскизные наброски, отражающие локальный и градостроительный замысел. В методологическом плане экспресс-анализ представляет приоритетно алгоритмизированное действие, с возможным проявлением креативных прорывов. Но как делать, и результат остается в возможностях автора проекта. В этом методе выполняются этапы и проработки на локальном уровне – 1 (л-1) градостроительных уровнях, «локальном уровне» – 2 (л-2). Как правило, на л-2 вопросы ставятся масштабнее и существеннее как по территории, так и по комплексу творческих задач. Преимущества метода осмысления и решения проектной задачи через экспресс-анализ очевидны. Во-первых, это эмоционально-психологический и духовно-нравственный волевой настрой проектанта на осознанно алгоритмизированную и креативно-творческую работу не по разгребанию «кучи мусора» (как это трактуется у Рема Кулхаса), а как приобщение к раскрытию тайн великого искусства. Во-вторых, развивается понимание концептуально-пространственного подхода при решении творческой задачи любой сложности. В-третьих, масштабное видение решения проблемы у проектанта развивает понимание архитектуры как сложного, но целостного явления культуры. В-четвертых, рационально используется время, отведенное на проектирование.



### **Выводы:**

1. На основе всего вышеизложенного можно констатировать, что организационно-методический рынок экспресс-анализа с его универсалиями и дополнительное обилие фактологического информационного научно-теоретического материала подводят к формированию нового метода – МЕТОДА ДОПРОЕКТНОГО ОСМЫСЛЕНИЯ. Диалектический взгляд на взаимосвязь основных форм движения материи "низшие формы входят в высшие, но высшие формы не сумма низших, а новое качество" – подтверждает обоснованность данного вывода. Разумеется, еще немало предстоит сделать по формированию его универсалий, структурности, системности, включенности в проектную практику.

2. Подготовительный, исследовательский этап академика Б. Г. Бархина обретает новую жизнь, что свидетельствует о преемственности и развитии профессиональной методологической культуры.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Мартынов, Ф. Т. Философия. Эстетика. Архитектура : учеб. пособие / Ф. Т. Мартынов. – Екатеринбург : Архитектон, 1998. – 534 с.
2. Некрасов, А. И. Теория архитектуры / А. И. Некрасов. – Москва : Стройиздат, 1994. – 477 с.
3. Иконников, А. В. Мастера архитектуры об архитектуре / А. В. Иконников. – Москва : Искусство, 1972. – 343 с.
4. Раппопорт, А. Г. Границы проектирования / А. Г. Раппопорт // Вопросы методологии. – 1991. – № 1. – С. 19–38.
5. Кармазин, Ю. И. Творческий метод архитектора : введение в теоретические и методические основы / Ю. И. Кармазин. – Воронеж : ВГУ, 2005.
6. Мигдал, А. Б. Поиски истины / А. Б. Мигдал. – Москва : Мол. гвардия, 1983. – 239 с. : ил.

**KARMAZIN Yuriy Ivanovich, doctor of architecture, professor; KOZLOV Andrey Gennadievich, postgraduate student of the chair of theory and practice of architectural design**

### **ON THE FORMATION OF THE METHOD OF PRE-PROJECT REFLECTION**

Voronezh State Technical University

84, October 20th anniversary St, Voronezh, 394005, Russia. Tel.: + 7 (473) 271-54-21;  
e-mail: arh\_project\_kaf@vgsu.vrn.ru

*Key words:* architectural creativity, methodology, problem, theory of architecture, urban planning and local levels, pre-study, conceptuality, formation of space.

---

*The article discusses optimization of an organizational-methodological aspect of architectural design based on scientific-theoretical and scientific-practical elaborations of various spheres of activity, as well as on innovative technology.*

---

### **REFERENCES**

1. Martynov F. T. Filosofiya. Estetika. Arkhitektura [Philosophy. Aesthetics. Architecture]. Ucheb. posobie. Yekaterinburg, Arkhitekton, 1998, 534 p.
2. Nekrasov A. I. Teoriya arkhitektury [Theory of Architecture]. Moscow, Stroyizdat, 1994, 477 p.



3. Ikonnikov A. V. Mastera arkhitektury ob arkhitekture [Masters of architecture about architecture]. Moscow. Iskusstvo, 1972 g., 343 p.

4. Rapoport A. G. Granitsy proektirovaniya. Voprosy metodologii [Design boundaries. Methodological issues], 1991, № 1. P. 19–38.

5. Karmazin Yu. I. Tvorcheskii metod arkhitekta. Vvedenie v teoreticheskie i metodicheskie osnovy [Architect's creative method. Introduction to theoretical and methodological foundations]. Voronezh. Voronezh. gos. un-t, 2005.

6. Migdal A. B. Poiski istiny [The search for truth]. Moscow. Mol. Gvardiya, 1983. 239 p, il.

© Ю. И. Кармазин, А. Г. Козлов, 2017

Получено: 25.03.2017 г.

УДК 711.01/.09

**Е. А. АХМЕДОВА**, чл.-кор. РААСН, д-р арх., проф., зав. кафедрой градостроительства; **Е. П. БОРИСОВА**, магистр архитектуры, соискатель уч. степ. канд. арх. кафедры градостроительства

### ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕОРИЙ В РОССИИ XX ВЕКА

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Архитектурно-строительный институт

Россия, 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 194. Тел.: (846) 242-17-84; факс: (846) 332-19-65; эл. почта: elenaborisoffa@mail.ru

*Ключевые слова:* утопия, город будущего, город-сад, советская архитектура, массовая типовая застройка.

---

*Выполнен исторический анализ градостроительных теорий, которые выдвигались российскими теоретиками XX века. На основе изучения литературных источников рассмотрена взаимосвязь архитектурно-градостроительных концепций и социально-экономических основ общественного устройства.*

---

История России XX века насыщена социально-экономическими катаклизмами, и с каждым переходом к новому периоду политической и экономической жизни мы наблюдаем изменения архитектурно-градостроительных течений. В царской России господствующим художественным стилем был «неоклассицизм». После пролетарской революции с ликвидацией буржуазии и капиталистов у архитекторов исчезли частные заказчики, заказчиком становится государство, поставящее социальный заказ. С этого момента архитекторы, писатели, социологи начали поиск прогрессивных идей, соответствующих духу нового времени – вызревает период советского авангарда. В конце XIX века российские писатели изложили свое виденье «городов будущего». В. А. Соллогуб опубликовал повесть «Тарантас», В. Ф. Одоевский – роман «4338 год». В начале XX века В. Я. Брюсов написал «Город-спрут», А. И. Куприн – «Тост» и др. [1].

Н. Г. Чернышевский в 1860 году опубликовал роман «Что делать?», где изложил теорию «разумных эгоистов» и пропагандировал идеалы социализма, в которых общественные интересы преобладали над личными.

А. Богданов описал индустриальное общество будущего в романе «Красная звезда» (1908 г.). Человек переселяется на Марс, на базе промышленных предприятий создает города, жилая застройка представлена индивидуальными жилыми домами среди зелени и парков.

В послереволюционные годы развиваются теории города-сада, использовавшиеся при реконструкции крупных городов, при проектировании рабочих поселков и пригородных районов. В 1912 году В. Н. Семенов издал книгу «Благоустройство городов», которая презентовала проект первого в России «города-сада» – поселка на железнодорожной станции Прозоровская (рис. 1) [1]. План формируют три луча, сходящиеся на станции – главном въезде. В центре поселка расположена круглая площадь с административно-общественными сооружениями. Жилая застройка решена по типу свободной планировки с криволинейными улицами.

В 1920 году писатель А. Чаянов издал научно-фантастическую повесть «Путешествие моего брата Алексея в страну крестьянской утопии», здесь Москва 1984 года представлена курортным городом, где большую часть города занимают парки, сады и небольшие архитектурные группы. Чаянов предполагает, что к 1934 году советская власть примет решение уничтожить крупные города, к 1937 году в Москве снесут небоскребы, будет дан курс на расселение граждан в сельскохозяйственные поселения.

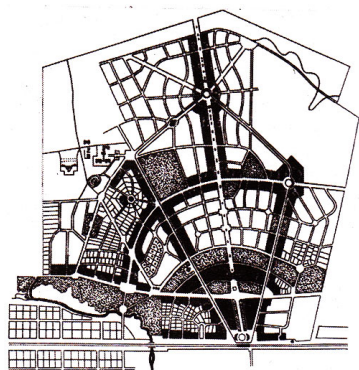


Рис. 1. Вл. Семенов.  
Поселок на станции  
Прозоровская. 1912 г.

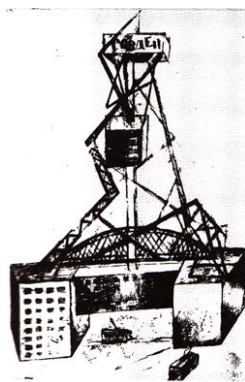


Рис. 2. А. Родченко.  
Экспериментальный  
проект. 1920 г.

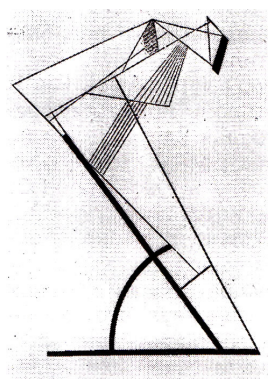


Рис. 3. А. Лавинский.  
Город на рессорах. 1921 г.

Ш. Фурье, Р. Оуэн, Ф. Энгельс, В. Ленин и другие сторонники передовых идей продвигали новые принципы расселения, размещая граждан равномерно по всей стране [2]. Как футурологи они не давали точных указаний, а обозначали только направления исследований.

Расцвет идеи «города-сада» – жилого поселения из малоэтажных домов с приусадебными участками. Схемы городов-садов прорабатывали: И. Жолтовский, В. Семенов, А. Иваницкий, Н. Марковников, братья Веснины – (проект рабочего поселка в Шатуре, 1918 г.), Г. Бархин (книга «Рабочий дом и рабочий поселок-сад», 1922 г.), Н. Троцкий [1]. Основным недостатком принципов города-сада является экономическая убыточность.

С развитием общества и увеличением автомобильного транспорта на душу населения возникают проблемы транспортно-пешеходных потоков, ответом советских архитекторов стал ряд футуристических проектов.



В 1920 году А. Родченко увлекся концепцией «фасад-верх» (рис. 2) [1]. Сооружение на земной поверхности занимает незначительную площадку, основная часть расположена наверху – здания-балки, опирающиеся на существующие дома, вертикальные опоры. В 1921 году А. Лавинский разработал «Город на рессорах», где городская застройка поднималась на колонны с рессорной конструкцией, а в наземном уровне – улично-дорожная сеть (рис. 3) [1]; в 1923–1925 годах Л. Лисицкий – «горизонтальные небоскребы» – дома-балки, поднятые над проезжей частью на трех вертикальных колоннах (лестнично-лифтовых блоках) (рис. 4) [1]; В 1924 году К. Малевич – проект космического города «Планит летчика», профиль которого напоминает силуэт аэроплана. С 1928 года эту идею развивают В. Калмыков «Город-кольцо «Сатурний», Г. Крутиков с концепцией подвижной архитектуры «летающего города» (рис. 5) [1]. В 1925 году в Париже К. Мельников предлагает ввести многоярусные автомобильные стоянки в конструкцию существующего моста через Сену (рис. 6) [1].

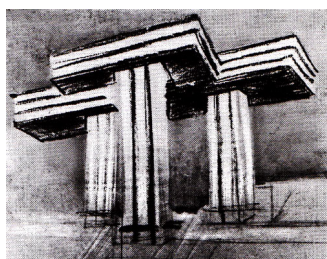


Рис. 4. Л. Лисицкий.  
Горизонтальные небоскребы.  
1925 г.

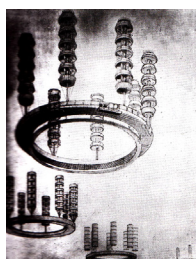


Рис. 5. Г. Крутиков.  
Летающий город.  
1928 г.

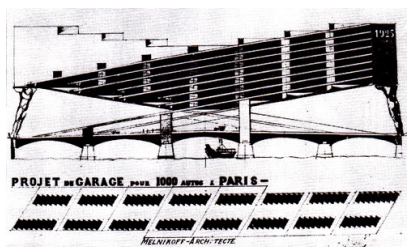


Рис. 6. К. Мельников. Автостоянки.  
Париж. 1925 г.

В советской архитектуре 20–30-х годов XX века наблюдается эволюция в градостроительстве: усадебная застройка уступает место блокированной, а после переходит к секционным жилым зданиям.

Программа по индустриализации и развитию промышленности повлекла строительство рабочих городков [3]. Для ускорения процессов проектирования и строительства советское правительство обратилось к изучению зарубежного опыта. Оно отправляло делегации для сбора информации о частных фирмах и поставляло им заказ. Советское руководство использовало технические достижения Германии, США, Швеции, Франции и Италии, с акцентом на «рационализацию и индустриализацию строительства». В 1927 году были приглашены американская фирма «А. Кан Инк» и германская группа Э. Мая для реализации своих методов строительства, но основная скрытая их задача заключалась в обучении отечественных специалистов. К 1931 году иностранные архитекторы выполнили свою задачу, и руководство начинает досрочное расторжение договоров (рис. 7) [4].



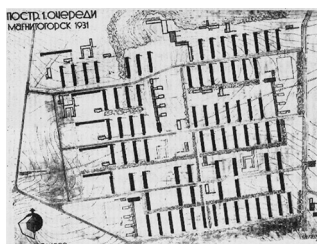


Рис. 7. Э. Май.  
Проект планировки  
Магнитогорска. 1930 г.

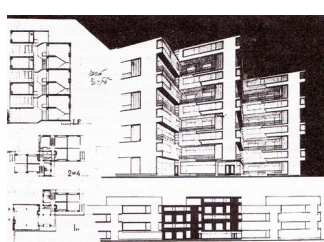


Рис. 8. ВХУТЕМАС.  
Веснины. Типовые жилые  
секции. 1925 г.

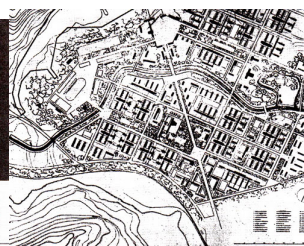


Рис. 9. А. и Л. Веснины.  
Соцгород Кузнецк. 1930 г.

Секционные дома – наиболее экономичный тип жилища (рис. 8) [1]. Первая типовая секция появилась в Москве в 1925 году, задачей которой являлось обеспечение советского общества экономичным жильем. Архитекторы: А. Сильченков, Т. Варенцов, С. Гельфельд, Н. Травин, П. Гольденберг, И. Кычаков. Л. Лисицкий разрабатывают типовую мебель, которая учитывает психофизиологические потребности человека, типологию жилых единиц. В 1927 году в Москве построили первое жилое здание из шлакоблоков, инженеры проекта – Г. Красин и А. Лолейт.

Следующий этап – зарождение идеи «соцгорода», которую один из первых представил экономист Л. Сабсович в 1929–1930 годах. Жилое поселение на базе промышленного предприятия или совхоза собирается из монотипных жилых комбинатов, состоящих из блоков: клубный комплекс, общественное питание, детская зона, жилые корпуса, спортивный комплекс. Идеологическая мысль жилкомбината заключается в коллективизации бытовых процессов и приближении их к жилым единицам. Разработкой жилых комбинатов занимались архитекторы: А. и Л. Веснины (рис. 9) [1], Ф. Белостоцкая, З. Розенфельд, В. Калмыков, Н. Ладовский, Д. Меерсон, Г. Вегман, М. Латышева, С. Лопатин, И. Иоозефович, И. Голосов и др.

В 1930 году социолог дезурбанист М. Охитович основал теорию «новое расселение» и говорил о размещении промышленности и жилой застройки вдоль автотрассы (рис. 10) [1]. М. Барщ, М. Гинзбург, В. Владимиров, Н. Соколов разрабатывали гибкую планировочную структуру, развивающуюся в длину за счет увеличения плотности населения. Теория Охитовича повлияла на труды И. Леонидова, Н. Милютина.

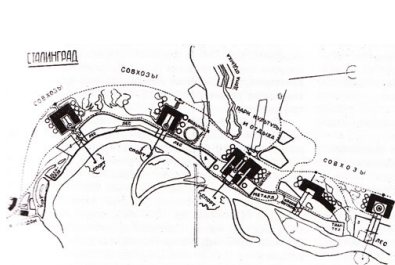


Рис. 10. М. Охитович. 1930 г.  
Децентрализованная планировка

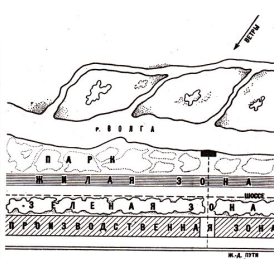


Рис. 11. Н. Милютин.  
1930 г. Поточно-  
функциональная  
схема

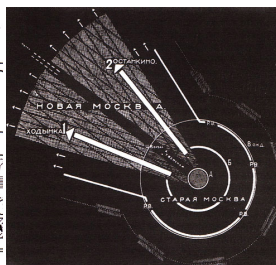


Рис. 12. Н. Ладовский.  
1929 г. Реконструкция  
Москвы



В 1930 году Н. Милютин выпускает книгу «Соцгород», где опоясывает город функциональными зонами и не допускает смесь объектов различных назначений, чтобы не мешать развитию каждой зоны (рис. 11) [1].

Н. Ладовский занимается разработкой гибкой планировочно-пространственной структуры «Параболы». Пример крайнего формализма в градостроительстве, объединивший в себе достоинства радиально-кольцевой и линейной схем (рис. 12) [1].

Основные разработки Ивана Леонидова легли в конкурсный проект Магнитогорска (1930 г.). Город заложен вдоль четырех магистралей лентой жилой застройки с поквартальной разбивкой; по обе стороны от ленты автор расположил общественные здания, спортивные комплексы, рекреационные полосы озеленения. Недостатком данной схемы расселения является отдаление жилых районов от мест работы при развитии городской территории (рис. 13) [1].

В СССР существовали параллельно две концепции: «урбанизм» Л. Сабсовича и «дезурбанизм» М. Охитовича. Со временем стало ясно, что оба учения в чистом виде равнозначно были утопичны.

В 1930 годы Яков Черняхов опубликовал книгу «Архитектурные фантазии» с зарисовками «мелодии конструктивизма» (рис. 14) [5].

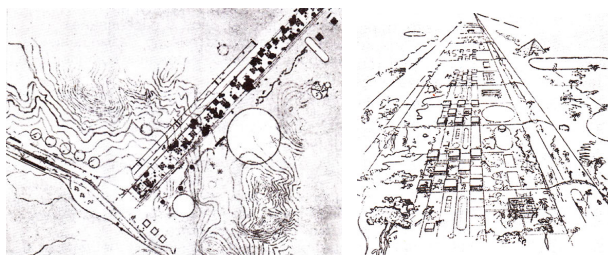


Рис. 13. И. Леонидов. Магнитогорск. 1930 г.



Рис. 14. Я.Г. Черняхов. Архитектурные фантазии  
(начало 1930-х годов)

Рис. 14. Я. Чернихов. Арх.  
фантазии. 1930 г.

В 1932 году И. Сталин произвел революцию в советской архитектуре. Он распустил все творческие организации и создал единые Союзы, в том числе Союз советских архитекторов. Главную роль в процессе реорганизации сыграл конкурс на Дворец Советов; победитель Борис Иофан создал первый официальный образец для подражания, который обозначил направление развития (рис. 15) [6]. Основное требование в проектировании – использовать художественный опыт классического наследия: Возрождение, итальянский классицизм, императорский Рим. К 1937 году стиль социалистической архитектуры был сформирован благодаря перевоспитанию архитекторов, подкрепленному жесткой дисциплиной. С 1939 года в ансамблевое строительство активно внедряются типовые жилые секции, украшенные типовым псевдонациональным декором.

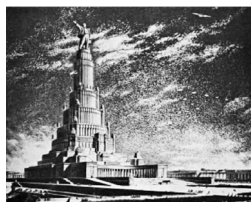


Рис. 15. Б. Иофан.  
Дворец Советов. 1932 г.



Рис. 16. Л. Руднев,  
С. Чернышев. Университет  
в Москве. 1953 г.



Рис. 17. Массовая типовая за-  
стройка 1960–1970 гг.

По окончании Великой Отечественной войны основной задачей архитекторов стало создавать грандиозные проекты реконструкции и строительства правительственных дворцов, вокзалов, театров и богатых жилых домов. Проектируются восемь «сталинских высоток», признанных лицом Сталинской эпохи. Самые успешные авторы создали проекты зданий: здание МГУ (Л. Руднев, С. Чернышев) (рис. 16) [6]; административное здание в Зарядье напротив Кремля (Д. Чечулин); гостиница на Доргомиловской набережной (А. Мордвинов); административное здание на Смоленской площади (В. Гельфрейх, М. Минкус); гостиница на Каланчевской улице (Л. Поляков); жилой дом на Котельнической набережной (Д. Чечулин, А. Ростковский); жилой дом на площади Восстания (М. Посохин и А. Мндоянц); здание у Красных ворот (А. Душкин и Б. Мезенцев). Архитекторы И. С. Николаев, В. А. Мыслин, В. М. Базарнов, В. Т. Иванов продолжили изучать промышленную архитектуру и издали книгу «Планировка и застройка заводских территорий» [7]. Тема охраны окружающей среды пока не входила в круг задач градостроителей.

В пятидесятые годы прошлого века уже налажено массовое производство классических архитектурных деталей, анонимных статуй и барельефов. Увеличивается использование типовых жилых секций, и устраняются архитектурные излишества, наличие и количество которых подчеркивало иерархический статус здания. Массовое производство однотипных зданий индустриальными методами, прославившее Хрущева, было развитием сталинской идеи ансамблевого домостроения.

Довоенный дефицит жилья, последствия Великой Отечественной войны и недостаточно активное послевоенное строительство привели к упадку жилого фонда – в середине XX века в СССР средняя обеспеченность жилой площадью на одного человека составляла 6,8 кв. м [8]. Кардинальные перемены пришли с приходом к власти Н. С. Хрущева в 1954 году. Он объявил, что расцвет тяжелой промышленности должен найти продолжение в жилищном строительстве. Переход домостроения на индустриальную основу приведет страну к значительному росту жилой площади, и как следствие, каждый советский человек сможет получить достойное жилье (рис. 17) [8]. Для этого следует развивать типовое строительство на основе сборных элементов, как уже начали строить в Европе и Америке. Высокая эффективность достигается благодаря высокой скорости проектирования, скорости изготовления и монтажа конструкций. Свое продолжение типовое строительство нашло в типовых единицах общественных зданий.

В 1970-х годах В. Лукьянов, И. Смоляр, В. Белоусов, Ю. Бочаров, М. Шапиро проводили исследование промышленных территорий, разрабатывая генеральный план Москвы (1971 год), классифицировали и обозначили производственные

зоны, нуждающиеся в реконструкции [7]. Градостроители ввели в генеральный план раздел «Оздоровление воздушной среды».

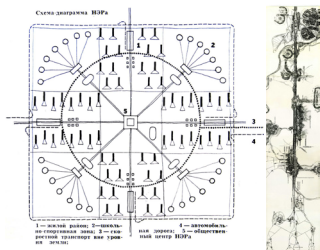


Рис. 18а. НЭР «Критово»  
1961 г. А. Гутнов,  
А. Бабуров

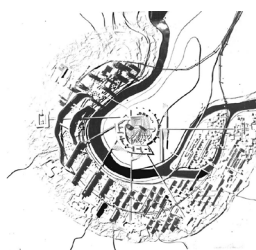


Рис. 18б. НЭР  
«Триеннале», НЭР  
«Осака» 1970 г.  
А. Гутнов, И. Лежава

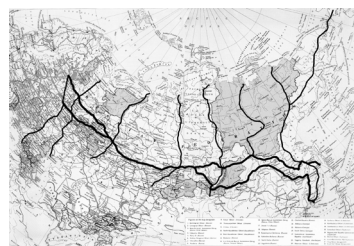


Рис. 18в. НЭР «Сибстрим»,  
2003 г.  
И. Лежава, М. Шубенков

В СССР к 1971 году средняя обеспеченность составила 11 кв. м общей площади на человека [9]. К 1980 годам около 80 % семей имели отдельные квартиры [9]. Достижения жилищной программы массового домостроения заключались в объеме введенного в строй жилья, слабой же стороной оказалось однообразие и невысокое качество строений [10].

В 1960-е годы на территории СССР была выдвинута концепция НЭР (*Новый элемент расселения*) (рис. 18). НЭР «Критово» (1961 г. – А. Гутнов, А. Бабуров, Н. Гладкова и др.) [11]. Ядром НЭР является общественный центр, далее – общественные зоны районов, далее – жилая застройка. НЭР Триеннале» (1968 г. – А. Гутнов, И. Лежава, А. Бабуров и др.) [11]. В основу концепции положено *Русло расселения* – транспортная линия активной жизни, вдоль которой располагаются промышленность, вузы, научные центры, гостиницы, развлекательные зоны и др. НЭР – жилая зона спокойной жизни. НЭР «Осака» (1970 г. – авторы те же) [11]. НЭР – «улитка», спиральная структура, в центре которой размещалось высотное жилье, а к периферии запланировано понижение этажности до одно-двухэтажной индивидуальной застройки. НЭР «Сибстрим» (2003 г. – И. Лежава, М. Шубенков, М. Хазанов и др.) [11]. Линейный город протягивается с запада на восток по Транссибирской магистрали, которую пересекают семь поясов вдоль существующих городов и трасс. Структуру НЭР формируют полосы: в центральной части размещаются энергетические сети, автодороги, производство, далее – селитебная территория, затем – зона сельскохозяйственного использования и зона природы.

Футуристические проекты подчеркивают развитие техники, фантазия закладывает основу для реального проектирования. Андрей Коротич, заслуженный изобретатель России, доктор архитектуры воплотил свои архитектурные идеи «городов будущего» на 85 объектах, из них реализовано 35 (рис. 19) [12]. «Город будущего» М. Сорокина опускает пространство жизнедеятельности под землю (1994 г.), жители обитают в ячейках, перемещаются по разным уровням, человек активно использует компьютерные технологии (рис. 20) [13]. Архитектор-футуролог Артур Скижали-Вейс переосмысливает архитектурную классику (рис. 21) [14].



Рис. 19. А. В. Коротич. Город на море. 1991 г.



Рис. 20. М. Сорокин. Город будущего. 1994 г.

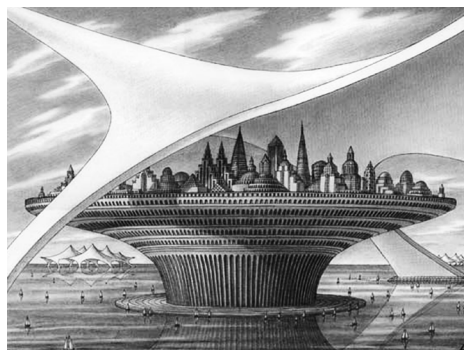


Рис. 21. А. В. Скижали-Вейс. Океанские просторы будущего. 1999 г.

Таким образом, историю развития советской архитектурно-градостроительной мысли можно разделить на несколько этапов:

1) В конце XIX века наблюдался расцвет утопических идей в литературно-философских произведениях, теории которых использовались при разработке архитектурных проектов;

2) В 1918–1932 годы длилась яркая эпоха архитектурного авангарда, здесь происходит рывок теоретических исследований и воплощение градостроительных идей в практической деятельности. Выделяются творческие организации, которые отстаивали свои идеи, что способствовало обновлению принципов архитектурно-градостроительного формообразования;

3) 1932–1954 годы – традиционализм, консерватизм, сталинский неоклассицизм. И. Сталин осуществил перелом архитектурного сознания, объединил творческие течения в союзы и обозначил путь развития архитектуры, опирающейся на классическое наследие. После Великой Отечественной войны в СССР открывается путь стандартизации и типизации, способствующий быстрому восстановлению городов;

4) В 1955–1980 годы начался период современной индустриальной советской архитектуры. При Н. С. Хрущеве индустриальное домостроение получило широкое распространение, Советский Союз занимает лидирующее место в типовом строительстве в Европе, прослеживается наиболее крупномасштабная реализация архитектурно-градостроительных теорий;

5) С 1980 годов угасают теории, связанные с индустриальным домостроением. Распад СССР обозначил конец типового строительства, разгосударствление строительных трестов и снижение до минимума государственных и муниципальных заказов. Вновь начался рост индивидуального строительства на деньги коммерческих структур, банков, граждан;

6) В настоящее время возникают все новые концепции «городов будущего», которые используют современные технологии, энергоэффективность, учитывают экологические вопросы, ориентируются в том числе, на использование индустриальных методов строительства жилища экономкласса с оригинальным, индивидуальным, характерным обликом.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хан-Магомедов, С. О. Архитектура советского авангарда. Книга 2. Социальные проблемы / С. О. Хан-Магомедов. – Москва: Стройиздат, 2001. – 712 с.
2. Ахмедова, Е. А. Этапы формирования градостроительных идей в мировой истории / Е. А. Ахмедова, Е. П. Борисова // Приволжский научный журнал / ННГАСУ. – Н. Новгород, 2016. – Вып. № 2. – С. 173–178.
3. Ахмедова, Е. А. Рабочие поселки советской индустриализации. Их роль в последующем развитии архитектурно планировочной структуры Куйбышева (Самары) / Е. А. Ахмедова, А. С. Гниломедов // Архитектура и строительство России. – Москва, 2014. – Вып. № 7. – С. 20–27.
4. Меерович, М. Американские и немецкие архитекторы в борьбе за советскую индустриализацию / М. Меерович, Д. Хмельницкий // ВЕСТНИК ЕВРАЗИИ / – Москва : Образовательно-исследовательский и издательский центр «Вестник Евразии», 2006. – Вып. №1. – С. 92–123.
5. Чернихов, Я. Архитектурные фантазии 101 композиция / Я. Чернихов. – Москва: Аватар, 2008. – 204 с.
6. Хмельницкий, Д. С. Архитектура Сталина: Психология и стиль / Д. С. Хмельницкий. – Москва : Прогресс-Традиция, 2006. – 376 с.
7. Алексашина, В. В. Идеальный город [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.stroymusey.ru/journal/idealcity.php>.
8. Брумфилд, У. К. Жилище в России: век XX. Архитектура и социальная история / У. К. Брумфилд, Б. Рубл. – Москва: Три квадрата, 2002. – 192 с.
9. Большая советская энциклопедия. – Москва: Совет. энцикл. 1969–1978.
10. Борисова, Е. П. Мировой опыт реорганизации массовой застройки 60–70-х гг. XX в. в крупнейших городах // Е. П. Борисова, Е. А. Ахмедова // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура / СГАСУ. – Самара, 2012. – Вып. № 1. – 92 с.
11. Новый элемент расселения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Новый\\_элемент\\_расселения](https://ru.wikipedia.org/wiki/Новый_элемент_расселения).
12. Орельская, О. В. Современная зарубежная архитектура / О. В. Орельская. – Москва : Академия, 2007. – 272 с.
13. Ревзин, Г. Архитектурная фэнтези. XIII–MMV – 27.03.2005 / Г. Ревзин // электрон. журнал Проект Классика. 2005. Вып. 13. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://projectclassica.ru/culture/13\\_2005/2005\\_13\\_01b.htm#top](http://projectclassica.ru/culture/13_2005/2005_13_01b.htm#top).
14. Бушухин, И. Концептуальные небоскребы архитектора Андрея Коротича [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://realty.rbc.ru/articles/01/10/2014/562949992511340.shtml>.

**AKHMEDOVA Elena Aleksandrovna, corresponding member of RAACS, doctor of architecture, professor, holder of the chair of town-planning; BORISOVA Elena Pavlovna, postgraduate student of the chair of town-planning**

## STAGES OF FORMATION OF URBAN PLANNING THEORIES IN RUSSIA IN THE 20TH CENTURY

Samara State Technical University. Institute of Architecture and Civil Engineering  
194, Molodogvardeyskaya St., Samara, 443001, Russia. Tel.: +7 (846) 242-17-84;  
fax: +7 (846) 332-19-65; e-mail: [elenaborisoffa@mail.ru](mailto:elenaborisoffa@mail.ru)  
*Key words:* utopia, city of the future, city-garden, soviet architecture, larger scale standard construction.





*The article is devoted to historical analysis of urban planning theories put forward by Russian scientists of the XXth century. Based on research of literary sources, the article reviews the interrelation of political regimes and urban planning concepts.*

#### REFERENCES

1. Khan-Magomedov S. O. Arkhitektura sovetskogo avangarda. Kniga 2. Sotsialnye problemy [Soviet avant-garde architecture. Book 2. Social problems]. Moscow, Stroyizdat, 2001. 712 p.
2. Akhmedova E. A., Borisova E. P. Etapy formirovaniya gradostroitelnykh idey v mirovoy istorii [Stages of formation of town-planning ideas in world history]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal], NNGASU, Nizhny Novgorod, 2016. Vol. 2. P. 173–179.
3. Akhmedova E. A., Gnilomedov A. S. Rabochie posylki sovetskoy industrializatsii. Ikh rol v posleduyuschem razvitii arkhitekturno-planirovochnoy struktury Kuybysheva (Samara) [Industrial settlements of Soviet industrialization. Their role in the subsequent development of architectural planning structure of Kuybyshev (Samara)]. Arkhitektura i stroitelstvo Rossii [Architecture and Construction of Russia], Moscow, 2014. Vol. 7. P. 20–27.
4. Meerovich M., Khmelinskiy D. Amerikanskie i nemetskie arkhitektory v borbe za sovetскую industrializatsiyu [American and German architects in the struggle for Soviet industrialization]. Vestnik Evrazii [Vestnik of Eurasia]. Obrazovatelno-issledovatel'skiy i izdatelskiy tsentr "Vestnik Evrazii". Moscow, 2006. Vol. 1. P. 92–123.
5. Chernikhov Ya. Arkhitekturnye fantazii 101 kompozitsiya [101 Architectural Fantasies composition]. Moscow, Avatar, 2008. 208 p.
6. Khmelinskiy D. S. Arkhitektura Stalina: Psikhologiya i stil. [Stalin Architecture: Psychology and style]. Moscow, Progress-Traditsiya, 2006. 376 p.
7. Aleksashina V. V. Idealny gorod [Ideal city]. Elektronnyy resurs. Rezhim dostupa: <http://www.stroy-musey.ru/journal/idealcity.php>.
8. Brumfield U.K., Rubl B. Zhilische v Rossii: vek XX. Arkhitektura i sotsialnaya istoriya [Residence in Russian: XX century. The architecture and social history]. Moscow, Tri kvadrata, 2002. 192 p.
9. Bolshaya sovetskaya entsiklopediya [Great Soviet encyclopedia]. Moscow. Sov. entsikl. 1969–1978.
10. Borisova E. P., Akhmedova E. A. Mirovoy opyt reorganizatsii massovoy zastroyki 60–70-kh gg. XX v. v krupneyshikh gorodakh [World experience of reorganization of mass construction of the 60s-70s of the XX century in major cities]. Vestnik SGASU [Vestnik of SGASU]. Samara. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Samara, 2012. 92 p.
11. Novy element rasseleniya [A new element of settlement]. Elektronnyy resurs. Rezhim dostupa: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Novy\\_element\\_rasseleniya](https://ru.wikipedia.org/wiki/Novy_element_rasseleniya).
12. Orel'skaya O. V. Sovremennaya zarubezhnaya arkhitektura [Modern foreign architecture]. Moscow, Akademiya, 2007. 272p.
13. Revzin G. Arkhitekturnaya fentezi. XIII–XXV – 27.03.2005 [Architectural fantasy. XIII–MMV – 27.03.2005]. Elektron. zhurnal "Proekt Klassika" [E-journal "Project Classic"]. 2005. Vol. 13. Elektronnyy resurs. Rezhim dostupa: [http://projectclassica.ru/culture/13\\_2005/2005\\_13\\_01b.htm#top](http://projectclassica.ru/culture/13_2005/2005_13_01b.htm#top).
14. Bushukhin I. Kontseptualnye neboskryoby arkhitekтора Andreyа Koroticha [Conceptual skyscrapers by architect Andrew Korotich]. Elektronnyy resurs. Rezhim dostupa: <http://realty.rbc.ru/articles/01/10/2014/562949992511340.shtml>.

© Е. А. Ахмедова, Е. П. Борисова, 2017

Получено: 17.12.2016 г.





УДК 711.4-16 : 947.8 (571.1)

**С. С. ДУХАНОВ, канд. арх., доц. кафедры основ архитектурного проектирования, истории архитектуры и градостроительства**

## **РОЛЬ ДОВОЕННЫХ ГЕНЕРАЛЬНЫХ ПЛАНОВ В РАЗВИТИИ ГОРОДОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В ПЕРИОД ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ 1941–1945 ГГ.**

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств»

Россия, 630099, г. Новосибирск, Красный проспект, д. 38. Тел.: + 7 (913) 397-13-05;  
эл. почта: ssd613@ngs.ru

*Ключевые слова:* история советского градостроительства, генеральный план города, Великая Отечественная война, Западная Сибирь.

---

*Рассматривается роль генеральных планов 1930-х гг. в развитии городов Западной Сибири во время Великой Отечественной войны. Анализируются особенности размещения эвакуированных промышленных предприятий и населения. Исследование основано на архивных источниках.*

---

Как показала Ю. Л. Косенкова на материале Европейской части страны и Средней Азии, военный период был одним из ключевых моментов в развитии советской архитектуры и градостроительства [1, с. 17–19; 2, с. 5, 29–32, 35, 163–165, 243; 3, с. 215–218].

Для Западной Сибири эвакуация имела значение «второй волны» индустриализации, которая по своим масштабам намного превзошла индустриализацию 1930-х гг. Однако этот интереснейший период долгое время не привлекал внимание историков архитектуры Западной Сибири. Б. И. Оглы в работе «Строительство городов Сибири» посвятил военному периоду буквально несколько строк [4, с. 107, 128–129]. В исследованиях С. Н. Баландина, А. П. Долнакова, В. И. Кочедамова, Т. М. Степанской и др., как правило, лишь затрагивались отдельные явления военных лет [5, с. 121–125; 6, с. 86–90; 7, с. 141–144; 8, с. 69].

Одной из неизученных тем градостроительства Западной Сибири 1941–1945 гг. стала роль довоенных генеральных планов. Еще в 1950-е гг. на основе наблюдений архитекторов, очевидцев эвакуации, сложилось представление о том, что архитектурно-градостроительные процессы в западносибирских городах 1941–1945 гг. были всецело хаотическими, случайными и непредсказуемыми. Основные положения довоенных генпланов оказались якобы полностью перечеркнуты, а сами генпланы не сыграли при размещении предприятий никакой роли.

В настоящей статье предлагается рассмотреть роль довоенных генеральных планов при размещении эвакуированных предприятий и населения на территории западносибирских городов. Источником исследования послужили документы Государственного архива Российской Федерации, а также опубликованные в последние годы документы периода Великой Отечественной войны из закрытых ранее партийных фондов государственных архивов Новосибирской, Омской, Томской, Кемеровской областей и Алтайского края [9; 10].

**Роль довоенных генпланов.** В докладной записке Наркомата коммунального хозяйства РСФСР в Совет народных комиссаров в июле 1942 г. прямо указывалось: «По большинству городов Урала, Сибири и Поволжья имеются раз-



работанные в довоенное время генеральные проекты планировки, руководствуясь которыми и производится размещение промышленных предприятий, жилого и культурно-бытового строительства». Поэтому концентрация основной массы оборонных предприятий, прежде всего крупных, в больших городах имела то преимущество, что могло вестись здесь по генпланам, тогда как «средние и особенно малые населенные пункты во многих случаях не имеют генеральных проектов планировки» [11, л. 1].

Для укрепления руководства плановой застройкой городов Наркомхоз уже в 1942–1943 гг. предпринял ряд мер по усилению Управлений главного городского архитектора [11, л. 2–2об.]. В 1943 г. по его инициативе были созданы Областные управления по делам архитектуры.

Роль довоенных генпланов в размещении промышленности и жилой застройки (кварталов и поселков) во время войны подтверждают процессные документы, связанные с землеотводом площадок под строительство. Решения Горисполкомов за 1941–1942 гг. по отводу земельных участков заводам предусматривали отвод уже разбитых по генпланам пронумерованных участков и кварталов и содержали стандартную заключительную формулу: «обязать такой-то завод представить на рассмотрение Главного гор. архитектора генплан застройки участка и оформить пользование участком актом бессрочного пользования с Горкомхозом» [12, л. 7, 8, 13, 14, 15; 13, л. 5, 11, 16; 14, л. 6–7].

В ряде случаев заводы обязывались «разработать общую схему генплана промплощадки и жилплощадки и представить их на рассмотрение Главного гор. архитектора и заключить акт на бессрочное пользование отведенным участком с Горкомхозом» [12, л. 11].

Проекты застройки рассматривались и утверждались Экспертными советами Управлений главного городского архитектора, о чем свидетельствуют стенограммы соответствующих заседаний [15; 16; 17]. О том, что такое рассмотрение не было формальностью, свидетельствует ряд отклоненных экспертами проектов поселков и зданий [15, л. 10–11 об., 13–13 об., 17–17 об.].

Конкуренция с другими родственными предприятиями стимулировала заводы соблюдать установленный порядок, поскольку все надлежащим образом оформленные или не начатые освоением участки, с легкостью могли быть переданы другим предприятиям [12, л. 9].

Те же самые документы зафиксировали довольно много нарушений предприятиями границ отведенных им участков. Но, если сравнивать с первыми пятилетками, то теперь эти нарушения имели другой характер. Если в довоенный период масштабы ошибок определялись заводами, городами и поселками, то теперь нарушения происходили в рамках квартальной сетки и сопровождались локальными передвижками границ кварталов и улиц. Они проявились в нарушении очередности и характера застройки в рамках отведенного для жилстроительства участка или в самозахватах прилегающих к выделенной промплощадке небольших незастроенных участков. Например, завод строил временные жилища в кварталах, выделенных ему под капитальное или зеленое строительство (рис. 1), а в границах выделенной промышленной площадки не помещалась трансформаторная или конюшня.

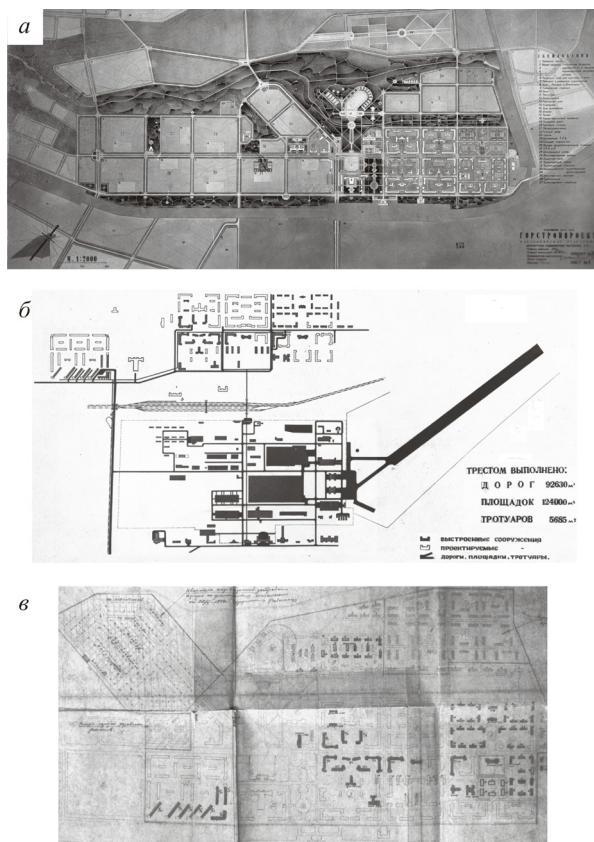


Рис. 1. Застройка жилого района авиазавода им. В. П. Чкалова в Новосибирске в годы Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.): а – Генплан жилого района Сибмашстроя. Новосибирское отделение Горстройпроекта, 1936 г. [18, л. 18, фото 2]; б – Генплан промплощадки и соцгорода завода № 153 им. В. П. Чкалова. Строительно-монтажный трест (СМТ) № 7 НКАП, 1943 г. [19, л. 3об.]; в – План застройки жилого района завода № 153 им. В. П. Чкалова (фрагмент). Проектно-технический отдел завода им. В. П. Чкалова, 1947 г. [20, л. 23]

Отсюда становится понятным и характер корректировок генеральных планов. Так, в докладной записке Новосибирского горисполкома в декабре 1942 г. указывалось, что довоенный генплан города, разработанный Гипрогором и утвержденный НККХ РСФСР, в военный период «претерпел ряд изменений, выразившихся главным образом в перераспределении территории по их функциональному назначению и в зонировании жилой застройки». Соответственно корректировка генплана должна была выразиться в фиксации на генплане всего осуществленного за этот период промышленного и жилого строительства и внесении корректив в основные схемы инженерного оборудования города, «т. к. перераспределение функционального назначения территорий требует соответствующего пересмотра инженерных систем» [21, л. 4].

В связи с этим речь шла о работах «по съемке и планировке города» [21, л. 6], а план работ Управления главного городского Архитектора Новосибирска на 1943 г. прежде всего включал большой объем геодезических и инженерных работ:



съемки, инвентаризации, вычисление красных линий, калькирование, корректуры плановых материалов и т. д. [21, л. 2; 22, л. 5; 23, л. 1–4 об.].

О планировочных приемах проектировавшихся в военный период предприятий и их рабочих поселков свидетельствуют проекты для Новосибирска, Томска и Омска: комплекс Вторчермета и Авиазавода № 153 в Новосибирске, Авиазавода № 166 в Омске и др. [24, л. 11; 19, л. 3 об.; 17, л. 11–14 об.; 25, л. 13, 17, 26].

Планировка охватывала как промышленную, так и жилую территории. Функциональное зонирование следовало довоенным принципам: завод и поселок располагались в виде параллельных полос вдоль железной дороги. Завод примыкал к железнодорожной линии, от которой на его территорию проводились подъездные ветки. Капитальная застройка поселка оформляла магистраль, смежную с заводом. Тщательно разрабатывался «вход» на предприятие: предзаводская площадь с заводоуправлением, кинотеатром или клубом со сквером, столовой и т. д. Такое параллельное железным дорогам размещение заводов и поселков соответствовало форме промышленных зон, установленных довоенными генпланами.

**Размещение предприятий.** Размещение промышленности согласно генпланам во многом объяснялось тем, что эвакуация осуществлялась по ведомственному принципу: наркоматы перебрасывали предприятия на промышленные площадки своих же предприятий на востоке страны. Размещение путем уплотнения освоенных промышленных площадок, несомненно, ускорило пуск эвакуированных заводов [9, с. 102, 146–147].

Особенно важным это было в случае таких крупных предприятий как авиационные, танковые и заводы боеприпасов. По занимаемой территории, числу рабочих, стоимости и физическому объему продукции они занимали в городах Западной Сибири доминирующее положение.

В Новосибирске расположение авиационного завода на северо-востоке города и комбината боеприпасов № 179 на левом берегу определялось довоенным генеральным планом [9, с. 23–33, 81, 83, 84, 155–156, 160–161].

В Омске авиационный и танковый заводы разместились в южной части города, на площадках, которые по довоенному генплану отводились соответственно для авиационного и паровозоремонтного заводов [26, с. 36–46, 61–64, 68–69].

Когда в годы войны всем этим эвакуированным предприятиям потребовались значительные площади под аэродромы, танкодром, взрывоопасные склады и другие объекты, эту проблему удалось относительно безболезненно разрешить, поскольку в генпланах были зарезервированы территории для развития промышленных районов.

В небольшие города Западной Сибири (Рубцовск, Бийск, Бердск и др.) эвакуировались предприятия менее крупные и значимые. В этих городах размещение непрофильных заводов шло за счет недостроенных зданий сельскохозяйственных предприятий, которые располагались на периферии городов [10, с. 26]. В целом такое размещение не нарушило зонирование городской территории и позволило расширять предприятия в годы войны.

Более болезненные последствия имела эвакуация в Западную Сибирь уникальных предприятий Наркомата электропромышленности. Совет по эвакуации мотивировал это решение необходимостью создания за Уралом базы приборостроения в случае войны на два фронта [9, с. 173–175].

Размещение приборостроительных заводов в Новосибирске и Томске привело к нарушению принципов функционального зонирования. До войны этих отраслей в Сибири не было, генпланами их размещение не предусматривалось.



Поэтому горсоветам пришлось размещать эти заводы с ценным оборудованием в наиболее подходящих по площадям и кубатуре общественно-культурных и административных капитальных зданиях, которые имели большие помещения и инженерные сети и находились в исторических центрах городов [9, с. 111–113, 122–123].

**Размещение населения.** В годы войны Западная Сибирь приняла около 1 млн чел. эвакуированного гражданского населения. По данным Совета по эвакуации при СНК СССР доля эвакуированных рабочих предприятий оборонной промышленности составила лишь 25 % от их первоначальной численности [9, с. 79]. Во время войны доминировало временное промышленное строительство, а гражданское было крайне незначительным: отчеты предприятий местным уполномоченным ГКО упоминают в качестве достижений 1941–1943 гг. лишь единичные бараки [9, с. 175–177].

В этих условиях размещение эвакуированного и мобилизованного на предприятия населения шло за счет уплотнения существующих площадей, заселения чердаков, подвалов, выселения значительной части городского населения, не связанного с нуждами обороны, в сельскую местность и строительством землянок [9, с. 82, 83–84, 101–102, 105–106, 113, 154, 162–163, 165].

При наличии ведомственного жилого фонда, эвакуированные и мобилизованные рабочие размещались в нем путем уплотнения имевшихся площадей. Это привело к концентрации части рабочего населения вблизи своих предприятий [9, с. 163–164]. При исчерпании ведомственного фонда или его отсутствии, как в случае с непрофильными предприятиями, рабочих расселяли горсоветы. Размещение населения в фонде горсоветов, проводившееся по мере выявления и освобождения жилых площадей, привело в целом к распылению населения по территории городов и удалению его от мест приложения труда [9, с. 521–523].

#### **Выводы:**

1. В годы Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. генеральные планы городов Западной Сибири 1930-х гг. сыграли решающую роль при размещении эвакуированных промышленных предприятий и населения, а также нового промышленного и жилищно-бытового строительства.

2. Благодаря генпланам были сэкономлены колоссальные финансовые средства, силы и столь важное в условиях войны время. Уплотнение существующих промышленно-селитебных районов, имевших достаточно развитую транспортную, коммунальную и строительную инфраструктуру, а также значительный жилой фонд, на порядок сократило объемы нового строительства и других работ: отпала необходимость изысканий, удалось избежать серьезных градостроительных ошибок.

3. Военный период выгодно отличался от первых пятилеток, когда промышленность размещалась без генпланов, в совершенно неизученных местах. Теперь же, несмотря на тяжелейшие условия войны, размещение велось по заранее разработанным проектам и на освоенных площадках, что стало одним из важнейших факторов успешного пуска и работы эвакуированных предприятий.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (РГНФ) в рамках проведения научного исследования в области гуманитарных наук по теме «Генпланы городов Западной Сибири 1930-х – 1950-х гг.: градостроительные идеи и региональные особенности» (проект № 15-04-00356); номер государственной регистрации научно-исследовательской темы проекта № 1.*





## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Косенкова, Ю. Л. Советский город 1940-х – первой половины 1950-х годов : авто-реф. дис. ... д-ра архитектуры : 18.00.01 / Ю. Л. Косенкова. – Москва, 2000. – 50 с.
2. Косенкова, Ю. Л. Советский город 1940-х – первой половины 1950-х годов. От творческих поисков к практике строительства / Ю. Л. Косенкова. – Изд. 2-е, доп. – Москва : ЛИБРОКОМ, 2009. – 440 с.
3. Косенкова, Ю. Л. Среднеазиатский город глазами архитекторов сталинской эпохи / Ю. Л. Косенкова // Архитектура сталинской эпохи: Опыт исторического осмысления. – Москва, 2010. – С. 201–225.
4. Оглы, Б. И. Строительство городов Сибири / Б. И. Оглы. – Ленинград : Стройиздат, 1980. – 272 с.
5. Баландин, С. Н. Новосибирск. История градостроительства 1893–1945 гг. / С. Н. Баландин. – Новосибирск : Запад.-Сиб. кн. изд-во, 1978. – 135 с.
6. Баландин, С. Н. Архитектура Барнаула / С. Н. Баландин. – Барнаул : Алтайск. кн. изд-во, 1974. – 112 с.
7. Долнаков, А. П. Памятники архитектуры города Барнаула / А. П. Долнаков, Е. А. Долнакова, Л. А. Зотеева, Т. М. Степанская. – Барнаул : Алт. кн. изд-во, 1982. – 160 с.
8. Кочедамов, В. И. Омск. Как рос и строился город / В. И. Кочедамов. – Омск : Омск. кн. изд-во, 1960. – 112 с.
9. Оборонная промышленность Новосибирской области в годы Великой Отечественной войны : сб. док. / отв. ред. И. М. Савицкий. – Новосибирск : ОГУ ГАНО, 2005. – 873 с.
10. Предприятия, эвакуированные на территорию Алтайского края в 1941–1945 гг. : сб. док. / отв. ред. Л. И. Ермакова. – Барнаул : ГААК, 2010. – 323 с.
11. ГАРФ (Гос. архив Рос. Федерации). Ф. А-314. Оп. 1. Д. 566.
12. НГА (Новосибирский городской архив). Ф. 33. Оп. 1. Д. 16.
13. НГА (Новосибирский городской архив). Ф. 33. Оп. 1. Д. 17.
14. НГА (Новосибирский городской архив). Ф. 33. Оп. 1. Д. 18.
15. НГА (Новосибирский городской архив). Ф. 584. Оп. 1. Д. 7.
16. НГА (Новосибирский городской архив). Ф. 584. Оп. 1. Д. 12.
17. НГА (Новосибирский городской архив). Ф. 584. Оп. 1. Д. 15.
18. МИАС (Музей истории архитектуры Сибири им. С. Н. Баландина). ФН. Оп. 5.
19. ГАНО (Гос. архив Новосиб. Обл.). Ф. П-11796. Оп. 1. Д. 47.
20. НГА (Новосибирский городской архив). Ф. 578. Оп. 3. Д. 137.
21. НГА. Ф. 584. Оп. 1. Д. 2.
22. НГА (Новосибирский городской архив). Ф. 584. Оп. 1. Д. 3.
23. НГА (Новосибирский городской архив). Ф. 584. Оп. 1. Д. 4.
24. НГА (Новосибирский городской архив). Ф. 578. Оп. 3. Д. 169.
25. РГАНТД (Рос. гос. архив науч.-техн. док.). Ф. Р-850. Оп. 9-4. Д. 228.
26. Шуранов, Н. П. Создание оборонной промышленности в Западной Сибири в годы Великой Отечественной войны / Н. П. Шуранов. – Кемерово : Кузбасс, 2004. – 218 с.

**DUKHANOV Sergey Sergeevich, candidate of architecture, associate professor of the chair of fundamentals of architectural design, history of architecture and town planning**

### **THE ROLE OF PRE-WAR MASTER PLANS IN THE DEVELOPMENT OF CITIES OF WESTERN SIBERIA DURING THE GREAT PATRIOTIC WAR OF 1941–1945**

Novosibirsk State University of Architecture, Design and Fine Arts

38, Krasny Ave., Novosibirsk, 630099, Russia. Tel.: + 7 (913) 397-13-05; e-mail: ssd613@ngs.ru

*Key words:* history of Soviet town planning, city master plan, Great Patriotic War, Western Siberia.





*The article discusses the role of master plans of the 1930s in the development of cities in Western Siberia during the Great Patriotic War. Features of the placement of evacuated industrial enterprises and population are analyzed. The study is based on archival sources.*

## REFERENCES

1. Kosenkova Yu. L. Sovetskiy gorod 1940-kh – pervoy poloviny 1950-kh godov [A Soviet city in the 1940s and early 1950s]. Avtoref. dis. na soisk. uchyon. step. d-ra arkitektury. Moscow, 2000. 50 p.
2. Kosenkova Yu. L. Sovetskiy gorod 1940-kh – pervoy poloviny 1950-kh godov. Ot tvorcheskikh poiskov k praktike stroitelstva. [A Soviet city in the 1940s and early 1950 s. From creative search to building practice]. Izd. 2-e, dop. Moscow: LIBROKOM, 2009. 440 p.
3. Kosenkova Yu. L. Sredneaziatskiy gorod glazami arkhitektorov stalinskoy epokhi [A Central Asian city through the eyes of the architects of the Stalin era]. Arkhitektura stalinskoy epokhi: Opyt istoricheskogo osmysleniya [The architecture of the Stalin era: Experience of historical comprehension]. Moscow. 2010. P. 201–225.
4. Ogly B. I. Stroitelstvo gorodov Sibiri [Construction of cities Siberia]. Leningrad, Stroyizdat. 1980. 272 p.
5. Balandin S. N. Novosibirsk. Istoriya gradostroitelstva 1893–1945 gg. [Novosibirsk. History of the urban development in 1893-1945]. Novosibirsk: Zap.-Sib. kn. izd-vo, 1978. 135 p.
6. Balandin S. N. Arkhitektura Barnaula [Architecture of Barnaul]. Barnaul, Altays. kn. izd-vo, 1974. 112 p.
7. Dolnakov A. P., Dolnakova E. A., Zoteeva L. A., Stepanskaya T. M. Pamyatniki arkitektury goroda Barnaula [Architectural monuments of the city of Barnaul]. Barnaul: Altays. kn. izd-vo, 1982. 160 p.
8. Kochedamov V. I. Omsk. Kak ros i stroilsya gorod [Omsk. How the city grew and built]. Omsk, Omsk. kn. izd-vo, 1960. 112 p.
9. Oboronnaya promyshlennost Novosibirskoy oblasti v gody Velikoy Otechestvennoy voyny: sb. dok. [Defense industry of the Novosibirsk region during the Great Patriotic War: a collection of documents]. Otv. red. I. M. Savitskiy. Novosibirsk: OGU GANO, 2005. 873 p.
10. Predpriyatiya, evakuirovannyye na territoriyu Altayskogo kraya v 1941-1945 gg.: sb. dok. [Evacuated industrial enterprises on the territory of the Altay Region in 1941–1945: a collection of documents]. Otv.red. L. I. Ermakova. Barnaul: GAAK, 2010. 323 p.
11. Gos. arkhiv Ros. Federatsii [State Archives of the Russian Federation]. F. A-314. Op. 1. D. 566.
12. Novosibirskiy gorodskoy arkhiv [Archive of the city of Novosibirsk]. F. 33. Op. D. 16.
13. Novosibirskiy gorodskoy arkhiv [Archive of the city of Novosibirsk]. F. 33. Op. D. 17.
14. Novosibirskiy gorodskoy arkhiv [Archive of the city of Novosibirsk]. F. 33. Op. D. 18.
15. Novosibirskiy gorodskoy arkhiv [Archive of the city of Novosibirsk]. F. 584. Op. 1. D. 7.
16. Novosibirskiy gorodskoy arkhiv [Archive of the city of Novosibirsk]. F. 584. Op. 1. D. 12.
17. Novosibirskiy gorodskoy arkhiv [Archive of the city of Novosibirsk]. F. 584. Op. 1. D. 15.
18. Muzey istorii arkitektury Sibiri imeni S. N. Balandina [Balandin's Museum of History of Siberian Architecture]. FN. Op. 5.
19. Gos. arkhiv Novosib. obl. [State Archives of Novosibirsk Region]. F. P-11796. Op. 1. D. 47.
20. Novosibirskiy gorodskoy arkhiv [Archive of the city of Novosibirsk]. F. 578. Op. 3. D. 137.



21. Novosibirskiy gorodskoy arkhiv [Archive of the city of Novosibirsk]. F. 584. Op. 1. D. 2.
22. Novosibirskiy gorodskoy arkhiv [Archive of the city of Novosibirsk]. F. 584. Op. 1. D. 3.
23. Novosibirskiy gorodskoy arkhiv [Archive of the city of Novosibirsk]. F. 584. Op. 1. D. 4.
24. Novosibirskiy gorodskoy arkhiv [Archive of the city of Novosibirsk]. F. 578. Op. 3. D. 169.
25. Rossiyskiy gosudarstvennyy arkhiv nauchno-tekhnicheskoy dokumentatsii [Russian State Archive of Scientific and Technical Documentation]. F. R-850. Op. 9–4. D. 228.
26. Shuranov N. P. Sozdanie oboronnoy promyshlennosti v Zapadnoy Sibiri v gody Velikoy Otechestvennoy voyny [Creation of the defense industry in Western Siberia during the Great Patriotic War]. Kemerovo: Kuzbass, 2004. 218 p.

© С. С. Духанов, 2017

Получено: 26.12.2016 г.



УДК 328.18:711.52

Р. С. ЖУКОВСКИЙ, аспирант института архитектуры и дизайна

## ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ КЛАСТЕРНОГО ПОДХОДА КАК СТРАТЕГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЩЕСТВЕННО-ДЕЛОВЫХ СУБЦЕНТРОВ В ГОРОДАХ

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова»  
Россия, 656045, г. Барнаул, ул. Аванесова, д. 132. Тел.: (3852) 68-35-87;  
эл. почта: romanzsolar@mail.ru

*Ключевые слова:* общественно-деловой субцентр, кластерный подход в градостроительстве, новый урбанизм, общественное соучастие.

---

*Рассматривается кластерный подход в градостроительстве как возможность формирования общественно-деловых субцентров – территорий города, идентичных, но не тождественных и вторичных по отношению к его центру. Кластерный подход предполагает создание городских кластеров – территорий с самоорганизующейся, полифункциональной, устойчивой системой общественной застройки. Сравнение практических подходов американских новых урбанистов и российских градостроительных институтов позволяет сделать вывод о необходимости расширения общественного соучастия при выборе кластерного подхода как перспективной стратегии формирования общественно-деловых субцентров в условиях российских городов.*

---

Общественно-деловой субцентр (далее – ОДС) – это территория города, идентичная, но не тождественная его центру, сосуществующая с центром города в пределах его агломерации (рис. 1 цв. вклейки).

Феномен развития ОДС преимущественно крупных городах сопровождается проблемными моментами, среди которых один из главных связан с качеством архитектурно-градостроительных решений. С одной стороны, мировой опыт еще почти не знает ОДС, созданных в режиме директивного проекта, т. к. ОДС как подобие центра города скорее формируется и осмысливается обществом в течение большого отрезка времени. С другой стороны, многие ОДС, появившиеся в последние десятилетия в США, не отличаются ни удобной транспортно-пешеходной инфраструктурой, ни человекомасштабной застройкой, представляя собой часто малоценный урбанизированный ландшафт. Эти объекты нередко становятся экономически стагнирующими, а их будущность оказывается неопределенной, ввиду того что оцениваемые средства на их реновацию оказываются очень велики [1, с. 95–99].

Архитектурно-пространственный облик формирующихся ОДС в современных крупных и крупнейших российских городах очень напоминает американские аналоги на ранних этапах становления, исходившие, как правило, от пригородного торгового центра. В свете вышеописанного весьма вероятно, что и российские ОДС может ждать то же, что происходит теперь с американскими. Избежать этого можно, в том числе попытавшись направить развитие ОДС в русло качественных и комплексных, преемственных архитектурно-пространственных решений. Для этого необходимо выработать принципиальные подходы, составляющие стратегию формирования рассматриваемых объектов.

ОДС – крупномасштабная городская система, подобная центру города, поэтому представляется ценным изучить современные стратегии формирования/реновации собственно городского центра. Одной из этих стратегий является кластерный подход в градостроительстве.



Понятие кластера уже прочно вошло в терминологию отечественной экономической науки, а в последние годы становится привычным и в градостроительстве. Новые шаги в этом направлении сделаны исследователями Ахмедовой Е. А., Бриллиант Е. В., Ветвицкой С. М., Гайковой Л. В., Кольжановой О. А., Поморовым С. Б. и др.

Любому экономическому кластеру как специфической группе объектов (предприятий) свойственно [2–6] (рис. 2 цв. вклейки):

1. Предприятия, составляющие кластер, объединены определенной сферой деятельности или/и общностью рыночных и нерыночных интересов.

2. В основе связей между предприятиями лежат материальные, финансовые, информационные ресурсы обмена.

3. Кластер не равен простому хозяйственному объединению (синдикату) и обычно не имеет централизованного внешнего управления.

4. Системные связи имеют слабо выраженную иерархию: они преимущественно горизонтальные или сетевые.

5. Системные связи предприятий носят и конкурентный, и кооперативный характер одновременно (как между предприятиями одного кластера, так и с другими кластерами в режиме демополизации).

6. Кластер является открытой, «ротационной» системой: из него могут выбывать и в него могут входить очередные предприятия в соответствии с принципами самоорганизации и динамической оптимизации структуры в зависимости от многообразных обстоятельств.

Таким образом, кластер – это реагирующая, самоорганизующаяся, диалектически развивающаяся открытая система предприятий.

В градостроительстве понятие кластера обретает дополнительные смыслы [3, 7, 8].

7. Цель организации городских кластеров в устойчивом повышении качества социальной и этнокультурной жизни любых территорий города.

8. Городской кластер есть автономная полифункциональная территория, обеспечивающая его жителям широкий набор городских функций (жилая, административно-деловая, торгово-бытовая, культурно-рекреационная, производственная и др.).

9. Как правило, составные предприятия городского кластера локализованы на «топологической» территории, имеющей определенный масштаб, близкий к жилому или планировочному району.

10. Границами городского кластера могут выступать физические и психологические ограничения, изохроны пешеходной доступности, формальные административные очертания и др.

11. Городской кластер активно взаимодействует с условно нейтральными (монофункциональными) территориями города и аналогичными удаленными кластерами, посредством работы предприятий, генерирующих центростремительные и центробежные потоки населения;

12. Городской кластер может иметь центр (ядро), в котором социально-культурная плотность достигает порога, способного формировать образ всей территории и влиять на ее общую притягательность.

Городской кластер по структуре связей является более масштабной проекцией многофункциональных комплексов (МФК), предполагающих несколько независимых центров управления в отличие от «мнимых» МФК, где разные предприятия являются лишь звеньями цепи реализации одной функции [9].

**К СТАТЬЕ Р. С. ЖУКОВСКОГО  
«ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ КЛАСТЕРНОГО ПОДХОДА  
КАК СТРАТЕГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ  
ОБЩЕСТВЕННО-ДЕЛОВЫХ СУБЦЕНТРОВ В ГОРОДАХ»**



Рис. 1. Общественно-деловой субцентр – «окраинный город» Камберленд (Cumberland) на фоне центра г. Атланта (*Downtown Atlanta*)

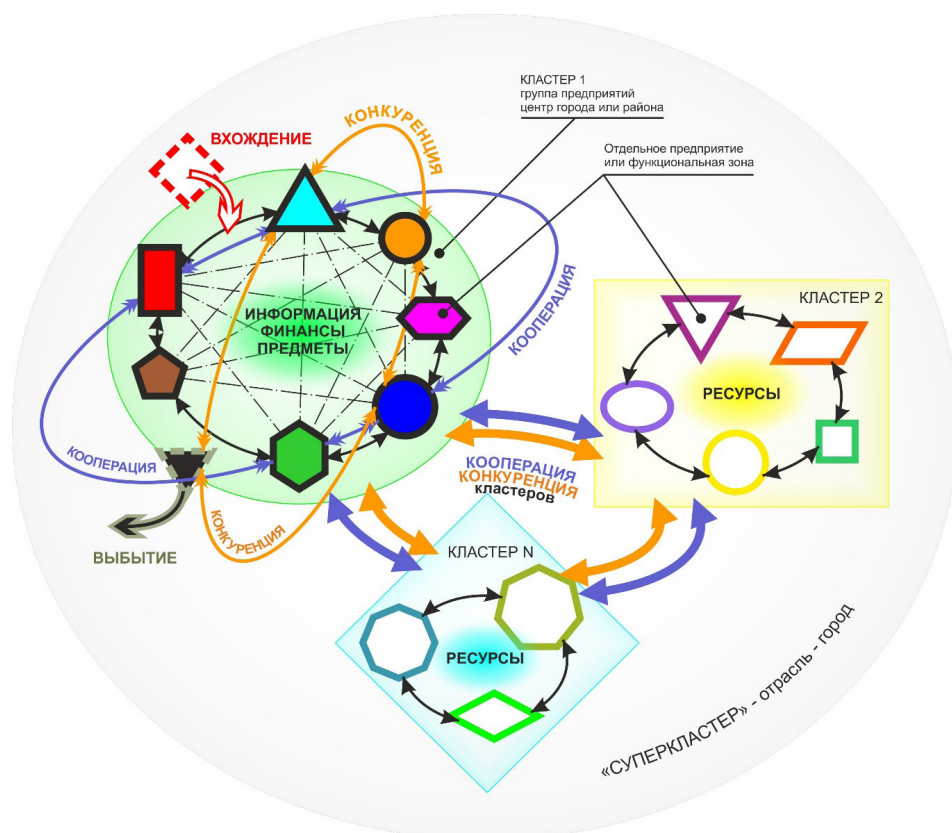


Рис. 2. Пространственно-временная модель существования городских кластеров





Рис. 3. Слева – фрагмент макета к эскизному проекту нагорной части туристического кластера «Барнаул – горнозаводской город»; справа – реализация нового террасирования и лестницы по состоянию на октябрь 2016 г.



Рис. 4. Представления новых урбанистов об оптимальной городской среде



Рис. 5. Реализация концепции нового урбанизма в центре городка Селебрейшн, в пригороде г. Орlando, штат Флорида, США





Обозначенные специфические особенности городского кластера, такие как: благоприятная архитектурная среда, полифункциональность, топологичность, наличие социально-культурных ядер – в большой степени были заложены в современных проектах, направленных на туристско-рекреационную реновацию центров городов. Примерами могут служить проекты Института архитектуры и дизайна АлтГТУ им. И. И. Ползунова (рук. Поморов С. Б.): «Барнаул – горнозаводской город» и «Златоуст – столица мастеров Южного Урала». Они разрабатывались по заказу городских администраций, финансируются из бюджетов различных уровней и частными инвесторами. Стержневой стратегией в этих проектах является максимальная реновация и реконструкция утраченных или заброшенных исторических памятников архитектурной среды, создание новых достопримечательностей (например, благоустройство и террасирование Нагорного парка в г. Барнауле), обеспечение необходимой инженерной, транспортно-пешеходной, парковочной инфраструктуры (рис. 3 цв. вклейки). Отказ градостроителей постсоветской России от грандиозных проектов перестройки центров городов и переход к стратегии их устойчивого, преемственного формирования при взаимодействии властей, бизнеса и проектировщиков встречает одобрение и у городских жителей – вышеописанные проекты реализуются [10]. Можно говорить о том, что ценностные установки «профессионального» и «обывательского» сообществ в случае развития центров городов однонаправлены, что укрепляет перспективность кластерного подхода в данном случае.

Но может ли быть такое единство при развитии ОДС? К ответу приближает современный опыт американских новых урбанистов. Так, деятельность организации Smart Growth America методически во многом напоминает российский кластерный подход в градостроительстве и направлена на полифункциональное, архитектурно-пространственное, транспортно-пешеходное, туристско-рекреационное развитие так называемых *suburban downtowns* («пригородные центры») – фактически ОДС, так как они в основном противопоставляются центрам городов, или *downtowns*) (рис. 4–5 цв. вклейки). Американцы уделяют отдельное внимание моментам, которые в России до сих пор не являлись критическими: классовое и расовое смещение жилищ, создание высокоплотных многоэтажных жилищ вообще, преодоление жестко закрепленного функционального зонирования территорий на административном уровне и др.

В то же время климатические особенности нашей страны и традиции крупного масштаба строительства в городе, четко отделяемого от сельского масштаба (в странах нового света эта разница размыта), заставят вырабатывать собственные решения для достижения того результата, к которому стремятся новые урбанисты.

Нельзя не уделить внимание одной особенности «устойчивого роста» в деле формирования ОДС: это широкое общественное соучастие в проекте реновации (ревитализации) центров, помимо собственно градостроителей, инвесторов, властей, застройщиков и т. д.

Предполагаются разные его уровни, однако, приемлемыми считаются не столько «информирование» и «консультирование», сколько «вовлечение», «сотрудничество» и даже «уполномочивание» – «мы спроектируем, что вы хотите» [11, с. 3]. Вероятно, такая позиция связана с тем, что в случае ОДС аксиологическая позиция местных жителей изначально неочевидна, и необходимо ее выявить и соотнести с профессиональными убеждениями проектировщиков. Обывателю может быть не ясна необходимость внимания к развитию местного центра, ОДС, в той же или сопоставимой с центром степени. Известно, что понятия «района» в



русском и американском контексте напрямую не соотносятся: в американском городе «район» (neighborhood) является в то же время и неким автономным «местечком», городком, который не сводится, с другой стороны, к «селу» (village). В таких «местечках» часто существует более или менее связанное «сообщество» (community). Центр «местечка» по факту является ОДС крупнейшего города агломерации (metropolitan area), однако в глазах местных жителей он может быть вполне самодостаточным, следовательно, у него может быть будущее для развития, если людям это нужно. Однако могут ли в таком же качестве проявлять себя жители районов русских городов, можно ли говорить о сообществах в этом случае?

Если отечественный кластерный подход в случае центров городов не предполагал широкого общественного участия, и профессиональное сообщество принимало решения почти «единолично», учитывая результаты единичных опросов (например, по названию проекта в г. Златоусте [12]), то в случае ОДС, вероятно, все же станет совершенно необходимой как работа с жителями прилегающих районов (в первую очередь), а во вторую – с жителями остальных районов города. Принятие решений должно базироваться, по крайней мере, на предметных социологических опросах (с вопросами по типу: «что вы хотите улучшить в районе, где вы живете?»; «хотите ли вы работать ближе к дому?»; «какие крупные учреждения вы хотите приблизить к месту, где проживаете?»; «каким вы видите свой район города в будущем?»; «что может побудить вас остаться в районе, где вы проживаете?» и т. д.). Перспективность проекта ОДС будет высокой, если позиция многих граждан окажется активной и даже инициативной по отношению к возможности изменений, и, если у местных жителей в целом будет проследиваться относительное единство взглядов как у «сообщества». В этом случае есть основания организовать возможность для вовлечения представителей общественности в работу программной команды проекта [13, с. 74–81], то есть начать процесс сближения профессиональных и обывательских ценностей для успешной реализации стратегии.

Таким образом, кластерный подход в градостроительстве при повышении уровня общественного соучастия можно считать перспективной стратегией реализации ОДС в городе как устойчивой архитектурно-пространственной системы.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Lang, R. E. *Edgeless Cities – Exploring the Elusive Metropolis* / R. E. Lang. – Washington : Booking Institution Press, 2003. – 348 p.
2. Боуш, Г. Д. Бизнес-кластеры: теория и методология выявления структурного устройства / Г. Д. Боуш // Экономика предприятий, регионов и отраслей. – 2011. – Т. 6. – С. 28–35.
3. Бриллиант, Е. В. Инновационное развития городской среды / Е. В. Бриллиант, С. М. Ветвицкая // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – Т. 5. – С. 184–185.
4. Красильникова, Э. Э. Формирование научно-образовательных кластеров на основе реновации промышленных зон крупных городов / Э. Э. Красильникова, Ю. А. Иваницкая // Вестник ВолгГАСУ. Сер. «Строительство и архитектура». – 2012. – Т. 26 (45). – С. 174–181.
5. Овсянникова, Т. Ю. Кластер как форма конкуренции и интеграции в строительстве / Т. Ю. Овсянникова, И. Югова // Вестник ТГАСУ. – 2013. – Т. 4 (41). – С. 304–311.
6. Руткаускас, Т. К. Кластерный подход при воспроизводстве жилищного фонда муниципальных образований / Т. К. Руткаускас, В. А. Сироткин // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2012. – Т. 3–4. – С. 96–107.



7. Гайкова, Л. В. Полицентризм как парадигма развития российских городов [Электронный ресурс] / Л. В. Гайкова // Архитектон: известия вузов. – 2015. – № 2. – Режим доступа : [http://archvuz.ru/2015\\_2/6](http://archvuz.ru/2015_2/6).
8. Поморов, С. Б. Научно-проектное обоснование организации туристского кластера в исторической части современного крупного города / С. Б. Поморов // Вестник ТГАСУ. – 2015. – Т. 3 (50). – С. 46–54.
9. Боков, А. В. Архитектурно-пространственная организация многофункциональных общественных комплексов и сооружений : автореф. дис. ... канд. архитектуры : 18.00.01 / А. В. Боков. – Москва, 1974. – 24 с.
10. Александр Карлин: «Сегодня мы видим первые реальные результаты реализации проекта туркластера «Барнаул – горнозаводской город» [Электронный ресурс] // Барнаул: официальный сайт города. – 2016. Режим доступа : <http://barnaul.org/news/aleksandr-karlin-segodnya-my-vidim-pervye-realnye-rezultaty-realizatsii-proekta-turklastera-barnaul-.html>.
11. (Re)Building Downtown – A Guidebook for Revitalization [Электронный ресурс] // Smart Growth America. – 2015. – 31 p. – Режим доступа : <http://www.smartgrowthamerica.org/documents/rebuilding-downtown.pdf>.
12. Голосование за название туристического кластера исторической части города Златоуста [Электронный ресурс] // Официальный сайт Златоустовского городского округа. – 2016. – Режим доступа : [http://zlat-go.ru/golos\\_nazv/](http://zlat-go.ru/golos_nazv/).
13. Кияненко, К. В. Общество, среда, архитектура: социальные основы архитектурного формирования жилой среды / К. В. Кияненко. – Вологда : ВоГУ, 2015. – 284 с.
14. Garreau, J. Edge City. Life on the New Frontier / J. Garreau. – New York : Anchor Books, a Division of Random House, inc., 1991. – 548 p.
15. Fishman, R. The End of Suburbia: A New Kind of City Is Emerging – the “Technoburb” [Электронный ресурс] / R. Fishman // Los Angeles Times. – 1987, 2 august. – Режим доступа : [http://articles.latimes.com/1987-08-02/magazine/tm-724\\_1\\_central-cities](http://articles.latimes.com/1987-08-02/magazine/tm-724_1_central-cities).

**ZHUKOVSKY Roman Sergeevich, postgraduate student, Institute of Architecture & Design**

## **THE PROSPECTS OF A CLUSTERING APPROACH AS A STRATEGY OF FORMING URBAN SUB-DOWNTOWNS**

I. I. Polzunov Altai State Technical University  
132, Avanesov St., Barnaul, 656045, Russia. Tel.: +7 (3852) 68–35–87;  
e-mail: [romanzsolar@mail.ru](mailto:romanzsolar@mail.ru)

*Key words:* sub-downtown, clustering approach in urban planning, New Urbanism, public participation.

---

*The article deals with a clustering approach in urban planning as an opportunity to form sub-downtowns: urban areas, similar, though not identical and secondary to the primary business district of a city. The approach under consideration involves creation of so-called “urban clusters”: self-organized, mixed-use, sustainable built-up areas. A brief comparative analysis of practices of American New Urbanists and Russian urban planning institutes shows that public participation should be increased if a clustering approach is selected as a promising strategy to form sub-downtowns in Russian urban conditions.*

---

## **REFERENCES**

1. Lang R. E. Edgeless Cities – Exploring the Elusive Metropolis. Washington: Booking Institution Press, 2003, 348 p.
2. Boush G. D. Biznes-klastery: teoriya i metodologiya vyyavleniya strukturnogo ustroystva [Business clusters: the theory and methodology of identifying the structural unit].



*Ekonomika predpriyatiy, regionov i otrasley*. [The economy of enterprises, regions and sectors]. 2011, № 6. P. 28–35.

3. Brilliant E. V., Vetvitskaya S. M. Innovatsionnoe razvitie gorodskoy sredy [The innovative development of urban environment]. *Mezhdunarodny zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Basic Studies]. 2014, vol. 5. P. 184–185.

4. Krasilnikova E. E., Ivanitskaya Yu. A. Formirovanie nauchno-obrazovatelnykh klasterov na osnove renovatsii promyshlennykh zon krupnykh gorodov [The formation of scientific and educational clusters based on the renovation of industrial zones of major cities]. *Vestnik VolgGASU. Ser. Stroitelstvo i arkhitektura* [Vestnik of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series Construction and Architecture]. 2012. № 26 (45). P. 174–181.

5. Ovsyannikova T. Yu., Yugova I. V. Klaster kak forma konkurentsii i integratsii v stroitelstve [Cluster as a form of competition and integration in construction]. *Vestnik TGASU* [Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building]. 2013. № 4 (41). P. 304–311.

6. Rutkauskas T. K., Sirotkin V. A. Klasterny podkhod pri vosproizvodstve zhilishnogo fonda munitsipalnykh obrazovaniy [A cluster approach to the municipal housing stock reproduction]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [The economy: yesterday, today, and tomorrow]. 2012. No. 3–4. P. 96–107.

7. Gaykova L. V. Politsentrizm kak paradigma razvitiya rossiyskikh gorodov [Policentricity as a paradigm of development of Russian cities]. *Arkhitekton: izvestiya vuzov* [Architekton: News of Higher Educational Institutions]. 2015. № 2 [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: [http://archvuz.ru/2015\\_2/6](http://archvuz.ru/2015_2/6).

8. Pomorov S. B. Nauchno-proektnoe obosnovanie organizatsii turistskogo klastera v istoricheskoy chasti sovremennogo krupnogo goroda [Scientific and design justification for tourist cluster development in the historical part of a modern big city]. *Vestnik TGASU* [Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building]. 2015. № 3 (50). P. 46–54.

9. Bokov A. V. Arkhitekturno-prostranstvennaya organizatsiya mnogofunktsionalnykh obschestvennykh kompleksov i sooruzheniy [Architectural and spatial organization of multi-functional complexes and public facilities]: avtoref. dis. kand. arkhitektury, spets. 18.00.01, Moscow, 1974, 24 p.

10. Aleksandr Karlin: «Segodnya my vidim pervye realnye rezultaty realizatsii projekta turklastera «Barnaul – gornozavodskoy gorod» [Today we see the first tangible results of the tourist cluster project "Barnaul, the Mining Town"]. Barnaul: ofitsialny sayt goroda, 2016. Rezhim dostupa: <http://barnaul.org/news/aleksandr-karlin-segodnya-my-vidim-pervye-realnye-rezultaty-realizatsii-proekta-turklastera-barnaul-.html>.

11. (Re)Building Downtown – A Guidebook for Revitalization [Elektronny resurs]. Smart Growth America, 2015, 31 p. Rezhim dostupa: <http://www.smartgrowthamerica.org/documents/rebuilding-downtown.pdf>.

12. Golosovanie za nazvanie turisticheskogo klastera istoricheskoy chasti goroda Zlatoust [Voting for the name of a tourist cluster in the historical part of Zlatoust city]. *Ofitsialny sayt Zlatoustovskogo gorodskogo okruga*, 2016. Rezhim dostupa: [http://zlat-go.ru/golos\\_nazv/](http://zlat-go.ru/golos_nazv/).

13. Kiyanenko K. V. Obschestvo, sreda, arkhitektura: sotsialnye osnovy arkhitekturnogo formirovaniya zhiloy sredy [The society, environment and architecture: societal foundations of the living environment architecture]. Vologda State University, 2015, 284 p.

14. Garreau J. Edge City. Life on the New Frontier. New York: Anchor Books, a Division of Random House, inc., 1991, 548 p.

15. Fishman R. The End of Suburbia: A New Kind of City Is Emerging – the “Technoburb”. *Los Angeles Times*, August 02, 1987. [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: [http://articles.latimes.com/1987-08-02/magazine/tm-724\\_1\\_central-cities](http://articles.latimes.com/1987-08-02/magazine/tm-724_1_central-cities).

© Р. С. Жуковский, 2017

Получено: 12.11.2016 г.



## УДК 72.01

**Т. А. СЕРЕБРЕННИКОВА**, аспирант кафедры основ архитектурного проектирования; **А. А. РАЕВСКИЙ**, канд. арх., проф. кафедры основ архитектурного проектирования

### РЕВОЛЮЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА КАК АРХИТЕКТУРНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ XXI ВЕКА

ФГБОУ ВО «Уральская государственная архитектурно-художественная академия»

Россия, 620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 23. Тел.: (343) 221-29-35;  
эл. почта: tanyu\_ga\_87@mail.ru

*Ключевые слова:* информационное пространство, архитектурное пространство, глобализация, многомерность пространства.

---

*Процессы глобализации, урбанизации и информатизации не только во многом определили ход развития архитектурного пространства, но и выявили ряд проблем. В статье рассмотрена взаимосвязь информационного пространства современности и архитектурной реальности. В качестве подтверждения представлены основные проблемы в архитектурном творчестве.*

---

Современное информационное пространство XXI века формирует проект, основанный на глобализации и сопутствующей ей информатизации. Формирование новой личности единого образца, атомизация общества, утрата традиционных ценностей и замена на новые ориентиры, такие как: теплохладная толерантность, потребительство, мультикультурализм и др. – приводят к масштабным кризисам, затрагивая все области, которые призваны быть пространственно-смысловыми контекстами для творчества архитектора. Архитектура эпохи «текущей современности» сейчас полностью зависит от технологий и выявляемых факторов современного информационного пространства и во многом они являются формообразующей основой для творчества. Мы видим создание глобального информационного пространства как отдельной категории архитектурного пространства. Алгоритмы для проектирования заданы процессами информационного пространства, что дает возможность выделить его как контекстуальный феномен в архитектуре.

В XXI веке информация и технологии, активно управляя всеми жизненно важными сферами социальной и культурной активности человека, стали сжимать рамки творчества архитектора. В этой революционной среде архитектура и архитектурный процесс нуждаются в создании новых рамок ценностей, принципов формообразования, научных познаний, инструментов и средств проектирования с целью понимания критериев формирования саморазвивающегося пространства в существующем смысловом контексте. Архитектура современного мира является средством моделирования и передачи информации, с помощью которой происходит создание среды и восприятие действительности. Если рассматривать опыт предыдущих эпох, можно сказать, что каждый исторический отрезок имел один контекст, и архитектура являлась смысловым отражением целостной картины мира, в рамках которой формировалось взаимодействие человека и среды. Поэтому следует отличать ту информацию, ретранслятором которой являлась архитектура ранее, от той информации, которая организует современную среду в настоящее время. Поскольку тогда архитектура являлась следствием форми-

рования картины мира и существующего мировоззрения, а сейчас – поверхностным следствием разрозненных и хаотичных информационных потоков без централизации и характерных акцентов, на сегодняшний день все отрасли, которые призваны быть смысловыми контекстами, равны между собой. Архитектурное пространство организует любые процессы, связанные с социальными и экономическими факторами, экологическими параметрами, коммуникационными взаимодействиями, ценностными характеристиками и т. д. (рис. 1 цв. вклейки). Таким образом, можно сделать предположение, что архитектурное пространство в целом представляет собой информационное пространство, и их структурность тождественна.

Нельзя оставить без внимания положительные стороны влияния новой информационной среды эпохи глобализации на архитектуру. Развитие научно-технического знания, с одной стороны, поставило перед архитектором множество новых проблем и задач, с другой стороны, позволило расширить возможности проектирования. Техника позволила не только обрабатывать информационные данные, но и подойти к достаточно гибким и сложным приемам образования архитектурных форм. Происходит изменение как инструментов архитектора: *Grasshopper3d*, *3ds max*, *Revit Architecture*, *Ecotect Analysis*, *ArchiCAD* и др. – так и методов, и принципов проектирования: параметрическое формообразование на основе программных алгоритмов, система автоматизированного проектирования и др. В качестве примера можно привести концептуальный проект, отражающий «дух современности» – проект “*Biomorph Skyscraper: Atmosphere of the place*” авторского коллектива *Jayong Shim, Dailong Ma, Tai Feng* (рис. 2 цв. вклейки). Суммируя достоинства инструментов генерирования архитектурных систем, следует отметить область компетенций современных технологий в проектировании. В первую очередь объединяющая задача всех инструментов заключается в отборе, анализе и хранении информационной базы данных. Параметрическое проектирование отвечает за морфологию формы. Информационно-аналитическая модель (BIM) содержит полную техническую информацию по зданию. Системы оценки устойчивого проектирования направлены на экологическое состояние в течение всего жизненного цикла. Медийные технологии отвечают как за эстетические критерии, так и за интеллектуальность объекта. Следовательно, вместо художественного языка и стилистических формообразований появляются связи и алгоритмы, основанные на информационных параметрах, которые выступают в качестве организующих критериев современной среды [1].

В результате действия глобализационных процессов мы являемся свидетелями ускоренных темпов уплотнения информационного пространства, в связи с чем возникает ряд проблем в архитектурной реальности (рис. 3 цв. вклейки). Цель создания архитектуры – это цель создания системы ориентиров в многомерной системе активных средовых процессов, организующих современное посттехногенное пространство человека. Поэтому для понимания общей проблемной картины и разработки нового инструментария архитектора необходимо учитывать все типы пространственных сред (экологический, культурно-исторический, социально-нравственный и организационно-политический) и устанавливать между ними информационный баланс.

Распространение капиталистической глобализации в современную эпоху диктует новые принципы существования города, формируя «глобальный город» (по С. Сассен). Один универсальный сценарий, не учитывающий факторов существующего контекста, тиражируется для всех территорий, желающих развивать-



К СТАТЬЕ Т. А. СЕРЕБРЕННИКОВОЙ, А. А. РАЕВСКОГО  
«РЕВОЛЮЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА  
КАК АРХИТЕКТУРНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ XXI ВЕКА»



Рис. 1. Информационное пространство XXI века, формирующее архитектурную реальность

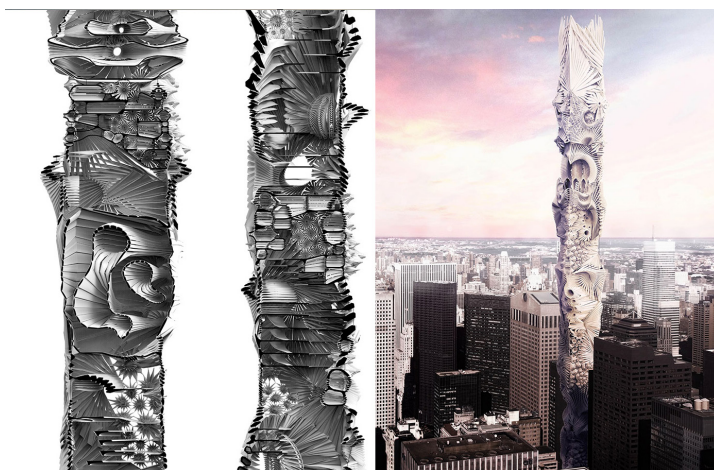


Рис. 2. Проект "Biomorph Skyscraper: Atmosphere of the place" авторского коллектива Jayong Shim, Dailong Ma, Tai Feng



Рис. 3. Уплотненное и перенасыщенное информационное пространство Токио. Google Earth



Рис. 4. Однообразие архитектурного пространства как «переидентификация нации». Фирменный магазин *Apple* в Шанхае и Нью-Йорке

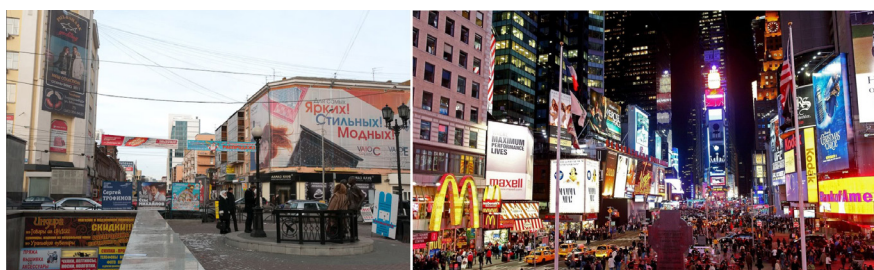


Рис. 5. Новые средства оценки в архитектурном пространстве манипулируют сознанием масс. Центральные улицы Екатеринбурга и Нью-Йорка

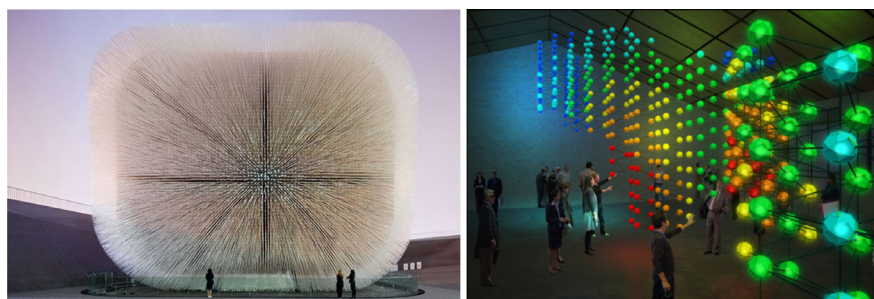


Рис. 6. Виртуализация среды. Павильон Великобритании на ЭКСПО в Шанхае, арх. Томас Хезервик. Проект медиа-архитектуры *Polymedia pixel 2nd generation*



Рис. 7. Дегуманизация жилой среды. Штаб-квартира компании “Longaberger” (производители корзин) в штате Огайо и торгово-развлекательный центр «Стар Виста» в Сингапуре





ся и не отставать (Московский международный деловой центр «Москва-сити», Шанхайский всемирный финансовый центр, Лондонский Сити и др.). Взгляды глобалистов на современный город рожают проблемное поле, связанное с культурной идентичностью, региональными особенностями архитектуры, новыми универсальными символами, «нечитаемостью» города, однообразием, бездуховностью и безликостью пространственной среды.

Стремление к разрушению «общей системы ценностей» и установлению господства современных ориентиров, диктуемых интересами Запада, внесли изменение не только в мировоззренческое поле общества, но и в архитектурную практику. Аналогично ситуации с устоявшимися веками ценностями, современная мировая экономика отвергает региональные культурные особенности и традиции архитектуры и уничтожает их следы во всех странах мира, приобщая «недостаточно развитые» страны и архитекторов к прогрессивным тенденциям современности, к одному типу культуры. В качестве примера можно привести фирменный магазин Apple в Шанхае и Нью-Йорке (рис. 4 цв. вклейки). Таким образом, поощряется разработка неестественной и антигуманной городской среды, и архитектура как средство отражения картины мира постепенно утрачивает существующую культурно-историческую систему привязок. Происходит так называемая «переидентификация наций». Современное архитектурное пространство насыщено новыми, периодически сменяющими друг друга средствами оценки, которые не имеют ничего общего с измерительными системами прошлого (рис. 5 цв. вклейки). Архитектурный критик Поль Вирильо выделяет в качестве «нечитаемости» современного города отсутствие четкого центра, исчезновение осевой структуры, символических, исторических, архитектурных и геометрических систем координат. В результате чего возникает наложение нескольких языков в одном городском пространстве, где области интерпретаций не соответствуют друг другу. Стоит отметить, что коммуникативная связь с исторически сложившимся культурным контекстом формирует наше будущее. Поэтому проблема гармонизации пространства является актуальной на сегодняшний день.

Как известно, архитектура создает образно-символическую систему среды обитания. Сегодня на месте разрушенных индивидуальных представлений о нации, мировоззрении, ценностях и культуре возникают новые универсальные знаки и символы в виде логотипов, вывесок, реклам, световых экранов и баннеров. Религия денег и культ потребления неразрывно связаны с современной архитектурной деятельностью – архитектура поддерживает идеологию консьюмеризма (архитектура соблазна потребителя). Архитектор С. Ситар допускает мысль, что «архитектор перестал быть общественным деятелем, перестал защищать общественные интересы, он полностью коррумпировался, перешел на сторону частных корпораций». Современная городская среда, теряя своеобразный традиционный и лаконичный «образ города», напоминая сборники рекламных объявлений, полностью исключает грань между «личным и публичным». О. Н. Четверикова, многие работы которой посвящены актуальным проблемам нашего времени, отметила: «Происходит приватизация всех сфер жизнедеятельности человека узким слоем транснациональных корпораций, которые присваивают себе самого человека». Так, благодаря искусственным «публичным экранам» и ожившим медийным платформам, которые являются частью архитектуры, происходит приватизация частной и общественной сфер.

В современном мире приобретает актуальность «массовость», направленная на подчинение общим глобальным ценностям – массовая культура, массовое



общество и т. д. Целью провозглашается – снижение ответственности людей за происходящее вокруг, за судьбу своей страны. Массовость проникает и в современную архитектуру, заменяя составляющие «знаков» и «символов» – креативностью и «ожидаемой неповторимостью». В этом случае доктор архитектуры И. А. Добрицына выделяет два типа сформировавшейся среды: среда «клуба избранных» и остающаяся за ее пределами среда для «массового» человека.

Основной проблемой современного мира стала зависимость общества от технологий. Электронные коммуникационные технологии, нарушая личное жизненное пространство человека, вводят в состояние невесомости «реального-виртуального», стирая грани анонимности, вседозволенности и безответственности. Не успев оправиться от навязчивой тиражности и примитивизации, архитектура подверглась виртуализации, которая создает новый искусственный способ жизни, умножая разнообразие мировоззренческих систем (рис. 6 цв. вклейки). Кандидат архитектуры В. И. Иовлев отметил: «Это опасность утраты человеком чувства реального пространства и потери естественной ориентации в реальном мире». Процесс виртуализации в связке с властью экономических структур представляет собой упрощение и абстракцию реальности, диктуя примитивный образ жизни и нацеливая общество лишь на потребление.

Происходит уничтожение традиционных привязок и архитектурных ориентиров в городской среде, которые ранее являлись для человека показателями истины, стабильности, уверенности и культурности. Продукты виртуальной архитектуры в большинстве случаев основываются на использовании всевозможных принципов дисгармоний, деформаций, диссонансов и абсурда. Качество таких сооружений оценивается по принципу «шокового эффекта», «вау-эффекта», выражая тем самым специфику нынешнего потребительского отношения к архитектуре как продукту медийного творчества, как к культурному знаку [2]. В результате дегуманизации жилой среды человеку необходимо приспосабливаться к архитектуре, а не наоборот (рис. 7 цв. вклейки). Стоит привести высказывание А. Раппапорта относительно архитектуры, которая является частью общества: «Архитектура постепенно переходит от исполнения исторических норм к удовлетворению экстравагантных желаний клиента. А далее к пониманию того, что она способна не только удовлетворять, но и изменять цели, которые может перед ней ставить общество» [3]. Таким образом, в городской среде происходит замещение алгоритмов формирования пространственных сред, под воздействием которых меняется сам человек, его цели, мышление и восприятие картины мира.

Информация теперь используется не только в качестве знания, но и в качестве оружия для осуществления определенных целей, зачастую устрашающих. Сегодня мы возвращаемся к принципам той архитектуры, которая должна была возникнуть на пороге 1920–1930-х годов, когда зарождался конструктивизм, выдвинув в качестве цели – создание идеологических символов окружающей среды, управляющих процессами жизнедеятельности человека. Можно отметить переключку эпох, где архитектура выступает в качестве одного из средств управления обществом и манипулирования сознанием масс. Сегодня архитектура представляет собой медийное средство коммерции, информирующее о товаре или услуге, направленное на информационную подготовку и агитацию общества. Архитектура становится инструментом в руках властной экономики, подчиняя себе общество, разрушая его и манипулируя им. Здесь уместно привести слова российского историка А. И. Фурсова: «Самый простой способ – забить мир мусорной информацией. В этой информации топится абсолютно все». Не зря голландский архитектор



Рем Колхас довольно правдиво обозначил современное пространство как «мусорное пространство»: «Мусорное пространство делает вид, что объединяет, но фактически раскалывает» [4]. Такие пространства фиксируют присутствие человека и его движения, но в то же время изменяют чувственное восприятие и создают дику примитивизацию человеческого сознания без возможности ориентации. А. Раппапорт ставит вопрос об умирании архитектуры и искусства как серьезной социальной проблеме: «Сетование на умирание искусства – диагноз массового общества. Массовое общество оказывается мало приспособленным к тому, что мы ждем от искусства в его отношениях с личностью, оно ориентировано на зрелища и развлечения, дизайн и типологию» [5].

Архитектурная реальность XXI века наглядно представляет собой информационное пространство. Глобальные экономические изменения мира и запросы властных элит, давление техномира, усиливающаяся активность массовой культуры воздействуют на сознание архитектора и в результате влекут за собой трансформацию действительности, которую мы наблюдаем. Сегодня множество сегментов информационного пространства, доступных для использования и управления, образуют единую систему. А то, что оказывается вне системы, уничтожается. Поэтому в области компетенций архитектора происходит подмена понятий, чаще всего он и вовсе выпадает из системы и предоставляет свое место специалистам из сферы современных динамично развивающихся технологий (после чего архитектура потеряет свою значимость). Архитектор выступает в роли консультанта-менеджера готовой продукции. Возникает ряд вопросов, связанных с включением архитектора в процессы развития пространства. Ему необходимо научиться в реальном времени контролировать изменяющиеся привязки и механизмы активных средовых процессов и использовать накопившуюся информацию в качестве основы для творчества. В этом случае, как архитектура будет включать в себя множество понятий и значений, так и область профессиональных компетенций архитектора увеличится до неузнаваемости, где он будет создавать подвижные процессы – системы связей и алгоритмов, управляя потоками информации. Восстановление баланса смысловых контекстов, в которых раскрывается развитие человека и его самоидентификация в окружающем мире, возможно только в результате осмысленной деятельности архитектора.

XXI век – это эпоха многомерного пространства, в котором информация и технологии становятся главными инструментами в творчестве архитектора. С этой точки зрения можно сказать, что современная архитектура представляет собой создание границ в информационном пространстве, в среде актуальных процессов и технологий. Анализируя взаимосвязь архитектурного и информационного пространств, в дальнейшем будет возможность выявить механизмы управления архитектурной реальностью, учитывающие информационно-средовые параметры. Реальность такова, что дальнейшее развитие архитектурного проектирования напрямую будет зависеть не только от уровня усовершенствования информационно-цифровых технологий, но и от уплотнения информационного пространства. Японский социолог Е. Масуда, подчеркивая серьезные преобразования в результате информатизации, заметил: «Информационная революция будет быстро превращаться в новую производительную силу... Производство информационного продукта, а не продукта материального, будет движущей силой образования и развития общества». Архитектура нашего времени должна быть медиа-оболочкой («внешний мозг»), которая представляет собой отражение информационного потока [1]. Известный японский архитектор Тойо Ито отмечает: «Исстари подраз-



умевалось, что архитектура служит человеку для того, чтобы встроиться в природную среду. Современная архитектура нуждается в том, чтобы кроме этого, функционировать как средство «врастания» в информационную среду. Она должна функционировать как развитая форма жизни и в отношениях с природой, и в отношениях с информацией» [6]. Архитектуре необходимо дальнейшее развитие, ориентированное не только на экономический фактор («сетевые структуры власти глобального капитализма», разрушающие сейчас веками накопленный опыт), а на связи в информационном пространстве (социальные, бытовые, культурные, природные и т. д.), сохраняющие исходный комплекс принципов формообразования и формирующие новые инструменты. В свою очередь, архитектору необходимо создавать уже не «форму», а «алгоритм раскрытия пространства» – «путь» освоения человеком современного пространства. Следовательно, в эпоху революции информационного пространства актуальными являются принципы параметрического и аналитического проектирования, в основе которых лежит разработка новых авторских методик информационного моделирования пространства, объектов и искусственных сред.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Серебренникова, Т. А. Системные алгоритмы архитектурного творчества: эволюционный феномен информационного пространства [Электронный ресурс] / Т. А. Серебренникова, А. А. Раевский // Архитектон: известия вузов. – 2015. – № 52. – Режим доступа : [http://archvuz.ru/2015\\_4/5](http://archvuz.ru/2015_4/5).
2. Фалеев, А. Н. Современный мир: проблемы человека и архитектура / А. Н. Фалеев, Л. П. Шиловская // Вестник ассоциации вузов туризма и сервиса. – 2010. – № 10. – С. 30–36.
3. Раппапорт, А. Г. Пять проблем теории архитектуры XXI века / А. Г. Раппапорт // Проект Россия. – 2006. – № 1 (39). – С. 160–164.
4. Маккуайр, С. Медийный город: медиа, архитектура и городское пространство / С. Маккуайр. – Москва : Институт медиа, архитектуры и дизайна «Стрелка», 2014. – 207 с.
5. Раппапорт, А. Г. Умирание архитектуры и искусства / А. Г. Раппапорт // Искусствознание. – 2010. – № 1–2. – С. 5–30.
6. Ито, Т. Образ архитектуры электронной эпохи [Электронный ресурс] / Т. Ито // Библиотечное дело. – 2010. – № 23 (137). – Режим доступа : <http://www.bibliograf.ru/issues/2010/12/164/0/1543/>.

**SEREBRENNIKOVA Tatyana Andreevna, postgraduate student of the chair of architectural design foundations; RAEVSKY Andrey Aleksandrovich, candidate of architecture, professor of the chair of architectural design foundations**

#### REVOLUTION OF INFORMATION SPACE AS ARCHITECTURAL REALITY OF THE XXI CENTURY

Ural State Academy of Architecture and Arts

23, K. Liebknecht St., Ekaterinburg, 620075, Russia. Tel.: +7 (343) 221-29-35;  
e-mail: [tanya\\_ra\\_87@mail.ru](mailto:tanya_ra_87@mail.ru)

*Key words:* information space, architectural space, globalization, multidimensional space.

*The processes of globalization, urbanization and informatization not only determined the course of the architectural space development, but also revealed a number of problems. The article examines relationship of the information space of today and architectural reality. Basic problems in architectural creative work are presented as evidence.*





## REFERENCES

1. Serebrennikova, T. A., Raevsky, A. A. Sistemnye algoritmy arkhitekturnogo tvorchestva: evolyutsionnyy fenomen informatsionnogo prostranstva [System algorithms of architectural creativity: an evolutionary phenomenon of the information space]. [Elektronnyy resurs], nauchno-teoreticheskiy jurnal "Arkhitexon: izvestiya vuzov" [Scientific-theoretical magazine "Architect: Proceedings of Higher Education"], 2015. № 52. Rezhim dostupa: [http://archvuz.ru/2015\\_4/5](http://archvuz.ru/2015_4/5).
2. Faleev, A. N., Shipovskaya, L. P. Sovremenny mir: problemy cheloveka i arkhitektura [The modern world: problems of the man and architecture]. Vestnik assotsiatsii vuzov turizma i servisa [Bulletin of the Association of Universities of Tourism and Service]. 2010, № 10. P. 30–36.
3. Rappaport, A. G. Pyat problem teorii arkhitektury XXI veka [Five issues of the 21st century architectural theory]. Proekt Rossiya [Project Russia]. 2006, №1 (39). P. 160–164.
4. McQuire, S. Medinyy gorod: media, arkhitektura i gorodskoe prostranstvo [The media city: media, architecture and urban space]. Moscow, Institut media, arkhitektury i dizayna "Strelka", 2014, 207 p.
5. Rappaport, A. G. Umiranie arkhitektury i iskusstva [Dying art and architecture]. Zhurnal "Iskusstvoznanie" [Art studies Magazine]. 2010, № 1–2. P. 5–30.
6. Ito, T. Obraz arkhitektury elektronnoy epokhi [The image of the electronic age architecture]. [Elektronnyy resurs], Zhurnal "Biblioteknoye delo" [Magazine "Librarianship"], 2010. № 23 (137). Rezhim dostupa: <http://www.bibliograf.ru/issues/2010/12/164/0/1543/>.

© Т. А. Серебренникова, А. А. Раевский, 2017

Получено: 11.11.2016 г.

УДК 72.03:727.7(470.23)

**М. В. ЗОЛОТАРЕВА, канд. арх., доц. кафедры истории и теории архитектуры**

### **ОСНОВЫ МЕТОДИКИ ОРГАНИЗАЦИИ МУЗЕИФИЦИРОВАННЫХ ЗОН (НА ПРИМЕРЕ ИСТОРИЧЕСКОЙ СРЕДЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА)**

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»

Россия, 190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4. Тел.: (921) 916-73-88; факс: (812) 314-17-98; эл. почта: [godmile@yandex.ru](mailto:godmile@yandex.ru)

Ключевые слова: Россия, город, Санкт-Петербург, памятник архитектуры, реновация, музеефикация.

---

*Вопросы, касающиеся определения статуса историко-архитектурных комплексов в структуре города имеют большое значение для осуществления процесса реновации среды с частичной музеефикацией ее наиболее ценных объектов. Автор рассматривает зону музеефикации как элемент функционально-пространственной структуры города. Исследование проводится через призму следующих аспектов: историко-культурного, пространственно-планировочного и социально-функционального. По каждому из них формулируются принципы формирования музеефицированных зон (территорий, средовых участков, объектов с территорией влияния).*

---

В широком спектре мер, направленных на охрану и преемственное преобразование исторического города (в основе которых – ранжирование территорий по ценности), реновация среды с частичной музеефикацией ее наиболее ценных

объектов занимает одно из важнейших мест. Такого рода мероприятия позволяют подойти к решению задач не только сохранения, восстановления, использования архитектурно-градостроительного наследия, но и выявления его экспозиционных качеств, рекреационно-туристского потенциала [1, с. 87].

Говоря о формировании исторических территорий Санкт-Петербурга, следует отметить их непрерывное развитие во времени (рис. 1, 2). Это развитие связано с преемственностью планировочных и материальных форм, которая, в свою очередь, выражается в архитектурно-пространственной многослойности. Таким образом, среда города пронизана исторической и мемориальной конкретикой. При этом с точки зрения историко-культурного аспекта ценным может оказаться как здание в целом, так и его фрагмент: лестница, квартира, эркер, а иногда портал входной двери, чугунные решетки (эти элементы имеют ключевое значение при анализе застройки на уровне «объекта»).



Рис. 1. План Санкт-Петербурга Трускотта, 1753 г.



Рис. 2. План Санкт-Петербурга, 1840 г.

Центральные районы Санкт-Петербурга – особая зона в его современной структуре, выступающая в качестве ядра городского центра, занимает небольшую часть градостроительного плана Санкт-Петербурга. Эта часть города включает территорию, заключенную между реками Большой Невой (на севере), Невой (на востоке), Обводным каналом (на юге), Финским заливом (на западе) [2, с. 80].

В свою очередь, в пределах городского центра выделяется территория, обладающая такими характеристиками, как уникальность градостроительного и историко-культурного наследия, парадность и репрезентативность. Она охватывает



левого берега от Невы до Фонтанки, восточную оконечность Васильевского острова, прибрежную территорию около Петропавловской крепости, юго-восточную часть Петроградской стороны. Для архитектурного ландшафта этой территории характерно сочетание открытых пространств – водного зеркала Невы, небольших рек и каналов, ансамблей центральных площадей, садов, широких проспектов и контраста массивов небольших кварталов жилой застройки.

В результате расширения границ города происходило включение в его территорию, в прошлом периферийной его части, зоны бывших промышленных окраин, пригородных территорий, обладающих особенностями исторической планировки и историко-архитектурными объектами. В свою очередь, произошел процесс переоценки ценности объектов, построенных мастерами советской архитектуры и признанных памятниками архитектуры своего времени [3, с. 65]. Все это констатирует разнообразие объектов историко-культурного наследия Санкт-Петербурга и разнообразие их средового контекста, места в общегородской коммуникационной структуре.

Таким образом, в таком городе, как Санкт-Петербург, вопросы активного выявления, физического сохранения, пропаганды и экспонирования историко-культурного наследия приобретают особое значение. Эти вопросы являются ключевыми не только для городской культуры, но и для многих сторон жизни (социальной, экономической, бытовой, труда и отдыха и т. п.).

Все это требует особого методического подхода к анализу среды города с последующей разработкой рекомендательных мероприятий по решению проблем реновации и частичной музеефикации историко-культурного наследия Санкт-Петербурга.

Объектом исследования были определены факторы, влияющие на формирование и последующее (развернутое во времени) функционирование исторической архитектурно-пространственной среды Санкт-Петербурга.

Именно различность средовых ситуаций в соответствии с выработанными критериями позволит в последующем определить территориальные границы участков с различными характеристиками.

Данной методикой предполагается решение следующих задач:

- выработка критериев определения историко-градостроительной и средовой ценности участков исторической городской среды по районам города в соответствии с основными этапами его объемно-планировочной организации [4];
- выработка критериев определения историко-культурного потенциала исторической городской среды;
- выработка критериев определения потребительской ценности территории, включающих особенности ее функционально-планировочной организации.

При определении методических основ работы с исторической территорией были выделены следующие базовые блоки:

1. Анализ совокупности ценностных качеств территории как части градостроительного и историко-архитектурного развития города;
2. Определение историко-культурного потенциала исторической городской среды;
3. Определение потребительской ценности территории.

Апробация методики обследования исторической городской среды для ее реновации и частичной музеефикации с позиции архитектурно-градостроительного и историко-культурного потенциала проводилась на основе кварталов Петроградского района Санкт-Петербурга (рис. 3).



Рис. 3. Южная часть Петроградского района

На первом этапе были определены пилотные кварталы района как основа исследовательской базы. Выбор территории был обусловлен следующими ее характеристиками [5, с. 124]:

- территория принадлежит историческому ядру Санкт-Петербурга (сектор, образуемый Большим и Каменноостровским проспектами);
- планировка территории складывалась в разные исторические периоды (с начала XVIII – до второй половины XX в.);
- территория непосредственно примыкает к первооснове Петербурга – Петропавловской крепости;
- территория обладает разнообразным архитектурным ландшафтом, объединяющим искусственно созданные и естественные компоненты материальной среды;
- на территории представлены архитектурные памятники различных годов постройки и охранного статуса;
- на территории представлены участки с различной степенью плотности и различной степенью завершенности среды.

В соответствии с данными характеристиками были выбраны кварталы, ограниченные Каменноостровским, Большим и Кронверкским проспектами [6, 30] (рис. 4, 5).





Рис. 4. Каменноостровский проспект. Вид от Троицкого моста



Рис. 5. Большой проспект Петроградской стороны. Вид от площади Льва Толстого

На первом же этапе были разработаны фиксационные карты историко-культурного потенциала территории по типам объектов: дворový участок, квартал, улица.

На втором этапе были получены результаты обследования кварталов по следующим направлениям:

1. Анализ совокупности ценностных качеств территории как части градостроительного и историко-архитектурного развития города (включающий в себя историко-градостроительный анализ; анализ интенсивности территориального развития; архитектурно-стилистический анализ застройки; композиционно-ландшафтный анализ территории; завершенность застройки) [7, с. 24];
2. Определение историко-культурного потенциала исторической городской среды (историко-мемориальная ценность территории; научная ценность; эстетическая или художественная ценность);
3. Определение потребительской ценности территории (особенности территории как памятника истории и культуры; особенности современной функцио-

нально-планировочной организации территории и возможность ее корректировки).

На третьем этапе исследования были выявлены принципы визуально-пространственной организации и функционально-планировочного зонирования исследуемой территории.

В процессе натурного обследования визуально-пространственной организации территории фиксировалась связь с городским ландшафтом, градообразующими элементами центральной части города, а также с доминантами районного значения и местного значения. Исследование проводится с целью выявления современного состояния городских ландшафтов в границах рассматриваемой зоны. Данная цель достигалась решением следующих задач:

- Выявление участков, на которые оказывают влияние доминанты общегородского значения, и в свою очередь, создающие глубокие перспективы при восприятии;
- Выявление участков, попадающих под влияние доминант локального (или районного) значения. Данные объекты формируют художественное своеобразие локальной территории и оказывают воздействие на восприятие в пределах ограниченного пространства;
- Фиксация участков с застройкой, обладающей определенной акцентировкой микродоминантами, а также участков фоновой застройки;
- Фиксация незавершенных пространств, являющихся ценными элементами исторической среды или вносящих диссонанс в структурно-композиционный строй средовых типов пространств рассматриваемой территории.

В целях изучения влияния доминант общегородского значения на формирование уникальных видовых раскрытий в составе работы проводился анализ визуального взаимодействия доминирующих объектов общегородского значения [8, с. 6].

В составе документации даны схемы линий визуальной связи, содержащие координаты местонахождения зрителя в пределах зоны исследования. К отчету прилагалась также фотофиксация визуальных связей (рис. 6, 7).



Рис. 6. Петропавловская крепость. Доминанта городского значения





Рис. 7. Австрийская площадь на Каменноостровском проспекте. Доминанты местного значения

Исследованием выявлена нехватка вертикальных доминант общегородского значения, некоторые из которых утрачены (рис. 8).



Рис. 8. Церковь Святого Апостола Матфея. Находилась на пересечении Большой Пушкарской и Матфеевской улиц

Анализ влияния социально-функциональных факторов в границах исследуемой территории проводился по трем уровням, соответственно пространственно-планировочному ранжированию:

- анализ социально-функционального значения территории, включающей историко-архитектурное наследие в системе города. В частности, на данном этапе необходимо раскрыть влияние пространственно-планировочных факторов территории на поведение человека, распределение на ней потоков посетителей (с учетом миграции населения в границах города). А также рассмотреть функционально-планировочную организацию территории;



– анализ социально-функционального значения участков с выявлением общих зональных характеристик, включающий анализ взаимосвязи функциональных процессов внутри территорий. Это позволит определить степень значимости отдельных участков в структуре территории в целом;

– анализ функциональной наполненности отдельно взятых объектов.

В соответствии с проведенным анализом были выявлены территории, обладающие наполненностью функциями, характерными для центральных районов города [9, с. 13], функциями местного значения, недостаточной функциональной наполненностью, а также пространства, обладающие несвойственными функциями для данной территории.

В соответствии с проведенным исследованием была определена концепция реновации и частичной музеефикации участков исторической среды кварталов Петроградского района. Концепция включила следующие основные направления (в свою очередь разделенные на подгруппы):

1) градостроительная деятельность и градостроительное управление (проведение проектно-исследовательских работ и разработка документации, обеспечивающей интеграцию различных направлений политики в пространственных условиях рассматриваемых кварталов);

2) ордерное зонирование территории (от многофункциональных зон до территориальных единиц с особым статусом);

3) регламентация реновационной деятельности в соответствии с морфотипами градостроительной ткани;

4) сохранение или усиление индивидуальных черт городской среды в пределах нескольких планировочных групп (рассматриваемых кварталов);

5) создание сценария пешеходных пространств в соответствии с характером элементов (участки территории, отличающиеся по составу, использованию, физическим параметрам) и связей (визуальных, функциональных, пешеходных), определяющих пространственный каркас городской среды;

6) реабилитация исторических пространств (в том числе воссоздание утраченных доминант), пешеходных направлений, восстановление исторических сценариев.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Zolotareva, M. (1992) Le Vieux Pe'tersburg – L'animation d'une zone prote'ge'e / M. Zolotareva // *Monuments Historiques*. – 1992. – №1 79, janvier, fe'vrier. – P. 87–88.
2. Shvidkovsky, D. The founding of Peterburg and the history of Russian architecture / D. Shvidkovsky // *State Academy of the Fine Arts of Russia*. – 2005. – № 66. – P. 79–97.
3. Штиглиц, М. С. Промышленная архитектура Петербурга в сфере «Индустриальной археологии» / М. С. Штиглиц. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2003. – 195 с.
4. Заварихин, С. П. Санкт-Петербург. Архитектурные сюжеты / С. П. Заварихин. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2012. – 250 с.
5. Гранстрем, М. А. Исследование структуры исторической застройки Санкт-Петербурга / М. А. Гранстрем, М. В. Золотарева // *Жилищное строительство*. – 2014. – № 11. – С. 123–126.
6. Золотарева, М. В. Объемно-планировочные особенности архитектурного ландшафта исторической территории Петроградского района Санкт-Петербурга / М. В. Золотарева // *Вестник гражданских инженеров*. – 2015. – № 1 (48), февр. – С. 27–36.
7. Курбатов, Ю. И. Баланс ценностей новой архитектуры исторического центра Петербурга (между приятием населения и тенденцией его отрицания) / Ю. И. Курбатов // *Архитектура и строительство Москвы*. – 2004. – № 2–3. – С. 24–30.



8. Гордеев, Ю. В. О проблемах правоприменения норм законодательства, возникающих при проведении работ по градостроительному зонированию территорий, на которых расположены объекты культурного наследия / Ю. В. Гордеев // Вестник «Зодчий. 21 век» – 2014. – № 3 (52). – С. 3–14.

9. Курбатов, Ю. И. Петроград. Ленинград. Санкт-Петербург: Архитектурно-градостроительные уроки / Ю. И. Курбатов. – Санкт-Петербург: Искусство СПб, 2008. – 280 с.

**ZOLOTARYOVA Milena Vladimirovna, candidate of architecture, associate professor of the chair of history and theory of architecture**

**THE BASIC METHODOLOGY OF ORGANIZING MUSEUMIFIED ZONES  
(BY THE EXAMPLE OF THE SAINT PETERSBURG HISTORICAL  
ENVIRONMENT)**

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering  
4, 2nd Krasnoarmeyskaya St., Saint Petersburg, 190005, Russia. Tel.: +7 (921) 916-73-88;  
fax: +7 (812) 314-17-98; e-mail: goldmile@yandex.ru

*Key words:* Russia, city, Saint Petersburg, heritage asset, renovation, museumification.

---

*The matters concerning defining the status of historic and architectural complexes within the city are of great importance for the renovation of the environment, accompanied by partial museumification of the most valuable assets. The author describes the museumified zone as a component of the functional and spatial structure of a city. The paper considers the following aspects of the research subject: historical-cultural, spatial-planning, and socio-functional. For each one, principles of establishing museumified zones (areas, peculiar areas of historical value, heritage assets in their environment) are specified.*

---

REFERENCES

1. Zolotareva, M. (1992) Le Vieux Pe'tersburg – L'animation d'une zone prote'ge'e. Monuments Historiques; janvier, Fe'vrier, № 179. P. 87–88.
2. Shvidkovsky, D. The founding of Peterburg and the history of Russian architecture (2005) State Academy of the Fine Arts of Russia, № 66. P. 79–97.
3. Shtiglits M. S. Promyshlennaya arkhitektura Peterburga v sfere "Industrialnoy arkhologii" [Industrial architecture of St. Petersburg in the field of "Industrial archeology"]. Saint-Petersburg, 2003, 195 p.
4. Zavarikhin S. P. Sankt-Peterburg. Arkhitekturnye syuzhety [Saint-Petersburg. Architectural stories]. SPbGASU [Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering], Saint-Petersburg, 2012. 250 p.
5. Granstrem M. A., Zolotaryova M. V. Issledovanie struktury istoricheskoy zastroyki Sankt-Peterburga [The study of the structure of historical buildings of Saint-Petersburg]. Zhilishchnoe stroitelstvo [Housing construction]. 2014. № 11. P. 123–126.
6. Zolotaryova M. V. Ob'yomno-planipovochnye osobennosti arkhitekturnogo landshavta istoricheskikh territoriy Petrogradskogo rayona [Space-planning features of the architectural landscape of the historical territories of the Petrograd district of Saint-Petersburg]. Vestnik grazhdanskikh inzhenerov [Bulletin of civil engineers. № 1 (48), 2015. P. 27–36.
7. Kurbatov Yu. I. Balans tsennostey novoy arkhitektury istoricheskogo tsentra Peterburga (mezhdru prinyatiem naseleniya i tendentsiy ego otritsaniya) [Balance of values of new architecture of the historic center of St. Petersburg (between acceptance of the population and the trend of its negation)]. Arkhitektura i stroitelstvo Moskvy [Architecture and construction of Moscow], 2-3. 2004. P. 24-30.



8. Gordeev Yu. V. O problemakh pravoprimeneniya norm zakonodatelstva, vznikshikh pri provedenii rabot po gradostroitelnomu zonirovaniyu territoriy, na kotorykh raspolozheny ob'ekty kulturnogo naslediya. [About the problems in enforcement of the legislation arising from the carrying out of works on town-planning zoning of territories, which are the objects of cultural heritage]. Vestnik "Zodchiy 21 vek [Vestnik Zodchiy. 21st century]. № 3 (52), 2014. Saint-Petersburg. P. 3–14.

9. Kurbatov Yu. I. Petrograd, Leningrad, Sankt-Peterburg: Arkhitekturno-gradostroitelnye uroki. [Petrograd, Leningrad, Saint Petersburg: Architectural and urban-planning lessons]. Saint Petersburg. Iskustvo SPb, 2008. 280 p.

© М. В. Золотарева, 2017

Получено: 18.02.2017 г.

УДК 72.03 (470.315)

**Н. В. ГАРНОВА, аспирант кафедры истории архитектуры и основ архитектурного проектирования**

### **АРХИТЕКТУРНО-ИСТОРИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ Г. ИВАНОВО-ВОЗНЕСЕНСКА КОНЦА XVIII – НАЧАЛА XX ВВ.**

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»  
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-37;  
эл. почта: ist\_arh@nngasu.ru

*Ключевые слова:* село, Посад, производственная усадьба, прямоугольная планировочная система, мануфактура, набойный корпус, город-сад.

---

*Рассматриваются особенности градостроительного развития г. Иваново-Вознесенска конца XVIII – начала XX вв. Показано, что архитектурный облик города формировался с учетом естественно-географических факторов под воздействием индустриализации производства и развития капиталистической промышленности. В рамках выявленных этапов анализируются наиболее характерные типы производственных усадебных комплексов.*

---

Безуездный город Иваново-Вознесенск был учрежден указом императора Александра II от 21 июня 1871 года. В него вошли фабричное село Иваново, первое упоминание о котором в письменных источниках датируется XVI веком, и Вознесенский Посад, образованный в 1853 году из примыкающих к селу четырех слобод.

Исторические данные свидетельствуют, что территория расположения села с XV века заселялась людьми из разных вотчин, попавших в немилость господ и управляющих. Согласно особенностям местного наречья и топонимики, часть населения могла иметь Вологодское и Архангельское происхождение [1]. Помимо этого, известно, что в XV веке после похода Ивана III на Новгород, в село было сослано много новгородцев [2]. Заселение малопригодной для развития сельского хозяйства территории людьми с твердой волей и энергией, знающими толк в торговле и ремеслах, вероятно, повлияло на торгово-ремесленный характер развития села. В немалой степени этому способствовала оборочная система и покровительство развитию торговли и ремесел со стороны владельцев села (с XVI в. – князей

Черкасских, а с XVIII в. – графа Д. Н. Шереметева, получившего село во владение в качестве приданного его супруги, княгини В. А. Черкасской).

Начиная с XVII века с. Иваново было известно как село с развитой крестьянской текстильной промышленностью. Расположенное в центральной части Российской Империи оно было связано с крупнейшими городами Европейской части страны системой почтовых трактов: Галичским, Суздальским, Аракчеевским, Большой Московской дорогой на Плес, Большой столбовой дорогой и другими. Проходящие через село почтовые тракты из Ярославля на Москву, Нижний Новгород и Кострому, а также использование старинного водного пути Теза – Клязьма – Ока – Волга позволили установить торговые отношения и открыть выход местным товарам на рынки крупных южных и северных портовых городов страны и далее Сибири, Азии и Европы [3].

Село Иваново XVI века располагалось в Кохомской волости на возвышенном участке земли прямоугольной формы, с северной стороны ограниченным изгибом русла реки Уводи, а с западной и восточной – оврагами, с протекающими в них ручьями Павловским и Кокуем. Через центр села параллельно ручью Кокую проходил почтовый тракт из Ярославля на Москву и Нижний Новгород. В северо-восточной части села из него выходил торгово-почтовый тракт на Кострому. Пересечение трактов под прямым углом, сложившееся, вероятно, из-за особенностей рельефа местности, заложило основу прямоугольной планировки села, которая, по мере его роста, превратилась в прямоугольную сетку улиц и кварталов (рис. 1). Планировка не затрагивала склоны оврагов, берега реки и ручьев по причине их общего использования крестьянами в холщовом производстве и обработке материала.

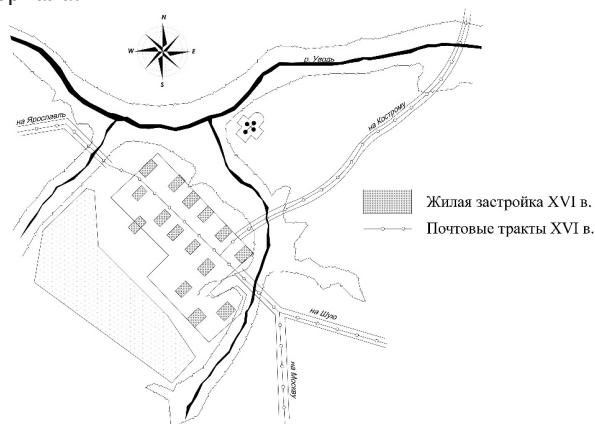


Рис. 1. Село Иваново XVI в. Схема генплана

Рядом с местом пересечения торгово-почтовых трактов образовалось главное социально-общественное пространство села – Подпушечная площадь (с XVIII в. – Большая, с XIX в. – Георгиевская). Примкнувшие к площади участки тракта стали главными торговыми улицами (улицы Мельничная (Георгиевская) и Кокуй). Экономическая целесообразность сделала эти и соседние с ними улицы местом сосредоточения крупных торговых, производственных и ремесленных усадеб села.



XVII – XVIII вв. стали периодом стремительного развития кустарных текстильных мануфактур и фабрик села. Укрепившиеся торговые связи, строительство иностранной полотняной фабрики Тамеса в соседнем селе Рождественном (Кохме) и обучение крестьян села ткацкому и набоечному мастерству на фабрике Лимана в Шлиссельбурге [3] повлияли на повсеместное распространение набоечного производства среди населения. В 20-х гг. XIX века в селе Иванове насчитывалось до 170 набойных заведений [1]. Набойка осуществлялась на территории усадебных владений членами одной семьи или наемными рабочими. Производственные здания для набойки в усадьбах и на фабриках села были схожи с производственными строениями других набоечных производств Ярославля, Подмосковского села Покровского и др., а также иностранных производств – фабрик Козенса и Лимана под Петербургом, которые, в свою очередь, соответствовали производствам Англии и Германии [3]. Это были протяженные строения с глухими торцовыми стенами и рядом оконных проемов в мастерских. Над мастерскими или сбоку от них устраивались протяженные вешала.

Специфика производственных построек отразилась в особенностях архитектурно-планировочного решения усадеб, выраженного в строгой утилитарности и рациональности расположения функциональных зон. Производство занимало значительную часть участка, поэтому остальные хозяйственно-бытовые строения плотно примыкали к жилым и производственным корпусам. Сложившаяся в селе прямоугольная система кварталов, состоящих из квадратных владений, выходящих на противоположные улицы, была удобной для размещения разного размера производственных зданий и позволяла дальнейшее расширение производства при присоединении соседних участков (рис. 2).

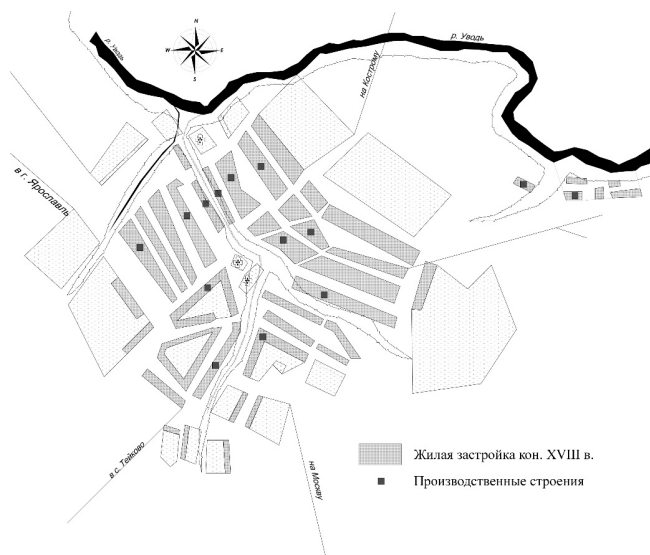


Рис. 2. Село Иваново XVIII в. Схема генплана

К началу XIX века окончательно сложилась планировочная структура села, в котором примыкающие к торговым улицам Георгиевской и Кокуй центральные кварталы были почти полностью торгово-производственными (рис. 3).



Исключенные из регулярной планировки прибрежные территории р. Уводи стали застраиваться первыми фабриками, в которых крупные корпуса размещались свободно в соответствии с производственным циклом. Расположенные вдоль берега они формировали динамичный образ застройки прибрежной зоны. Каскад фабрик вдоль берега реки Уводи, соединявшийся с парадной застройкой главных торговых улиц, образовывал своего рода каменный контур кварталов с менее масштабным внутренним наполнением.

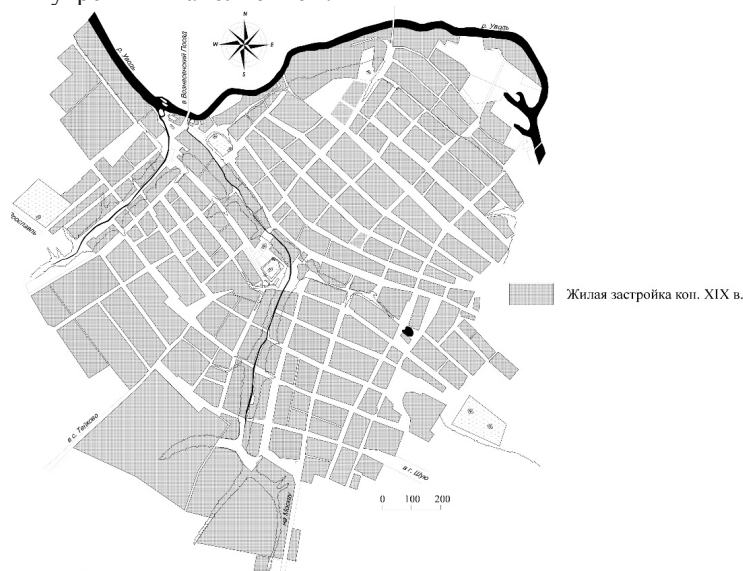


Рис. 3. Село Иваново XIX в. Схема генплана

Начало XIX века стало переломным в развитии градостроительства села. После пожаров на Московских фабриках 1812 году Иваново стало центром текстильной промышленности страны. Богатеющие крепостные фабриканты стремились расширить и усовершенствовать свои производства, но господствующие в обществе феодально-крепостнические отношения препятствовали развитию капиталистической промышленности. Свершившийся в начале XIX века промышленный переворот обозначил неизбежность смены формации. При появлении в производстве машин возникла необходимость расположения производства у воды, однако, действующий запрет на строительство в селе, затрагивающий реконструкцию кварталов, вынуждал фабрикантов переселяться и переносить производство за его границы. Переселение крупных фабрикантов на новые территории стало возможным после их освобождения из крепостной зависимости (с сер. XVIII в.). Однако ни один крестьянин не был отпущен из села со своей усадебной оседлостью. Выкупаясь, они оставляли все свое имущество с фабриками, домами и постройками владельцу Иванова – графу Шереметьеву. Фабриканты, не имевшие возможность перенести производство, были вынуждены арендовать у графа свои же дома и фабрики [1].

Территории нового расселения затрагивали преимущественно северо-западные берега вдоль реки Уводи с западной стороны от торгово-почтового тракта на Кострому. С 1820 по 1850 гг. там сформировались четыре слободы: Ильинская, Дмитриевская, Вознесенская и Троицкая и 2 пустоши: Березники и Ковригина.

Объединенные в 1853 году они получили название Вознесенского Посада. Все слободы формировались по принципу самостоятельного поселения, имели центральную улицу. В Дмитриевской, Ильинской и Вознесенской слободах, помимо центральной улицы, была организована площадь с храмом. Слободы имели прямоугольную планировочную структуру, оси (улицы и переулки) которой были заданы руслом реки Уводи. Кварталы делились на крупные прямоугольные владения, размер которых был, вероятно, продиктован размерами размещаемого на прибрежном участке производства. Сами фабриканты селились рядом или на некотором отдалении от своих фабрик. Главной осью, связавшей Вознесенский Посад и село Иваново, стала Александровская улица, проходящая параллельно старинному почтовому тракту на Кострому. Выходившие на Александровскую улицу главные улицы новых слобод в месте пересечения образовали Вознесенскую площадь – главную торговую площадь Вознесенского Посада (рис. 4).

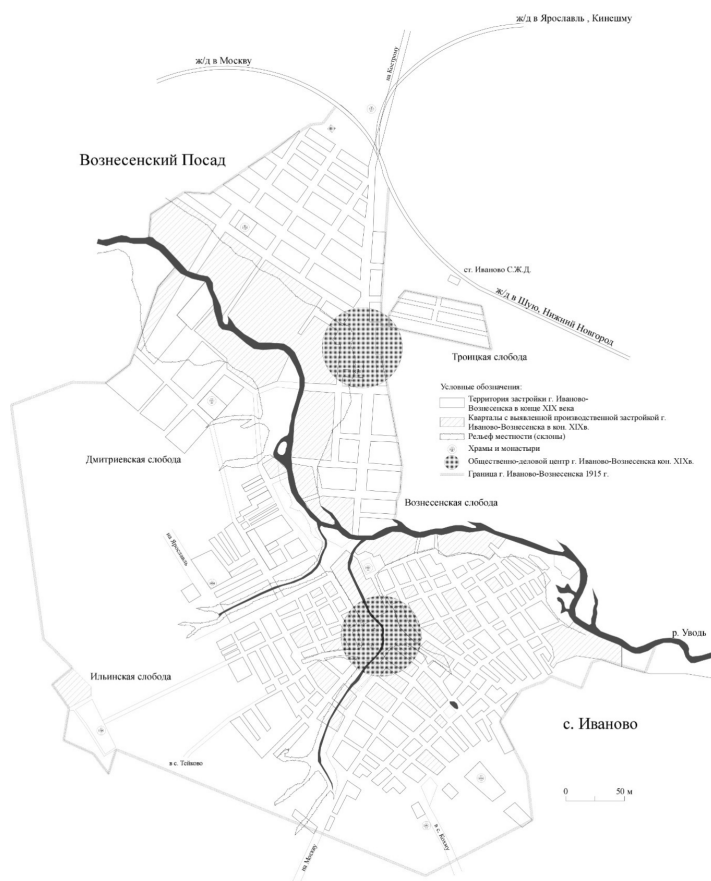


Рис. 4. Город Иваново-Вознесенск. Генплан. 1915 г. (чертеж Н. Гарновой)

Решающую роль в слиянии села и Посада сыграло строительство железной дороги на Москву и Нижний Новгород в северо-восточной части Посада в 1868–1869 гг. [3]. В 1871 году был образован город Иваново-Вознесенск. Он получил полицентрическую структуру с двумя главными центрами – историческим центром села Иванова (Георгиевской площадью) и центром Вознесенского Посада –



Вознесенской площадью (рис. 4).

Таким образом, архитектурно-градостроительное развитие г. Иваново-Вознесенска XVIII – начала XX века происходило в два этапа. Первый этап – на территории села Иванова в XVII – начале XIX века. Второй – на территориях за пределами села с сер. XIX – начала XX века.

Отличительной особенностью села Иванова, выделяющей его из ряда других сел того же периода образования, стала сложившаяся независимо от государственного регулирования прямоугольная планировочная система, более характерная для городских поселений регулярного периода застройки. Архитектурно-градостроительное развитие Вознесенского Посада также происходило независимо от государственного вмешательства. Прекращение феодально-крепостнических отношений задолго до официальной отмены крепостного права, позволило наиболее успешным крестьянам-фабрикантам самостоятельно осуществлять архитектурно-планировочное развитие Посада. И, если в селе Иванове сельские производственные усадьбы имели черты городских, то в жилых усадьбах Посада проявились черты сельских.

В строительстве Вознесенского Посада фабрикантам удалось заложить основу индустриального градостроительного развития России XX века, реализовав концепцию города-сада с центральными жилыми кварталами, утопавшими в зелени, подобно загородным усадьбам, и периферийно расположенными по берегам реки новыми фабричными комплексами с зонами расселения наемных рабочих на их территории, ставшими прообразом первых рабочих поселков.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Экземплярский, П. М. История города Иванова Ч. 1. / П. М. Экземплярский. – Иваново : [б. и.], 1958. – 161 с.
2. ГАИО (Гос. архив Ивановской области). Ф. 41. Оп. 1. Д. 3. Л. 100.
3. Дмитриев, И. Н. Первые русские ситценабивные мануфактуры XVIII в. / И. Н. Дмитриев. – Москва-Ленинград : ОГИЗ, 1935. – 310 с.

**GARNOVA Natalya Vladimirovna, postgraduate student of the chair of architecture history and architectural design fundamentals**

#### **ARCHITECTURAL AND HISTORICAL PREREQUISITES OF THE IVANOVO-VOZNESENSK URBAN ENVIRONMENT FORMATION IN THE LATE XVIII – EARLY XX CENTURY**

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering  
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-37;  
e-mail: ist\_arh@nngasu.ru

*Key words:* village, Posad, production estate, regular planning system, manufactory, textile printing building, garden-city.

---

*The article reveals particularities of Ivanovo-Voznesensk town-planning development in the late XVIII – early XX century. It demonstrates that the architectural appearance of the city was formed upon the natural – geographical factors and influenced by the production industrialization and capitalist industry development. The most representative types of production estates are analyzed within the revealed stages.*



## REFERENCES

1. Ekzemplyarsky P. M. Istoriya goroda Ivanova. Ch.1 [The history of Ivanovo city. Part 1]. Ivanovo, 1958, 161 p.
2. GAIO (Gos. arkhiv Ivanovskoy oblasti [State archive of Ivanovo region]. F. 41. Op. 1. D 3. L 100.
3. Dmitriev I. N. Pervye russkie sitse-nabivnye manufactory XVIII v. [Russian first cotton-printing manufactories]. Moscow – Leningrad, OGIZ, 1935, 310 p.

© Н. В. Гарнова, 2017

Получено: 17.12.2016 г.

УДК 72.01(430)

**Ю. Е. РЕВЗИНА, канд. искусствоведения, доц. кафедры истории архитектуры и градостроительства, проф. кафедры храмового зодчества**

### **АЛЬБРЕХТ ДЮРЕР И НЕМЕЦКАЯ АЛЬТЕРНАТИВА ИТАЛЬЯНСКОЙ БАСТИОННОЙ ФОРТИФИКАЦИИ**

ФГБОУ ВО «Московский архитектурный институт (государственная академия)»

Россия, 107031, г. Москва, ул. Рождественка, д. 11/4, корпус 1, строение 4.  
Тел.: (495) 621-51-90; факс: (495) 621-48-08; эл. почта: revzina\_home@mail.ru

*Ключевые слова:* Альбрехт Дюрер, Даниэль Шпекле, фортификация, эпоха Ренессанса, история архитектуры.

---

*Рассматривается вклад немецкой школы фортификации XVI века в развитие искусства укрепления городов и других населенных мест. Автор рассматривает инженерные и гуманистические основания немецкой фортификации эпохи Ренессанса в сопоставлении с традицией, заданной итальянскими военными инженерами.*

---

На рубеже XV–XVI столетий в европейской фортификации произошла революция, в результате которой на смену высоким стенам и башням пришли мощные низкие бастионы, соединенные тонкими куртинами, а весь оборонительный городской периметр приобрел очертание, в основе которого лежали равносторонние многоугольники. Это изобретение – плоть от плоти архитектурной мысли итальянского Ренессанса – надолго утвердило первенство итальянских военных инженеров в области фортификации [1]. Практически до самого конца XVI века бастионная фортификация распространялась по территории Европы почти исключительно благодаря инженерам-итальянцам.

И все же господство итальянской модели в фортификации XVI столетия не было безраздельным. Ей едва ли не сразу была противопоставлена иная модель, которая, с одной стороны, была продолжением позднесредневековых традиций, с другой же, при взгляде из XVIII столетия имела большую перспективу. Речь идет об идеях Альбрехта Дюрера, изложенных в его трактате «Руководство по укреплению городов, замков и населенных мест», вышедшем в Нюрнберге в 1527 году [2]. Вряд ли сегодня мы сможем точно сказать, что побудило этого замечательного художника задуматься о фортификации. Быть может, посещение Италии, где в начале XVI века шло активное строительство и реконструкция крепостей, приобретавших

бастионный периметр. Хотя это кажется сомнительным, имея в виду, что идеи, изложенные Дюрером в его сочинении о городских укреплениях, не слишком перекликаются с теми, которые лежали в основании новой итальянской фортификации. Возможно, это была осада цитадели Гогенасперг войсками Швабской лиги под предводительством ландскнехта Георга фон Фрундсберга, которую Дюрер вместе со своим другом Виллибальдом Пиркхаймером наблюдал в 1519 году [3]. Сам же Дюрер в трактате называет свой главный мотив – турецкая угроза [2]. Так или иначе, он написал первый трактат, целиком посвященный фортификации, в то время как в Италии вопросы укрепления городов, по крайней мере, до второй половины XVI столетия рассматривались лишь как часть «всеобщей архитектуры» (*“universal architecture”*), пользуясь терминологией Винченцо Скамоцци [4].

В самом трактате выделяются две главные линии. Одна связана с новой фортификацией – Дюрер говорит о важности современных бастионных (то есть итальянских) крепостей. Этому он касается в начале своего трактата и в самом конце, где рассуждает о реконструкции старых укреплений. Другая линия, которая составляет ядро трактата, – это рассуждения об идеальном городе. Он называет его *“fest schloß”*, то есть укрепленной цитаделью, но укрепления – это, по существу, лишь рама для картины идеально устроенного социума. В плане этот город имеет форму квадрата (рис. 1). Единственный предшественник, на которого ссылается Дюрер, – это Витрувий [2], но эта отсылка остается крайне неясной, поскольку нет никакой очевидной связи между тем, о чем пишет Витрувий, в частности в отношении способов укрепления городов, и идеями самого Дюрера.

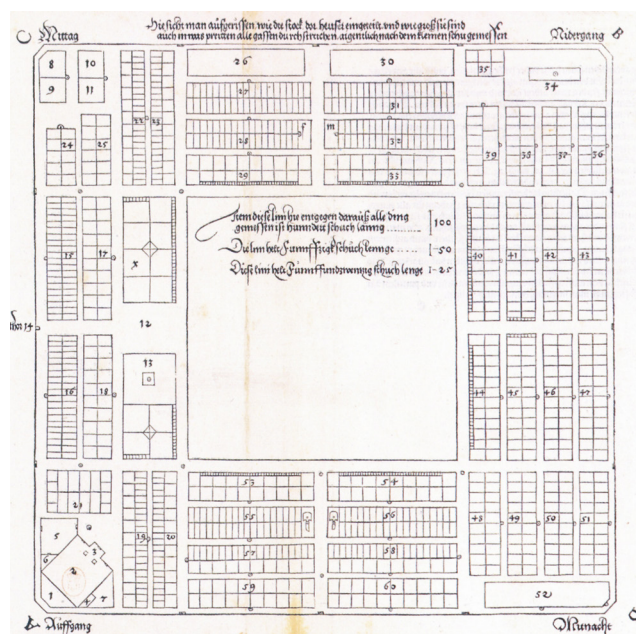


Рис. 1. Альбрехт Дюрер. План идеального квадратного города [2]



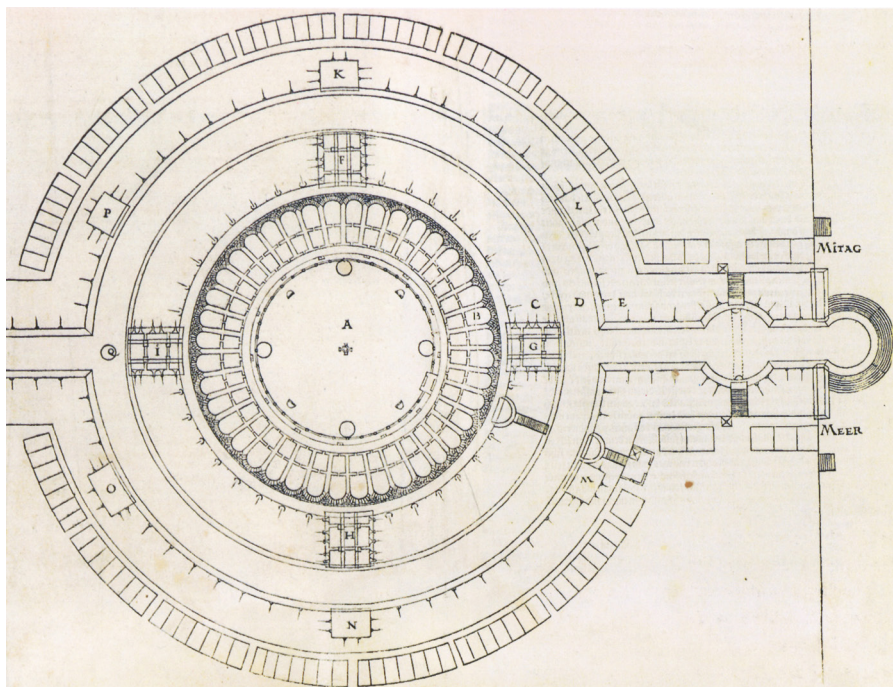


Рис. 2. Альбрехт Дюрер. План идеального круглого города [2]

Примечание: рис. 1 и 2 – иллюстрации из книги Альбрехта Дюрера «Руководство по укреплению городов, замков и населенных мест» [2]

Дюрер описывает систему рвов и валов, обрамляющих город, центром которого является квадратная площадь – “*gefierter Platz*”, и дворец, тоже квадратный в плане. В прямоугольной крепости важную роль играют толстые круглые и квадратные башни, соединенные стенами (анвелопами). Эти башни, которые Дюрер называет бастеями, в нижних ярусах представляют собой казематированные, то есть перекрытые сводами помещения, верхний же ярус – открытые платформы. Бастеи он сильно заглубляет в ров, поэтому орудия, расположенные в нижнем ярусе, обеспечивают его эффективную защиту.

За этим следует обстоятельное описание остальных городских пространств. Близкие ремесла и производства размещаются по соседству. Ратуша и дворцы городской знати располагаются неподалеку от королевского дворца. Вся система организации городского пространства иерархична и рациональна. Идея, которая стоит за социальным устройством города такова: «Король не должен позволять жить в городе людям, которые бесполезны, но только людям умелым, богобоязненным, мудрым, людям отважным и опытным, искусным художникам и хорошим мастерам, которые послужат городу, которые смогут соорудить орудия и использовать их» [2]. Более того, Дюрер весьма прозорливо предлагает использовать бедняков, обреченных просить милостыню или существовать за счет благотворителей для того, что сейчас называется общественно полезными работами. Причем в роли этой «общественной пользы» у него выступают именно городские укрепления. Благодаря такому распределению сил город станет защи-





щенным, а множество обездоленных получают заработок, который отвратит их от попрошайничества и бунта. Этот вполне рациональный обмен между бедняками, вынужденными побираться, и городом, вынужденным постоянно совершенствовать свои укрепления из-за идущего семимильными шагами развития артиллерии, кажется, и не требовал аргументов в свою пользу. Однако Дюрер их приводит, говоря, что такое распределение рабочей силы кажется ему гораздо более правильным, чем то, что было в Древнем Египте, когда огромные людские силы бросали на строительство пирамид.

Очевидно, что квадратный город Дюрера, несмотря на отсылку к Витрувию (хотя и невнятную), имел иные источники. И вряд ли это были итальянские трактаты вроде сочинения Франческо ди Джорджо Мартини, который к тому же не был напечатан вплоть до XIX века и, следовательно, не имел широкого распространения в XVI столетии. Квадратный город Дюрера с его ортогональной планировкой больше всего напоминает римский военный лагерь, а еще больше – его образ, который мог сложиться у ренессансного читателя “*Castramentatio*” Полибия. Возможно, Дюрер, как позже Себастиано Серлио в своей не изданной при жизни и малоизвестной Восьмой книге (рукопись хранится в *Bayerische Staatsbibliothek* в Мюнхене Cod. Icon 190) и Палладио, иллюстрировавшей и Полибия, и «Комментарии» Юлия Цезаря, вдохновлялся описанием устройства римского военного лагеря. Эту рациональную структуру, которую представляет собой планировка римского лагеря, Дюрер наполнил социальной утопией, в которой нашлось место и фортификации. Рациональность плана римского лагеря стала знаком рационального устройства жизни, которая в конечном итоге еще более чем современные укрепления является залогом силы и защищенности города. В конце концов, и Серлио применяет описанное Полибием устройство римского военного лагеря к идеальному городу. Палладио же, иллюстрируя Полибия и Цезаря, размышляет о современных ему укреплениях и надежности защитников Светлейшей республики. Между тем в самом сочинении Дюрера нет никаких указаний на подобный источник вдохновения, и потому вопрос о том, какой именно образец стоит за квадратным городом Дюрера, по-прежнему остается открытым.

Кроме квадратного города Дюрер предлагает и другие модели городов и отдельных укреплений. Одна из них – это огромная круглая крепость (*Zircularbefestigung*), которая представляет собой скорее геометрическую утопию, чем реальный проект (рис. 2). Другой проект, связанный с ней – это форт, защищающий горную теснину (“*feste Clause*”). Форт представлял собой систему казематированных (то есть перекрытых сводами) помещений, расположенных вокруг круглого внутреннего двора, устроенного в виде двух колец, соединенных четырьмя короткими корпусами, которые располагаются по двум главным диаметральному осям. Этот одиночный форт, равно как большой прямоугольный город-крепость, кажутся абсолютной фантастикой, если смотреть на них с точки зрения архитектурной практики XVI века. Если смотреть на идеи Дюрера с точки зрения предшествующей практики, то его крепости и форты представляют собой не что иное как укрупненный и регулярный вариант средневекового периметра, в котором радикальным образом смещаются акценты. И все же нельзя сказать, что эти идеи были абсолютно вне контекста. Доказательство – цитадель швейцарского Шаффхаузена, имеющая вид гигантской круглой башни, вписанной в пятиугольный периметр. Цитадель, в основном относящаяся к XV – началу XVI века, была рассчитана на целых три яруса батарей, два из которых располагались внутри крытых помещений, один – под открытым небом [5].



Еще менее эти проекты кажутся утопичными, если посмотреть на них из будущего: вспомнить хотя бы революционные идеи знаменитого французского военачальника и военного инженера Жака-Рене маркиза Де Монталамбера, благодаря которому в конечном итоге единый бастионный периметр уступил место системе отдельных мощных фортов, предвосхитившей главную – принципы фортификации XIX века [6]. Свои идеи по поводу укрепления территории маркиз Де Монталамбер изложил в своем трактате «Перпендикулярная фортификация» [7]. Одна из главных идей, изложенных Де Монталамбером, заключается не в геометрии и каменной массе, не во взаимной поддержке одних элементов другими (как считалось с момента возникновения бастионной фортификации), а в мощи артиллерийского огня, который должен быть обеспечен оборонительными сооружениями. Размещение как можно большего числа орудий, по его мнению, являлось главной задачей, которой должно было подчиняться устройство укреплений. Следовательно, самой необходимой их частью должны были стать обширные, прочные и хорошо укрепленные многоярусные сооружения. В системе Де Монталамбера эту роль взяли на себя капониры – мощные каменные сооружения с толстыми стенами и сводчатыми перекрытиями, своего рода многоярусные галереи с непрерывными рядами амбразур для нижнего и среднего боя. Не удивительно, что едва ли не каждому знатоку фортификации, когда речь заходит о новаторстве Де Монталамбера [6], вспоминаются фантастические укрепления Альбрехта Дюрера, которые по существу также представляли собой мощные отдельно стоящие форты, не связанные друг с другом единым периметром городских или иных укреплений.

Но не только Дюрер предложил оригинальную систему укреплений. Из сочинений, написанных в XVI веке на немецком языке, был еще один труд, получивший широкую известность и оказавший влияние на теорию и практику фортификации вплоть до XVIII века. Он назывался «Архитектура укреплений, как им возводиться сегодня» и принадлежал немецкому военному инженеру, строителю укреплений в Шлештате, Гагенау, Ульме, Кольмаре, часть жизни занимавшему должность главного архитектора Страсбурга – Даниэлю Шпекле [8]. Он, как и Дюрер, говорит о важности модернизации укреплений в связи с турецкой угрозой, но называет и другой мотив, который подвиг его на написание трактата о крепостях. Этот мотив можно назвать националистическим: Шпекле хочет доказать, что и немцы, к которым он с гордостью себя причисляет, и которые изобрели книгопечатание и «ужасную» артиллерию, вовсе не лишены изобретательности и в других областях. Он критикует итальянских военных инженеров за слишком академический подход к предмету, использование латыни и отсылки к древним авторам [8]. Сам же он пишет как практик, пишет по-немецки, находя немецкие термины для всех типов и элементов укреплений. Что касается собственно крепостей, то Шпекле говорит, что ему известны пятьдесят или шестьдесят их типов, но ограничивает себя лишь несколькими. В первой части своего труда он описывает крепости, устроенные на равнине, во второй – в холмистой и гористой местности, в третьей – рассуждает о вооружении и прочем обеспечении крепости. Основа фортификации, по Шпекле, – математика, в особенности геометрия, потому он логично предпосылает всем рассуждениям о крепостях раздел, ей посвященный. Он категорически отвергает треугольник в качестве основы для плана крепости и обсуждает недостатки и преимущества других многоугольников, начиная с квадрата. Поскольку Шпекле считает, что крепость защищена тем лучше, чем больше у нее бастионов, он отдает предпочтение планам в виде мно-

гоугольников с как можно большим числом сторон. Он увеличил (по сравнению с итальянской системой) число и размеры бастионов. Что касается их формы, то он отдавал предпочтение тупому (или в ряде случаев прямому) исходящему углу. Бастионы и куртины он снабдил кавальерами (открытыми полукруглыми платформами для орудий, поддерживающие бастионы), причем кавальеры он располагал не только у бастионов, но и в середине куртины. Он также считал, что большая часть фланка бастиона должна быть перпендикулярна линии рва. За эскарпом (главным откосом укреплений) он предлагал располагать казематированную галерею для фронтальной обороны рва.

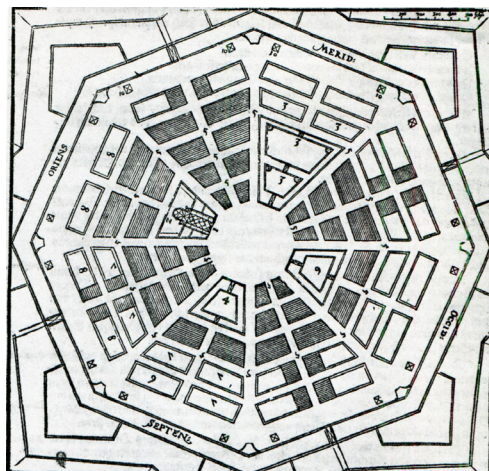


Рис. 3. Даниэль Шпекле. План идеального города-крепости

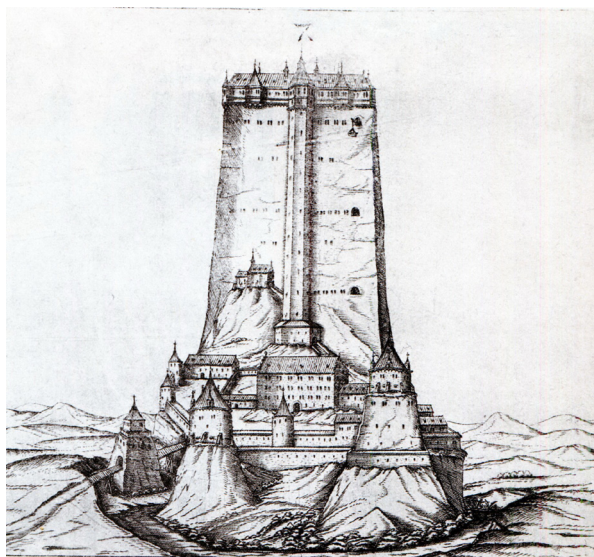


Рис. 4. Даниэль Шпекле. «Чудесный дом» (*Wunderbarlich Hauss*)

Примечание: рис. 3, 4 – иллюстрации из книги Д. Шпекле [3]

Главное же отличие идей Шпекле от «итальянской системы» наиболее очевидно в его так называемой «усиленной» системе. Он изломал куртину таким образом, что у него получился сплошной щипцевидный или звездообразный фронт. Можно сказать, что у него получился фронт, состоящий из одних бастионов, за которыми он устроил общий для всех них ретраншемент. Внешнему фронту земляных укреплений, будь то простая или сложная система, он придал полностью тональный абрис. В «простой» системе каждому бастиону соответствовал исходящий угол, а каждому отрезку куртины – входящий. Таким образом, геометрия бастионного фронта и внешнего периметра насыпи были взаимно увязаны, но обладали разной природой. Кроме того, он еще больше, чем итальянцы, понижает куртину, словно корректируя ее роль в оборонительном периметре, которая и в самом деле к концу XVII века все больше теряет свое значение в глазах теоретиков и практиков фортификации. И все же сочинение Шпекле и немецкая практика фортификации находится в двойственном отношении с итальянским опытом. С одной стороны, тот же Шпекле старательно утверждает «немецкость» своих намерений и идей. С другой стороны, в основе его идеальных планов лежит также «идеальная» геометрия, что и у итальянских авторов, а планировки его крепостей и вовсе близко напоминают те, что мы встречаем у первых (рис. 3). И то, что итальянский опыт был востребован в немецких землях и во времена Шпекле, и позже, говорит в частности перевод на немецкий язык «Пяти книг об укреплениях» Буонайуто Лорини, которые были напечатаны в самом начале XVII века во Франкфурте.

Для Шпекле, как и для его итальянских коллег, связь между устройством укреплений и городской планировкой является фактом несомненным. Глава двадцать восьмая Первой книги проясняет его отношение к этому вопросу. Он начинает с описания плана города-крепости с шестью бастионами (соответственно, шестиугольного в плане) и рассматривает его с точки зрения обороноспособности [8]. За ним следует восьмиугольный город с восемью бастионами – самый идеальный план из всех рассмотренных Шпекле. Он, как и некоторые его итальянские коллеги (Буонайуто Лорини), отдает предпочтение радиальной планировке. В центре города располагается восьмиугольная площадь, от которой лучами расходятся радиальные улицы к бастионам и серединам куртин. По сторонам главной площади стоят королевский дворец, ратуша и главный постоянный двор, иными словами, вокруг площади собирается церковная, политическая и экономическая власти. Все, что касается военной мощи, отодвинуто на периферию, к бастионам. Тем не менее, соображения обороны от начала и до конца определяют устройство города. Это сказывается даже в устройстве жилых домов: Шпекле требует, чтобы все дома были выложены из хорошего камня, погреба и подвалы должны быть перекрыты сводами, все дома должны быть одной высоты, их крыши должны быть покрыты скорее черепицей, чем дранкой. Все дома должны иметь мощные и надежные ворота, их окна должны запираться на засов. Иными словами, если враг ворвется в город, каждый дом сможет защищаться как самостоятельная цитадель с помощью собственных орудий и снарядов. Ради этого и все противопожарные меры: от черепицы на крышах до каменного мощения улиц. В принципе Шпекле описывает идеал, который вскоре будет реализован (правда, с девятиугольным планом) в венецианской Пальманова.

Во второй части трактата Шпекле представляет крепости, чья форма продиктована особенностями местности. Он рассматривает замки, расположенные в горах, и укрепленные горные перевалы. Среди иллюстраций этой части, выпол-



ненных Маттеусом Грейтером, есть впечатляющий образ замка, который буквально составляет одно целое со скалой. Этот удивительный ансамбль, который сам Шпекле называет *“wunderbarlich Hauss”* – «чудесный дом», словно предвосхищающий архитектурные фантазии короля Людвига II Баварского, состоит из нижней укрепленной части и венчающего гору наподобие короны дворца – «великолепного дома удовольствий» (*“ein herrlich lustig Wohnung”*) (рис. 4). Впрочем, подобные фантастические образы не характерны для Шпекле, стяжавшего себе славу как практик и рационалист.

Если идеи Дюрера эхом откликнулись в практике фортификации более поздних столетий, то идеи Шпекле получили непосредственное продолжение у немецких теоретиков и практиков фортификации, которые составили самостоятельную школу, поколебав тем самым господство итальянских военных инженеров в Европе эпохи Ренессанса.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ревзина, Ю. Е. Франческо ди Джорджо Мартини и рождение бастионной фортификации в эпоху Ренессанса в Италии / Ю. Е. Ревзина // Архитектура и современные информационные технологии (Architecture and Modern Information Technologies), AMIT. – Москва, 2017. – № 1 (38). – С. 32–52.
2. Dürer, A. Etlich Unterricht zu Befestigung der Stett, Schloss und Flecken / A. Dürer. – Nürnberg, 1527. – 230 p.
3. Speckle, D. Architectura von Vestungen, wie die zu unsern zeiten mögen erbawen werden, an Stätten Schlößern, und Clussen zu Wasser, Land / D. Speckle. – Strassburg, 1589. – 485 p.
4. Krut, H.-W. A History of Architectural Theory / H.-W. Krut // Princeton Architectural Press. – 1994. – P. 574.
5. Scamozzi, V. Dell'idea dell'architettura universale / V. Scamozzi. – Venezia, 1609. – 347 p.
6. Viollet le Duc, E. Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI au XVI siècle / E. Viollet le Duc. – Paris, 1856. – 680 p.
7. Fara, A. La città da guerra nell'Europa moderna / A. Fara. – Torino, 1993. – 222 p.
8. De Montalembert, M. R. La fortification perpendiculaire / M. R. De Montalembert. – Paris, 1776–1778. – 340 p.

**REVZINA Yuliya Evgenievna, candidate of art history, associate professor of the chair of history of architecture and town planning, professor of the chair of church architecture**

#### ALBRECHT DÜRER AND THE GERMAN ALTERNATIVE TO THE “TRACE ITALIENNE”

Moscow Institute of Architecture (State Academy)

11, Rozhdestvenka St. Moscow, 107031, Russia. Tel.: + 7 (495) 621-51-90; fax: +7 (495) 621-48-08; e-mail: revzina\_home@mail.ru

*Key words: Albrecht Dürer; Daniel Spekle, fortification, the Renaissance, architecture history.*

---

*The article considers contribution of the German school of fortification of the XVI century to the development of the art of fortification of cities and other settlements. The author addresses engineering and humanistic foundations of German fortification of the Renaissance in comparison with the tradition established by Italian military engineers.*





## REFERENCES

1. Revzina Yu. E. Francesco di Giorgio Martini i rozhdenie bastionnoy fortifikatsii v epokhu Renessansa v Italii [Francesco di Giorgio Martini and emergence of bastion fortification in the Renaissance in Italy]. *Arkhitektura i sovremennye informatsionnye tekhnologii* [Architecture and Modern Information Technologies], AMIT. Moscow, 2017, № 1 (38). P. 32–52.
2. Dürer A. Etlich Unterricht zu Befestigung der Stett, Schloss und Flecken. Nürnberg, 1527. 230 p.
3. Speckle D. Architectura von Vestungen, wie die zu unsern zeiten mögen erbawen werden, an Stätten Schlößern, und Clussen zu Wasser, Land, etc. Strassburg, 1589. 485 p.
4. Kruft H.-W. A History of Architectural Theory. Princeton Architectural Press, 1994. 574 p.
5. Scamozzi V. Dell'idea dell'architettura universale. Venezia, 1609. 347 p.
6. Viollet le Duc, E. Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI au XVI siècle. Paris, 1856. 680 p.
7. Fara A. La città da guerra nell'Europa moderna. Torino, 1993. 222 p.
8. De Montalembert M. R. La fortification perpendiculaire. Paris, 1776–1778. 340 p.

© Ю. Е. Ревзина, 2017

Получено: 29.04.2017 г.

УДК 727.3+378

**Т. В. КИРЕЕВА, канд. филос. наук, доц. кафедры ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства**

### **ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНЫЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ КОМПЛЕКСА ЗДАНИЙ ЛОНДОНСКОЙ ШКОЛЫ ЭКОНОМИКИ И ПОЛИТИЧЕСКИХ НАУК**

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»  
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 433-93-92;  
эл. почта: land@nngasu.ru

*Ключевые слова:* архитектура зданий коммерческого образования, архитектура зданий бизнес-школ, кампус бизнес-школы, пространство образовательной среды.

---

*Приведен анализ историко-архитектурного развития комплекса зданий одной из старейших лондонских школ бизнеса почти за 120 лет существования; отражены причины изменений и нового строительства, стиль и методы работы различных архитекторов по комплексному освоению исторического квартала под нужды образования.*

---

Одной из старейших (1895 – год основания) и престижных школ бизнеса Великобритании является Лондонская школа экономики и политических наук LSE (*London School of Economics and Political Science*), насчитывающая сегодня 9 000 учащихся и взрастившая за 120-летний период развития основу бизнеса страны, а также 19 лауреатов Нобелевских премий и глав 52 государств.

Возникновение школы в конце XIX века стало результатом деятельности Фабианского общества (*Fabian Society*) и стараниями конкретных лиц – попечительского совета, возглавляемого Беатрис и Синди Вебб (*Beatrice and Sidney Webb*), куда входил и всемирно известный Д. Бернард Шоу [1]. Первые занятия





для 200 студентов проходили в комнатах жилого дома на Джон-Адам-Стрит 9 Адельфи в Вестминстере [2]. Финансовой стороной создания школы явилось заведение адвоката Генри Хант Хатчистона – члена Фабианского общества, заботившегося о продвижении социальных идей, на деньги которого в сентябре 1896 г. были арендованы два верхних этажа престижного здания 10 Адельфи-террас.

Это был привилегированный район, застроенный необычным для своего времени комплексом из 24 неоклассических зданий, вместивших как жилые, так и общественные помещения, а также торговую белокаменную галерею-аркаду, выходящую к берегу Темзы (рис. 1 цв. вклейки) [3]. Здания были построены в период 1768–1772 гг. архитекторами братьями, старший из которых Роберт Адам (*Robert Adam*) [4]. Это были творцы нового стиля, преодолевшие палладианскую замкнутость архитектурного объема, создавшие новый архитектурный ансамбль квартала Адельфи, где на основе глубокого изучения [5] и исследования античности (в частности дворца Диоклетиана в Далмации [6]) создали собственный Адамов стиль [7], последователями которого стали архитекторы следующего столетия.

Весь квартал и парадный речной фасад были решены в едином ансамбле протяженных четырехэтажных зданий с акцентами на плоскостные портики и ритм светлых пилястр, украшенных каменной резьбой, выделяющихся на фоне темного кирпича. Масштаб сооружений, отделка фасадов создали торжественный и величественный комплекс первого неоклассического здания Лондона [8], вызывающего восхищение у современников.

Расположение школы в престижном здании 10 Адельфи террас свидетельствует о высоком статусе учебного заведения, пользовавшегося популярностью: за пять лет численность студентов увеличилась с 200 чел. (1895 г.) до 1 000 чел. (1900 г.), а уровень школы можно было определить как международный, т. к. студенты были выходцами из 16 стран [9]. Кроме учебных помещений здесь разместились также Британская библиотека политической и экономической науки, насчитывающая более 10 тыс. томов, являющаяся частью идеи Синди Вебба по ориентации школы на научное направление [10].

Следующим важным этапом становления школы LSE стало вхождение ее в 1900 г. в состав Лондонского университета и создание факультета экономики с присуждением ученых степеней, начиная с 1902 г. Для дальнейшего развития школы потребовалось новое здание, и школа переезжает в Клэр Ковент-Гарден, подлежавший реконструкции по решению Совета лондонского графства [1], выделившего школе аренду в 4 300 кв. м территории.

Новое здание школы строилось (1900–1902 гг.) по проекту архитектора Мориса Б. Адамса (*Maurice B Adams*) на средства мецената *John Passmore Edwards* (1823–1911 гг.), в честь которого здание школы получило название *Passmore Edwards Hall* [11]. В финансировании строительства участвовали также лорд Розбери (*Lord Rosebery*), Р. Б. Холдейн (*R B Haldane*) и лорд Ротшильд (*Lord Rothschild*).

Проект, выполненный архитектором Морисом Б. Адамсом, был выбран в результате проведенного конкурса как самый эффективный, позволяющий использовать до 80 % площади, тогда как в других проектах эта цифра была около 50 %. Планы этажей (рис. 3а,б цв. вклейки) показывают наличие различных по площади и назначению аудиторий, учебных классов, а также читального зала библиотеки с галереей. Большие пролеты в помещениях первого этажа перекрывались по металлическим балкам. Фасад здания был выполнен в новом стиле «модерн» (рис. 3в цв. вклейки), с большими окнами, обеспечивающими естественное ос-

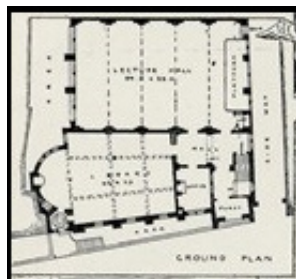
**К СТАТЬЕ Т. В. КИРЕЕВОЙ**  
**«ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНЫЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ КОМПЛЕКСА**  
**ЗДАНИЙ ЛОНДОНСКОЙ ШКОЛЫ ЭКОНОМИКИ**  
**И ПОЛИТИЧЕСКИХ НАУК»**



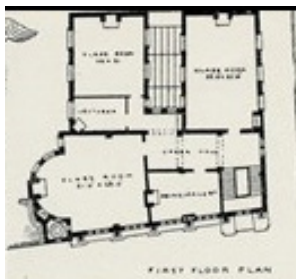
Рис. 1. Лондон. Адельфи террас 10 (арх. братья *Robert Adam*, 1772 г.) – место первого расположения *LSE*



Рис. 2. Границы участка, принадлежавшего *LSE* по Клэр Маркет и Хоутон-стрит в 1932 г.



*a*



*б*



*в*

Рис. 3. Первое собственное здание *LSE* - *Passmore Edwards Hall* (арх. *Maurice B Adams*), 1902 г.: *a* – план первого этажа, *б* – план второго этажа, *в* – фасад по ул. Клэр Маркет

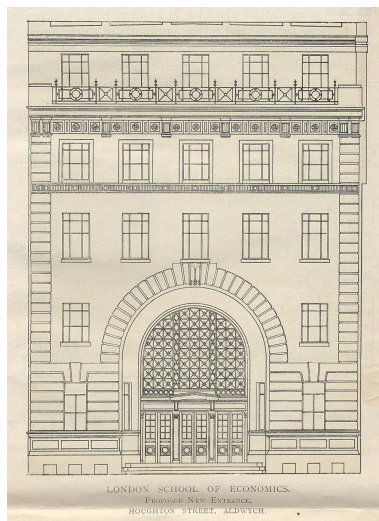


Рис. 4. Проект западного здания Лондонской школы экономики и политических наук *LSE* по Хоутон-стрит, (арх. *Trehearne & Norman*, 1920 г.)

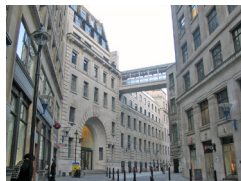


Рис. 5. Западное и восточные здания *LSE* по Хоутон-стрит (арх. *Trehearne & Norman*) (2005 г.)

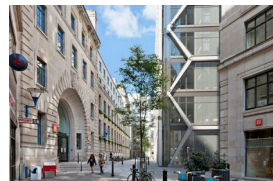


Рис. 6. Проект 2015 г.



Рис. 7а. Здание библиотеки «Дом Лайонела Роббинса» (1979 г.)

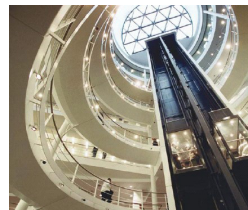


Рис. 7б. Атриум библиотеки (арх. *Норман Фостер*, 2001 г.)



Рис. 8. Схема кампуса LSE с выделением зоны под снос зданий для нового проекта (2009 г.)



Рис. 9. Проект арх. Rogers Stirk Harbour + Partners (2009 г.). Идея создания площади и пешеходной зоны кампуса LSE



Рис. 10. Студенческий Центр LSE Saw Hock Student Centre, (арх. O'Donnell + Tuomey, 2013 г.)



Рис. 11. План первого этажа нового LSE Centre Building (арх. Rogers Stirk Harbour + Partners, 2015 г.)

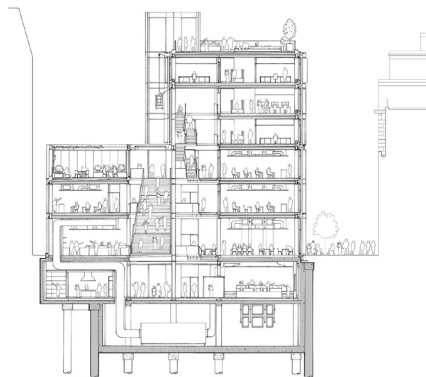


Рис. 12. Новое здание LSE Centre Building. Поперечный разрез



Рис. 13. Фасад здания LSE Centre Building со стороны новой площади кампуса и Хоутон-стрит (2015 г.)



вещение аудиторий, и богато украшен декоративной пластикой. Новый стиль не всегда находил отклик в сердцах строгих англичан и многие определяли его как «некрасивый». Здание использовалось до 2003 г. и было разобрано в связи с новым строительством.

Дальнейшее развитие школы в период 1906–1936 гг. шло по пути расширения и приобретения новых участков и зданий по Клэр Маркет и прилегающей улицы Хоутон-стрит (*Houghton Street*) (рис. 2 цв. вклейки) [12]. В 1920 г. здесь началось строительство западного здания (ныне известного как «старое» здание) по проекту архитекторов фирмы Trehearne & Norman (рис. 4 цв. вклейки). Это было важное мероприятие как для школы, так и для послевоенного Лондона: первый камень в строительство нового здания заложили Король Георг V и Королева Мария.

Архитектурный стиль здания сложно определить, соотнося его с мировыми тенденциями, где уже присутствовал функционализм и модернизм. Островное расположение Великобритании отразилось на развитии архитектуры, обусловив ее изолированность, а период между войнами охарактеризован критиками как период «эмоционального ожидания»: «Архитектура Британии 1920 г. была не более чем зал ожидания задержавшегося поезда «Модерн» [13].

Фасады здания выполнены в нашем понимании в стиле эклектики, где спокойное палладианство нарушено выразительным и сверхмасштабным арочным проемом главного входа (прием, характерный для общественных построек начала века). В продолжение темы крупный масштаб деталей (рустовка, мощный цоколь, разрезка стекла окон первого этажа) придают зданию выразительную монументальность и основательность.

Период с 1919 по 1937 гг. должность директора *LSE* занимал Лорд Уильям Беверидж (*William Beveridge*), которого считают вторым основателем школы. Это был период огромного роста не только строительства новых зданий школы, но и время мирового признания школы как одной из ведущих социальных научных центров в мире. Лорд Беверидж видел, что новое здание не оправдало надежд: быстрый рост числа студентов за период 1923–1927 гг. почти на 30 % (от 782 до 1014 чел. [9]) требовал нового пространства используемого «угла» улиц Хоутон и Клэр, и в 1927 г. после приобретения этой территории было начато строительство трехэтажного пристроя к западному корпусу архитекторами фирмы Trehearne & Norman (1932 г.). В своей работе они сохранили прежний стиль и основные приемы крупного масштаба (рис. 5 цв. вклейки), что добавило единство всему зданию.

Градостроительное формирование угла улиц Хоутон и Клэр Маркет было завершено в 1932 г. строительством здания библиотеки по проекту архитектора *A.S.G. Butler* [14] в стиле функционализма с характерным ритмом больших окон на плоском фасаде. Каркасное многоэтажное здание с уступами в плане было вписано в общую линию застройки исторического квартала, а примененные автором детали отделки фасада – имитация плоских пилястр, замковых камней, а также полоса скульптурных панно под окнами первого этажа – внесли деликатный посыл к исторической архитектуре квартала. Панно были выполнены по эскизам известного скульптора *Edgar Silver Frith* и символизировали мыслительный процесс человека.

Таким образом, к началу 1940 г. Хоутон-стрит приобрела черты университетского квартала с учебными зданиями, библиотекой, книжными магазинами и кафе. Годы войны и послевоенного периода были тяжелым периодом развития школы, как и всей страны. Дальнейшая деятельность *LSE* была связана с изме-



нениями в самой системе обучения и поиском новых пространств для развития школы в связи с увеличением притока студентов и усиления научной сферы деятельности, требующих очередного расширения библиотеки, аудиторий, конференц-залов.

В этот период идет освоение восточного угла улицы Хоутон и улицы Клеманс (*Clement's*). В 1958 г. в продолжение восточного здания было начато строительство здания по проекту архитектора *R. C. White-Cooper* [1], далее в 1964 г. начинается активное освоение улицы Клеманс: строятся два здания-башни, соединенные переходом (*of Clement's Inn Passage*). Проект выполняла фирма "*Sidney Cusdin of Easton and Robertson, Cusdin, Preston and Smith*". Функциональная архитектура на основе ж/б каркаса с ленточным остеклением выполнила роль связующего звена для соединения ведомственных учреждений, жилья и Языкового центра.

Развитие LSE как научного центра требовало постоянного увеличения библиотеки, площади читальных залов. «Библиотека является одним из самых больших владений в школе, и очень важно, чтобы ее рост не был приостановлен» – эти слова принадлежат директору школы Карп-Сондерсу [10]. В условиях затесненной исторической застройки эта проблема была актуальной. И в 1959 г. началась адаптация северного здания по Клэр Маркет под нужды библиотеки. Архитектором здесь вновь выступал *R. C. White-Cooper*. Функциональная простота и жесткость фасадов были несколько скрашены мозаикой, выполненной по эскизам *Harry Warren Wilson*.

Формирование крупного университетского квартала в условиях плотной исторической застройки, кроме положительных сторон удобства и престижности расположения вблизи Королевского дворца правосудия, концентрации и тесного взаимодействия научного и образовательного потенциала, имело и свои недостатки. Это выражалось, прежде всего, в нехватке зеленых пространств и мест отдыха. И в 1950 г. были приняты оригинальные решения освоения плоских кровель западного и восточных зданий для размещения там площадок для отдыха. Со временем эти кровли стали любимым местом студенчества, а построенный в 1950 г. верхний мост-переход соединил эти здания, добавив определенный комфорт.

Следующим важным приобретением школы в 1970 г. стала покупка старого здания (1911 г.) по ул. Португалии и дальнейшая реконструкция его под комплекс библиотеки с пространством для открытого доступа. Несколько лет планирования и сбора средств позволили создать 20 960 кв. м хорошо оснащенного здания (рис. 7а цв. вклейки), открытого летом 1979 г. и названного в честь великого экономиста Лайонела Роббинса [10]. В 1999 г. была предпринята новая реконструкция этого здания. Знаменитый архитектор Норман Фостер и партнеры (*Foster+Partners*) воплотили смелую идею и встроили атриум во внутреннее пространство здания, снабдив его системой центральных лифтов и спиральным пандусом, связавших все этажи библиотеки (рис. 7б цв. вклейки).

Конец XX века был ознаменован усилением демократических настроений, и школа откликнулась на это требование времени расширением общественных пространств за счет создания благоустроенных и озелененных мест для отдыха, спорта, кафе и торговой инфраструктуры, что позволило сформировать единое образовательное и коммуникационное пространство – кампус школы LSE.

В начале XXI века в связи с переосмыслением сферы образования как открытой, мобильной системы и возросшей общественной активности, предвидя грядущие изменения, школа принимает решение о строительстве (2013 г.) в районе улицы Клеманс отдельного общественного здания для студенческого Центра

(*LSE Saw Hock Student Centre*). Семь верхних и два подземных этажа здания позволили получить школе 6 101 кв. м полезной площади. Ультрасовременное динамичное здание сложной формы ассоциативно повторяет ломаные, запутанные линии окружающей исторической ткани (рис. 10 цв. вклейки), которую можно наблюдать через «дырчатую» оригинальную кирпичную конструкцию стен. Авторы проекта архитекторы O'Donnell + Tuomey [15] создали необычную планировку с открытым поэтажным пространством и активным перемещением по центральной винтовой лестнице, ставшей главной доминантой Центра.

Очередным перспективным решением по преобразованию *LSE* стал международный конкурс (РИБА) на проектирование нового Центрального здания школы, объявленный в 2009 г., в котором приняли участие 133 архитектора. Школой было заявлено, что в течение последних 40 лет идет поиск новой модели школы, которая стала бы образцом современной архитектуры, цель которой – идти в авангарде современного Вестминстера, включающей в себя смелые инновационные технологии, устойчивость и дающую вдохновение. Главной идеей проекта должна была стать площадь «естественного сердца», которая объединяла бы здание библиотеки, учебные здания и естественные маршруты передвижения студентов [16]. Для решения этой задачи в условиях затесненного исторического квартала было решено снести 4 учебных здания (рис. 8 цв. вклейки).

Победителями международного конкурса стала архитектурная фирма “*Rogers Stirk Harbour+Partners*” (“*RSHP*”), представившая наиболее интересный и эффективный способ решения градостроительной и архитектурной задачи формирования площади внутри кампуса (рис. 9 цв. вклейки) с применением достижений «зеленого» строительства. Вертикальный строй (рис. 6 цв. вклейки) и гибкие поэтажные планы (рис. 11 цв. вклейки) [17] позволяют создать инновационное пространство общей площадью 19 200 кв. м, где наряду с учебными аудиториями различной вместимости, научными помещениями, присутствуют ресторан, концертный зал, помещения общественного назначения и два подземных этажа. Светлое атриумное пространство объединяет общественные и студенческие объекты, создавая привлекательное пространство с выходом на зеленые террасы (рис. 12 цв. вклейки). Планировочная структура гибких, учебных помещений-трансформеров «вертится» вокруг лестницы, динамически развивающейся как в интерьере, так и на фасаде (рис. 13 цв. вклейки). При проектировании авторы работали с контактной группой из преподавателей и студентов, и дизайн от “*PSHP*” был поддержан большинством голосов.

Проект выполнен по системе пассивного «зеленого» строительства с нулевым выбросом углерода, с применением самых современных технологий климат-контроля, преимущественного использования естественной вентиляции (до 60 % всей площади здания, и только 15 % – приточно-вытяжной) [18]. Вертикальные пластины фасада различной конфигурации регулируют свет и освещенность помещений. Наличие поэтажных зеленых террас вносит приятное и полезное разнообразие как в интерьер, так и в фасад здания, придавая ему современный вид.

#### **Выводы:**

Проведенный анализ исторического и пространственного развития школы *LSE* показывает, что в условиях существующего спроса на экономическое и бизнес-образование при финансовой поддержке класса собственников на протяжении 120 лет образовательная среда школы прошла путь развития от непригодных жилых помещений через реконструкцию существующих и строительство новых учебных зданий, библиотеки к формированию университетского





квартала, а затем и целого кампуса с расширением сферы общественных помещений студенческого центра, строительством нового инновационного здания и формированием главной площади как ядра университетского кампуса. Каждый этап пространственного развития школы соответствовал существующей на тот момент парадигме бизнес-образования и в своей архитектурной форме отражал суть этого процесса.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Our history [Электронный ресурс] – [Режим доступа]: <http://www.lse.ac.uk/About-LSE/Our-history>. дата обращения 07.01.2017 г.
2. Adelphi days – LSE first home [Электронный ресурс] – [Режим доступа]: <http://www.blogs.lse.ac.uk/lsehistory/2015/10/14/adelphi-days-lses-first-home/> дата обращения 13.01.2017 г.
3. The Robert Adam Study Centre [Электронный ресурс] – [Режим доступа]: <http://www.soanefoundation.org/robertadam.html> дата обращения 10.01.2017 г.
4. David Watkin. A History of Western Architecture / KONEMANN. –1990. 45 p.
5. Robert Adam. Ruins of the palace of the Emperor Diocletian at Spalatro in Dalmatia / Printed for the author, 1764 iv. –33 p.
6. Всеобщая история архитектуры. Том VII. Западная Европа и Латинская Америка. XVII – первая половина XIX вв. / под. общ. ред. А. В. Бунина. – Москва: Стройиздат. – 1969. – 620 с.
7. Всеобщая история искусств. Том 4. Искусство XVII–XVIII вв. / Под общ. ред. Ю. Д. Колпинского, Е. И. Ротенберга. – Москва: Искусство, 1963. – 1067 с.
8. Archives LSE ac. Uk. [Электронный ресурс] – [Режим доступа]: <http://archives.lse.ac.uk/Advanced.aspx?src=CalmView.Places> дата обращения 13.01.2017 г.
9. Foundation and History of the International Relations Department [Электронный ресурс] – [Режим доступа]: [edeptment/historyofdept.aspx](http://edeptment/historyofdept.aspx). дата обращения 13.01.2017 г.
10. Making space for books and readers: a history of LSE’s Library [Электронный ресурс] – [Режим доступа]: <http://blogs.lse.ac.uk/lsehistory/2016/05/18/a-history-of-lses-library/> дата обращения 13.01.2017 г.
11. Passmore Edwards Hall [Электронный ресурс] – [Режим доступа]: [beginnings-passmore-edwards-hall/](http://beginnings-passmore-edwards-hall/) дата обращения 03.02.2017 г.
12. Archives LSE. [Электронный ресурс] – [Режим доступа] : <http://beginnings.ioe.ac.uk/begslse.html> дата обращения 13.01.2017 г.
13. Part Two: British architecture after the Great War 30 December, 2014 By Alan Power [Электронный ресурс] – [Режим доступа]: <https://www.architectural-review.com/today/.part-two-british-architecture-after-the-great-war/8674259.article>.
14. London School of Economics Old Building, Clare Market WC2 [Электронный ресурс] – [Режим доступа] : <http://ornamentalphassions.blogspot.ru/2016/07.london-school-of-economics-old-building.html> / дата обращения 11.01.2017 г.
15. LSE Saw Hock Student Centre / O’Donnell + Tuomey Architects [Электронный ресурс] – [Режим доступа]: дата обращения 23.01.2017 г.: <http://www.archdaily.com/555540/lse-saw-hock-student-centre-o-donnell-tuomey-architects>.
16. Rogers Stirk Harbour + Partners («RSHP») [Электронный ресурс] – [Режим доступа]: <http://www.rshp.com/> дата обращения 18.01.2017 г.
17. Design Details – [Электронный ресурс] – [Режим доступа]: <http://www.lse.ac.uk/intranet/LSEServices/estatesDivision/buildingAndConstruction/Centre-Buildings-Redevelopment/CBR-design-details.aspx#ad-image-0> / дата обращения 03.02. 2017 г.
18. LSE, Centre Buildings Redevelopment [Электронный ресурс] – [Режим доступа]: <http://www.chapmanbdsp.com/projects/lse,-centre-buildings-redevelopment.html> / дата обращения 18.01.2017 г.



**KIREEVA Tatiana Valentinovna, candidate of philosophical sciences, associate professor of the chair of landscape architecture and landscape construction**

## **HISTORICAL AND ARCHITECTURAL ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF THE COMPLEX OF BUILDINGS OF THE LONDON SCHOOL OF ECONOMICS AND POLITICAL SCIENCE**

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 433-93-92; fax: +7 (831) 430-19-36; e-mail: land@nngasu.ru

*Key words:* architecture of buildings of commercial education, architecture of buildings of business schools, business school campus, space of educational environment.

---

*The article provides an analysis of the historical and architectural development of the complex of buildings of one of the oldest business schools in almost 120 years of its existence; the reasons of changes and new construction, the style and methods of work of various architects for the integrated development of the historical quarter to meet education's needs are reflected.*

---

### REFERENCES

1. Our history [Elektronny resurs], [Rezhim dostupa]: <http://www.lse.ac.uk/About-LSE/Our-history>. Data obrascheniya 07.01.2017.
2. Adelphi days – LSE first home [Elektronny resurs], [Rezhim dostupa]: <http://www.blogs.lse.ac.uk/lsehistory/2015/10/14/adelphi-days-lses-first-home/> Data obrascheniya 13.01.2017.
3. The Robert Adam Study Centre [Elektronny resurs] – [Rezhim dostupa]: <http://www.soanefoundation.org/robertadam.html>, data obrascheniya 10.01.2017.
4. David Watkin. A History of Western Architecture / KONEMANN. – 1990. – 45 p.
5. Robert Adam. Ruins of the palace of the Emperor Diocletian at Spalatro in Dalmatia. Printed for the author, 1764 iv. 33 p.
6. Vseobschaya istoriya arkhitektury. Tom VII. Zapadnaya Evropa i Latinskaya Amerika XVII – pervaya polovina XIX vv. [General history of architecture. Vol. VII. Western Europe and Latin America of the XVII – early XIX centuries], pod obsch. red. A. V. Bunina. Moscow. Stroyizdat. 1969. 620 p.
7. Vseobschaya istoriya iskusstv. Tom 4. Iskusstvo XVII – XVIII vv. [General history of arts. Vol. 4. Arts of the XVII – XVIII centuries], pod obsch. red. Yu. D. Kalpinskogo, E. I. Rotenberga. Moscow. Iskusstvo, 1963. 1067 p.
8. Archives LSE ac. Uk. [Elektronny resurs] – [Rezhim dostupa]: <http://archives.lse.ac.uk/Advanced.aspx?src=CalmView.Places>, data obrascheniya 13.01.2017.
9. Foundation and History of the International Relations Department [Elektronny resurs] – [Rezhim dostupa]: <http://www.lse.ac.uk/internationalRelations/aboutthedeptment/historyofdept.aspx>, data obrascheniya 13.01.2017.
10. Making space for books and readers: a history of LSE's Library [Elektronny resurs] – [Rezhim dostupa]: <http://blogs.lse.ac.uk/lsehistory/2016/05/18/a-history-of-lses-library/> data obrascheniya 13.01.2017.
11. Passmore Edwards Hall [Elektronny resurs] – [Rezhim dostupa]: <http://blogs.lse.ac.uk/lsehistory/2014/06/30/houghton-street-beginnings-passmore-edwards-hall/> data obrascheniya 03.02.2017.
12. Archives LSE. [Elektronny resurs] – [Rezhim dostupa]: <http://beginnings.ioe.ac.uk/begslse.html>, data obrascheniya 13.01.2017.
13. Part Two: British architecture after the Great War 30 December, 2014. By Alan Power [Elektronny resurs] – [Rezhim dostupa]: <https://www.architectural-review.com/today/part-two-british-architecture-after-the-great-war/8674259.article>, data obrascheniya 13.01.2017.
14. London School of Economics Old Building, Clare Market WC2 [Elektronny resurs] –



[Rezhim dostupa]: <http://ornamentalphantasies.blogspot.ru/2016/07/london-school-of-economics-old-building.html>, data obrascheniya 11.01.2017.

15. LSE Saw Hock Student Centre / O'Donnell + Tuomey Architects [Elektronny resurs], [Rezhim dostupa]: <http://www.archdaily.com/555540/lse-saw-hock-student-centre-o-donnell-tuomey-architects>, data obrascheniya 23.01.2017.

16. Rogers Stirk Harbour + Partners ("RSH") [Elektronny resurs] – [Rezhim dostupa]: <http://www.rsh-p.com/> data obrascheniya 18.01.2017.

17. Design Details [Elektronny resurs] – [Rezhim dostupa]: <http://www.lse.ac.uk/intranet/LSEServices/estatesDivision/buildingAndConstruction/Centre-Buildings-Redevelopment/CBR-design-details.aspx#ad-image-0>. Data obrascheniya 03.02. 2017.

18. LSE, Centre Buildings Redevelopment [Elektronny resurs] – [Rezhim dostupa]: <http://www.chapmanbdsp.com/projects/lse,-centre-buildings-redevelopment.html>, Data obrascheniya 18.01.2017

© Т. В. Киреева, 2017

Получено: 04.03.2017 г.

УДК 72.035

**А. С. ШУМИЛКИН, канд. арх., доц. кафедры истории архитектуры и основ архитектурного проектирования<sup>1</sup>, главный архитектор<sup>2</sup>**

## **К ПРОБЛЕМЕ СОХРАНЕНИЯ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ. АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ РЕСТАВРАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-37; эл. почта: [ist\\_arh@nngasu.ru](mailto:ist_arh@nngasu.ru)

<sup>2</sup>ООО «Асгард»

Россия, 603093, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 81. оф. 7. Тел. (831) 434-21-07; эл. почта: [info@asgard-arch.ru](mailto:info@asgard-arch.ru)

**Ключевые слова:** объект культурного наследия, методика научной реставрации, модернизация, приспособление для современного использования.

---

*Рассматриваются базовые методологические направления и подходы в сфере сохранения культурного наследия. Анализируются основные тенденции, определяющие развитие этой сферы в России и в мире. Формулируется спектр актуальных задач, направленных на переосмысление сложившихся принципов сохранения с учетом современных условий архитектурно-градостроительной деятельности.*

---

Сохранение культурного наследия сегодня представляет одну из наиболее серьезных задач, стоящих перед современным обществом в России и за рубежом. В процессе поиска национальной самоидентификации наследию прошлого отводится роль связующего звена в преемственности традиций и базового ресурса устойчивого развития. Вместе с тем на практике все чаще на фоне единичных примеров сохранения памятников происходит беспрецедентное по своим масштабам уничтожение объектов историко-градостроительной среды и ее целостных фрагментов.

Мировая культурная политика в сфере сохранения наследия до настоящего времени официально базируется на общих принципах, сформулированных в



«Международной хартии по консервации и реставрации памятников и достопримечательных мест» (Венецианская хартия 1964 г.) [1]. Научная теория реставрации (отождествляемая с теорией сохранения недвижимых объектов культурного наследия), сложившаяся на рубеже XIX и XX вв. и воспринявшая принципиальные основы Венецианской хартии, определила базовые методологические направления в этой сфере деятельности.

В рамках традиционной парадигмы сформировалось два подхода к определению историко-культурной ценности памятников архитектуры. В русле антикварного подхода развивался метод археологической реставрации, основа которого была заложена во второй половине XIX века английским историком и теоретиком искусств Д. Рескином и его последователем У. Моррисом. Исторической подлинности данный подход отдает безусловный приоритет, ее максимальное сохранение названо принципиальным требованием к реставрации. Основанная на антикварном подходе теория консервации предполагает бережное отношение к историческим наслоениям, признаваемым ценными как отражение этапов бытования памятника.

Эстетический подход развивает методы стилистической реставрации, основоположником которой в XIX веке стал французский архитектор-реставратор, искусствовед и историк архитектуры Э. Э. Виолле-ле-Дюк. Это направление базировалось на идее творческого воссоздания памятников на определенный период времени в формах, считающихся наиболее ценными с точки зрения архитектора-реставратора. Субъективно-эстетический подход опирается на представление о памятнике как о произведении искусства, при восстановлении общего архитектурного решения, утраченные элементы которого могут быть восполнены на основе исторических аналогов и в соответствии с художественными приемами данного архитектурного направления [2].

Рассмотренные подходы, развивавшиеся на протяжении двух столетий в практике деятельности по сохранению объектов культурного наследия, сформировали теоретические основы реставрации – комплексного вида проводимых на памятниках работ. Несмотря на индивидуальность конкретных случаев, в целом сложившуюся к концу XX века, видение реставрации характеризовалось признанием ценности позднейших наслоений и стремлением к их сохранению с безусловным научно-документальным обоснованием форм восстанавливаемых элементов (фрагментарная реставрация). Основной ее целью являлось продление жизни памятника при стремлении к минимальному вмешательству в историческую ткань.

Целостная реставрация с восстановлением первоначального облика памятника или его облика в период предполагаемого расцвета принципиально противопоставляется подходу фрагментарной реставрации. Направление стилистической реставрации во многом определило развитие отечественной реставрационной деятельности, полем для которой стали разрушенные, в том числе во время войны, уникальные архитектурные ансамбли и исторические памятники.

Сегодня можно констатировать, что произошедшие в обществе коренные социально-экономические перемены повлекли за собой значительные изменения в современной культурной политике и в отношении к наследию прошлого.

Преобладающую часть отечественного архитектурного наследия составляют памятники XIX – начала XX веков различной категории ценности. За более чем столетнюю историю существования лишь единицы из них подвергались комплексным ремонтно-реставрационным мероприятиям. В большинстве медленно разрушающиеся, доведенные до аварийного состояния и находящиеся в нем де-



сятелетиями эти здания привычно вписываются в категорию «ветхого фонда» не только градостроительной политикой, но и сознанием обывателей. Исторические здания в этой ситуации наделяются самыми негативными характеристиками, синонимичными опасной асоциальной среде. Подлинность, аутентичность памятника утрачивают свое значение, а воссозданный памятник «новодел» воспринимается не как профанация, а как достойная альтернатива неизбежно разрушающейся старине. Если в отношении крупных знаковых исторических памятников принципы научной реставрации формально соблюдаются, то массовой тенденцией при работе с небольшими объектами городской среды стало их частичное или полное разрушение с последующим воссозданием в новых материалах (фальсификация исторического облика).

Проблема сохранения наследия вышла за рамки узкой профессиональной деятельности – неоднозначность оценки результатов ее решения признается специалистами-реставраторами и находит широкий резонанс среди активно настроенных граждан. Картина реставрационной деятельности конца XX – начала XXI веков показывает, что практика в данной области во многом не отвечает тем принципам и разработанным на их основе методам сохранения, которые были закреплены в официальных документах в XX столетии. В большинстве случаев мы сталкиваемся с ситуациями, делающими невозможным полноценное применение постулатов традиционной теории сохранения культурного наследия при ее практической реализации. Типологическое разнообразие относящихся к различным категориям феноменов культурного наследия предполагает индивидуальный подход к выявлению их ценности и определению стратегий сохранения в каждом конкретном случае.

Исходя из исследования опубликованных научных материалов и непосредственного опыта, можно обобщить основные факторы и тенденции, определяющие развитие сферы сохранения отечественного культурного наследия сегодня.

Определяющим фактором стало формирование системы частного финансирования работ по сохранению наследия, первоочередной целью которого, как правило, является окупаемость затрат на восстановление памятника. Это повлекло смещение приоритетного направления в сторону приспособления объектов культурного наследия для современного использования.

Типология историко-архитектурного наследия нашей страны весьма обширна, однако преобладающими являются жилые здания, первоначальная функция которых уже не отвечает современным требованиям. Одним из условий сохранения памятников архитектуры стало наделение их новыми общественно значимыми функциями. При формальном соблюдении условия сохранения «предмета охраны» методами научной реставрации, здания, историко-культурный потенциал которых используется в соответствии с новой функциональной направленностью, неизбежно подвергаются модернизации и ревалоризации.

Соответствие объемно-планировочной и композиционной структуры зданий новым функциям во многом определяет выбор методов их сохранения и приспособления для современного использования. При этом памятник рассматривается не как целостное архитектурное произведение в единстве завершенного художественного образа, но как совокупность отдельных частей с различной степенью ценности. Сохранение «предмета охраны», вошедшее в реставрационную практику в начале 1990-х годов, по мнению ряда исследователей, нарушает как целостность архитектурной формы памятника, так и его подлинность, понимаемую как единство сохранившихся частей разных строительных периодов [3].



Как правило, даже при сохранении внешнего объема, внутренняя планировочная структура памятника оказывается значительно искаженной. Наряду с этим существуют примеры изменения объема в пользу расширения здания за счет освоения подземного пространства, надстроек его дополнительными этажами, введения пристраиваемых объемов. Распространенным в отечественной практике стал метод, получивший название «фасадизм» – восстановление одного исторического лицевого фасада здания при полной или частичной трансформации его внутренней структуры.

Правовое обеспечение охраны отечественного культурного наследия регулируется Федеральным законом «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» (2002 г.) [4]. Существует ряд развивающих его нормативных актов. Вместе с тем отмечается явная недостаточность организации функциональной деятельности в данной области. Во многом это связано с существующими пробелами и противоречиями в нормативно-правовом поле, отчасти являющимися следствием смысловой неопределенности понятийного аппарата с заимствованными иностранными терминами [5].

Изложенное выше положение формирует спектр актуальных задач в сфере сохранения культурного наследия. В профессиональной среде звучат мнения о необходимости критического анализа и переосмысления сложившихся принципов с учетом современных условий архитектурно-градостроительной деятельности. Это касается и российской, и мировой практики в целом.

Актуальные задачи, направленные на изучение и переосмысление фундаментальных основ реставрационной деятельности, можно сформулировать следующим образом:

- теоретическое обобщение основных практических результатов деятельности в сфере сохранения отечественного и мирового культурного наследия на различных этапах;
- уточнение типологической классификации объектов культурного наследия в аспекте их ценностных характеристик;
- выявление, обоснование и критическая оценка основных сложившихся методологических подходов к сохранению наследия;
- уточнение понятийно-терминологического аппарата и предметной области его применения;
- анализ и уточнение законодательной базы, регулирующей сохранение культурного наследия на российском и мировом уровне.

Несомненно, спектр задач может быть расширен при углубленном исследовании. На основе научного осмысления имеющегося опыта необходимо выработать продуктивные методологические подходы, отвечающие базовым принципам реставрационной деятельности, и вместе с тем расширяющие ее возможности в современных условиях. Целью является повышение качества сохранения уникального наследия, олицетворяющего как мировую культуру, так и культуру, и национальное достояние России.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Международная хартия по консервации и реставрации памятников и достопримечательных мест (Венецианская хартия) от 31 мая 1964 года // Международно-правовые документы по вопросам культуры. – Санкт-Петербург : СПб. ГУП, 1996.
2. Чернышева, Е. К. Научные и методологические проблемы реставрации: этические аспекты профессиональных отношений / Е. К. Чернышева // Реставрация в храме-памятни-





ке : материалы науч.-практ. конф. (Санкт-Петербург, 6–7 дек. 2006 г.). – Санкт-Петербург, 2006. – № 2.

3. Матвеев, Б. М. Деконструкция архитектурного наследия / Б. М. Матвеев. – Санкт-Петербург : Политехника-сервис, 2012. – 423 с. : ил.

4. Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон Рос. Федерации от 25.06.2002 № 73-ФЗ. – Режим доступа : КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф.

5. Шевченко, Э. А. Вопросы государственной политики развития исторических городов России / Э. А. Шевченко, Т. А. Вайнштейн // Вестник «Зодчий. 21 век». – 2003. – № 4. – С. 78–85.

**SHUMILKIN Aleksandr Sergeevich, candidate of architecture, associate professor of the chair of history of architecture and foundations of architectural design<sup>1</sup>, chief architect<sup>2</sup>**

#### **TO THE PROBLEM OF CULTURAL HERITAGE PRESERVATION. ACTUAL TASKS OF RESTORATION ACTIVITIES**

<sup>1</sup> Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel: +7 (831) 430-17-37; e-mail: ist\_arh@nngasu.ru

<sup>2</sup> JSC «Asgard»

81, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603093, Russia. Tel.: +7 (831) 434-21-07; e-mail: info@asgard-arch.ru

*Key words:* object of cultural heritage, methodology of research of restoration, renovation, adaptation for modern use.

---

*The article considers basic methodological ways and approaches in the field of cultural heritage preservation. Main trends determining the development of this sphere in Russia and in the world are analyzed. A range of relevant tasks aimed at reconsideration of the existing conservation principles, taking into account the current conditions of architectural and urban planning, is formulated.*

---

#### REFERENCES

1. Mezhdunarodnaya khartiya po konservatsii i restavratsii pamyatnikov i dostoprimechatelnykh mest (Venetsianskaya khartiya) ot 31 maya 1964 goda [International Charter on the Conservation and Restoration of Monuments and Sites (Venice Charter) of May 31, 1964]. Mezhdunarodno-pravovye dokumenty po voprosam kul'tury [International legal documents on culture]. Saint-Petersburg. SPb GUP, 1996.

2. Chernysheva E. K. Nauchnye i metodologicheskie problemy restavratsii: eticheskie aspekty professionalnykh otnosheniy [Scientific and methodological problems of restoration: ethical aspects of professional relations]. Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Restavratsiya v khrame-pamyatnike» [Materials of the scientific-practical conference "Restoration in the Temple-monument"] (Sankt-Peterburg, 6–7 dekabrya, 2006 g.). Saint-Petersburg, 2006. № 2.

3. Matveev B. M. Dekonstruksiya arkhitekturnogo naslediya [Deconstruction of architectural heritage]. Saint-Petersburg. Politehnika-servis, 2012. 423 p.: ill.

4. Ob ob'ektakh kul'turnogo naslediya (pamyatniki istorii i kul'tury) narodov Rossiyskoy Federatsii [On objects of cultural heritage (monuments of history and culture) of the peoples of the Russian Federation]. [Elektronnyy resurs], feder. zakon Ros. Federatsii ot 25.06.2002 № 73 – FZ. Rezhim dostupa: KonsultantPlyus. Zakonodatelstvo. VersiyaProf.



5. Shevchenko E. A., Vaynshteyn T. A. Voprosy gosudarstvennoy politiki razvitiya istoricheskikh gorodov Rossii [Issues of the state policy of the development of historical cities of Russia]. Vestnik "Zodchiy. 21 vek". [Bulletin "Architect. 21 century"]. 2003. № 4. P. 78–85.

©А. С. Шумилкин, 2017

Получено: 25.03.2017 г.

УДК 719:72.03 (470.341)

**Е. М. ВОЛКОВА**, канд. арх., доц. кафедры стандартизации и инженерной графики

### **АРХИТЕКТУРНЫЙ ОБЛИК ДЕРЕВЯННОЙ ЦЕРКВИ ПОКРОВА (1780) ДЕРЕВНИ МИЛИНО ЧКАЛОВСКОГО РАЙОНА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»  
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-95;  
эл. почта: skynn@mail.ru

*Ключевые слова:* архитектурный облик, церковь Покрова, д. Милино, Чкаловский район, Нижегородская область.

---

*Выполнен комплексный анализ архитектурного облика Покровской церкви деревни Милино Чкаловского района Нижегородской области.*

---

Деревня Милино, помимо Пуреха и Вершилова, также принадлежала князю Дмитрию Пожарскому, возглавившему народное ополчение 1612 года, освободившее русские земли от захватчиков. Церковь Покрова находится в центре поселения (рис. 1), ее начинали строить еще при жизни князя, завершили уже после его смерти. Первоначально она имела два престола: Покрова Пресвятой Богородицы и Архангела Михаила, изображенного на знамени ополчения князя Пожарского, с которым он освобождал Москву. В адрес-календаре Нижегородской епархии за 1888 год Покровская церковь значится как деревянная, двухпрестольная, построенная в 1780 году [1].

Покровская церковь появилась после запрещения Никоновским собором 1653 года постройки шатровых церквей, однако желание возводить высокие сооружения, возвышавшиеся над рядовой застройкой, нашло выражение в образе ярусных церквей, которые строились с конца XVII века. Композиция ярусного храма в Милино состоит из двух восьмериков на четверике с невысокими прирубами – алтарем и трапезной, собранными в единый объем типа «корабль». Ближе к середине XIX века трапезная церкви была расширена, а с запада появилась четырехъярусная колокольня, взявшая на себя композиционный акцент сооружения (рис. 2, 3). Вероятно, тогда же в связи с изменившимися вкусами здание церкви Покрова было обшито досками, украшено колоннами, пилястрами, карнизами в классическом духе, ее кровли были покрыты железом. Деревянная рубленая церковь Покрова расположена на кладбище, огороженном деревянным решетчатым забором, с воротами на кирпичных столбах с запада и севера.

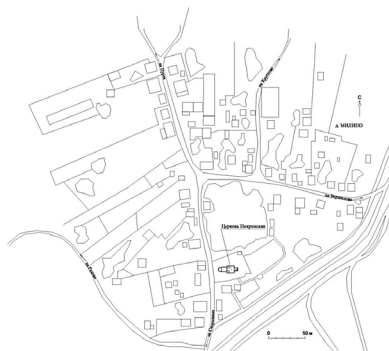


Рис. 1. Милино. План села с указанием Покровской церкви. Чертеж автора

В адрес-календаре Нижегородской епархии на 1904 год, составленном Драницыным Н. И. [2], упомянуто, что в д. Милино есть деревянный храм (1780) с престолами – главным холодным Покрова Пресвятой Богородицы, правым теплым престолом великомученика Георгия, левым – святителя Николая Чудотворца; земли при церкви – 36 д.; в приходе 6 домов; людей православных: 399 мужчин, 440 женщин; раскольников: 63 мужчины, 69 женщин, есть церковно-приходская школа.



Рис. 2. Милино. Покровская церковь (деревянная). Вид с юго-востока.  
Фото Пегова В. Д., 1959 г.

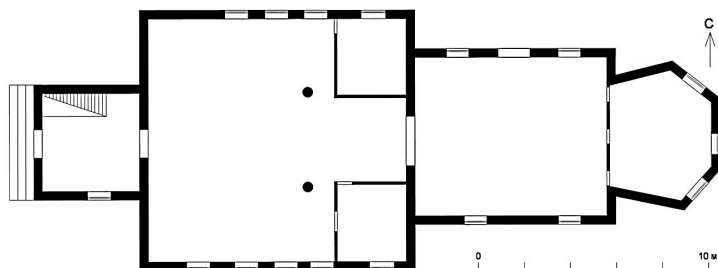


Рис. 3. Милино. План первого яруса Покровской церкви. Чертеж автора

Редкий образец деревянного культового зодчества – церковь Покрова сохранилась при советской власти. В 1947 году были выполнены ее схематические обмеры для отдела охраны памятников архитектуры Управления по делам архитектуры РСФСР. В 1959 году был проведен ее осмотр инспектором по охране памятников культуры, представителем Горьковского историко-архитектурного музея-заповедника заведующим отделом памятников архитектуры в присутствии главного архитектора Горьковской реставрационной мастерской С. Л. Агафонова. Согласно составленному акту, сруб церкви не имел деформации, обшивка была цела, однако северное крыльцо прогнило, сени западного входа отделились от основного здания, кровля проржавела. Внешние архитектурно-конструктивные элементы памятника и его стены, обшитые досками с нашитыми пилястрами, наличниками с деревянными профилями, находились в удовлетворительном состоянии. На внешних стенах сохранились следы красной краски, имитирующей кирпичную кладку, не было лепнины, скульптуры, живописи. Внутренние стены и потолки были оштукатурены, расписаны маслом в конце XIX – начале XX века, сохранился резной иконостас первой половины XIX века и паникадило. Полы деревянные крашенные, на окнах, требующих ремонта, железные решетки. Помещения Покровской церкви пустовали, в здании не было отопления, освещения, водопровода, канализации.

На основании осмотра церкви, проведенного летом 1963 года Агафоновым С. Л., был составлен паспорт памятника архитектуры [3]. Церковь, находящаяся на государственном бюджете, подробно обследовалась (в том числе и фундаменты) летом 1974 года, по итогам был составлен технический паспорт объекта, было выявлено, что здание ветхое, пришло в негодность, никем не используется. Сегодня, к сожалению, его состояние только ухудшилось (рис. 4, 5).



Рис. 4. Милино. Покровская церковь. Вид с севера. Фото автора, 2011 г.

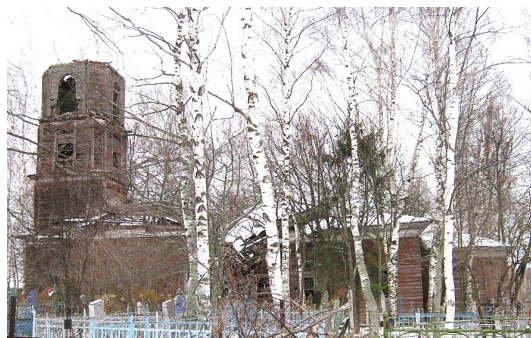


Рис. 5. Милино. Покровская церковь. Вид с юга. Фото автора, 2011 г.

Чкаловский район Нижегородской области сегодня представлен памятниками архитектуры, в основном каменными культовыми зданиями [4, 5], только в деревне Милино сохранилась уникальная деревянная церковь, построенная в 1780 году на землях Дмитрия Пожарского, героя ополчения 1612 года, имя которого сегодня стало особенно актуальным. К сожалению, дерево недолговечно и здание церкви – памятника архитектуры регионального значения – сегодня сильно разрушено. Возможно, отреставрированное оно могло бы послужить людям как храм, стало бы важным местом на туристической тропе, проходящей по местам народного ополчения, подвиг героев которого потомки не забыли.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Снежницкий, А. Адрес-календарь Нижегородской епархии [в 1888 г.] / А. Снежницкий. – Нижний Новгород : Тип. губерн. правления, 1888. – 1031 с.
2. Драницын, Н. И. Адрес-календарь Нижегородской епархии на 1904 год / Н. И. Драницын. – Нижний Новгород : [б. и.], 1904. – Вып. XVI. – 308 с.
3. УГО ОКН НО. Паспорт ОКН. Деревня Милино, Покровская церковь, 1780 г. / сост. С. Л. Агафонов. – 1963.
4. Волкова, Е. М. Архитектурный облик церквей Никольской и Рождества Богородицы в селе Пурех Чкаловского района Нижегородской области / Е. М. Волкова // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2016. – № 2 (38). – С. 160–168.
5. Волкова, Е. М. Архитектурный облик Предтеченской церкви п. Катунки Чкаловского района Нижегородской области / Е. М. Волкова // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2016. – № 3 (39). – С. 85–93.

**VOLKOVA Elena Mikhaylovna, candidate of architecture, associate professor of the chair of standardization and engineering graphics**

#### **THE ARCHITECTURAL IMAGE OF THE CHURCH OF PROTECTION OF THE VIRGIN (1780) IN MILINO VILLAGE OF THE CHKALOVSK DISTRICT OF THE NIZHNY NOVGOROD REGION**

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering  
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-95;  
e-mail: skynn@mail.ru

*Key words:* architectural image, church of Protection of the Virgin, Milino village, Chkalovsk district, Nizhny Novgorod region.



*The article is devoted to a complex analysis of the architectural image of the church of Protection of the Virgin in Milino village of the Chkalovsk district of the Nizhny Novgorod region.*

#### REFERENCES

1. Snezhniskiy A. Adres-kalendar Nizhegorodskoy eparkhii [Address-calendar of the Nizhny Novgorod diocese]. Nizhny Novgorod. 1888. 1031 p.
2. Dranitsin N. N. Adres-kalendar Nizhegorodskoy eparkhii [Address-calendar of the Nizhny Novgorod diocese]. Nizhny Novgorod. 1904. XVI. 308 p.
3. UGO OKN NO. Passport OKN. Derevnya Milino, Pokrovskaya tserkov, 1780 g. [Milino village, the church of Protection of the Virgin]. Sost. S. L. Agafonov, 1963.
4. Volkova, E. M. Arkhitekturny oblik tserkvey Nikolskoy i Roshdestva Bogoroditsy v sele Purekh Chkalovskogo rayona Nizhegorodskoy oblasti [The architectural image of the Nicolskaya and the Christmas of God churches in Purekh village of the Chkalovsk district of the Nizhny Novgorod region]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit.un-t. Nizhny Novgorod. 2016. № 2 (38). P. 160–168.
5. Volkova, E. M. Arkhitekturny oblik Predtechenskoy tserkvi p. Katunky Chkalovskogo rayona Nizhegorodskoy oblasti [The architectural image of the Precursor church in the Catunky settlement of the Chkalovsk district of the Nizhny Novgorod region]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit.un-t. Nizhny Novgorod. 2016. № 3 (39). P. 85–93.

© **Е. М. Волкова, 2017**

Получено: 17.12.2016 г.



# АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

УДК 72.01(470.341-25)

А. Л. ГЕЛЬФОНД, чл.-кор. РААСН, д-р арх., проф., зав. кафедрой архитектурного проектирования

## СТРЕЛКА: ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ МЕСТА

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

*Ключевые слова:* Стрелка, функциональный потенциал, общественное пространство.

*Статья посвящена актуальной проблеме – путям организации общественного пространства на территории Стрелки на слиянии Волги и Оки в Нижнем Новгороде. Автор статьи раскрывает высокий функциональный потенциал этой знаковой территории.*

Стрелка – ключевое место для России, подчеркивая слияние двух красивейших рек (рис. 1 цв. вклейки), оно изначально играло выраженную коммуникативную роль. И в то же время долго являлось автономной закрытой территорией. Здесь сошлось все: Природа, История, Общество, Человек. Возвышенное и земное: Собор Александра Невского (рис. 2 цв. вклейки) и порт крупнейшего советского города с заводами гигантами индустрии (рис. 3 цв. вклейки).

Суть любого общественного пространства – присутствие в нем людей и возможность их общения – обязывает задуматься о функциональном наполнении этого пространства. Проблема жизнеспособности архитектурного произведения напрямую связана с темой его адресата (реципиента, потребителя, заказчика), поскольку, как известно, лишь востребованное человеком сооружение выдерживает испытание временем и может уцелеть при социальной ломке. Даже руинированные объекты культурного наследия продолжают жить, пока являются, например, объектом туризма (Звартноц, Изборск). Если человек уходит из здания, то из него уходит и жизнь. Конечно, на это можно возразить, что именно человек подчас и губит архитектурный объект или архитектурную среду, видоизменяя их до неузнаваемости под свои временные нужды, которые могут привести к утрате произведения, но мы поведем речь о периоде функционирования объекта [1].

В какой-то момент в силу внешних (социально-экономические условия) или внутренних (утрата или деформация одной или нескольких типологических составляющих: функции, конструкции или формы) факторов наступает терминальное (граничное) состояние для архитектурного объекта или общественного пространства. Возрождение строится на потенциальных возможностях каждой из этих составляющих, но при этом наиболее активной и подвижной является именно функция в силу своей родовой восприимчивости, гибкости и связи с адресатом. Именно функция в какой-то момент способна продиктовать любую форму, равно как и подчиниться любой форме. Необходимо отметить, что сооружение, желая уцелеть под воздействием новых требований времени, открывает в себе внутренние резервы, подобно тому, как человек мобилизует в трудный момент все свои возможности.

Как указывал, вводя понятие «функциональный потенциал сооружения», академик И. Г. Лежава, «пространство всегда избыточно по отношению к той функции, ради которой оно создано». Действительно, время подчас диктует новые требования к объекту, он теряет первоначальную (родовую) функцию, планировочную структуру, типологию. Еще больше вопросов возникает, если под «архитектурным объектом» мы подразумеваем не здание, а общественное пространство как пространственный каркас, связывающий здания. Появляется мысль, что оно не проектировалась изначально под конкретного адресата, а трактовалось как некий универсальный «ничей» остаток между «адресными» или «адресованными» зданиями. Поэтому целесообразно анализировать функциональный потенциал места.

Подчеркивая природные особенности города, Стрелка играет важную градостроительную, смысловую и знаковую роль, формирует речные панорамы заречной части, просматривается с видовых площадок нагорной части: место встречи потоков, людей; территория, которую нельзя рассматривать в отрыве от примыкающих к ней мест непосредственно и визуально.

Остановимся на истории проектирования в районе Стрелки в течение последних 10 лет. В 2007 г. в проекте планировки и межевания территории «Стрелка-сити», выполненном МП ИРГ «НижегородгражданНИИпроект», на Стрелке был впервые запланирован парк. Проект парка был разработан НПО «Архстрой» и утвержден Градостроительным советом в 2009 г. Средокрестье продольных осей набережных Волги и Оки отмечалось круглой площадью, для которой позже арх. Ю. Н. Карцев выполнил проект звонницы набатного колокола. В 2013 г. Архитектурной мастерской ННГАСУ была запроектирована Аллея славы как первая очередь Парка Славы. Проект был утвержден Градостроительным советом. Эскизным проектом была предусмотрена организация площади на берегу, на месте слияния рек Волги и Оки, и аллеи от проезда со стороны собора Александра Невского до проектируемой площади с доминантой в центре – звонницей. Она располагается на оси симметрии Стрелки и Аллеи Славы. Площадь вокруг звонницы отведена под свободное пространство для проведения культурно-массовых мероприятий, во время которых будет доступен обзор Нагорной части. Спуски к воде формируются вокруг двух обелисков в честь Оки и Волги. Пакгаузы проектом были сохранены. В 2013 г. ПИ УС «Арена» был запроектирован футбольный стадион на 45 тыс. зрителей, который в настоящее время осуществляется строительством. В 2014 г. ООО НПП «Архитектоника» был выполнен проект планировки и межевания, который предполагал развитие и благоустройство территории в границах улиц Совнаркомовская, Керченская, а также набережных рек Волги и Оки. В рамках проекта планируется организация движения общественного транспорта в районе проведения чемпионата, а также создание обширной пешеходной зоны на побережье рек. В районе существующего порта предполагалось разбить парк культуры и отдыха, а также создать бульвар, соединяющий будущий парк с территорией Нижегородской ярмарки. Проект был утвержден Градостроительным советом.

В 2015 г. пакгаузы с ажурными металлическими конструкциями вдоль Волги были идентифицированы как павильоны XVI Всероссийской промышленной и художественной выставки 1896 г. в Нижнем Новгороде, перемещенные с XV Всероссийской промышленной выставки 1882 г. в Москве [2]. В настоящее время рассматривается вопрос об их историко-культурной ценности, целесообразности сохранения на существующем месте и отнесении к вновь выявленным объектам культурного наследия (рис. 4 цв. вклейки).

**К СТАТЬЕ А. Л. ГЕЛЬФОНД  
«СТРЕЛКА: ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ МЕСТА»**



Рис. 1. Стрелка слияния рек Волги и Оки



Рис. 2. Собор Александра Невского, арх. Л. В. Даль, 1868–1881 гг.



Рис. 3. Горьковский грузовой порт



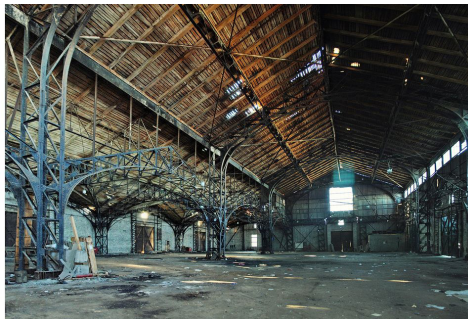


Рис. 4. Пакгаузы вдоль Волги. Конструкции 1882 г. Фото И. С. Агафоновой, 2016 г.



Рис. 5. Пакгаузы вдоль Оки. Фото И. С. Агафоновой, 2016 г.



Рис. 6. Дипломный проект «Универсальный выставочный комплекс на Стрелке», дипломница Е. Смирнова, рук. доц. Я. Л. Шаболдин, 2016 г.







Рис. 8. Клаузуры студентов кафедр архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды «Новая жизнь Стрелки»





В пакгаузах вдоль Оки применены конструкции раннего железобетона: кесонированные потолки и изящные утоняющиеся книзу колонны (рис. 5 цв. вклейки).

В 2016 г. на кафедре архитектурного проектирования ННГАСУ был выполнен ряд курсовых и дипломных проектов, посвященных архитектурно-планировочному решению Стрелки и ее приспособлению для современного использования складских сооружений (рис. 6, 7 цв. вклейки). Осенью 2016 г. состоялся конкурс клаузур студентов кафедр архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды ННГАСУ (рис. 8 цв. вклейки) в рамках проекта «Новая жизнь Стрелки». Главная идея всех проектных предложений: территория должна открыться горожанам, не потеряв при этом своей идентичности, вместо закрытой зоны здесь должно возникнуть общественное пространство.

В соответствии с генеральным планом города Нижнего Новгорода территория Стрелки относится к следующим функциональным зонам:

- ОИ – зоны многофункциональной общественной застройки центрально-го исторического района, зон охраны ОКН и зон Достопримечательных мест;
- Осп-к – зона культурно-просветительского назначения и культовых объектов;
- природно-рекреационная, Р-3п – зона парков.

Исторически этому месту присущи следующие реальные функции: культовая – собор Александра Невского; промышленная – территория порта. Потенциальные функции: музейно-выставочная; спортивная – стадион – и все общественные функции, связанные с его обслуживанием; фан-зона ЧМ 2018.

Все перечисленные выше функции в конкретный момент времени могут являться доминирующими или сопутствующими. Во время приспособления объекта для современного использования на передний план выступает одна из сопутствующих или несколько сопутствующих функций, а основная доминирующая функция временно отступает, скрывается, становится латентной. Именно на этой особенности функции строится механизм ее трансформации, принцип смены функциональных приоритетов. Когда кончаются реальные общественные функции, им на смену приходят иллюзорные – синтетическое наполнение художественными составляющими, элементами ДАС, сменными событиями. Примером может служить организация общественных пространств за счет насыщения арт-объектами во время фестивалей, праздников, народных гуляний.

Трактуя общественное пространство как некое чередование зон рецепции и релаксации, подчеркнем, что при их организации необходимы отдельные элементы притяжения – «магниты» (аттракторы) на транзитном пути следования потребителя и связывающие их благоустроенные прогулочные коммуникации. Причем главные «магниты» существенно изменяются в зависимости от адресата ОП: для туристов это – музей, кафе и магазин книг и сувениров, для жителя – двор детской образовательной организации или школы и магазин продуктов, для сотрудника, следующего пешком на работу, – аптека и магазин цветов. В любом случае задача архитектора и градостроителя – склонить адресата к определенной линии поведения, задать сценарий движения и восприятия, в соответствии с чем и выстраивались концепции.

Масштаб этого места столь велик, что в случае организации здесь парка, пакгаузы приобретают характер парковых павильонов. С этой позиции сохранения достойны все четыре пакгауза, как вдоль Волги – с ажурными металлическими конструкциями, так и вдоль Оки – с ранними железобетонными конструкциями. Примером могут служить павильоны Оранжери и Же-де-Пом в саду Тюильри в

Париже, реконструкция которых проходила в соответствии со сменой функционального назначения. С точки зрения приспособления для современного использования и функционального наполнения, считаю, что эти павильоны могли бы включать музейно-выставочную функцию как с постоянной, так и с временной экспозицией. Например, это мог быть музей техники, как предлагалось в проектах наших магистрантов. Один из павильонов можно было бы приспособить под художественную галерею, т. к. в городе большое художественное наследие недавнего прошлого недоступно для общего обзора. Выставочная функция как наиболее гибкая по определению подразумевает постоянную смену, поэтому предлагается как доминирующая (рис. 7 цв. вклейки).

Открытая экспозиционная зона Нижегородского музея науки и техники, которую предполагается соединить общественной веткой монорельсовой железной дороги с музеем науки и техники, рядом с планетарием. Яркие достижения техники – корабли, суда на подводных крыльях, экранопланы – связаны со стихией воды и будут логично позиционироваться именно на набережных [3]. Обновленное позиционирование Нижнего Новгорода как крупного научного, инновационного и производственного центра мирового уровня с богатыми традициями и актуальными задачами позволит осуществить:

- формирование новых ОП как мест социальной активности;
- интеграцию в передовой актуальный опыт создания подобных объектов;
- выявление функционального потенциала знаковых для города мест – набережной реки Оки и Стрелки – слияния Волги и Оки.

Концепция основывается на создании универсального пространства для отдыха, проведения массовых познавательных-развлекательных и творческих мероприятий, представления научно-технических достижений и экспонатов самых различных масштабов и тематик как исторических, так и современных.

Особая атмосфера места дополняется в парке сочетанием близкой к классической планировочной структуры и портовой зоны набережной с открытой экспозицией. Ее поддерживает ассоциативный ряд, создаваемый за счет элементов оформления парка: входная группа, напоминающая заводскую трубу, смотровая площадка-причал в виде каркаса подводной лодки, канал вокруг нее, по форме напоминающий Бетанкуровский, пакгаузы и используемые материалы: металл, красный состаренный кирпич, декор из запчастей, точечного воссоздания атмосферы, в которой техника реально используется. Техника не только является экспонатом, но и может выступать в качестве павильонов различного назначения. Часть павильонов имеет форму, позволяющую им плавно переходить в плоскость озеленения посредством эксплуатируемой кровли. Конструкция в форме подводной лодки используется как смотровая, игровая площадка и причал. Игра масштабов дает возможность тактично разместить на данной территории прототипы даже самых крупных объектов. Пакгаузам отводится новая функция. Например, у пакгаузов, расположенных со стороны р. Оки, переосмысливаются фасады, делаются прозрачными с сохранением внутренних конструкций, а у пакгаузов, расположенных вдоль р. Волги (рис. 7 цв. вклейки), предлагается полностью открыть конструкции, с возможностью остекления в холодный период.

Функциональный потенциал места базируется на ряде оснований. Прежде всего, Нижний Новгород – город на великих реках, поэтому набережные – особые знаковые природные места для демонстрации уникальных достижений рук человека. Концептуальная связь природного и антропогенного начал, заложенная в таком подходе, является основополагающей – идея создания универсального об-



публичного пространства, которое обладает неограниченным функциональным потенциалом и может быть востребовано сегодняшним и завтрашним адресатом.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гельфонд, А. Л. Тема адресата в формировании общественных пространств / А. Л. Гельфонд // Архитектура и строительство России. – 2016. – № 3. – С. 44–51.
2. Гельфонд, А. Л. Архитектурная концепция нижегородского музея науки и техники / А. Л. Гельфонд, М. В. Дуцев // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2014. – № 4. – С. 169–173.
3. Виноградова, Т. П. Глазами очевидца. Всероссийская промышленная и художественная выставка 1896 года / Т. П. Виноградова. – Нижний Новгород : Кварц, 2016. – 184 с. : ил.

**GELFOND Anna Lasarevna, corresponding member of RAACS, doctor of architecture, professor, holder of the chair of architectural design**

#### STRELKA: THE FUNCTIONAL POTENTIAL OF THE PLACE

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering  
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83,  
e-mail: gelfond@bk.ru  
*Key words:* Strelka, functional potential, public space.

---

*The article is devoted to an actual problem – organization of the public space on the Strelka site at the confluence of the Volga and Oka rivers in Nizhny Novgorod. The author reveals a high functional potential of this iconic site.*

---

#### REFERENCES

1. Gelfond, A. L. Tema adresata v formirovanii obshchestvennykh prostranstv [The theme of an addressee in formation of public spaces]. Arkhitektura i stroitelstvo Rossii [Architecture and construction of Russia], 2016, № 3. P. 44 – 51.
2. Gelfond, A. L., Dutsev M. V. Arkhitekturnaya kontseptsiya nizhegorodskogo muzeya nauki i tekhniki [The architectural conception of Nizhny Novgorod museum of science and technology]. Privolzhskiy nauchniy zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkh.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2014. № 4. P. 169–173.
3. Vinogradova T. P. Glazami ochevidtza. Vserossiyskaya promyshlennaya i khudozhestvennaya vystavka 1896 goda [By the eyes of a witness. All-Russian industrial and artistic exhibition of 1896]. Nizhny Novgorod, Kvarts, 2016, 184 p. : il.

© А. Л. Гельфонд, 2017

Получено: 18.02.2017 г.



УДК: 727.11:37.03

**Е. Ю. АГЕЕВА<sup>1</sup>**, д-р филос. наук, проф. кафедры архитектуры;  
**С. Ю. ИЛЬИНА<sup>2</sup>**, канд. филол. наук, доц. кафедры английского языка;  
**А. А. СИДОРИНА<sup>1</sup>**, магистрант кафедры архитектуры

## АРХИТЕКТУРА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ШКОЛ КАК ОТРАЖЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В ПЕДАГОГИКЕ

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»  
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 436-15-75;  
факс: (831) 436-20-49; эл. почта: ag\_eu@bk.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный лингвистический университет  
им. Н. А. Добролюбова»

Россия, 603155, г. Н. Новгород, ул. Минина, д. 31а, корпус 3. Тел.: (831) 416-60-17;  
факс: (831) 436-15-75; эл. почта: rudolstadt@mail.ru

*Ключевые слова:* архитектурная среда, архитектура школьных зданий, интеллектуальные школьные здания, трансформация пространства.

---

*Анализируются современные проекты инновационных школьных зданий – интеллектуальных школ – где сама структура здания является частью образовательного и научного процесса. Основной замысел таких школ – побуждение детей к исследовательской и научной деятельности, раскрытие их способностей и талантов и улучшение социального взаимодействия детей.*

---

В современной педагогике приоритетным становится личностно-ориентированный подход, гуманное отношение к развивающейся личности, организация сотрудничества с учащимися с целью формирования у них заинтересованности в получении качественного образования, потребности в полноценном нравственном и духовном развитии личности.

Формирование рассматриваемой потребности невозможно без продуманного инновационного школьного пространства, которое становится интеллектуальным. И сейчас появляются новые проекты, идея которых заключается в строительстве интеллектуальных (умных) школ, сама структура которых будет частью образовательного процесса и предоставит возможности для гармоничного развития человека.

Какое место отводится архитектуре школьных зданий в организации образовательного процесса?

В современном учебно-воспитательном процессе главными являются знания и информация, а также достижения науки и экономики современного постиндустриального общества. В современной личности педагоги признали наиболее ценными качествами, такие как проактивность и креативность. А главный метод достижения – всестороннее развитие – именно оно будет способствовать личной самореализации.

Таким образом, задача архитектора заключается в создании школьного пространства, позволяющего осуществлять множество различных функций. При этом изменяются не только структура школьных пространств, но и роль самой школы в структуре жилого поселения. И уже существует множество таких зарубежных школ, здания которых сами являются образовательным ресурсом и стали центром познавательной досуговой деятельности и активного отдыха и для



взрослого населения.

Определим основные учебно-воспитательные функции, которые влияют на формирование архитектуры школы. Это функции, влияющие на типологию школьного пространства, и функции, формирующие образ школы. Так, учебно-воспитательные функции влияют на архитектуру школьного пространства, а оно, в свою очередь, оказывает воздействие на ученика. Рассмотрим реальное действие этой триады «функция-архитектура-ученик» на примере основных принципов современных инновационных школ, которые отражают произошедшие изменения в педагогике.

Во-первых, при создании интеллектуальной школы учитывается, что педагогика все больше уходит от вкладывания контента в голову ученика. Фокус переносится на обучение навыкам, в частности сотрудничества. И уже организация традиционного пространства (учитель – у доски, класс – за партами) становится более сложной и вариативной. Таким образом, необходимой становится организация пространства, работающего в формате проектных групп, дискуссионных клубов. Если учитель не готов, то новаторское здание ему неудобно, некомфортно, и даже начинает мешать ему, а вот в обратном случае архитектура может усиливать роль учителей. В новационно организованном пространстве педагогика становится более разнообразной, и эффект достигается гораздо выше.

Одним из примеров современного функционального зонирования стала интеллектуальная школа в колумбийском городе Медельин под названием Lusitania Paz (рис. 1а цв. вклейки). Автором проекта является архитектор Camilo Avellaneda. Необычная форма здания визуально делит школу на три функциональные зоны. Внутри расположены 27 классов с раздвигающимися стенами из стекла, спортивные залы, библиотеки, лаборатории, актовый зал и столовая (рис. 1б цв. вклейки). Внутри здание оборудовано современными технологиями «климат-контроль», которые подразумевают поддержание оптимальной температуры при любой погоде, что немаловажно для страны с жарким климатом. Солнечные батареи позволяют использовать альтернативный источник энергии для нужд школы. И это тоже один из принципов формообразования современных интеллектуальных школ, в которых требования экологии стоят на одном из первых мест при проектировании здания.

Следующий принцип – обязательное наличие трансформируемых пространств. Это отражение требований современной педагогики удачно отражено в проекте «Умной» школы в Иркутской области; архитектурное бюро из Дании SEBRA – автор множества проектов образовательных учреждений, спортивных и развивающих комплексов для детей, в том числе школы Mesterfjellet School в Ларвике, Норвегия. Школа в Иркутске является уникальным проектом для нашей страны (рис. 1в цв. вклейки).

Архитекторы датской компании считают, что основой концепции современной интеллектуальной школы должно быть сочетание детской инициативы и любознательности с организованной и продуманной школьной системой, с присущей ей заботой об учащихся и их безопасности. Форма здания – круг, его центром является внутренний двор. И переход между открытыми и закрытыми пространствами становится плавным и естественным. Данный проект направлен на создание самых разнообразных пространств, чтобы учесть индивидуальные особенности каждого ребенка, раскрыть его способности и таланты. При создании этой школы основными принципами послужили трансформируемость, многофункциональность и открытость пространств и помещений (рис. 1г цв. вклейки).



**К СТАТЬЕ Е. Ю. АГЕЕВОЙ, С. Ю. ИЛЬИНОЙ, А. А. СИДОРИНОЙ**  
**«АРХИТЕКТУРА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ШКОЛ**  
**КАК ОТРАЖЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В ПЕДАГОГИКЕ»**



Рис. 1а. Школа Lusitania Paz, Колумбия. Общий вид



Рис. 1д. «Назарбаев интеллектуальная школа» в г. Костанай. Главный вход



Рис. 1б. Школа Lusitania Paz, Колумбия. Интерьер



Рис. 1е. «Назарбаев интеллектуальная школа» в г. Таразе. Проект



Рис. 1в. «Умная школа», Россия, Иркутская область. Проект



Рис. 1ж. Школа будущего в Казани. Вестибюль



Рис. 1г. «Умная школа», Россия, Иркутская область. Интерьер



Рис. 1з Школа будущего в Казани. Творческая студия





Рис. 2а. Школа в Дилижансе. Армения. Фасад



Рис. 2д. Интеллектуальная школа в Летово, Москва. Фасад



Рис. 2б. Школа в Дилижансе. Армения. Интерьер



Рис. 2е. Интеллектуальная школа в Летово, Москва. Проект



Рис. 2в. South Harbor School, Копенгаген. Дания. Проект



Рис. 2ж. Здание школы в Кнокке-Хейст, Бельгия. Проект



Рис. 2г. South Harbor School, Копенгаген. Дания. Внутренний двор



Рис. 2з. Проект школы. Австралия. Laboratory for Visionary Architecture

Также удачным примером решения трансформации школьных пространств является «Назарбаев интеллектуальная школа» в г. Костанай (рис. 1д цв. вклейки). Основными особенностями данного образовательного проекта является активное использование современных образовательных программ, совмещение отечественных форм и принципов обучения с лучшими мировыми концепциями, формирование полиязычной и поликультурной образовательной среды.

Для реализации этого смелого образовательного проекта необходимо было создание особых условий, а именно: проектирование и строительство уникального образовательного учреждения, отвечающего самым высоким требованиям мировых стандартов. Как и во многих проектах интеллектуальных школ, основной отличительной особенностью от стандартных общеобразовательных школ является зонирование основных групп помещений, которая обеспечивает их технологическую самостоятельность и в то же время оптимальную коридорную связь субзон. Пространственное и планировочное решение этих школ далеко ушло от ортогональной системы проектирования. Трансформируемые перегородки позволили улучшить коммуникации в здании и оптимизировать направление движения людей при различных мероприятиях. Автором данного проекта является компания VI Group Казахстана. Подобные интеллектуальные школы открылись в Астане, Таразе (рис. 1е цв. вклейки), Петропавловске, Усть-Каменогорске и других городах.

Следующий принцип интеллектуальных школ – обязательное разнообразие школьных пространств и в меру яркая колористическая гамма. Например, школа ISK – школа будущего в Казани (рис. 1ж цв. вклейки). Авторы – американская группа архитекторов Fielding and Nair International – стремились к тому, чтобы дети развивались и впитывали как можно больше, общаясь между собой и учителями. Для этого были созданы нетривиальной формы коммуникационные пространства.

Действительно, нельзя запереть ребенка в четырех стенах, заставить сидеть на одном месте и ожидать высоких результатов и всестороннего развития. Каждый ребенок уникален, и этот педагогический принцип отражен в решении архитектуры интеллектуальных школ. Некоторые дети усваивают информацию визуально, некоторые на слух, некоторым нужно постоянно двигаться. Поэтому в этой школе такое разнообразие открытых, закрытых пространств, мест для уединения (рис. 1з цв. вклейки).

Принцип формирования школьного здания как центра досуга и культуры и для взрослого населения прекрасно решен на примере школы в армянском Дилижане (рис. 2а цв. вклейки). Школа частная и уникальная в плане архитектуры. У Дилижанской школы, автором которой выступил британский архитектор Тим Флинн, довольно широкая функциональная и социальная программа. Здание этой школы было адаптировано к армянской культуре и оказывает определенное влияние на весь регион, т. е. стало новым социальным центром, способным вовлечь в свою программу и местное население. Задачу этой школы архитектор видел в том, чтобы оно помогло дать образование, которое выходило бы за рамки школьного класса и стало бы движущим фактором для развития общественных пространств (рис. 2б цв. вклейки).

Следующим принципом интеллектуальной школы является взаимосвязь с природой. Например, многоуровневая школа с лужайками на крыше в Дании (рис. 2в цв. вклейки). Эта новая интеллектуальная школа открылась недавно в одном из районов Копенгагена на набережной. Здание школы имеет несколько



уровней, ломаные формы и много зеленых лужаек. Такая школа прекрасно интегрирована в разнотипный урбанистический ландшафт. Архитектурная фирма JJW Architects выступила автором этой новой школы под названием South Harbor School.

Нехватка свободного места на строительном участке натолкнула архитекторов на мысль создания игрового пространства прямо на крыше школы. Зеленые зоны, спортивные и игровые площадки расположены на нескольких уровнях здания (рис. 2г цв. вклейки). Кроме образовательных площадей для школьников в South Harbor School функционируют пространства, где могут провести свой досуг местные жители. В школе присутствует нечто сродни публичной библиотеке. В столовой также питаются не только ученики, но и жители квартала.

Достоинством примером интеллектуальной школы является уникальный проект строительства школьного комплекса для одаренных детей вблизи деревни Летово, город Москва (рис. 2д цв. вклейки). Проект разработан голландским бюро AtelierPro совместно с российской компанией «Атриум». Здание школы на 1012 человек станет центром крупного учебного комплекса, включающего в себя также четыре общежития на 560 учащихся, три преподавательских корпуса, спортивные и рекреационные территории. Здание школы в плане получило развитие по трем лепесткам. В высоту – оно разноэтажное: от одного до четырех этажей. Соответственно, получено огромное разнообразие архитектурных пространств при четкой функциональной схеме решения здания (рис. 2е цв. вклейки). Здание поделено на учебный и спортивный блоки. Спортивный блок имеет автономный вход и может использоваться для посетителей в любое время свободное от школьных занятий. Центральное просторное помещение главного корпуса может выполнять различные функции: рекреация, актовый зал или просторная аудитория. Для максимального естественного освещения выполнен витраж на южном фасаде здания, а также зенитные фонари в кровле. В здании спроектирован многоуровневый зимний сад. Все здания школьного комплекса будут соединены между собой подземными переходами.

Принцип объединения детей разных возрастов и взрослых осуществлен в проекте школы, разработанной архитекторами бюро NL Architects из Бельгии (рис. 2ж цв. вклейки). Участок для размещения здания выбран в городе Кнокке-Хейст. Функциональное современное здание спроектировано одноэтажным. В центре располагается главный и самый большой корпус, к нему присоединены четыре пристроя разных размеров. В этом здании будут размещены и школа, и детский сад, и помещения для обучения взрослых.

В центральном корпусе будут расположены спортивный и актовый залы. Кроме того, архитекторы посчитали необходимым сделать в здании большую подземную парковку для персонала школы и родителей учащихся. Особенностью этой школы является ее крыша, которая полностью озеленена и напоминает холм. В кровле предусмотрены узкие окна-щели, сквозь которые будет проникать дополнительный естественный свет. Архитектурное решение школы не противоречит окружающей застройке и гармонично вписывается в нее, создавая визуальный центр притяжения, сродни природному объекту. Внутреннюю и внешнюю отделку здания планируется выполнять из дерева как из наиболее экологичного материала.

Еще один удивительный проект интеллектуальной школы будущего предложили австралийские архитекторы лаборатории Laboratory for Visionary Architecture (рис. 2з цв. вклейки). Структура этой школы будет частью образовательного процесса. Это и интерактивные стены, и трансформируемость прак-



тически всех внутренних стен и перегородок, и размещение в стенах объемных экспозиций по естественнонаучным предметам. Также архитекторы обращают внимание прежде всего на экологичную составляющую строительства. Тесное взаимодействие с окружающей природой, по их мнению, способствует и социальному взаимодействию учащихся. Здание имеет пластичные округлые стены, что сделано для улучшения инсоляции здания и мягкого рассеивания света внутри учебных помещений. Большое количество остекления и открытые террасы придают зданию легкость. Использование экологичных материалов значительно снижает стоимость строительства. Здание спроектировано модульным, что позволит изготовить отдельные части-модули на производстве, а в последствии произвести лишь их сборку.

Практически во всех проектах интеллектуальных школ прослеживается тенденция использования плавных форм и линий. Отсутствие углов делает школьные здания более пластичными, открытыми и безопасными. Такие формы стен также способствуют мягкому рассеиванию света внутри помещений.

Используя принципы организации школьного пространства, такие как: многофункциональность школьного пространства; изменение структуры школьных пространств; изменение самой роли школы в структуре жилого поселения; появление пространств, работающих в формате проектных групп; дискуссионных клубов; пластичная форма здания; отсутствие углов; нетривиальной формы коммуникационные пространства; открытость пространств и помещений; интерактивные стены; связь с природой и учет требований экологии; использование натуральных материалов в отделке; в меру яркая колористическая гамма; интерактивность конструктивных элементов здания – все это приводит к тому, что сама школа становится образовательным ресурсом, способным отражать изменения в педагогике. Такой подход должен стать идеей архитектуры школьного здания – импульсом для интеллектуального развития ребенка.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Morgun, N. Complex (All-Round) Method of Architectural Modernization of Rural School Buildings / N. Morgun, S. Isakova, N. Evtushenko-Mulukaeva // World Applied Sciences Journal. – 2013. – № 26 (7). – P. 885–890.
2. Агеева, Е. Ю. Тенденции развития архитектурной среды школьных зданий / Е. Ю. Агеева, А. А. Сидорина // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2016. – № 4 (40). – С. 119–124.
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. – № 38 (Прил.).
5. Украшение городского ландшафта: школа, напоминающая арт-объект [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.novate.ru/blogs/210816/37710/>.
6. СЕВРА : официальный сайт компании [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://cebraarchitecture.dk/work/>.
7. В Костанае открылась Назарбаев Интеллектуальная школа [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://kapital.kz/gosudarstvo/35869/v-kostanae-otkrylas-nazarbaev-intellektualnaya-shkola.html>.





**AGEEVA Elena Yur'evna<sup>1</sup>, doctor of philosophic sciences, professor of the chair of architecture; IL'INA Svetlana Yur'evna<sup>2</sup>, candidate of philosophic sciences, associate professor of the chair of the English language; SIDORINA Anastasiya Andreevna<sup>1</sup>, undergraduate student of the chare of architecture**

## **ARCHITECTURE OF INTELLECTUAL SCHOOLS AS REFLECTION OF CHANGES IN PEDAGOGICS**

<sup>1</sup>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\_eu@bk.ru

<sup>2</sup>Nizhny Novgorod Linguistics University named after N. A. Dobrolyubov

31a, Minin St., Nizhny Novgorod, 603155, Russia. Tel.: +7 (831) 436-15-75; fax: +7 (831) 436-20-49; e-mail: rudolstadt@mail.ru

*Key words:* architectural environment, architecture of school buildings, intellectual school buildings, transformation of space.

---

*The article analyzes modern projects of innovative school buildings – intellectual schools – where the design itself is a part of educational and scientific process. The main purpose of such schools is stimulation of children's research and scientific activities, development of their abilities and talents, improvment of social interaction of children.*

---

## **REFERENCES**

1. Morgun N., Isakova S., Evtushenko-Mulukaeva N. Complex (All-Round) Method of Architectural Modernization of Rural School Buildings. World Applied Sciences Journal. 2013. N26 (7). P. 885–890.
2. Ageeva E. Yu., Sidorina A. A. Tendentsii razvitiya arkhitekturnoy sredy shkolnykh zdaniy [Trends of development of architectural environment of modern school buildings]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. 2016. № 4 (40). P. 119–124.
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: Sroyizdat, 1977. 235 p.: il.
4. Naydanova P. A., Degtyaryov S.A. Arkhitektura sovremennykh shkolnykh zdaniy. Arkhitekton: izvestiya vuzov [Architecton: Proceedings of higher education], 2012, № 38 (Pril.).
5. Ukrashenie gorodskogo landshafta – shkola napominayuschaya art-ob'ekt [Elektronny resurs] – Rezhim dostupa: <http://www.novate.ru/blogs-210816-37710>.
6. CEBRA: Ofitsialny sayt kompanii [Elektronny resurs] – Rezhim dostupa: <http://cebraarchitecture-dk-work>.
7. V Kostanae otkrylas Nazarbaev intellektualnaya shkola [Nazarbaev intellectual school has been open in Kostanay]. [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: <https://kapital-kz-gosudarstvo-35869-v-kostanae-otkrylas-nazarbaev-intellektualnaya-shkola.html>.

© **Е. Ю. Агеева, С. Ю. Ильина, А. А. Сидорина, 2017**

Получено: 25.03.2017 г.





УДК. 72.023:691.11

Д. А. КОЛЕВАТЫХ, аспирант кафедры градостроительства

## ДНК ДЕРЕВЯННОЙ АРХИТЕКТУРЫ. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ АБСОРБЦИЯ КАК СПОСОБ ЭВОЛЮЦИИ ВЕТХОГО ЖИЛИЩНОГО ФОНДА

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Архитектурно-строительный институт

Россия, 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 194. Тел.: (846) 242-17-84; факс: (846) 332-19-65; эл. почта: sgasu@samgasu.ru

*Ключевые слова:* ДНК, деревянная архитектура, трансформация, коммерциализация, абсорбция, способы проектирования.

---

*Эволюция в переводе с латинского «evolutio» – разворачивание. Однако можем ли мы наблюдать эволюционные признаки у деревянной исторической архитектуры в регионах России? Можем ли предположить переход от «количественного» состояния объекта к «качественному», от «устаревшего» к «современному» и не в рамках разворачивания, «распаковки», а в рамках ограничений, лишений и сжатий пространственных и экономических ресурсов, которые становятся новой современной строительной парадигмой Российской Федерации?*

---

Анализируя ситуацию, сложившуюся в градостроительной области относительно ветхого жилищного фонда, автору статьи хотелось бы провести некоторую терминологическую аналогию с биологическими дисциплинами и вынести отдельно следующие термины:

Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) – макромолекула (одна из трех основных, две другие – РНК и белки), обеспечивающая хранение, передачу из поколения в поколение и реализацию генетической программы развития и функционирования живых организмов [1].

Абсорбция – (лат. absorptio от absorbere – поглощать, поглощение) химический или физический процесс впитывания одного вещества другим. Поглощаемое вещество полностью пропитывает поглощающее [1].

По состоянию на 2016 год в Самарской области в городе Самаре в трех районах старого города насчитывается до 150 пожаров, прошедших за последние несколько лет. Статистика ведется самарским общественным движением на Интернет-ресурсе и периодически обновляется [2]. В статистику включены возгорания, как правило, деревянной архитектуры. 26 апреля 2016 года информационный портал Самары опубликовал список 636 домов в Самаре, подлежащих сносу [3]. Учитывая опубликованные данные и с каждым годом нарастающий темп исчезновения деревянной архитектуры в Самаре [4], тема сохранения исторической составляющей в пространственной ткани города убеждает нас, что является куда более чем просто актуальной и не требует подтверждений. Данная тема является далеко не новой для архитекторов Самары, Поволжья, Москвы и всей России в целом, а за последние несколько десятилетий обрела статус почти глобальной, в частности для регионов России, где деревянная архитектура является до сих пор довольно распространенным явлением [5, 6]. Учитывая, что за последние годы объем ветхого жилья в РФ увеличился в 4–5 раз (так как большинство построек приходится на отрезок времени досталинского периода), Россию



ожидает в скором времени волна массового обновления в жилищном вопросе [6]. Возникновение новых построек на местах снесенных или сгоревших деревянных домов вызывает разногласия среди общественности и в кругах архитекторов на тему борьбы «универсального» с «уникальным» [6], «коммерческого» с «историческим» и «лирично-романтического» с «прозаичным». Иными словами, рациональность использования городской территории жители и архитекторы видят по-своему, а застройщик по-своему. Рациональность «застройщика» определяется экономически выгодным проектом, а уже на второй план уходят архитектурные, средовые и дизайн-решения, а также вопрос о самостоятельной оригинальной попытке поиска своего архитектурного пути, что и является причиной разногласий. Экономически выгодная модель выглядит вполне тривиально: превалирование в центральной части города вертикальной (высотной) застройки с целью получения большей площади (квадратных метров для продажи), задействовав меньшую площадь земельного участка под само здание. Данная модель, однако, тоже не является новой, и в мировой практике есть внушительное количество примеров, которые были реализованы. Однако ситуация в Самаре в реальности выглядит немного иначе. За последние годы в Самаре построены следующие высотные здания (рис. 1 цв. вклейки). Необходимо подчеркнуть, что автор данной статьи выбрал именно задания как жилого, так и общественного назначения, указывая на однотипность их оболочек. Учитывая, что в российской современной ментальности часто прототипы (образы) не создаются, а заимствуются из соседних культур, стилистик, направлений [7], стилистическая составляющая данных построек не является исключением и сохраняет «правила жанра». Но и здесь нужно сделать несколько уточнений, чтобы увидеть ситуацию в целом, а также и с социального ракурса. Жителей из исторического центра города из недавно сгоревших или разрушенных зданий переселяют на периферию города в некие поселки, которые тоже вызывают неоднозначное отношение среди городской общественности. В то время, когда новые здания: торговые, жилые и бизнес-центры, построенные на месте первых, едва ли наполовину сдаются под аренду, зачастую простаивают и пустуют [8]. Учитывая все особенности и детали данной ситуации, тема общественных разногласий, описанных выше, становится более наглядной. По данному вопросу в разное время в ходе дискуссий высказывались выдающиеся деятели города Самары [9]. Народный художник России Комиссаров И. Е. выдвинул предположение, что со стороны рядового жителя города деревянная архитектура воспринимается в первую очередь через фронтальную составляющую, иными словами, через фасад здания, выходящего на улицу. Так как внутреннее пространство двора, рекреация и прилегающая территория внутри носят неформальный статус «личной» для владельца жилья, то для прогулок и посещений «чужаками» и любопытствующими она, как правило, табуирована [10]. Известный пейзажист Комиссаров И. Е. выдвинул гипотезу, что в целях сохранения именно образа (оболочки) здания перед неизбежным сносом или демонтажем, можно «срезать» фасадную часть, тем самым создавая из нее барельефную композицию, которая будет рассматриваться как фронтальный исторический городской пейзаж (рис. 1) с последующим использованием его в качестве прототипа в строительстве, реставрации или создании из таких барельефов галерейной экспозиции в формате историко-архитектурного музея города Самары [10].

**К СТАТЬЕ Д. А. КОЛЕВАТЫХ  
«ДНК ДЕРЕВЯННОЙ АРХИТЕКТУРЫ.  
ПРОСТРАНСТВЕННАЯ АБСОРБЦИЯ КАК СПОСОБ  
ЭВОЛЮЦИИ ВЕТХОГО ЖИЛИЩНОГО ФОНДА»**



Рис. 1: *а* – торгово-офисный центр «Вертикаль»; *б* – жилой комплекс «Портал Билдинг»; жилой комплекс «На Вилоновской»; *в* – бизнес-центр «Скала Холл»; *г* – здание ООО «Газпром трансгаз Самара»; *д* – бизнес-центр «Капитал»; *е* – жилой комплекс «Арго»; *ж* – жилой комплекс «Ладья», *з* – жилой комплекс «Европейский квартал» Бест-Хаус

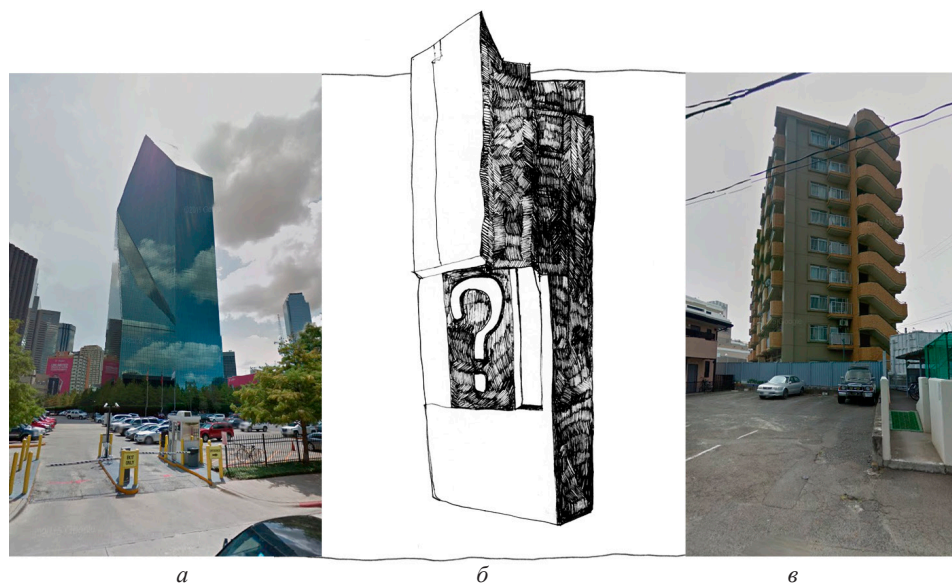


Рис. 2: *а* – Fountain Place (США); *б* – поисковый образ (РФ); *в* – жилой многоэтажный комплекс Сентай (Япония)



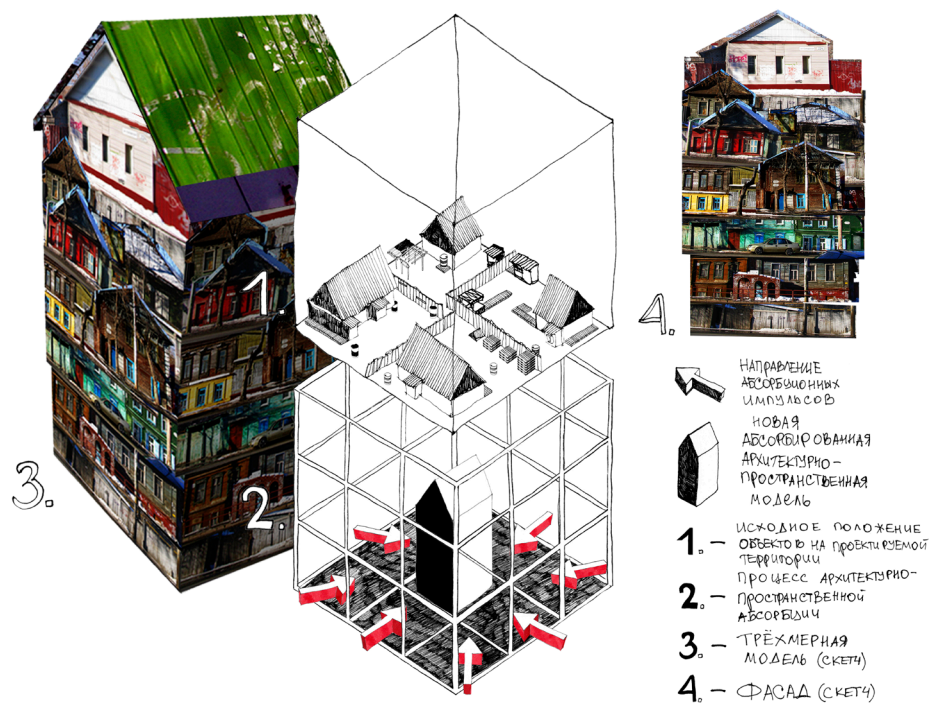


Рис. 3. Иллюстрация способа «Архитектурно-пространственная абсорция»



Рис. 4. Биоморфное состояние ветхого жилищного фонда в г. Самаре



Рис. 1. Экспозиция «Барельефные композиции демонтированных фасадов»

Многие предложения и способы выдвигались и обсуждались на протяжении двух десятилетий, однако универсального решения так и не было найдено. Практически большинство способов пытаются отсрочить неизбежное, а именно полное исчезновение существующего облика старой части города. Автору данной статьи видится возможным выдвинуть гипотезу о неизбежной утрате всего существующего целостного исторического облика города в долгосрочной перспективе. Другими словами, пока идут обсуждения и дискуссии, в это же самое время незащищенная аутентичная среда и архитектура города Самары исчезают. Нужно отметить, что зачастую интерес представляют не деревянные архитектурные памятники города, которые имеют покровителей и статус охраняемых объектов, а частные жилые дворы, постройки и очень часто самострой, который имеет никем не навязанные правила формы и средообразования, чем и заслуживает неформальный статус локального феномена с точки зрения архитекторов и не только. На данную тему проводит глубокое исследование в течение последних двух десятилетий профессор Малахов С. А. (СГАСУ) с привлечением в аналитическую и практическую работу большого количества студентов и коллег [11]. Анализируя полученные данные, можно предположить, что тенденция исчезновения деревянной архитектуры в Самаре не будет сбавлять обороты, и скорее всего, будет доведена до логического финала – то, чему суждено сгореть, – сгорит или разрушится, а новым торговым центрам и новым жилым зданиям на месте первых – будет суждено появиться. Автор данной статьи считает возможным в условиях неравнозначного противостояния данных «идеологий» и неизбежного застраивания исторического центра Самары найти выход через способ пространственной абсорбции, который подразумевает непредотвратимость потери большей части исторического архитектурного наследия в силу различных причин. Их спектр ва-





рыруется от глобальных, таких как пересмотр статуса территорий в историческом центре города, до банальных: нежизнестойкости деревянных конструкций перед неблагоприятными климатическими и временными факторами. Даже в отчаянных попытках реставрируемые и обслуживаемые различными общественными инициативами [12] данные здания рано или поздно придут в аварийное положение со всеми вытекающими последствиями. Способ пространственной абсорбции включает в себя вынужденное поглощение смежных пространств и построек относительно сохраняемого объекта, с целью концентрации их на ограниченной площади. Данный способ поможет неким образом «консервировать» исчезающую ордерную структуру в обреченных случаях, пусть и микшируя ее. Это позволило бы затормозить процесс обезличивания городского облика из-за некорректного использования застройщиком заимствованных прототипов и образов. В то же время это дает возможность городу иметь путь трансформации и экспериментов, позволяя инвесторам строить новые объекты, но не уничтожать ДНК деревянной архитектуры, давая возможность ей на возрождение в новых объектах, когда этому будут способствовать условия. Способ «пространственной абсорбции» имеет два основополагающих этапа. Первый, по мнению автора, носит название «fix space» – процесс архивации, упаковки – и представляет собой, если использовать метафору, спешное упаковывание вещей в чемодан перед отъездом (скорость необходима, как правило, в том случае, когда судьба ветхих домов предreshена, и они ждут своей участи на снос в скором времени). Ко второму этапу, который носит название «slow extracting and sensitive reconstruction», стоит приступать, когда распаковке данной ордерной системы не будут угрожать внешние факторы различного происхождения. Такого рода «консервирование пространственной ткани города» даст возможность в последующем выявить ДНК-составляющую, которая даст возможность воссоздавать, «клонировать» и трансформировать этот «геном». Успешность способа определяется глубиной анализа и выявления «формообразующих микроэлементов», таких как: фактуризация, конструкции, оболочка, цвет, сценографическое наполнение, структура, ритмическая планировка, зонирование и пр. (рис. 2).

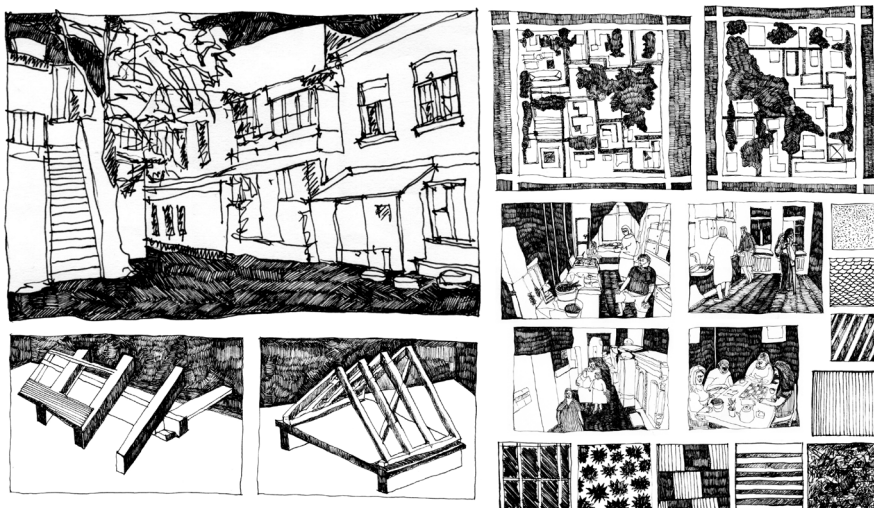


Рис. 2. Формообразующие элементы: сценографическое наполнение, структура, ритмическая планировка, зонирование, оболочка, фактуризация



Данный способ будет позволять воссоздавать даже утраченные здания путем формирования их не по общим ориентировочным признакам, а по ключевым архетипичным элементам, относящимся именно к данному объекту. Данный способ стоит применять для каждого частного случая индивидуально, но общий алгоритм самой абсорбции пространства в каждом случае одинаков. Автор проиллюстрировал данный способ (рис. 3 цв. вклейки). Стоит заметить, что сегодня в Самаре историческая деревянная архитектура на фоне строящихся высотных зданий выглядит цветной биоморфной массой с каждым годом становящийся все более безликой и подвергаемая различным разрушающим факторам. Автор данной статьи попытался проиллюстрировать данный процесс (рис. 4 цв. вклейки). В контексте извечного вопроса «преемственности образов» и набившей оскомину темы «самоидентификации», автору кажется возможным попытаться решить несколько задач одновременно, используя описанный выше способ пространственной абсорбции. В современной российской архитектуре это позволит сделать шаг в сторону самостоятельного оригинального развития и поиска аутентичности (рис. 2 цв. вклейки), не копируя при этом буквально (как это происходит сейчас) примеры и архитектурные течения иных стран и государств, которые стремительно развиваясь и создавая новые тенденции в архитектурной дисциплине, по-прежнему заставляют нас «брать» все лучшее «там», не видя этого «здесь».

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Микробиология: словарь терминов / под ред. Н. Н. Фирсова. – Москва : Дрофа, 2006. – 256 с.
2. Другой город [Электронный ресурс] / Самар. интернет-журн. – Режим доступа : [http://drugogorod.ru/city\\_maps\\_03\\_03](http://drugogorod.ru/city_maps_03_03).
3. Другой город [Электронный ресурс] / Самар. интернет-журн. – Режим доступа : [http://drugogorod.ru/shot\\_list\\_26\\_04](http://drugogorod.ru/shot_list_26_04).
4. Другой город [Электронный ресурс] / Самар. интернет-журн. – Режим доступа : [http://drugogorod.ru/cultural-herita\\_ge](http://drugogorod.ru/cultural-herita_ge).
5. Колеватых, Д. А. Архетипы вчера и сегодня. Современные архетипы в российской архитектуре / Д. А. Колеватых // Вестник СГАСУ. – 2015. – Вып. № 3. – С. 31–40.
6. Zasekin.ru [Электронный ресурс] / Самар. независимый информ. – аналит. портал. – Режим доступа : <http://zasekin.ru/edition/obshhestvo/16781>.
7. Смирнов, С. А. Антропология города, или о судьбах философии урбанизма в России [Электронный ресурс] / С. А. Смирнов. – Режим доступа : [http://anthropology.ru/texts/smirseal/ancity\\_2.html](http://anthropology.ru/texts/smirseal/ancity_2.html).
8. ProGorodSamara.ru [Электронный ресурс] / Самар. новостной портал. – Режим доступа : <http://progorodsamara.ru/news/view/177292>.
9. Dom.63 [Электронный ресурс] / Новости недвижимости. – Режим доступа : <http://dom.63.ru/text/expert/244340.html>.
10. Ольферт, П. П. Каталог персональной выставки Комиссарова И. Е. / П. П. Ольферт. – Тольяти : Современник, 1991.
11. Малахов, С. А. Учебная мастерская Сергея Малахова и Евгении Репиной 1999–2014 / С. А. Малахов, Е. Репина. – Екатеринбург : TATLIN, 2014. – 196 с.
12. Другой город [Электронный ресурс] / Самар. интернет-журн. – Режим доступа : <http://drugogorod.ru/tom-sawyer-fest-online>.



**KOLEVATYKH Dmitry Alekseevich, postgraduate student of the chair of town planning**

**DNA OF WOODEN ARCHITECTURE.  
SPATIAL ABSORPTION AS MEANS OF TRANSFORMATION  
OF OLD HOUSING**

Samara State Technical University, Institute of Architecture and Civil Engineering  
194, Molodogvardeyskaya, St., Samara, 443001, Russia. Tel.: +7 (846) 242-17-84;  
fax: +7 (846) 332-19-65; e-mail: sgasu@samgasu.ru

*Key words:* DNA, wooden architecture, transformation, commercialization, absorption, methods of design.

---

*The word "evolution" originally comes from the Latin word 'evolutio', which denotes unrolling, but can we apply this term referring to historic wooden architecture of Russian regions? Can we practically presume a conversion of the "quantitative" state of wooden architecture to the 'qualitative' one, from 'ramshackle' to 'modern', implying that we're coping not with a process of unrolling or unpacking, but with current restrictions, destitution and suppression of spatial and economical resources, which nowadays are eventually becoming a neoteric building paradigm of the Russian Federation?*

---

REFERENCES

1. Mikrobiologiya: slovar terminov [Microbiology: dictionary of terms]. Pod red. Firsova N. N. Moscow: Drofa, 2006. 256 p.
2. Drugoy gorod [Another city]. [Elektronny resurs]. Samar. internet-zhurn – Rezhim dostupa: [http://drugogorod.ru/city\\_maps\\_03\\_03/](http://drugogorod.ru/city_maps_03_03/).
3. Drugoy gorod [Another city]. [Elektronny resurs]. Samar. internet-zhurn – Rezhim dostupa: [http://drugogorod.ru/shot\\_list\\_26\\_04/](http://drugogorod.ru/shot_list_26_04/).
4. «Drugoy gorod» samarskiy internet-zhurnal/ [EHlektronnyj resurs] / Rezhim dostupa: <http://drugogorod.ru/cultural-heritage/>.
5. Kolevatykh D. A. Arkhetipy vchera i segodnya. Sovremennye arkhetipy v rossiyskoy arkhitekture [Archetypes yesterday and today. Modern archetypes in Russian architecture]. Vestnik SGASU [Vestnik SGASU]. Vyp. № 3, 2015. P. 31–40.
6. Zasekin.ru. [Elektronny resurs]. Samar. nezavisimy inform.-analit. portal – Rezhim dostupa: <http://zasekin.ru/edition/obschestvo/167817>.
7. Smirnov S. A. Antropologiya goroda, ili o sudbakh filosofii urbanizma v Rossii [Anthropology of the city, or about the destiny of urbanism philosophy in Russia]. [Elektronny resurs]. – Rezhim dostupa: [http://anthropology.ru/ru/texts/smirseal/ancity\\_2.html](http://anthropology.ru/ru/texts/smirseal/ancity_2.html).
8. ProGorodSamara.ru [Elektronny resurs]. Samar. novostnoy portal – Rezhim dostupa: <http://progorodsamara.ru/news/view/177292>.
9. Dom.63 [House.63]. [Elektronny resurs]. Novosti nedvizhimosti [Real estate news] – Rezhim dostupa: <http://dom.63.ru/text/expert/244340.html>.
10. Olfert P. P. Katalog personalnoy vystavki Komissarova I. E. [Catalogue of I. E. Komissarov's personal exhibition]. Togliatti. Sovremennik. 1991.
10. Drugoy gorod [Another city]. [Elektronny resurs]. Samar. internet-zhurn – Rezhim dostupa: <http://drugogorod.ru/tom-sawyer-fest-online/>.
11. Malakhov S. A., Repina E. A. Uchebnaya masterskaya Sergeya Malakhova i Evgenii Repinoy 1999–2014. Ekaterinburg. TATLIN. 2014. 196 p.
12. Drugoy gorod [Another city]. [Elektronny resurs]. Samar. internet-zhurn. – Rezhim dostupa: <http://drugogorod.ru/tom-sawyer-fest-online/>.

© Д. А. Колеватых, 2017

Получено: 17.12.2016 г.



УДК 721.054.7

М. А. ЯКОВЛЕВ, аспирант кафедры архитектурного проектирования

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ СКЛАДСКИХ ЗДАНИЙ

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: nlg@nngasu.ru

*Ключевые слова:* складские здания и комплексы, технико-экономическая оценка проектных решений, технико-экономические показатели.

---

*При проектировании утилитарных сооружений, таких как складские здания, очень важна экономичность и эффективность архитектурных, технических и технологических решений, их грамотная технико-экономическая оценка. Анализируются и систематизируются применяемые на практике технико-экономические показатели, а также предлагаются новые.*

---

Технико-экономические показатели складского хозяйства можно разделить на две группы: организационно-экономические и архитектурно-планировочные [1].

Систему **организационно-экономических показателей**, отражающих эффективность размещения складского комплекса и эффективность логистического процесса на складе, можно разделить на пять групп [2]:

1. Показатели, характеризующие **степень удовлетворения запросов потребителей**.
2. Показатели, отражающие **качество работы склада**.
3. Показатели **количественные, временные**.
4. Показатели **затрат**.
5. Показатели, **отражающие финансово-экономические** результаты.

К **первой группе** относят оценку потребителями уровня выполнения заказа: возврат товаров потребителями, связанный с неправильной комплектацией, нарушениями упаковки, числом задержек отгрузки товаров, жалобами потребителей, показателями, характеризующими уровень сервиса [3].

**Вторая группа** показателей отчасти дополняет первую, но содержит показатели, характеризующие непосредственно качество работы склада. Их, в свою очередь, можно условно разделить на показатели, отражающие: точность выполнения параметров заказа (соблюдение сроков, объема, качества, ассортимента комплектации заказа); обеспечение выполнения заказов (точность поддержания уровня запасов, наличие запасов, соблюдение условий хранения); соблюдение внутреннего режима работы склада (случаи потерь, порчи, хищений) [4].

**Третья группа** показателей отражает время логистических циклов: время пополнения запасов, обработки заказов потребителей, доставки заказов, подготовки и комплектации заказа, закупки товаров [5].

**Четвертая группа** включает издержки по управлению складскими запасами, затраты на внутрискладскую транспортировку, грузопереработку, хранение, упаковку и другие логистические издержки [6].

Показатели **пятой группы** отражают финансово-экономические результаты, представляют собой совокупность производных показателей от первых четырех групп. К ним относят: оборачиваемость запасов (срок и число оборотов), средний



уровень запасов на складе, использование объема склада, складскую мощность, число отправок на единицу складской мощности, число операций грузопереработки в день, логистические издержки на единицу товарооборота на заданном временном интервале, оборачиваемость инвестированного капитала в основные средства склада, срок окупаемости основных средств и инвестиций, затраты на коммиссионирование, упаковку и другие услуги на единицу товарооборота, рентабельность [7].

**Архитектурно-планировочные показатели** отражают качество проекта складского хозяйства и подразделяются на:

1. Показатели **размеров** (сетка колонн по основным функциональным зонам, верхняя отметка здания склада, высота в свету складского помещения, ширина земельного участка, длина земельного участка) [8].

2. Показатели **площадей** (полезная складская площадь, площадь проездов и проходов, площадь рабочих зон, площадь внутрискладских транспортных путей, площадь участков приемки и комплектации, площадь приемной и отправочной экспедиции, общая площадь склада и общая площадь зданий складского комплекса, в том числе по основным функциональным зонам, складская площадь, подсобная площадь склада, грузовая площадь склада, служебная площадь, вспомогательная площадь, площадь участка, в том числе застройка, транспортные проезды, благоустройство и озеленение) [9].

3. Показатели **объемов** (складское пространство, складской объем, грузовой объем) [10].

4. **Коэффициенты** (плотность застройки, коэффициент использования площади складских помещений, коэффициент средней нагрузки, приходящейся на 1 м<sup>2</sup> складской площади, коэффициент использования объема склада, коэффициент грузонапряженности, коэффициент неравномерности загрузки склада, коэффициент оборачиваемости грузов на складе, коэффициент использования производительности складской техники) [11].

Некоторые из вышеуказанных показателей являются технологическими (например, коэффициенты), но используются, так как характеризуют планировочное решение проекта.

Для оценки вариантов проектных решений автор предлагает ССП – сбалансированную систему показателей по размещению, решению генерального плана и складского хозяйства, архитектурно-планировочному решению, системе складирования, логистическому процессу и процессу грузопереработки. Впервые в нее вошли такие показатели как количество объектов на площадке, интенсивность использования территории.

1. **По размещению** – уровень грузопотоков, транспортные расходы, размещение и число складов в сети, состав и размер партии отправки, эффективность использования складских ресурсов, плотность размещения клиентов, логистические затраты [12,13].

2. **По решению генерального плана и размещению складского хозяйства** – количество объектов на площадке; плотность застройки, интенсивность использования территории; увеличение складской емкости на перспективу; складская площадь; число ворот погрузо-разгрузочного фронта; число мест парковки на временной стоянке; средняя длина маршрута передвижения автотранспорта по территории складского хозяйства; размеры площадки погрузо-разгрузочного фронта, размеры всех зданий и сооружений на площадке; длина маршрута от проходной до входа в офис, на склад [14, 15].





**3. По архитектурно-планировочному решению, системе складирования, логистическому процессу и процессу грузопереработки** – этажность склада, высота складских помещений, общая площадь, объем, организация грузопотока (технология грузопереработки), коэффициент использования объема склада, длина и ширина здания, полезная высота здания, полезная площадь склада, полезный объем склада, размеры пролетов и шагов колонн каркасного здания [16, 17].

**4. По технологическому решению** – годовой грузопоток поступающего груза, грузооборот, годовой грузооборот, суточный грузопоток прибытия, суточный грузопоток отправки, суточный внутрискладской грузопоток, единовременная емкость хранения, общий суточный грузопоток, удельный грузооборот склада, средний срок хранения запасов, начальный запас груза, общее число наименований грузов, одновременно хранящихся на складе [1, 19].

Часть технологических показателей задаются техническим заданием на проектирование, являются исходными для компоновочных вариантов, и поэтому при оценке проектных решений являются дополнительными.

Общее число параметров, которые выбирают или рассчитывают при проектировании склада проектировщики при согласовании с логистами компании-заказчика, может достигать 20. Наиболее важными параметрами, которые определяют проектировщики, являются: этажность склада, его объем, высота складских помещений, размеры погрузо-разгрузочной рампы и организация грузопотока (технология грузопереработки).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Перведенцев, П. А. Разработка логистических методов выбора вариантов складских распределительных систем : автореф. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / П. А. Перведенцев. – Санкт-Петербург, 2006. – 24 с.
2. Дыбская, В. В. Рекомендации по эффективному использованию складских мощностей оптовых предприятий различной специализации на основе совершенствования системы складирования / В. В. Дыбская. – Москва : Минторг СССР, 1991. – 141 с.
3. Першин, С. В. Повышение эффективности автоматизированного складского комплекса : автореф. ... канд. техн. наук : 05.13.07. – Севастополь, 1996. – 24 с.
4. Мифтяхетдинов, И. А. Оценка эффективности функционирования логистических систем : автореф. ... канд. экон. наук : 08.00.05/ И. А. Мифтяхетдинов. – Москва, 2010. – 24 с.
5. Башарина, О. Ю. Решение задач складской логистики на основе применения методологии системного анализа / О. Ю. Башарина, С. И. Носков // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2014. – № 1. – С. 70–75.
6. Болотин, В. А. Техничко-экономические обоснования вариантов механизации погрузо-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте / В. А. Болотин, Е. Н. Гохбом. – Ленинград : ЛИИЖТ, 1989. – 43 с.
7. Дудзинский, Э. Эффективность складского хозяйства; методы оценки / Э. Дудзинский, А. Стаховяк. – Москва : ВЦП, 1976. – 303 с.
8. Гельман, А. С. Определение оптимальной высоты склада тарно-штучных грузов / А. С. Гельман, Л. С. Сегаль // Материально-техническое снабжение. – 1974. – № 12. – С. 66–71.
9. Комплексная оптимизация проектных решений промышленных зданий : обзор / ВНИИИС Госстроя СССР. – Москва, 1987. – 71 с.
10. Клавдиенко, Н. В. К вопросу Определения Оптимальных Параметров Транспортно-Складских Комплексов / Н. В. Клавдиенко, Д. А. Мирошниченко // Инженерный вестник Дона. – 2012. – Т. 22, № 4-1. – С. 131–137.



11. Архитектура промышленных предприятий, зданий и сооружений : справ. проектировщика / под общ. ред. Н. Н. Кима. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Стройиздат, 1990. – 638 с.
12. Анализ целесообразности строительства комплексного транспортно-логистического узла : отчет для Freight Village Kaluga / Knight Frank. – Москва, 2012. – 189 с.
13. Безель, Б. П. Оптимум для транспортно-складских систем / Б. П. Безель, Л. Б. Миротин // РИСК. – 1995. – № 2–3. – С. 11–16.
14. Маликов, О. Б. Обоснования технических решений по грузовым терминалам / О. Б. Маликов, А. А. Семеркин ; Петербург. гос. ун-т путей сообщения. – Санкт-Петербург : ПГУПС, 2002. – 42 с.
15. Мищенко А. В. Оптимизация складских проектных решений в логистике / А. В. Мищенко, А. Б. Виноградов, Е. В. Виноградова // Логистика и управление цепями поставок. – 2006. – № 2. – С. 55–71.
16. Басов, Е. А. Обоснование технико-экономических характеристик склада : автореф. ... канд. техн. наук : 05.22.19. – Санкт-Петербург, 2015. – 24 с.
17. Маликов, О. Б. Определение параметров механизированных складов штучных грузов / О. Б. Маликов. – Ленинград : ЛИИЖТ, 1989. – 37 с.
18. Нормы технологического проектирования для складов тарно-штучной продукции. Ч. 1. СЭВ, Комитет по сотрудничеству в области материально-технического снабжения. – Москва, 1978. – 250 с.
19. Нормы технологического проектирования общетоварных складов. – Москва : М-во торговли СССР, 1984. – 84 с.

**YAKOVLEV Mikhail Andreevich, postgraduate student of the chair of architectural design**

## **TECHNICAL AND ECONOMIC EVALUATION OF DESIGN SOLUTIONS OF WAREHOUSE BUILDINGS**

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: nir@nngasu.ru

*Key words:* warehouse buildings and complexes, technical and economic evaluation of design solutions, technical and economic indicators.

---

*In designing such utilitarian structures like warehouse buildings, economy and cost-effectiveness of architectural, engineering and technological solutions, their competent technical and economic evaluation are very important. The article analyzes and systematizes technical and economic indicators being used in practice, as well as proposes new ones.*

---

## REFERENCES

1. Pervedentsev P. A. Razrabotka logisticheskikh metodov vybora variantov skladskikh raspredelitelnykh system [Development of logistic methods of selecting variants of warehouse distribution systems]. Avtoref. kand. ekon. nauk. Saint-Petersburg, 2006. 24 p.
2. Dybskaya V. V. Rekomendatsii po effektivnomu ispolzovaniyu skladskikh moshnostey optovykh predpriyatiy razlichnoy spetsializatsii na osnove sovershenstvovaniya sistemy skladirovaniya [Guidelines for the effective use of storage facilities of wholesale enterprises of different specialization based on improving the storage system]. Moscow. Mintorg SSSR, 1991. 141 p.
3. Pershin S. V. Povyshenie effektivnosti avtomatizirovannogo skladskogo kompleksa [Improving the efficiency of an automated warehouse]. Avtoref. kand. tekhn. nauk. Sevastopol, 1996. 24 p.



4. Miftyakhetdinov I. A. Otsenka effektivnosti funktsionirovaniya logisticheskikh sistem [Evaluation of the efficiency of logistic systems]. Moscow. 2010. 24 p.
5. Basharina O. Yu., Noskov S. I. Reshenie zadach skladskey logistiki na osnove primeneniya metodologii sistemnogo analiza [Solving problems of warehouse logistics on the basis of system analysis methodology]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyy analiz. Modelirovaniye* [Modern technologies. System analysis. Modeling]. 2014. № 1. P. 70–75.
6. Bolotin V. A., Gokhbom E. N. Tekhniko-ekonomicheskie obosnovaniya variantov mekhanizatsii pogruzo-razgruzochnykh rabot na zheleznodorozhnom transporte [Feasibility studies of mechanization options of loading and unloading on the rail transport]. Leningrad. LIIZhT, 1989. 43 p.
7. Dudzinskiy E., Stakhoviyak A. Effektivnost skladskey hozyaystva; metody otsenki [The efficiency of storage facilities; methods of evaluation]. Moscow: VTsP, 1976. 303 p.
8. Gelman A. S., Segal L. S. Opredelenie optimalnoy vysoty sklada tarno-shtuchnykh gruzov [Determining the optimum height of a warehouse of packaged cargoes]. *Materialno-tekhnicheskoe snabzheniye* [Material and technical supply], № 12. 66–71 p.
9. Kompleksnaya optimizatsiya proektnykh resheniy promyshlennykh zdaniy. Obzor [Complex optimization of design solutions of industrial buildings. Overview]. VNIIS Gosstroya SSSR, Moscow, 1987. 71 p.
10. Klavdienko N. V., Miroshnichenko D. A. K voprosu opredeleniya optimalnykh parametrov transportno-skladskikh kompleksov [To the issue of determining optimal parameters of a transport and warehouse complex]. *Inzhenerny vestnik Dona* [Engineering journal of Don], 2012. Vol. 22, № 4-1. P. 131–137.
11. Arkhitektura promyshlennykh predpriyatiy, zdaniy i sooruzheniy : spravochnik proektirovshchika [Architecture of industrial enterprises, buildings and structures: a handbook of a designer]. Pod obsch. red. N. N. Kima. 2-e izd., pererab. i dop. Moscow. Stroyizdat, 1990. 638 p.
12. Analiz tselesoobraznosti stroitelstva kompleksnogo transportno-logisticheskogo uzla: otchyot dlya Freight Village Kaluga [Analysis of the feasibility of construction of an integrated transport and logistics hub: a report for the Freight Village Kaluga]. Knight Frank. Moscow, 2012. 189 p.
13. Bezel B. P., Mirotin L. B. Optimum dlya transportno-skladskikh sistem [Optimum for transport and warehouse systems]. *RISK*. 1995. № 2–3. P. 11–16.
14. Malikov O. B., Semyorkin A. A. Obosnovaniya tekhnicheskikh resheniy po gruzovym terminalam [Justification of technical solutions for cargo terminals]. Peterburg. gos. un-t putey soobscheniya. Saint-Petersburg. PGUPS, 2002. 42 p.
15. Mischenko A. V., Vinogradov A. B., Vinogradova E. V. Optimizatsiya skladskeykh proektnykh resheniy v logistike [Optimization of warehouse design solutions in logistics]. *Logistika i upravleniye tseyami postavok* [Logistics and supply chain management]. № 2, 2006. P. 55–71.
16. Basov E. A. Obosnovaniye tekhniko-ekonomicheskikh kharakteristik sklada [Justification of technical and economic characteristics of a warehouse]. Avtoref. kand. tekhn. Nauk. Saint-Petersburg, 2015. 24 p.
17. Malikov O. B. Opredeleniye parametrov mekhanizirovannykh skladov shtuchnykh gruzov [Defining parameters of a unit loads mechanized warehouse]. Leningrad. LIIZhT, 1989. 37 p.
18. Normy tekhnologicheskogo proektirovaniya dlya skladov tarno-shtuchnoy produktsii. Chast 1 [Norms of technological design for warehouses of individually crated products. Part 1]. SEV, Komitet po sotrudnichestvu v oblasti materialno-tekhnicheskogo snabzheniya [Committee on Cooperation in the field of logistics]. Moscow. 1978. 250 p.
19. Normy tekhnologicheskogo proektirovaniya obschetovarnykh skladov [Norms of technological design of warehouses]. Moscow. Ministerstvo torgovli SSSR, 1984. 84p.

© М. А. Яковлев, 2017

Получено: 17.12.2016 г.



УДК 712.4

И. К. АЛ-ОБАЙДИ, аспирант кафедры архитектурного проектирования

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ «ЗЕЛЕННОЙ» АРХИТЕКТУРЫ В СТРАНАХ БЛИЖНЕГО ВОСТОКА

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:* энергоэффективность; современные технологии; энергосберегающие здания; «зеленая» архитектура; строительство; проектирование.

---

*Анализируются существующие в настоящее время проблемы энергосбережения городской застройки в странах Ближнего Востока. Исследуются мировые приемы повышения энергоэффективности зданий, позволяющие улучшить качество зданий и комфорта их внутренней среды в условиях жаркого климата. Рассматриваются примеры новых масштабных проектов энергоэффективной «зеленой» архитектуры в странах Ближнего Востока.*

---

Сложившаяся в настоящее время энергетическая и экономическая мировая обстановка требуют особого подхода к проблеме энергосбережения. На первом месте стоит задача повысить энергоэффективность имеющейся городской застройки, используя при этом все существующие научные разработки, с целью улучшить энергоэффективность нового строительства. Строительство энергоэффективных сооружений и общественных зданий многократно повышает эффективность использования территории городской застройки и способствует развитию перспективных градообразующих форм.

Энергоэффективными зданиями называют такие, при проектировании которых предусматривается комплекс инженерно-технических и архитектурно-строительных мероприятий, которые обеспечивают существенное снижение затрат энергии на их эксплуатацию.

Несмотря на многообразие научных исследований, посвященных энергоэффективной «зеленой» архитектуре, комплексные исследования особенностей формирования зданий с энергоэффективными инженерно-техническими и энергосберегающими решениями в странах Ближнего Востока отсутствуют. Актуальность настоящего исследования состоит в разработке практических подходов к архитектурному проектированию энергоэффективных зданий в странах Ближнего Востока, где круглогодичная солнечная погода позволяет специфически решать задачи такого характера.

Проектирование и строительство энергосберегающих зданий следует рассматривать как важный приоритет энергетической политики стран, и это один из путей уменьшения финансовых и материальных затрат при строительстве и эксплуатации общественных и административных зданий.

*Предмет исследования:* закономерности формирования архитектуры энергосберегающих общественных зданий в странах Ближнего Востока.

В современной архитектуре в последние десятилетия становится актуальной концепция архитектуры энергосберегающих зданий. Эффективность управления и уровень заинтересованности населения в сфере экономии энергии в странах



Ближнего Востока весьма невысоки, а применение новых архитектурных достижений и внедрение мирового опыта по энергосбережению недостаточны [1]. В этих странах сложилась определенная ситуация: это низкая популярность идей энергосбережения у местного населения, а имеющиеся архитектурные решения в недостаточной степени учитывают принципы энергосбережения; природные условия стран Ближнего Востока способствуют получению воспроизводимой энергии, но этот потенциал мало используется.

Для стран Ближнего Востока характерно и неэффективное использование энергии. В городах плотность застройки высокая, почти 100 %, часто отсутствует задний дворик. Оптимальная ориентация домов практически не учитывается. В домах чаще всего нет сквозного проветривания, часть помещений не имеет солнечного освещения. Это способствует использованию дополнительных средств для улучшения освещения и комфортности, что и приводит к нерациональному использованию энергии.

Правильный подход к устойчивой архитектуре включает использование натуральных местных материалов и естественных природных ресурсов. Добиваются этого, используя при строительстве материалы, которые не выделяют вредных веществ во время эксплуатации дома и после его демонтажа.

При создании общественных зданий во многом ориентируются на эффектный внешний облик и максимальный объем полезной площади. В большинстве своем стеклянные фасады, позволяющие осветить глубинные помещения, не защищают от солнца [2]. В стремлении получить дополнительные коммерческие площади строят большое количество общественных зданий, не отвечающих принципам энергосбережения.

Часть экологических сооружений представляет собой старые здания, которые приспособили для современного использования. Реконструкция здания для повторного использования, например, преобразование складского помещения в жилье, это один из примеров того, как правильное проектирование и дизайн могут сократить количество строительного мусора и количество отходов. Более эффективные строительные технологии, такие как предварительная заготовка здания с последующей сборкой на месте, также уменьшают количество отходов, образующихся при сносе здания, его строительстве или реконструкции.

### Приемы энергосбережения с учетом условий стран Ближнего Востока

Приемы энергосбережения	Традиционные мероприятия стран Ближнего Востока	Технико-экономические условия стран Ближнего Востока	Архитектурно-градостроительные условия городов
Формообразование зданий	приемлемо для больших территорий	—	затруднено в условиях высокой плотности застройки в городах
Функциональное планирование	деление на отдельные корпуса с разной ориентацией	—	в городах затруднено, но возможно
Использование буферных пространств	часто используется	потеря полезной площади	используется для зданий с плохой ориентацией





Окончание таблицы

Приемы энергосбережения	Традиционные мероприятия стран Ближнего Востока	Дорогостоящее оборудование	Архитектурно-градостроительные условия городов
Озеленение крыши и стен	в большинстве используются миниатюрное озеленение и лиана	сложная и дорогостоящая техника	рекомендуется в летних помещениях, на стенах и крышах
Эффективные конструкции и материалы наружных ограждений	традиционная техника и местные дешевые материалы	сложная и дорогостоящая техника	необходимо и эффективно в условиях высокой плотной городской застройки
Использование солнечной энергии	—	дорогостоящее оборудование	можно установить на крыше, для многоэтажных домов можно еще на стенах
Использование ветровой энергии	—	дорогостоящее оборудование	применяется на высоких зданиях
Использование геотермальной энергии	—	дорогостоящее оборудование	можно применять во всех типах зданий
Использование энергии биомассы	—	несложная техника и недорогое оборудование	можно применять во всех зданиях, имеет преимущества на окраинах городов
Использование энергии тепловых выбросов	—	сложная техника	утилизации тепловых выбросов для других технических устройств
Использование интеллектуальных систем	—	дорогое оборудование	для больших зданий с обслуживанием большого количества пользователей
Использование чистых и повторно используемых материалов	утилизация местных материалов	нужна государственная стратегия для снижения стоимости материалов	полезно для всех типов зданий и доступно населению
Возможность утилизации отходов	утилизация строительных отходов и натуральных материалов	утилизация строительных отходов и отходов производства	недорого и эффективно для всех типов зданий

Таким образом, принятые во всем мире приемы энергосбережения применяются в разной степени в зависимости от типа и размеров зданий, а также от архитектурно-градостроительных условий стран Ближнего Востока.

В настоящее время некоторые страны Ближнего Востока являются лидерами по возведению зданий энергоэффективной «зеленой» архитектуры. При строительстве их основное внимание уделяется не только масштабам построек, но и технологическим характеристикам, подходящим к местным климатическим условиям.

В 2012 году международная архитектурная компания AedasArchitecture реализовала в Абу-Даби (ОАЭ) проект 25-этажных башен-близнецов Al-Bahr Towers

**К СТАТЬЕ И. К. АЛ-ОБАЙДИ**  
**«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**  
**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ «ЗЕЛЕННОЙ» АРХИТЕКТУРЫ В СТРАНАХ**  
**БЛИЖНЕГО ВОСТОКА»**



Рис. 1. Абу-Даби (ОАЭ) башни-близнецы



Рис. 2. Уникальный геометрический узор фасада башен-близнецов



Рис. 3. *Museum of the Future* в Дубае



Рис. 4. Визуализация интерьера *Museum of the Future* в Дубае





с «живым» экраном, защищающим внутреннее пространство от перегрева [3] (рис. 1 цв. вклейки). Благодаря своей инновационной системе башни-близнецы удостоились звания «Лучшие небоскребы 2012 года», проект является лучшим примером внедрения современных систем в арабскую традиционную архитектуру, в течение веков помогающую коренному населению выживать в условиях жары. Архитекторы спроектировали специальный фасадный экран, чтобы уберечь внутреннее пространство от пятидесятиградусной жары. Экран состоит из множества отдельных элементов, которые открываются и закрываются в зависимости от степени освещенности зданий. Такая форма защиты позволила поддерживать в офисах оптимальную температуру и отказаться от использования кондиционеров, что в значительной мере снизило энергозатраты зданий. Уникальный геометрический узор фасада напоминает национальные арабские деревянные решетки машрабия (mashrabiya), которые оберегают жилища от проникновения прямых солнечных лучей. Каждая из панелей соединяется линейным приводом, он реагирует на положение солнца, а фасад управляется автоматически. Таким образом, защитный экран снижает проникновение солнечных лучей на 60 % и способствует естественной вентиляции здания (рис. 2 цв. вклейки).

Архитекторы утверждают, что машрабия раскрывается только в случае, если в этом есть необходимость, и что такая форма защиты от чрезмерной освещенности гораздо эффективнее тонированных стекол, ограничивающих проникновение дневного света.

В 2017 году в центре эмирата Дубай реализуется еще один грандиозный проект “Museum of the Future” (Музей будущего), запущен проект по инициативе Его Высочества шейха Мохаммеда бин Рашида Аль Мактума, вице-президента и премьер-министра ОАЭ и правителя Дубая – о том, кто является автором концепта Музея будущего, не сообщается. На сегодняшний день известно лишь, что в его строительство вложат 200 млн долларов (рис. 3 цв. вклейки). Музей станет крупнейшим мировым выставочным центром. Основное здание будет построено в форме огромного кольца. Строительство музея развернется рядом с самым высоким небоскребом в мире «Бурж Халифа» (Burj Khalifa). Выставочный комплекс по своему внешнему виду напоминает перстень, эта уникальная конструкция относится к классу энергоэффективной архитектуры. Перемещаться внутри здания музея можно будет при помощи специальных капсульных лифтов.

Основную коллекцию экспонатов будущего музея будут составлять современные произведения искусства, инновационные экологические решения и достижения современного технического прогресса. Дубайский музей будущего “Museum of the Future” планирует стать научной платформой для развития новейших технологий и ультрасовременных подходов в сфере дизайна и экологии (рис. 4 цв. вклейки).

Успешному применению энергосберегающих подходов в архитектуре стран жаркого климата способствует гармоничное соответствие традиционных элементов [4] архитектурного наследия этих стран. При строительстве энергосберегающего дома необходимо опираться на большой опыт эксплуатации различных зданий. Строить необходимо с учетом особенностей и культуры населения, местного климата, традиций, в гармонии с ландшафтом.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бродач, М. М. Теплоэнергетическая оптимизация ориентации и размеров здания / М. М. Бродач // Тепловой режим и долговечность зданий : сб. науч. тр. / Науч. исслед. ин-т строит. физики. – Москва, 1987.
2. Молодкин, С. А. Принципы формирования архитектуры энергоэффективных высотных жилых зданий : дис. ... канд. архитектуры : 18.00.02 / С. А. Молодкин. – Москва, 2007. – 142 с.
3. Табунщиков, Ю. А. Энергоэффективные здания / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач, Н. В. Шилкин. – Москва : АВОК-ПРЕСС, 2003. – 193 с.
4. Бродач, М. М. ВПКК – новый взгляд на энергосбережение / М. М. Бродач // АВОК : вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2002. – № 6. – С. 14.

**I. K. AL-OBAIDI, postgraduate student of the chair of architectural design**

### **MODERN TENDENCIES AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF ENERGY-EFFICIENT "GREEN" ARCHITECTURE IN THE MIDDLE EAST**

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:* energy efficiency; modern technologies; energy-efficient buildings; Green architecture; construction; design.

---

*The article analyzes the currently existing problems of energy saving of urban built-up areas in the Middle East. World practices of raising energy efficiency of buildings to improve their quality and comfort of their internal environment in hot climates are studied. Examples of new large-scale projects of energy-efficient "green" architecture in the Middle East are considered.*

---

## REFERENCES

1. Brodach M. M. Teploenergeticheskaya optimizatsiya orientatsii i razmerov zdaniya [Heat-and-power optimization of the building's orientation and size]. Teplovoy rezhim i dolgovechnost zdaniy [Thermal behavior and durability of buildings]: sb. nauch. tr. Nauch. issled. in-t stroit. fiziki. Moscow, 1987.
2. Molodkin S. A. Printsipy formirovaniya arkhitektury energoeffektivnykh vysotnykh zhilykh zdaniy [Principles of formation of energy-efficient architecture of high-rise residential buildings]: dis. kand. arkhitektury: 18.00.02. Moscow, 2007. 142 p.
3. Tabunschikov Yu. A., Brodach M. M., Shilkin N. V. Energoeffektivnye zdaniya [Energy efficient buildings]. Moscow, AVOK-PRESS, 2003. P. 8–76.
4. Brodach M. M. VPKK – novy vzglyad na energosberezhenie [VPKK – a new look at energy saving]. AVOK: ventilyatsiya, otoplenie, konditsionirovaniye vozdukha, teplosnabzhenie i stroitel'naya teplofizika [AVOK: heating, ventilation, air-conditioning, heat supply and building thermal physics]. 2002. № 6. P. 14.

© И. К. Ал-Обайди, 2017

Получено: 20.01.2017 г.



УДК 626.1(282.5) Москва-Волга

**С. В. СОБОЛЬ**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой гидротехнических и транспортных сооружений

### **КАНАЛ ИМЕНИ МОСКВЫ: ОБОЗРЕНИЕ С ИСТОРИЧЕСКИМ ЭКСКУРСОМ К 80-ЛЕТИЮ ВВОДА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ**

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

*Ключевые слова:* канал имени Москвы.

---

*Представлены материалы прошлых лет и современные о канале имени Москвы – одном из крупнейших межбассейновых воднотранспортных соединений в стране.*

---

Двадцатый век в отечественной истории отмечен событиями громадной исторической важности, переломами эпох. Реализация плана ГОЭЛРО в 1920–1930-е гг. позволила в короткие сроки не только восстановить экономику, разрушенную в ходе Гражданской войны, но и совершить исторической значимости прорыв. Советская власть последовательно и твердо демонстрировала политическую волю, в том числе и в отношении гидротехнического строительства. В общем ряду великих строек – сооружение канала Москва-Волга в 1932–1937 гг. [1; 2].

К началу 1930-х гг. достаточно четко определились исходные положения создания Единой глубоководной системы внутренних водных путей европейской части СССР: «Москва – порт пяти морей» [3]. «После Беломорско-Балтийского канала наступила очередь канала Москва-Волга» [4], 15 июня 1931 г. пленум ЦК ВКП(б) принял решение о его строительстве [5], которым предусматривалось также возведение транспортно-энергетического гидроузла на р. Волге у с. Иваньково [3].

В гидротехническом строительстве тех лет участвовали общегражданские ведомства, в которых работали вольнонаемные специалисты, и ведомства НКВД, располагавшие квалифицированными специалистами, лишёнными свободы [2].

В сентябре 1931 г. для проведения изыскательских, проектных, строительных работ по каналу Москва-Волга при НКВД СССР была создана проектно-строительная организация «Москканалстрой», переименованная вскоре в Управление государственного строительства «Москвалволгострой». Решение о подчинении этой организации НКВД мотивировалось тем, что в нем сложился «...мощный коллектив советских инженеров-проектировщиков и строителей, ... накопивших богатый опыт на строительстве Беломорско-Балтийского канала» [6]. Этот опыт осветили, в частности, тридцать шесть советских писателей во главе с М. Горьким – авторы книги «Беломорско-Балтийский канал имени Сталина. История строительства» [7], впервые в русской литературе восславив подневольный труд.

Главным инженером Управления «Москвалволгострой» был назначен руководитель кафедры гидротехнических сооружений Московского института инженеров транспорта А. И. Фидман. Позднее он стал главным инспектором Управления, а главным инженером – С. Я. Жук, за плечами которого был опыт строительства Беломорско-Балтийского канала на посту помощника главного инженера. Во гла-



ве Управления встал профессор В. Д. Журин [6; 8]. С создания этого Управления ведет свою историю институт «Гидропроект», полное название которого с 2008 г. звучит как Открытое акционерное общество «Проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт «Гидропроект» имени С. Я. Жука».

В сентябре 1932 г. было начато строительство канала Москва-Волга по Дмитровскому направлению, утвержденному в качестве основного Правительством страны [6].

Трасса канала протяжением 128 км начинается на правом берегу р. Волги, в 8 км выше устья впадающей в нее р. Дубны, около бывшего села Иваньково, давшего название головному гидроузлу канала, и заканчивается на р. Москве [3; 6] (рис. 1 цв. вклейки). 19,4 км трассы проходит по водохранилищам, 108,6 км – по искусственным руслам [1].

Иваньковский гидроузел на р. Волге (рис. 2 цв. вклейки) образовал водохранилище сезонного регулирования, получившее в народе название «Московское море» (рис. 3 цв. вклейки), с полезным объемом 0,81 км<sup>3</sup>, обеспечивающим даже в маловодные годы забор в канал насосными станциями расхода воды до 100 м<sup>3</sup>/с, в несколько раз превышающий минимальный расход р. Волги в естественном состоянии. Гидроэлектростанция Иваньковского гидроузла (рис. 4 цв. вклейки) ввиду забора значительной части стока р. Волги в канал, имеет небольшую мощность – 30 МВт. В гидроузле был возведен самый большой в то время по напору (14,5 м) и размерам камеры (297×32×5,5 м) судоходный шлюз (рис. 5 цв. вклейки) для пропуска составов из 4 судов общей грузоподъемностью более 16 тыс. т. Успешное осуществление Иваньковского гидроузла явилось новым шагом в развертывавшемся строительстве гидротехнических сооружений на нескальных основаниях [9].

Канал пересек Клинско-Дмитриевскую гряду, поднявшись от р. Волги на водораздельный бьеф пятью ступенями (рис. 6 цв. вклейки). Гидроузлы северного (волжского) склона имеют напоры около 9 м каждый и одинаковый состав сооружений: одноплощадный судоходный шлюз, напорные дамбы, насосную станцию с четырьмя насосами производительностью более 100 м<sup>3</sup>/с и запасной ячейкой для пятого агрегата (рис. 7, 8, 9 цв. вклейки). Водораздельный бьеф замыкается с севера Икшинским гидроузлом и включает Икшинское, Пяловское, Пестовское, Клязьминское и Химкинское водохранилища, по которым проходит водный путь (рис. 10 цв. вклейки), а также отчиненное от них плотинами Учинское водохранилище, где отстаивается вода, используемая для водоснабжения столицы. Со стороны южного склона бьеф замыкается Химкинской плотиной. Двумя двухступенчатыми шлюзами (рис. 11 цв. вклейки) канал спускается к р. Москве, на которой расположены два гидроузла – Карамышевский (рис. 12 цв. вклейки) и Перервинский, имеющие напоры по 6 м. Общее падение, преодолеваемое шлюзами канала, около 50 м [3].

На канале были построены 240 сооружений: 8 грунтовых плотин с напорами от 13 м на Пяловской до 28 м на Химкинской; 3 бетонные водосбросные плотины в Иваньковском, Карамышевском и Перервинском гидроузлах; 10 судоходных шлюзов с габаритами камер 290×30×5,5 м: 5 – на волжском склоне (кроме Иваньковского), 2 – на московском склоне, 2 – на р. Москве; 5 насосных станций на волжском склоне (101,5 МВт, 134 м<sup>3</sup>/с); 8 гидроэлектростанций, включая Иваньковскую ГЭС и 7 малых ГЭС (66 МВт) на московском склоне; 8 аварийных и заградительных ворот (рис. 13 цв. вклейки); 17 водосбросов, водоспусков, водопропускных труб; 14 паромных переправ (рис. 14 цв. вклейки); 14 портов и пристаней (рис. 15 цв. вклейки) и др. [6].

**К СТАТЬЕ С. В. СОБОЛЯ «КАНАЛ ИМЕНИ МОСКВЫ: ОБОЗРЕНИЕ С  
ИСТОРИЧЕСКИМ ЭКСКУРСОМ К 80-ЛЕТИЮ ВВОДА  
В ЭКСПЛУАТАЦИЮ»**

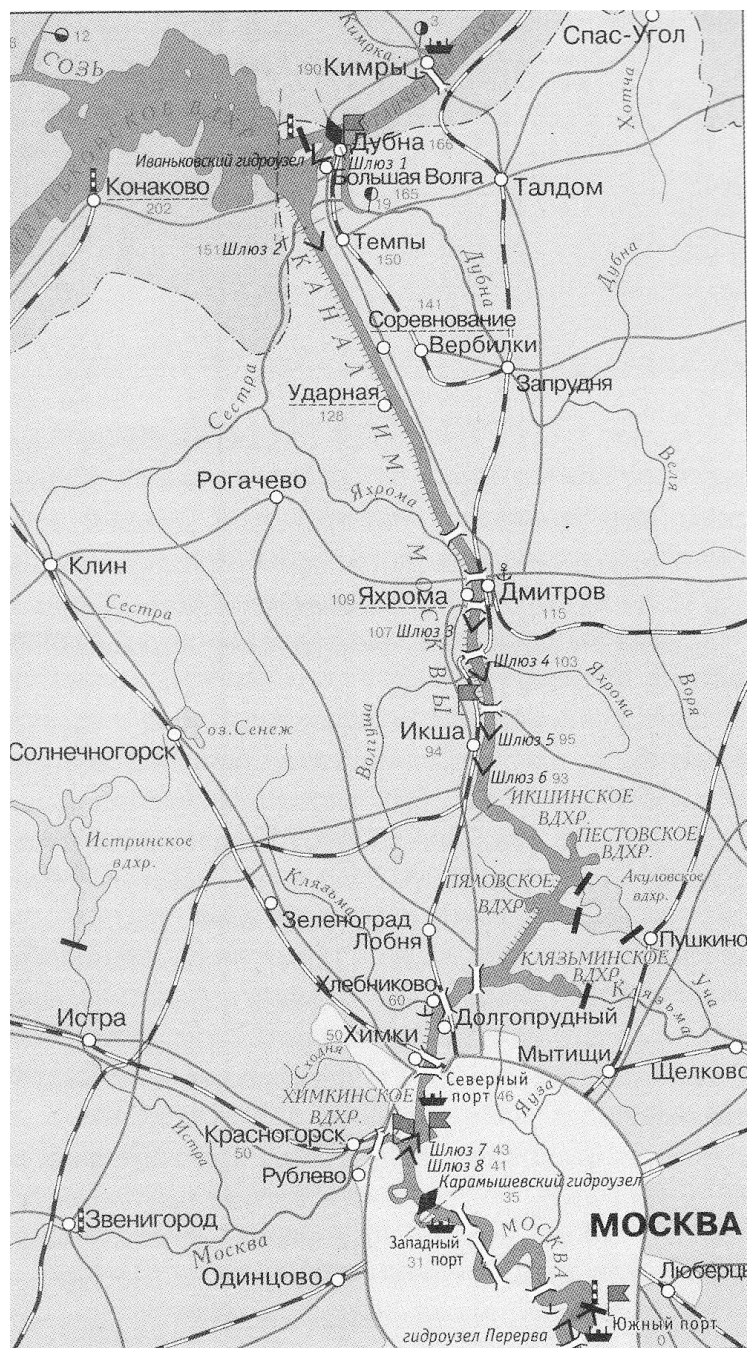


Рис. 1. Трасса канала имени Москвы



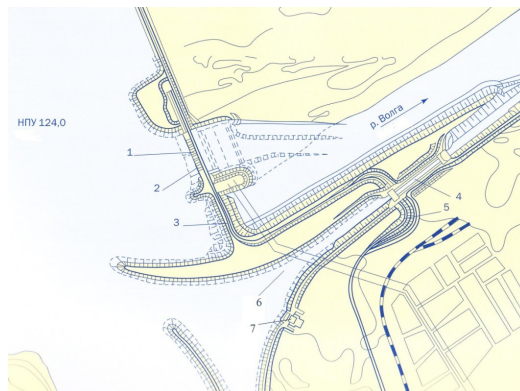


Рис. 2. План сооружений Иваньковского гидроузла: 1 – водосливная плотина; 2 – здание ГЭС; 3 – земляная плотина; 4 – судоходный шлюз; 5 – автотранспортный туннель; 6 – вход в канал имени Москвы; 7 – монумент В. И. Ленину



Рис. 3. Вид на Иваньковский плес Иваньковского водохранилища из подхода к Иваньковскому шлюзу со стороны канала имени Москвы, 2008 г. Фото автора



Рис. 4. Здание ГЭС и водосливная плотина Иваньковского гидроузла



Рис. 5. Судходный шлюз Иваньковского гидроузла, 2012 г. Фото автора

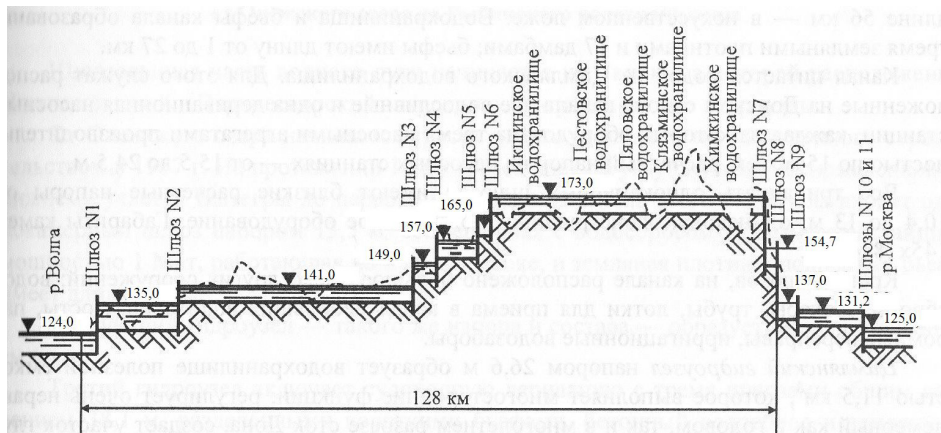


Рис. 6. Продольный профиль канала имени Москвы

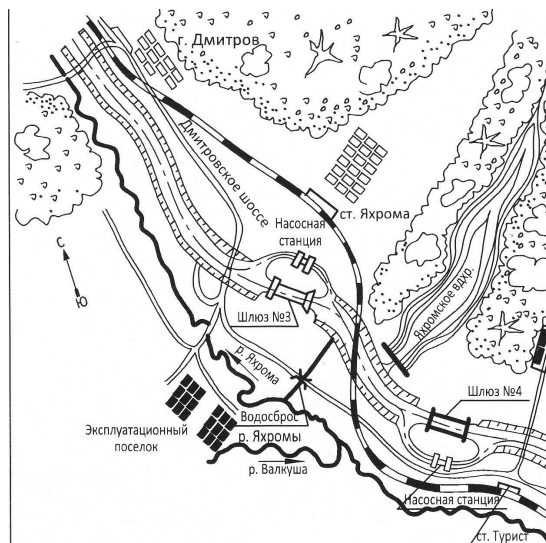


Рис. 7. План Яхромского узла гидротехнических сооружений на Волжском склоне канала имени Москвы с двумя судоходными шлюзами и двумя насосными станциями



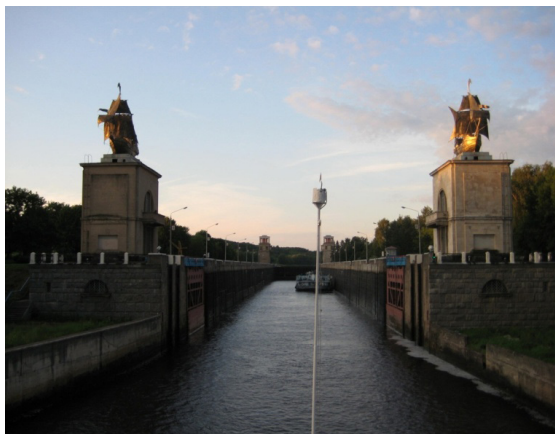


Рис. 8. Шлюз № 3 Яхромского узла сооружений: на башнях нижней головы шлюза установлены декоративные парусные корабли–каравеллы, выполненные из красной меди и копирующие корабль Христофора Колумба (1451 – 1506) «Санта- Мария», 2008 г. Фото автора



Рис. 9. Насосная станция у шлюза № 3 в Яхромском узле сооружений



Рис. 10. Участок канала имени Москвы на водоразделе между Клязьминским и Химкинским водохранилищами, проложенный в глубокой выемке, 2008 г. Фото автора

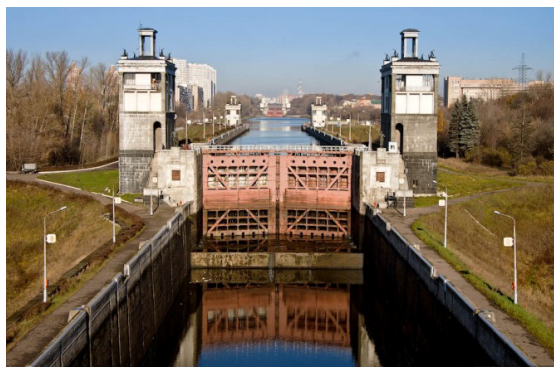


Рис. 11. Двухступенчатые шлюзы № 7 (вверху) и № 8 канала имени Москвы на южном склоне, 2008 г. Фото автора

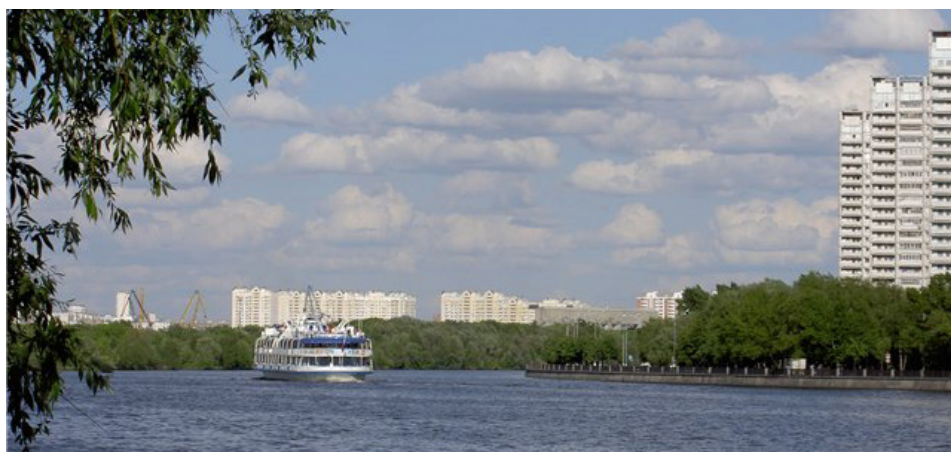


Рис. 12. Карамышевский гидроузел и водохранилище на р. Москве, 2008 г. Фото автора



Рис. 13. Заградительные ворота № 104 на канале имени Москвы у г. Дубны, 2008 г. Фото автора



Рис. 14. Паромная переправа № 1 на начальном участке канала имени Москвы, 2016 г. Фото автора



Рис. 15. Район навалочных грузов (стройматериалов) в Северном порту г. Москвы на Химкинском водохранилище, 2016 г. Фото автора



Рис. 16. Северный речной вокзал г. Москвы на Химкинском водохранилище, 2008 г. К навигации 2017 г. вокзал реконструирован. Фото автора





Рис. 17. Агитплакат



Рис. 18. Товарищи Сталин, Молотов, Ворошилов, Каганович, Орджоникидзе и Калинин (Кремль, март 1936 года)



Рис. 19. Первая флотилия канала Москва-Волга

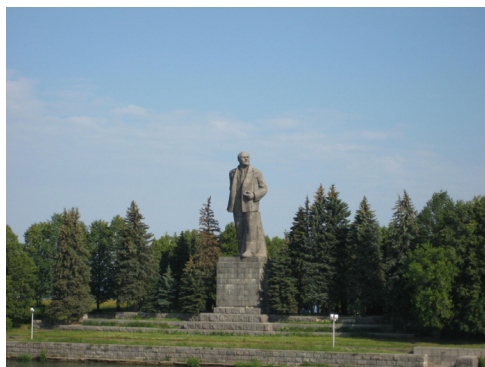


Рис. 20. Гранитный монумент В. И. Ленину при входе в канал имени Москвы, 2008 г.  
Фото автора



Рис. 21. Теплоход «Максим Горький» у причала яхт-клуба на Химкинском водохранилище в районе Северного речного вокзала г. Москвы, 2016 г. Фото автора



Рис. 22. Транспорт с гипсовым камнем в канале имени Москвы на пути в г. Москву, 2016 г.  
Фото автора



При строительстве канала было выполнено 154 млн м<sup>3</sup> земляных работ (выемок и насыпей); 2,9 млн м<sup>3</sup> бетонных работ; 3,3 млн м<sup>3</sup> каменных работ. Грунтовые плотины впервые сооружены с применением гидромеханизации без перемычек и откачки котлованов, что впоследствии стало одним из основных способов выполнения земляных работ в крупном гидротехническом строительстве [3].

Комплекс канала явил собой уникальный архитектурный ансамбль. Каждый из судоходных шлюзов получил индивидуальный облик. Замечательным сооружением представлен Северный речной вокзал г. Москвы на Химкинском водохранилище, построенный по проекту архитекторов А. М. Рухлядева и В. Ф. Кринского (рис. 16 цв. вклейки). При архитектурном оформлении сооружений применялась облицовка из мрамора, диорита, гранита разных цветов.

Строительство Иваньковского гидроузла и канала Москва-Волга велось ударными темпами (рис. 17 цв. вклейки) силами заключенных Дмитлага, созданного 14 сентября 1932 г. [8]. С. Я. Жук писал: «В эти памятные годы мне приходилось несколько раз бывать на заседаниях ЦК ВКП(б) и Совнаркома СССР, на которых присутствовал товарищ Сталин. Докладывалось о ходе работ. Иосиф Виссарионович детально рассматривал карты, чертежи, макеты, планы, проекты архитектурного оформления. Чувствовалось, что он ясно видит перед собой канал, каким он должен быть, каким он будет, и наталкивал нас – инженеров – на решения, наиболее правильно, экономно ведущие к намеченной цели. В трудных, сложных случаях гидротехники обращались за помощью к Иосифу Виссарионовичу» (рис. 18 цв. вклейки) [4].

Строительство канала было закончено 1 мая 1937 г. Он был построен в рекордно короткий срок – за четыре года и восемь месяцев [6]. 15 июля 1937 г. канал Москва-Волга открыли для нормальной эксплуатации [5] (рис. 19 цв. вклейки).

В 1947 г. в честь 800-летия г. Москвы канал Москва-Волга получил наименование «Канал имени Москвы».

Ко времени завершения строительства канала и началу его эксплуатации над всеми сооружениями Иваньковского гидроузла возвышались два огромных монумента – В. И. Ленину и И. В. Сталину, располагавшиеся на обоих берегах аванпорта перед входом в канал. Монументы создали скульптор Д. С. Меркуров и архитектор И. К. Белдовский из гранита. После 1956 г. один из монументов был демонтирован, а второй сохранен [6] (рис. 20 цв. вклейки).

Речной достопримечательностью столицы стал теплоход-ветеран «Максим Горький». Его построили на заводе «Красное Сормово» в 1933–1934 гг. по личному распоряжению И. В. Сталина для его перемещений по внутренним водным путям. Для теплохода использовали корпус и энергетическую установку подводной лодки серии «Декабрист», помещения отделали ценными породами дерева. Длина теплохода 68,8 м, ширина 13 м, осадка 1,7 м, проектная скорость 30 км/ч (рис. 21 цв. вклейки).

Канал имени Москвы входит в число крупнейших межбассейновых водно-транспортных соединений страны, имеет комплексное значение. Будучи важным звеном Единой глубоководной системы, соединяющий с ней крупнейший Московский промышленный район (рис. 22 цв. вклейки), он одновременно является основным источником водоснабжения г. Москвы и обводнения протекающих через нее водотоков, а также одной из основных зон отдыха и туризма для ее населения [3].

*Статья составлена по заказу редакционной коллегии "Приволжского научного журнала".*



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Канал Москва-Волга. 1932–1937 гг. – Москва ; Ленинград : Гостройиздат, 1940. – 316 с.
2. Заключенные на стройках коммунизма. ГУЛАГ и объекты энергетики в СССР : собр. док. и фот. – Москва : Рос. полит. энцикл., 2008. – 448 с.
3. Михайлов, А. В. Единая глубоководная система европейской части Советского Союза / А. В. Михайлов, С. В. Титов // Труды / Гидропроект. – Москва, 1969. – Сб. 16. Гидроэнергетика и комплексное гидротехническое строительство за 50 лет Советской власти. – С. 315–335.
4. Жук, С. Я. Великий строитель / С. Я. Жук // Сталин : к шестидесятилетию со дня рождения. – Москва, 1940. – С. 282–287.
5. Репкин, В. П. Летопись гидротехнического строительства за 50 лет / В. П. Репкин // Труды / Гидропроект. – Москва, 1969. – Сб. 16. Гидроэнергетика и комплексное гидротехническое строительство за 50 лет Советской власти. – С. 538–558.
6. Румянцев, И. С. Страницы истории российской гидротехники / И. С. Румянцев. – Москва : МГУП, 1999. – 211 с.
7. Беломорско-Балтийский канал имени Сталина. История строительства / под ред. М. Горького, Л. Авербаха, С. Фирина. – Москва : ОГИЗ, 1934. – Факс. изд., 1988. – 494 с.
8. Вечный двигатель. Волжско-Камский гидроэнергетический каскад: вчера, сегодня, завтра / под общ. ред. Р. М. Хазиахметова ; авт.-сост. С. Г. Мельник. – Москва : Фонд «Юбилейная летопись», 2007. – 352 с.
9. Волжско-Камский каскад / А. В. Михайлов, Н. А. Малышев, Е. Д. Калиманов, В. И. Станкевич, С. В. Титов, О. В. Вяземский // Труды / Гидропроект. – Москва, 1969. – Сб. 16. Гидроэнергетика и комплексное гидротехническое строительство за 50 лет Советской власти. – С. 241–300.

© С. В. Соболев, 2017

Получено: 15.04.2017 г.

**ОТКРЫТИЕ 19-ГО МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННОГО  
ФОРУМА «ВЕЛИКИЕ РЕКИ-2017  
(экологическая, гидрометеорологическая, энергетическая безопасность)»  
И 15-ГО РОССИЙСКОГО  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ФОРУМА**



От имени Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации и от себя лично сердечно приветствую участников, организаторов и гостей 19-го Международного научно-промышленного форума «Великие реки».

В Российской Федерации 2017 год объявлен Годом особо охраняемых природных территорий, Годом экологии, в рамках которого проходят различные мероприятия. Знаменательно, что и ваш Форум проводится в этот период.

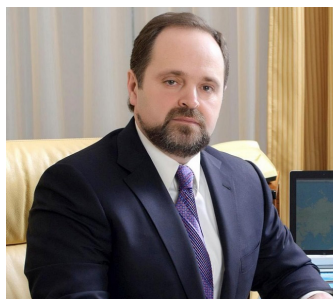
Форум «Великие реки» в очередной раз становится деловой и дискуссионной площадкой, на которой представители органов государственной власти, общественных организаций, ведущие российские и зарубежные ученые-экологи будут обсуждать вопросы экологической безопасности,

сохранения уникальных природных богатств и защиты окружающей среды, а также вопросы, связанные с устойчивым развитием регионов, расположенных в бассейнах крупнейших рек.

Обширная и насыщенная программа, высокий уровень участников и гостей Форума свидетельствуют о возрастающем значении этого мероприятия как в нашей стране, так и за рубежом.

Желаю участникам и организаторам 19-го Международного научно-промышленного форума «Великие реки» плодотворной работы и интересных дискуссий.

*Председатель Совета Федерации Федерального Собрания РФ  
В. И. Матвиенко*



Уважаемые коллеги!

Именно наличие ресурсов природных вод и способность государств поддерживать экологическое состояние водных объектов, обеспечивать устойчивое водопользование будут определять возможности и перспективы социально-экономического развития, высокого качества жизни населения стран.

Россия – крупнейшее по территории государство планеты – обладает пятой частью мировых запасов пресных вод. Этих богатств достаточно для обеспечения потребности страны и в настоящее время, и в перспективе, даже в условиях формирующегося глобального водного дефицита.

Великие реки России – Волга, Обь, Иртыш, Енисей, Лена, Амур, охватывающие своими бассейнами свыше 11 млн кв. км, являются не только источниками



водоснабжения, крупнейшими энергетическими и транспортными узлами, но и уникальными экологическими системами, источниками жизнеобеспечения россиян.

Сегодня мы вынуждены констатировать долговременный тренд на снижение качества поверхностных вод, что ставит перед нами целый ряд задач в сфере нормативного правового регулирования и государственной политики. И один из главных приоритетов – решение накопленных экологических проблем Волги.

Сегодня Волжский бассейн испытывает значительную антропогенную нагрузку, что стало одной из основных причин, вызывающих деградацию реки, накопление в донных отложениях загрязняющих веществ.

Уверен, что в рамках Форума, который проводится в Год экологии в Российской Федерации, именно эти вопросы станут главной темой выступлений, а итогом работы – предложения по совершенствованию организационных и законодательных основ для обеспечения рационального использования и защиты этого водного объекта!

Желаю участникам форума «Великие реки» успешной и плодотворной работы!  
*Министр природных ресурсов и экологии Российской Федерации С. Е. Донской*



Уважаемые участники и гости Форума!

Международный научно-промышленный форум «Великие реки» вот уже 19-й раз пройдет на площадке Нижегородской ярмарки, которая в этом году отмечает 200-летний юбилей.

Форум заслуженно признан профессиональным сообществом уникальной площадкой для обсуждения теоретических и практических вопросов обеспечения экологической, гидрометеорологической, энергетической безопасности и решения вопросов устойчивого развития в бассейнах великих рек.

В этом году Форум проходит под эгидой Года экологии в Российской Федерации, Года особо охраняемых природных территорий и Международного года устойчивого развития туризма, объявленного ООН. Это означает, что внимание государства, общественности и бизнес-сообщества максимально сконцентрировано на решении экологических проблем, среди которых одно из важнейших мест занимают вопросы рационального использования водных ресурсов, снижения антропогенного воздействия на водные объекты, сохранения уникальных водных экосистем. Качество и доступность водных ресурсов оказывают огромное влияние на продовольственную безопасность, здоровье населения и социально-экономическое развитие регионов. Нехватка пресной воды, проблема водоснабжения и засуха уже сегодня являются острой проблемой, требующей скорейшего решения в одних регионах мира, и осуществления мер по ее предупреждению – в других. Влияние изменений климата на гидрологический цикл и на системы эксплуатации водных ресурсов относят к наиболее серьезным последствиям климатических изменений. Отмечается взаимосвязь между изменением климата и водными ресурсами и неизбежные изменения климатических и гидрологических условий в будущем, что также необходимо учитывать при обсуждении вопросов устойчивого развития в бассейнах великих рек.

Уверен, что на площадке Форума дискуссии профессионалов напомнят о необходимости бережного и рационального подхода к использованию водных ресурсов, продолжат развитие действующие проекты и появятся новые инициативы.

Желаю участникам Форума «Великие реки-2017» интересных дискуссий и успешного поиска эффективных решений проблем устойчивого развития в бассейнах великих рек и сохранения окружающей природной среды для нынешнего и будущих поколений.

*Советник Президента РФ, специальный представитель Президента РФ по вопросам климата А. И. Бедрицкий*



От имени Комиссии Российской Федерации по делам ЮНЕСКО приветствую участников, организаторов и гостей 19-го Международного научно-промышленного форума «Великие реки».

Учитывая, что обеспечение баланса между сохранением и рациональным использованием природных ресурсов является залогом устойчивого развития, Форум за многие годы своего существования стал важной площадкой для обсуждения насущных вопросов охраны окружающей среды и ресурсосбережения.

Сегодня очевидно, что развитие любой ценой – это путь в тупик. Наше будущее во многом зависит от того, насколько успешно удастся обеспечить социально-экономический рост при сохранении экологически-комфортной среды для жизни людей. Это – наша общая задача, решение которой требует консолидированных подходов.

Нынешняя встреча – особенная в свете объявленного Президентом Российской Федерации Года экологии и особо охраняемых природных территорий. Уверен, что форум «Великие реки-2017» будет способствовать расширению понимания безальтернативности подходов устойчивого развития в интересах человечества и внесет вклад в выработку эффективных мер для его обеспечения.

Желаю участникам Форума плодотворной и интересной работы.

*Ответственный секретарь Комиссии Российской Федерации по делам ЮНЕСКО Г. Э. Орджоникидзе*





Уважаемые участники форума, дорогие друзья!

Экипаж 51-й экспедиции приветствует вас с борта Международной космической станции!

Форум «Великие реки» является значимым международным событием для ученых и общественных деятелей из различных регионов России, стран Европы, Азии и других континентов, работающих в сфере экологии и изучения климата.

В 2017 году в России отмечается Год экологии. Это очень важная и ответственная миссия – сохранять планету Земля от негативного воздействия. Мы должны объединить наши общие усилия в борьбе против загрязнения речных бассейнов и океанских просторов, против варварской вырубki лесов и уничтожения редких видов животных.

Вопросы экологии должны изучаться в рамках образовательных программ всех уровней – от школы до университета. Тогда отношение к природе и ее богатствам будет бережным, а не потребительским.

Желаем участникам 19-го Международного форума «Великие реки» успешной работы и новых научных открытий на благо всего человечества!

*Бортинженеры 51-й экспедиции на Международную космическую станцию  
Олег Новицкий и Федор Юрчихин*



Дорогие друзья!

Приветствую всех гостей и участников XIX Международного научно-промышленного форума «Великие реки», который традиционно собирает в мае на нижегородской земле ведущих специалистов со всей России и из зарубежных стран для обсуждения проблем природопользования, охраны окружающей среды, ставит новые теоретические и практические вопросы! Число участников постоянно растет и уже измеряется сотнями организаций из десятков стран.

В 2017 году Форум приурочен к «Году экологии». В этом году в центре внимания участников Форума окажутся важнейшие вопросы экологической, гидрометеорологической, энергетической безопасности, а, значит, и комфортного существования людей на Земле.

Выражаю благодарность всем организациям, которые работают над достойным проведением столь значимого мероприятия, и выражаю уверенность, что общими усилиями наш Форум еще долгое время будет приносить реальную пользу в плане решения острых вопросов экологии и ресурсосбережения.

Желаю участникам и гостям интересных дискуссий и достижения всех поставленных целей!

*Научный руководитель конгресса Форума «Великие реки», ректор ННГАСУ, профессор А. А. Лапин*

**ИТОГИ РАБОТЫ 19-ГО МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННОГО ФОРУМА «ВЕЛИКИЕ РЕКИ-2017  
(экологическая, гидрометеорологическая, энергетическая безопасность)»  
И 15-ГО РОССИЙСКОГО  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ФОРУМА**

*С 16 по 19 мая 2017 г. в Нижнем Новгороде, на территории Всероссийского выставочного центра «Нижегородская ярмарка» проведены два масштабных форума: 19-й Международный научно-промышленный форум «Великие реки-2017 (экологическая, гидрометеорологическая, энергетическая безопасность)» / ICEF и 15-й Российский архитектурно-строительный форум.*

Форум «Великие реки» стал одним из важных инструментов практического международного сотрудничества по вопросам обеспечения устойчивого, экологически безопасного развития регионов в бассейнах крупных рек мира. В этом году Форум прошел под эгидой Года экологии в Российской Федерации, Года особо охраняемых природных территорий, а также 200-летия Нижегородской ярмарки, придавшей мощный импульс развитию науки, промышленности и торговли России.

Организаторы форума: специализированные организации ООН, ЮНЕСКО, Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Федеральное агентство водных ресурсов РФ, Федеральное агентство лесного хозяйства, Федеральная служба по надзору в сфере природопользова-



ния, Правительство Нижегородской области, Русское географическое общество, Российское геологическое общество, Российская академия архитектуры и строительных наук, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Всероссийское ЗАО «Нижегородская ярмарка».

Форум проводится при поддержке Полномочного Представителя Президента РФ в Приволжском федеральном округе, Совета Федерации и Государственной Думы Федерального собрания Российской Федерации, Российского союза промышленников и предпринимателей, Торгово-промышленной палаты Российской Федерации.

Ведущая тема научного конгресса форума «Великие реки-2017» – «Устойчивое развитие регионов в бассейнах великих рек. Международное и межрегиональное сотрудничество и партнерство».

Выступая на торжественном открытии, заместитель губернатора Нижегородской области Александр Александрович Байер отметил, что в Год экологии в Нижегородской области будут проходить 17 мероприятий, посвященных самым разным экологическим вопросам – от ликвидации территорий, загрязненных промышленными отходами, до молодежных инициативных проектов. Форум «Великие реки» в этом плане является эффективной коммуникационной площадкой для конструктивных предложений и обменом мнениями.

За свою долгую историю форум «Великие реки» укрепил свой авторитет и заслужил высокие оценки мирового экспертного сообщества. Международный выставочный аудит признал Форум лучшим региональным выставочным мероприятием в России по тематике «Охрана окружающей среды» во всех номинациях: «Международное признание», «Профессиональный интерес», «Охват рынка» и «Выставочная площадь». Форуму также присвоен знак Всемирной ассоциации выставочной индустрии «Одобрено UFI», что является высшим достижением в отрасли и свидетельствует о соответствии мероприятия высоким мировым стандартам.

Структуру научного конгресса форума «Великие реки-2017» составили 13 секций, 9 конференций, 10 круглых столов и 4 семинара. В рамках форума состоялась межрегиональная экспедиция «Подъемная сила-2017», поддержанная грантом Минобрнауки России, были подведены итоги экспедиции «Плавучий университет Волжского бассейна-2016», поддержанные грантом Русского географического общества, и анонсирована новая экспедиция 2017 года.

На форуме «Великие реки» был дан старт «Климатической неделе в Нижегородской области», которая продолжится до 15 июня. Общероссийская климатическая неделя направлена на привлечение внимания к проблемам глобального потепления климата, широкое информирование о предпринимаемых и планируемых мерах противодействия климатическим изменениям и адаптации к ним, об участии в международном климатическом диалоге и других направлениях климатической деятельности. В эти дни для специалистов и широких слоев населения будут организованы круглые столы, научные семинары, выставки, пресс-конференции, лекции, экскурсии на предприятия, издание тематических материалов и многое другое.

Молодежная площадка «Климатическая неделя в Нижегородской области» прошла под руководством Советника Президента РФ, специального представителя Президента РФ по вопросам климата А. И. Бедрицкого, с участием руководства Росгидромета, Департамента Росгидромета по ПФО, Департамента лесного хозяйства по ПФО, Нижегородского регионального отделения ВОО «Русское гео-

**К ИНФОРМАЦИОННОМУ СООБЩЕНИЮ «ИТОГИ РАБОТЫ  
19-ГО МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННОГО ФОРУМА  
«ВЕЛИКИЕ РЕКИ-2017 (экологическая, гидрометеорологическая,  
энергетическая безопасность)» И 15-ГО РОССИЙСКОГО  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ФОРУМА**

*а*



*б*



Мероприятия научного конгресса 19-го Международного научно-промышленного форума «Великие реки (экологическая, гидрометеорологическая, энергетическая безопасность)», 16 мая: *а* – открытие Форума на Ярмарочной площади; *б* – участники Молодежной площадки «Климатическая неделя в Нижегородской области», в рамках Общероссийской климатической недели. В центре: А. И. Бедрицкий, Советник Президента РФ, специальный представитель Президента РФ по вопросам климата



*a*



*б*



Мероприятия научного конгресса 19-го Международного научно-промышленного форума «Великие реки (экологическая, гидрометеорологическая, энергетическая безопасность)», 17 мая: *a* – заседание секции 5 «Геоинформационное обеспечение и землеустройство бассейнов великих рек»; *б* – заседание секции 7 «Непрерывное профессиональное образование в сфере устойчивого развития», XVII Международная научно-методическая конференция «Тенденции развития непрерывного профессионального образования»



а



б



в



Межрегиональная экспедиция «Подъемная сила-2017»: а, б – исследования туристско-рекреационного потенциала в Керженском природном заповеднике (Нижегородская область); в – ознакомительная экскурсия для студентов-экологов в Мордовском природном заповеднике им. П. Г. Смидовича (Республика Мордовия)

*a*



*б*



*в*



Межрегиональная экспедиция «Подъемная сила-2017», исследования на уникальном природном объекте Нижегородской области «Водоем «Озеро Вадское» (Нижегородская область): *a* – съемка с использованием беспилотного летательного аппарата; *б, в* – погружение с аквалангом в карстовую воронку (глубина 15 м)



графическое общество», Нижегородской областной организации «Всероссийское общество охраны природы», студентов Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета и Нижегородского государственного педагогического университета имени К. Минина.

В своем приветственном слове Александр Иванович Бедрицкий подчеркнул цель проведения климатической недели – повышение уровня информированности молодежи и всей общественности о проблемах, связанных с изменениями климата, с вопросами снижения антропогенной нагрузки и уменьшения загрязнения окружающей среды. При этом очень важна гражданская вовлеченность в процесс, поскольку тема экологии – большое поле деятельности.

Гостям мероприятия были представлены итоги инновационных научно-образовательных проектов 2016–2017 гг.: экспедиция «Подъемная сила», эколого-географический марафон «Климат и экология XXI века», всероссийская акция «День посадки леса», «Экологическое воспитание дошкольников, приобретение ими знаний и навыков гидрометеорологических наблюдений».

Научный конгресс форума был открыт 16 мая на пленарном заседании, в котором приняли участие Советник Президента РФ, специальный представитель Президента РФ по вопросам климата А. И. Бедрицкий, митрополит Нижегородский и Арзамасский Высокопреосвященнейший Георгий, Волжский межрегиональный природоохранный прокурор В. В. Селифанов, заместитель руководителя Росгидромета И. А. Шумаков, начальник Департамента Росгидромета по Приволжскому федеральному округу В. В. Соколов, ответственный секретарь Комиссии Российской Федерации по делам ЮНЕСКО Г. Э. Орджоникидзе, заместитель Губернатора, заместитель Председателя Правительства Нижегородской области А. А. Байер, президент Национального объединения изыскателей и проектировщиков М. М. Посохин, ректор Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета, научный руководитель конгресса Форума, профессор А. А. Лапшин.

На пленарном заседании ответственный секретарь комиссии РФ по делам ЮНЕСКО Г. Э. Орджоникидзе вручил Почетный диплом ректору ННГАСУ, заведующему международной кафедрой ЮНЕСКО «Экологически безопасное развитие крупного региона – бассейна Волги» А. А. Лапшину в связи с 20-летием кафедры и ее значимым вкладом в развитие научных, образовательных и культурных проектов ЮНЕСКО.

Профессор А. А. Лапшин в своем докладе «Обеспечение экологической безопасности урбанизированных территорий» подчеркнул, что обеспечение устойчивого развития биосферы Земли, стабильности состояния экологических факторов – это важнейшее условие развития человеческого общества. На решение данных глобальных задач направлены усилия научного сообщества, общественности, государственных органов власти. 2017 год объявлен в России Годом экологии и Годом «Особо охраняемых природных территорий», многие положения программных документов соответствуют решениям, утвержденным в ежегодных резолюциях Форума «Великие реки». Необходимо объединить усилия для достижения общей цели – обеспечения экологической безопасности и сохранения уникальной природы России.

Также в своем докладе профессор А. А. Лапшин рассказал о нескольких масштабных экологических проектах в сфере науки и образования, которые реализуются ННГАСУ совместно с партнерами. Так, в 2016 году при Общественной палате Нижегородской области была создана рабочая группа «Экологическая безопас-



ность урбанизированных территорий», в которую вошли представители органов законодательной и исполнительной власти, контрольных и надзорных органов, промышленников и предпринимателей, средств массовой информации, научных и образовательных организаций.

В рамках форума «Великие реки» прошла секция «Волжский водохозяйственный конвент. Экологические аспекты развития». Основная задача конвента – компенсация и восстановление ущербов водных биоресурсов. С докладами выступили научные сотрудники, руководители отраслевого бизнеса и органы власти. Конвент прошел совместно с «Комитетом по охране, использованию и воспроизводству объектов животного мира Нижегородской области». Самые перспективные предложения, озвученные во время секции, будут рассматриваться совместно с правительством Нижегородской области.

Большой интерес вызвала научная конференция «Туризм – фактор развития региона». Основной темой обсуждения стала тенденция развития сферы туризма в Нижегородской области и необходимость подготовки кадров в данной отрасли. В ходе конференции обсуждалась реализация инвестиционных проектов, информационная поддержка к ЧМ по футболу 2018 года, продвижение туристского продукта на российский и зарубежный рынок, а также туристические объекты Нижнего Новгорода и Нижегородской области в целом.

Впервые на форуме «Великие реки» Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды представила свой новый проект – Институт повышения квалификации Росгидромета с образовательными программами Всемирной метеорологической организации. Также Департамент Росгидромета по ПФО представил Консультативный совет по экологическому и гидрометеорологическому образованию по Приволжскому федеральному округу.

В рамках Форума была проведена ставшая уже традиционной 13-я Всероссийская детско-юношеская экологическая Ассамблея, посвященная 100-летию заповедной системы России, 200-летию Нижегородской ярмарки и Году экологии и туризма в России. Организаторы Ассамблеи: Дом детского творчества Нижегородского района, НООО «Компьютерный экологический центр», Детско-юношеская экологическая организация «Зеленый Парус». Мероприятие проводится при поддержке: Законодательного собрания Нижегородской области, Министерства экологии и природных ресурсов Нижегородской области, Всероссийского движения творческих педагогов «Исследователь», экоцентра «Дронт».

Всего в научном конгрессе Форума приняли участие более 1400 человек, заслушаны более 700 научных докладов, в том числе выступили иностранные ученые из Германии, Италии, Нидерландов и др.

По результатам работы научного конгресса Форума подготовлена резолюция с предложениями от секций. В резолюции отмечается исключительная важность обеспечения устойчивого развития территорий речных бассейнов, мероприятий по оздоровлению Волги, рационального использования водных ресурсов, развития профильного образования и науки, реализации инфраструктурных проектов в регионах, сохранении культурного и исторического наследия для будущих поколений.



УДК 627.8.04

**С. В. СОБОЛЬ**, д-р тех. наук, проф., зав. кафедрой гидротехнических и транспортных сооружений; **Н. Р. ЗАЙНУЛЛИНА**, магистрант кафедры гидротехнических и транспортных сооружений

### ФРАКТАЛЬНЫЕ РАЗМЕРНОСТИ БЕРЕГОВЫХ ЛИНИЙ ДОЛИННЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»  
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65.

Тел.: (831) 430-42-89; эл. почта: gs@nngasu.ru

*Ключевые слова:* водохранилище, береговые линии, фрактальные размерности.

---

*Приведены результаты определения по единой методике с использованием топографических карт масштаба 1:500 000 (1983–2003 гг.) фрактальных размерностей береговых линий 56 долинных водохранилищ России.*

---

Береговая линия водохранилища, длина которой измеряется по урезу НПУ [1], представляет собой фрактальный объект с размерностью  $1 < D < 2$  и является множеством, занимающим промежуточное положение между линией и плоскостью. Фрактальная размерность  $D$  характеризует степень извилистости береговой линии: величина  $D$  тем больше, чем более изрезанным является берег. Теоретические подходы к измерению длины береговой линии известны [1]. Целью данной работы было удовлетворить интерес о реальных значениях фрактальных размерностей береговых линий долинных водохранилищ.

Для нахождения фрактальной размерности береговой линии по ее изображению применен метод Е. Федера (метод подсчета занятых ячеек).

Алгоритм метода:

1. План водохранилища, оконтуренный урезом НПУ, покрывается сеткой с размером ячейки  $\epsilon$ .
2. Подсчитывается число занятых береговой линией ячеек  $N(\epsilon)$ .
3. Повторяются действия 1 и 2 с увеличением размера ячейки  $\epsilon$  от минимального до максимального. В нашем случае увеличение следовало геометрическому ряду 1, 3, 5.
4. Строится график зависимости  $N(\epsilon)$  в билогарифмических координатах  $\ln(N)$  и  $\ln(\epsilon)$ .
5. Оценивается наклон этого графика, который и представляет собой фрактальную размерность  $D = \text{tg } \alpha$ .

Длина береговой линии при этом определяется по количеству занятых ею ячеек минимального размера как  $L = N \cdot \epsilon$  [3].

Очевидно, что чем меньше размер ячейки  $\epsilon$ , тем точнее будет результат измерения длины береговой линии  $L$  и, следовательно, точнее определено отклонение размерности  $D$  от целого значения. Понятно, что измерить длину береговой линии  $L$  и определить её фрактальную размерность  $D$  в любом случае можно только приблизительно [2, 3].

По описанной методике были проведены измерения длин береговых линий  $L$  и расчеты их фрактальных размерностей  $D$  на базе топографических карт масштаба 1:500 000 (в 1 см – 5 км) 1983–2003 гг., привлеченных из электронного





ресурса <http://loadmap.net> [4]. Измеритель равнялся  $\varepsilon = 1; 3; 5$  км. Измерениями и расчетами были охвачены 56 водохранилищ разнообразных плановых конфигураций и с различной изрезанностью береговых линий, длины которых с помощью измерителя  $\varepsilon = 1$  км определены в диапазоне 59–5764 км, а фрактальные размерности характеризуются величинами  $D = 1,075\text{--}1,490$ .

На рисунке приведен пример для Краснодарского водохранилища на реке Кубань. Полученные при НПУ=33,65 м БС по картам масштабов от 1:100 000 до 1:500 000 фрактальные размерности береговой линии (табл. 1) различаются между собой на 2–5,85 %.

Таблица 1

**Значения длин и фрактальных размерностей береговой линии  
Краснодарского водохранилища, определенные на основе  
топографических карт разных масштабов**

НПУ, м БС	Масштаб топогра- фической карты	Длина береговой линии, км при $\varepsilon = 1$ км	Длина береговой линии, км при $\varepsilon = 3$ км	Длина береговой линии, км при $\varepsilon = 5$ км	Фрактальная размерность $D$
33,65	1:100 000	243	58	32	1,255
33,65	1:200 000	239	62	33	1,230
33,65	1:500 000	192	171	145	1,175

Значения определенных длин береговых линий  $L$  и их фрактальных размерностей  $D$  для рассмотренных водохранилищ представлены в табл. 2.

До настоящего времени подобной количественной оценки на основе единой методики для водохранилищ России не выполнялось. Полученные данные могут представлять научный интерес и использоваться при составлении информационных систем, содержащих сведения о морфометрических параметрах водохранилищ [5].

Таблица 2

**Значения длин и фрактальных размерностей береговых линий  
водохранилищ, определенных на основе топографических карт  
масштаба 1:500 000**

Номер водо- хра- нилища	Водохранилище	НПУ, м БС	Длина бере- говой линии, км при $\varepsilon = 1$ км	Длина бере- говой линии, км при $\varepsilon = 3$ км	Длина береговой линии, км при $\varepsilon = 5$ км	Фрак- тальная размер- ность $D$
1	Белоярское	207,0	65	48	35	1,379
2	Братское	394,65	5764*	4212	3550	1,298
3	Бухтарминское	394,84	1528	429	227	1,180
4	Вазузское	177,2	227	159	135	1,323
5	Верхневолжское	206,5	253	162	145	1,346
6	Верхнесвирское, вкл. оз. Онежское	33,3	2334	1887	1640	1,219



Продолжение табл. 2

Номер водо-хранилища	Водохранилище	НПУ, м БС	Длина береговой линии, км при $\varepsilon = 1$ км	Длина береговой линии, км при $\varepsilon = 3$ км	Длина береговой линии, км при $\varepsilon = 5$ км	Фрактальная размерность $D$
7	Верхнетуломское	80,0	707	498	410	1,339
8	Веселовское	10,0	600	375	295	1,441
9	Вилуйское	249,0	2634	1845	1465	1,365
10	Волгоградское	15,0	2406	1767	1490	1,298
11	Воткинское	89,0	922	711	590	1,278
12	Вышневолоцкое	163,5	70	54	45	1,275
13	Горьковское	84,0	1454	1110	975	1,249
14	Днепровское им. Ленина	51,4	496	339	275	1,367
15	Днепро-дзержинское	64,0	539	387	320	1,324
16	Зейское	307,0	1957	1389	1120	1,347
17	Иваньковское	124,0	409	249	215	1,400
18	Иркутское, вкл. оз. Байкал	457,0	2849	2538	2525	1,075*
19	Истринское	168,6	98	66	55	1,359
20	Камское	108,5	1507	1107	930	1,300
21	Каховское	16,0	905	753	675	1,183
22	Киевское	103,0	65	48	35	1,385
23	Ковдозерское	37,2	890	546	405	1,490*
24	Колымское	450,0	577	441	345	1,320
25	Краснодарское	33,65	192	171	145	1,175
26	Краснооскольское	72,5	173	123	100	1,363
27	Красноярское	243,0	1979	1500	1200	1,311
28	Кременчугское	81,0	711	594	545	1,166
29	Куйбышевское	53,0	2839	2298	2120	1,181
30	Кумское	109,0	1115	792	630	1,356
31	Курейское	95,0	720	501	380	1,397
32	Мингечаурское	71,0	246	234	200	1,129
33	Нарвское	25,0	203	159	120	1,327
34	Нижекамское	68,0	532	462	395	1,185
35	Новосибирское	113,5	652	531	500	1,165
36	Озернинское	182,5	72	42	35	1,448
37	Павловское	140,0	301	189	150	1,432
38	Печенежское	100,5	148	90	80	1,381
39	Пролетарское	13,0	1083	684	540	1,432

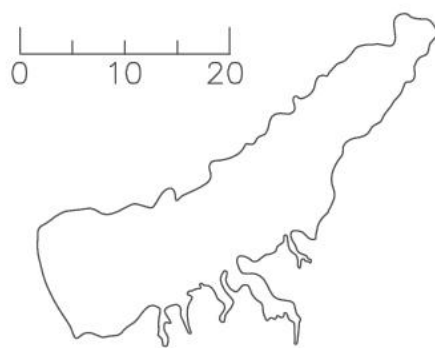
Окончание табл. 2

Номер водо-хранилища	Водохранилище	НПУ, м БС	Длина береговой линии, км при $\varepsilon = 1$ км	Длина береговой линии, км при $\varepsilon = 3$ км	Длина береговой линии, км при $\varepsilon = 5$ км	Фрактальная размерность $D$
40	Пронское	162,5	59*	39	30	1,420
41	Рузское	182,5	89	60	50	1,358
42	Рыбинское	102,0	1357	1080	925	1,238
43	Саратовское	28,0	1360	990	825	1,310
44	Саяно-Шушенское	540,0	1126	795	675	1,317
45	Сегозерское	119,9	351	270	240	1,236
46	Серебрянское	-	607	411	330	1,378
47	Сурское	150,0	79	60	45	1,349
48	Угличское	113,0	511	342	285	1,362
49	Усть-Илимское	296,0	1943	1434	1210	1,294
50	Усть-Хантайское	60,0	1201	927	770	1,276
51	Цимлянское	36,0	1049	876	780	1,184
52	Чебоксарское	63,0	1131	804	680	1,316
53	Чиркейское	335,0	86	72	50	1,336
54	Шатское	-	67	48	45	1,247
55	Шекснинское	113,0	869	618	545	1,289
56	Яузское	214,0	93	69	55	1,326

Примечание. Знаком\* отмечены наибольшие и наименьшие значения

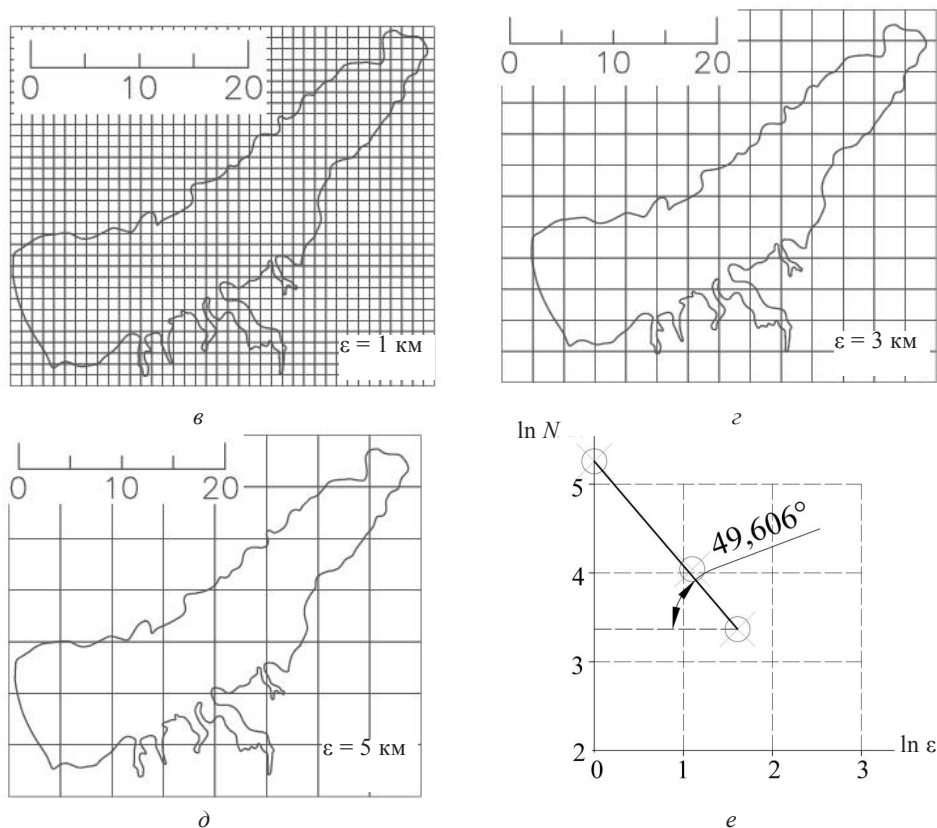


а



б

Определение фрактальной размерности береговой линии Краснодарского водохранилища: а – карта водохранилища масштаба 1:500 000; б – план водохранилища по урезу воды при НПУ = 33,65 м БС;



Определение фрактальной размерности береговой линии Краснодарского водохранилища: а, б, в – обработанные изображения водохранилища для расчета фрактальной размерности береговой линии; г – график зависимости  $N(\varepsilon)$  в билогарифмических координатах; линейный масштаб в км

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Водный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : [федер. закон Рос. Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ] : [ред. от 30.10.2016]. – Режим доступа : КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф.
2. Соболев, И. С. Об измерении длины береговой линии водохранилищ / И. С. Соболев, С. В. Соболев, А. С. Крупинов // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2014. – № 6. – С. 30–43.
3. Иудин, Д. И. Фракталы: от простого к сложному / Д. И. Иудин, Е. В. Копосов. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2012. – 200 с.
4. Карты всего мира [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://loadmap.net>.
5. Измайлова, А. В. Информационная система «Озера Земли» / А. В. Измайлова, Т. Ю. Ульянова // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2014. – № 6. – С. 21–48.

© С. В. Соболев, Н. Р. Зайнуллина, 2017

Получено: 22.04.2017 г.



## ЮБИЛЕЙ ПРОФЕССОРА Л. Н. РАССКАЗОВА



*17 апреля 2017 г. исполнилось 80 лет профессору кафедры гидравлики и гидротехнического строительства Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, доктору технических наук Леониду Николаевичу Рассказову, известному ученому-гидротехнику, заслуженному деятелю науки Российской Федерации.*

После окончания гидротехнического факультета МИСИ им. В. В. Куйбышева в 1961 г. Л. Н. Рассказов был направлен в лабораторию гидротехнических сооружений ВНИИ ВОДГЕО. В 1966 г. защитил кандидатскую диссертацию. В 1975 г. перешел в МИСИ, где работал доцентом, а после защиты в 1978 г. докторской диссертации – профессором. С 1988 по 2011 г. Л. Н. Рассказов возглавлял кафедру гидротехнических сооружений МИСИ-МГСУ.

При непосредственном участии Л. Н. Рассказова подготовлено несколько тысяч инженеров-гидротехников, двадцать семь кандидатов технических наук, один доктор технических наук.

Под редакцией Л. Н. Рассказова в 1996 г. вышел учебник «Гидротехнические сооружения», переведенный на английский, арабский, китайский языки. В 2008 и 2011 гг. учебник переиздан. В соавторстве с А. Л. Гольдиным им написана монография «Проектирование грунтовых плотин» (два издания), получившая международное признание, в 1991 г. выпущенная на английском языке.

Широкую известность в России и за рубежом получили научные работы Л. Н. Рассказова по теории механики грунтов, по расчету напряженно-деформированного состояния грунтовых плотин в пространственных условиях с учетом сейсмических воздействий, по их оптимизации, по фильтрационным исследованиям.

Вся научно-исследовательская деятельность Л. Н. Рассказова связана с практикой отечественного и зарубежного гидротехнического строительства. Он консультировал проекты Нурекского, Чарвакского, Сарганского, Юмагузинского, Богучанского, Курейского, Колымского, Нижнебурейского и других гидроузлов в СССР, гидроузлов Северный Кебир в Сирии, Керхе в Иране, Харид в Йемене, Лимон и Ольмос в Перу, постоянно участвует в экспертных комиссиях по объектам, строящимся в России и за рубежом.

Л. Н. Рассказов был членом НТС Минэнерго СССР, Госплана и Госстроя СССР, Минводхоза СССР. В настоящее время является председателем диссертационного совета в НИУ МГСУ, членом НТС ПАО «РусГидро», членом Международного комитета по большим плотинам, Международного общества по механике грунтов и фундаментостроению, Британского института гражданских инженеров.

Высокий профессионализм, широкая научная эрудиция, общительность и разносторонность интересов привлекают всех, кто общается с Леонидом Николаевичем.

*Ректорат, коллектив преподавателей и студентов-гидротехников ННГАСУ, редакционная коллегия «Приволжского научного журнала» сердечно поздравляют Леонида Николаевича с юбилеем, желают ему крепкого здоровья и больших творческих успехов в его дальнейшей деятельности!*



**ЮБИЛЕЙ ПРОФЕССОРА С. И. РОТКОВА**

*28 апреля 2017 года исполнилось 70 лет заведующему кафедрой инженерной геометрии, компьютерной графики и автоматизированного проектирования Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета доктору технических наук, профессору, члену редакционной коллегии Приволжского научного журнала Роткову Сергею Игоревичу.*

Сергей Игоревич Ротков окончил радиофизический факультет Горьковского государственного университета им. Н. И. Лобачевского в 1970 г. по специальности «Радиофизика», специализация – «Теория управления динамическими системами». Работал в Вычислительном центре университета, а затем в Научно-исследовательском институте механики, где начал вести исследования и разработку программ для начавшей развиваться компьютерной графики. Без отрыва от основной деятельности подготовил и защитил в 1982 г. диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Разработка средств машинной графики для автоматизированного конструирования геометрических объектов». С. И. Ротков руководил разработками программных систем для расчетов и проектирования аппаратов новейшей техники для атомной, авиационной и ракетной промышленности. Созданная под его руководством система геометрического моделирования и компьютерной графики пространственных объектов «КИТЕЖ» положена в основу докторской диссертации на тему «Разработка средств геометрического моделирования и компьютерной графики пространственных объектов для CALS-технологий», защищенной им в 2000 г.

С 1992 г. Сергей Игоревич Ротков заведует кафедрой инженерной геометрии, компьютерной графики и автоматизированного проектирования Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета (ННГАСУ), ученое звание профессора присвоено в 2001 г.

Сергей Игоревич Ротков является автором 180 научных и методических работ, в том числе 1 монографии и 1 учебника. Много внимания уделяет подготовке научно-педагогических кадров высшей квалификации, руководит подготовкой аспирантов и докторантов, является членом диссертационного совета при ННГАСУ по специальности «Инженерная геометрия и компьютерная графика». Под его научным руководством защищены 4 докторских и 22 кандидатских диссертации.

Профессор С. И. Ротков является членом экспертного совета по машиностроению ВАК Минобрнауки России, членом Европейской графической ассоциации EUROGRAPHICS, заместителем председателя Головного научно-методического совета Минобрнауки России по геометро-графическим дисциплинам.

*Редакционная коллегия Приволжского научного журнала, ректорат Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета поздравляют Сергея Игоревича Роткова с юбилеем и желают здоровья, благополучия и новых свершений на благо российской науки!*



## ПАМЯТИ БОРИСА МИХАЙЛОВИЧА ЕРАХТИНА



*30 мая 2017 г., в канун своего 90-летия, скончался доктор технических наук, профессор Борис Михайлович Ерахтин.*

Б. М. Ерахтин родился 27 июля 1927 года в нижегородской рабочей семье, окончил в 1950 году Горьковский инженерно-строительный институт им. В. П. Чкалова, более 30 лет работал на строительстве крупных гидроэлектростанций СССР: инженером на Усть-Каменогорской ГЭС, начальником участка на Бухтарминской ГЭС, главным инженером строительства Чиркейской ГЭС, главным инженером и начальником строительства Рижской и Кегумской ГЭС, начальником строительства Чебоксарской ГЭС.

Работа Б. М. Ерахтина на производстве была характерна сочетанием инженерной деятельности с непосредственным участием в научных исследованиях. С его именем связаны разработка и производственное освоение технологии бетонирования массивных плотин в подвижных шатрах с искусственным климатом и комплексной механизацией процесса бетонных работ на Бухтарминской ГЭС; разработка и внедрение технологии подготовки котлована высокой плотины в узком створе при недостаточной устойчивости бортов методом контурного взрывания и технологии возведения арочной плотины с использованием радиоуправляемых кабель-кранов, пакетов мощных вибраторов и автоматизированных бетонных заводов на Чиркейской ГЭС; разработка и внедрение технологии приготовления механизированной укладки песчаного бетона на Рижской ГЭС; организация строительства без создания собственной производственной базы Кегумской ГЭС; массовое внедрение сборного железобетона и прогрессивных методов работ на основных сооружениях и инженерных защитах водохранилища Чебоксарской ГЭС. В 1970–71 гг. совместно с институтом Гидропроект и институтом Физики Земли АН СССР была проведена большая научная и производственная работа по анализу и ликвидации на Чиркейской ГЭС последствий 8-балльного Дагестанского землетрясения.

Выполненные по инициативе и с участием Б. М. Ерахтина технические и производственные разработки существенно способствовали успешному возведению названных гидроузлов и оказали заметное влияние на развитие гидротехнического строительства в нашей стране. По их результатам Б. М. Ерахтин был отмечен двумя медалями ВДНХ и Премией Совета Министров СССР.

В 1962 году без отрыва от производства он защитил кандидатскую диссертацию «Основы технологии бетонирования массивных плотин в суровых климатических условиях» в Ленинградском политехническом институте им. М. И. Калинина.



В 1981 году, после пуска Чебоксарской ГЭС, Б. М. Ерахтин перешел на научно-педагогическую работу в Горьковский инженерно-строительный институт им. В. П. Чкалова на должность профессора кафедры гидротехнических сооружений.

Научную деятельность в ГИСИ профессор Б. М. Ерахтин посвятил анализу и обобщению опыта отечественного и зарубежного гидростроительства и разработке на этой основе ряда новых, не имеющих аналогов в мире технических решений: комбинированной схемы пропуска расходов при строительстве ГЭС, оригинальных конструкций плотин и технологических схем возведения зданий гидроэлектростанций в суровых климатических условиях. Им была предложена и доведена до стадии практического применения новая теория проектирования бетонных плотин с учетом производства работ, позволяющая коренным образом повысить технологичность и сократить продолжительность возведения подобных сооружений.

Обобщив технические решения, реализованные при строительстве гидроэлектростанций и новые разработки, выполненные в стенах института, Б. М. Ерахтин в 1989 г. защитил во ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева докторскую диссертацию «Сооружение гидроузлов в сложных природных условиях».

С 1989 г. по 1995 г. доктор технических наук, профессор Б. М. Ерахтин заведовал кафедрой гидротехнических сооружений в ГИСИ им. В. П. Чкалова, получившим статус Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета.

Б. М. Ерахтин – автор 4 книг, более 70 научных статей, 22 авторских свидетельств и патентов на изобретения. Наиболее объемным его трудом явилось издание «Строительство гидроэлектростанций в России». – Москва: АСВ, 2007. – 732 с.

Крупный специалист-гидростроитель Б. М. Ерахтин продолжительное время был членом Советского национального комитета по большим плотинам, работал в редколлегии журнала «Гидротехническое строительство», привлекался к работе Научно-технического совета Минэнерго СССР, являлся членом совета по защите докторских диссертаций в ННГАСУ.

За время своей трудовой деятельности д. т. н., профессор Б. М. Ерахтин воспитал большую группу инженеров-производственников, проектировщиков, научных работников и молодых специалистов, многие из которых сейчас самостоятельно руководят стройками, подразделениями проектных и строительных организаций.

За успехи в трудовой деятельности Родина отметила Б. М. Ерахтина орденами «Октябрьской революции», «Дружбы народов», «Орденом Почета», медалями, почетными грамотами Верховных Советов Казахской ССР, Дагестанской и Чувашской АССР. Ему были присвоены звания: «Заслуженный строитель РСФСР», «Заслуженный строитель Дагестанской АССР», «Почетный энергетик СССР», Лауреат Премии Совета Министров СССР.

С 2005 г. Борис Михайлович пребывал на заслуженном отдыхе.

*Ректорат Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета скорбит о кончине Бориса Михайловича Ерахтина и выражает глубокие соболезнования его родным и близким. Светлая ему память.*

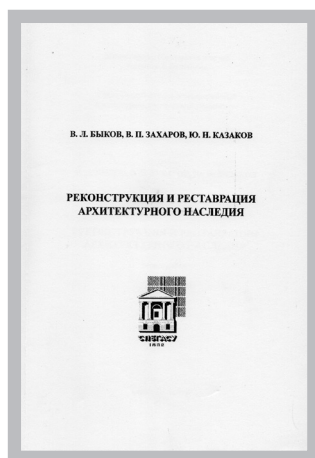


## НОВЫЕ ИЗДАНИЯ



**Шаповал, А. В. Теория формальной композиции :** учебное пособие для вузов / А. В. Шаповал. – Казань : ДИЗАЙН-КВАРТАЛ, 2016. – 175 с. : ил.  
ISBN 978-5-9907459-1-9

Рекомендовано Учебно-методическим объединением по архитектурному образованию в качестве учебника для специальности «Дизайн архитектурной среды».

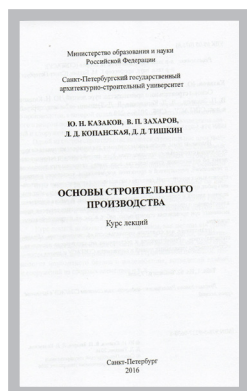


**Быков, В. Л. Реконструкция и реставрация архитектурного наследия :** монография / В. Л. Быков, В. П. Захаров, Ю. Н. Казаков ; С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2016. – 120 с.  
ISBN 978-5-9227-0680-3

В монографии системно рассмотрены характерные особенности различных рациональных технологий реконструкции и реставрации зданий в России к 2016 году. Приведены технологии обследования зданий и сооружений, передовые лабораторные и натурные методы тестирования конструкций и материалов. Научно обоснованно предложены методы восстановления и усиления подземной части зданий, усовершенствования функционального назначения и конструктивного решения квартир, адаптации общежитий и нежилых объектов под квартирные дома, реконструкция жилых домов первых массовых серий. Показана инженерная защита застройки от воды и слабых грунтов.

Приведены практические рекомендации авторов, которые они выработали в процессе своих научных исследований в СПбГАСУ, Службе государственного строительного надзора Санкт-Петербурга и Ассоциации СРО «Балтийский строительный комплекс».

Монография предназначена для преподавателей, научных работников и аспирантов вузов строительных специальностей.



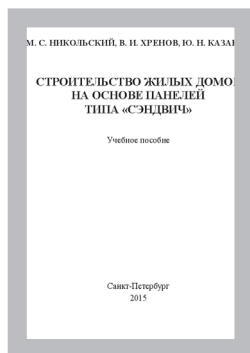
**Казakov, Ю. Н. Основы строительного производства** : учеб. пособие / Ю. Н. Казakov, Д. Д. Тишкин, Л. Д. Копанская ; С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2016. – 252 с.  
ISBN 978-5-9227-0137-2

В пособии изложены темы, необходимые учащимся для изучения материала по курсу «Основы строительного производства». Пособие содержит основные сведения об организации строительства, всех этапах строительных процессов и технологий, нормативной и проектной документации, технологии монтажа строительных конструкций, средствах механизации и автоматизации строительных работ,

приемах выполнения монтажных операций и кровельных работ, возведении зданий и сооружений из различных материалов. О качественных и прочностных свойствах материалов и различных ресурсах, применяемых при проведении строительных работ, а также приведены иллюстрированные примеры.

Пособие предназначено для студентов специальности «Строительство», «Градостроительство», «Реконструкция и реставрация архитектурного наследия», «Строительство уникальных зданий и сооружений» СПбГАСУ и других вузов.

Рекомендовано Редакционно-издательским советом СПбГАСУ в качестве учебного пособия.



**Никольский, М. С. Строительство жилых домов на основе панелей типа «сэндвич»** : учеб. пособие / М. С. Никольский, В. И. Хренов, Ю. Н. Казakov ; С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2015. – 110 с.  
ISBN 978-5-9227-0632-2

Приводятся исследования технологических решений возведения индивидуальных жилых домов из индустриальных сэндвич-панелей как особого типа строительных объектов повышенной степени заводской готовности.

Выявлены основные факторы и закономерности, влияющие на оптимизацию технологических режимов возведения индивидуальных жилых домов из индустриальных сэндвич-панелей.

Предложен новый теоретический подход к разработке усовершенствованной технологии в строительных процессах возведения и разработаны усовершенствованные технологические решения монтажа.

Предназначено для студентов, обучающихся по дисциплине «Основы строительного производства» по направлениям «Градостроительство» и «Строительство».

Рекомендовано Редакционно-издательским советом СПбГАСУ в качестве учебного пособия.





**Современные проблемы истории и теории архитектуры** : сб. докл. III науч.-практ. конф. ; С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2017. – 214 с.  
ISBN 978-5-9227-0698-8

В сборнике представлены статьи участников научно-практической конференции ученых Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова; Санкт-Петербургского государственного университета; Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета; Санкт-Петербургского государственного морского университета; Новосибирского государственного университета архитектуры, дизайна и искусств; Уральского государственного архитектурно-строительного университета.



## РЕЦЕНЗИЯ

на изданное учебное пособие **«Основы строительного производства»** : учеб. пособие / Ю. Н. Казаков, Д. Д. Тишкин, В. П. Захаров, Л. Д. Копанская ; С.-Петербург. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2016. – 252 с. УДК 69.05 (075.8); ISBN 978-5-9227-0137-2

Рецензируемое учебное пособие является уже вторым изданием, переработанным и дополненным, после выхода и многолетней апробации первой книги в 2008 г. в учебном процессе СПбГАСУ. Прежде всего отмечаем, что авторы правильно построили материал на основе того, что все строительные процессы по своему содержанию в технологическом отношении представляют собой совокупность двух аспектов. Первый аспект определяет особенности, происходящие с материальными элементами в пространстве и времени без изменения их физико-механических свойств, а именно: транспортирование, укладку, сборку, стыковку и др. Второй аспект определяет физико-химические превращения, изменяющие конечные свойства материальных элементов, а именно: прочность, плотность, напряженность, теплопроводность, водонепроницаемость и др.

В этом курсе лекций последовательно, от простого к сложному и от общего к частному, доступным языком для студентов изложены все базовые темы, необходимые учащимся для изучения материала по главной дисциплине кафедры «Основы строительного производства». Пособие содержит основные сведения об организации строительства, всех этапах строительных процессов и технологий, нормативной и проектной документации, технологии монтажа строительных конструкций, средствах механизации и автоматизации строительных работ, приемах выполнения монтажных операций и отделочных работ, возведении зданий и сооружений из различных материалов.

Представляется, что публикация этой важной книги является довольно значительным событием не только для СПбГАСУ, но и для МГСУ, СПбПУ, РААСН и других университетов и научных организаций, а также и в области практики реального строительства в регионах нашей страны. Авторами данного курса лекций являются известные в России и за рубежом ученые и специалисты – теоретики и практики. Так, советник РААСН Ю. Н. Казаков, под общей редакцией которого и была написана эта книга, с 2014 года работает ученым секретарем Северо-Западного территориального отделения РААСН, он – доктор технических наук, профессор, известный профессор кафедры строительного производства СПбГАСУ, автор более 180 научных и методических трудов, 17 признанных в нашей стране и за рубежом монографий и учебников, многих внедренных в строительство изобретений. За 30 лет он участвовал в строительстве жилья в Норильске на Крайнем Севере, экспериментальных спортивных комплексов в Вологде, восстанавливал Спитак в Армении. Его соавторы Д. Д. Тишкин, Л. Д. Копанская – кандидаты технических наук, доценты, опытные педагоги, а В. П. Захаров – заместитель начальника Службы госстройнадзора Санкт-Петербурга. Авторы имеют богатый опыт строительства новых и реконструкции старинных зданий и внедрения своих новых теплоизоляционных и энергосберегающих материалов и конструкций. Они в 2005–2012 гг. много раз выигрывали конкурсы РААСН на НИР и выполняли научные исследования по Отделению строительных наук.

Авторы правильно пишут, что одной из систем строительства является строительное производство – совокупность производственных процессов, осуществляемых непосредственно на строительной площадке, включая строительный-мон-



тажные и специальные процессы в подготовительный и основной периоды строительства. Курс лекций разработан на основе рабочей программы по дисциплине «Основы строительного производства». В него входят общие сведения об основах строительного производства, термины и определения, раскрываются понятия «строительство», «технология», «реконструкция» и др. Курс лекций включает в себя такие темы, как методы организации строительства, строительные процессы и технологии, нормативная и проектная документация строительного производства, виды строительных работ, инженерная подготовка строительной площадки, технология монолитного бетона и железобетона, возведений зданий и сооружений из сборных элементов и т. д.

**Чрезвычайно правильно с научной и методической сторон, что авторами по каждой технологии раскрывается свой инновационный подход – вариантное проектирование строительных процессов и выбор оптимальной технологии.** Задача проектирования заключается в принятии оптимального (наиболее эффективного) решения по безопасности, качеству, срокам и последовательности выполнения процессов, составу технических средств, техническим нормам и себестоимости строительных процессов. Технологическое проектирование включает разработку оптимальных технологических решений и организационных условий для выполнения строительных процессов, обеспечивающих выпуск строительной продукции в намеченные сроки при минимальном расходе всех видов ресурсов. Оптимальное решение строительного процесса – это определение и разработка наилучших сочетаний его параметров и вариантов. Для этого на стадии проектирования строительного процесса последовательно осуществляются разработка технологических вариантов выполнения строительного процесса, принятие и разработка наиболее эффективного варианта по технологическим и технико-экономическим показателям; документирование строительного процесса.

Основным документом строительного процесса, регламентирующим его технологические и организационные положения, является технологическая карта. Технологические карты разрабатывают на отдельные или комплексные процессы. Эти карты предусматривают применение технологических процессов, обеспечивающих требуемый уровень качества работ, совмещение строительных операций во времени и пространстве, соблюдение правил техники безопасности. В качестве технологической документации для несложных процессов находят применение также технологические схемы с описанием последовательности и методов выполнения процесса, с расчетом затрат труда и потребности в технических средствах. По своему содержанию технологические схемы представляют собой упрощенные технологические карты.

**Другим несомненным достоинством книги является раскрытие новых, инновационных технологий по быстровозводимым зданиям и энергосберегающим подходам.** Авторы дают обучающимся свою новую концепцию не просто классического медленного и дорогого строительства, а методы комплексного, интенсивного технологического процесса быстрого монтажа экономических зданий. Так, и возведение даже традиционных монолитных бетонных и железобетонных конструкций требует скоростного выполнения комплекса процессов, включающего устройство опалубки, армирование и бетонирование конструкций, выдерживание бетона, распалубливание, а также при необходимости отделку поверхностей готовых конструкций. Несомненно, научной новизной лекций является, например, материал о прогрессивном методе вакуумирования, о том, как при вакуумировании бетона вакуум-щитами (вакуум-матами), имеющими возможность

перемещения в сторону бетона, одновременно с отсосом воды и воздуха происходит дополнительное статическое уплотнение вследствие разности атмосферного давления и давления в вакуум-полости. При этом величина действующего усилия достигает 70–75 кН/м. С удалением от поверхности вакуумирования передаваемое на бетон давление снижается, так как часть нагрузки расходуется на преодоление сил внутреннего трения и развития контактных напряжений в твердой фазе.

Правильно раскрыт и оригинальный метод торкретирования бетона – технологический процесс нанесения в струе сжатого воздуха на поверхность конструкции или опалубки одного или нескольких слоев цементно-песчаного раствора (торкрет) или бетонной смеси (набрызг-бетон) (в зарубежной практике носит наименование «шприцбетон»). Благодаря большой кинетической энергии, развиваемой частицами смеси, нанесенный на поверхности раствор (бетон) приобретает повышенные характеристики по прочности, водонепроницаемости, морозостойкости, сцеплению с поверхностями нанесения. Авторы раскрывают и основные принципы монтажа уникальных зданий – пространственных покрытий различного типа. Так, подробно описан монтаж вантовых или висячих покрытий. Эти покрытия используют для перекрытия больших площадей как круглой, так и прямоугольной формы. Висячие покрытия могут состоять: из системы вант-канатов; системы с жесткими нитями из стальных решетчатых ферм, работающих аналогично нитям (при этом верхний пояс – растянутый, а нижний – стабилизирующий).

Описан монтаж большепролетных балочных, ферменных и арочных покрытий. Главная особенность монтажа состоит в том, что конструкция разбивается на крупные блоки. Под стыки этих блоков устанавливаются временные опоры. Одновременно монтируются минимум две конструкции, чтобы можно было установить прогоны для создания жесткой структуры. Монтаж структур. Структуры состоят из многократно повторяющихся линейно-металлических (или объемных железобетонных), образующих систему часто расположенных пересекающихся ферм. Такие системы имеют повышенную жесткость, но меньшую строительную высоту.

Таким образом, в данном пособии системно даны пути применения как традиционных, так и новейших оптимальных технологий при решении разных задач строительства зданий в России. Практическая значимость книги заключена в том, что в ней впервые приведены оригинальные практические рекомендации авторов, которые они выработали в процессе своих научных исследований в РААСН, СПбГАСУ, Службе государственного строительного надзора и экспертизы Санкт-Петербурга. Книга развивает существующие издания по теме, имеет 67 иллюстраций. Написана доходчиво и ярко, может быть полезна не только для студентов, но и преподавателей, научных работников и аспирантов вузов строительных специальностей, для специалистов строительных организаций. Пособие предназначено для студентов специальности «Строительство», «Градостроительство», «Реконструкция и реставрация архитектурного наследия», «Строительство уникальных зданий и сооружений» СПбГАСУ и других вузов. Рекомендовано Редакционно-издательским советом СПбГАСУ в качестве учебного пособия.

Рецензент

член-корреспондент РААСН, д.т.н., профессор, заведующий  
кафедрой строительных конструкций ФГБОУ ВО «СПбГАСУ», эксперт  
ООО «Межрегионэкспертиза»

В.И. Морозов  
7.04.2017г.





## РЕЦЕНЗИЯ

на изданное учебное пособие **«Строительство жилых домов на основе панелей типа «сэндвич»** : учеб. пособие / М. С. Никольский, В. И. Хренов, Ю. Н. Казаков ; С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2015. – 110 с. ; ISBN 978-5-9227-0632-2

**Актуальность темы пособия.** По мнению рецензента, исследование технологических решений возведения индивидуальных жилых домов из промышленных сэндвич-панелей как особого типа строительных объектов повышенной степени заводской готовности является действительно важным направлением в развитии отечественного строительного комплекса в XXI веке. Эффективность технологий монтажа быстровозводимых индивидуальных жилых домов обусловлена значительным сокращением продолжительности, стоимости и трудоемкости их возведения, повышением качества и ускорением ввода в эксплуатацию законченных «под ключ» объектов. Многообразие действующих в строительном производстве факторов приводит к значительному разнообразию и их технологических решений. В последние годы появились и новые актуальные факторы влияния, к которым относятся чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера. Актуальность темы обусловлена и тем, что к 2017 году в жилищном строительстве в РФ и за рубежом применяются как излишне мелкие в плане (до 1 на 1 метр), так и излишне крупные в плане (более 3 на 6 метров) сэндвич-панели систем «Модуль», «Сокол», «Охта», «УИЗ», «УСРЗ» и др. Они имеют высокие трудоемкости и стоимости монтажа ввиду многодельности и необходимости дорогого кранового оборудования. Кроме того, их существующие типовые гвоздевые, болтовые, сварные, бетонные и другие узлы соединения добавляют еще большую трудоемкость и стоимость монтажа ввиду их сложности и необходимости дорогого сварочного, резательного и другого оборудования. Поэтому возникла важная научная и практическая задача разработки усовершенствованной технологии возведения индивидуальных жилых домов из промышленных сэндвич-панелей на основе оптимизированной последовательности строительных операций монтажа рациональных элементов по размерам и массе с помощью быстросборных узлов. Однако до сих пор теоретически не смоделированы подобные рациональные технологические решения возведения индивидуальных жилых домов из оптимальных по размеру промышленных сэндвич-панелей; не обоснован алгоритм разработки модели монтажа быстровозводимых коттеджей на основе новых быстросборных типов узлов; не предложены практические рациональные конструктивно-технологические решения монтажа индивидуального жилого дома из промышленных сэндвич-панелей. Поэтому и возникла важная научная задача разработки обоснованных рациональных технологических решений возведения жилых домов на основе оптимизированных промышленных типов сэндвич-панелей.

Представляется, что публикация этой важной книги является довольно значительным событием не только для учебных процессов в СПбГАСУ, но и для МГСУ, РААСН и других университетов и научных организаций, а также и в области практики реального строительства в регионах нашей страны. Авторами данного пособия являются известные в России и за рубежом ученые и специалисты – теоретики и практики. Так, советник РААСН Ю. Н. Казаков, под общей редакцией которого и была написана эта книга, с 2014 года работает ученым секретарем Северо-Западного территориального отделения РААСН, он – доктор



технических наук, профессор, известный профессор кафедры строительного производства СПбГАСУ, автор более 180 научных и методических трудов, 17 признанных в нашей стране и за рубежом монографий и учебников, многих внедренных в строительство изобретений. За 30 лет он участвовал в строительстве жилья в Норильске на Крайнем Севере, экспериментальных спортивных комплексов в Вологде, восстанавливал Спитак в Армении. Его соавторы: М. С. Никольский – кандидат технических наук, а В. П. Захаров – заместитель начальника Службы госстройнадзора Санкт-Петербурга. Авторы имеют богатый опыт строительства зданий и внедрения своих новых теплоизоляционных и энергосберегающих материалов и конструкций. Они с 2005 г. много раз выигрывали конкурсы РААСН на НИР и выполняли научные исследования по Отделению строительных наук.

Прежде всего отмечу, что авторами методами системного анализа, моделирования и синтеза были разработаны **новые теоретические основы усовершенствования технологических решений возведения индивидуальных жилых домов из индустриальных сэндвич-панелей**. Предложен новый алгоритм разработки оптимальной модели монтажа быстровозводимых коттеджей, разработаны рациональные конструктивно-технологические решения монтажа индивидуального жилого дома из индустриальных сэндвич-панелей, предложены рациональные технологии возведения индивидуального жилого дома из сэндвич-панелей.

Для оптимизации процесса монтажа коттеджей на основе сэндвич-панелей была разработана теоретическая модель повышения технологичности строительных операций. Эта модель предлагается как системное множество высокотехнологических решений, принимаемых не только на этапах возведения, но и в процессах эксплуатации, ремонта, разборки и утилизации, т. е. стремящееся к максимуму на всех этапах жизненного цикла.

**Научная новизна книги** состоит в следующем:

- предложен новый теоретический подход к разработке усовершенствованной технологии в строительных процессах возведения индивидуальных жилых домов из индустриальных сэндвич-панелей методом моделирования и многокритериальной оптимизации технологических решений;
- разработаны усовершенствованные технологические решения монтажа оптимизированных по размерам сэндвич-панелей, состоящих из каркаса, минераловатных теплоизоляционных плит и облицовочных обшивок, которые соединяются между собой с помощью новых быстросборных шарнирных узлов типа «муфта-гильза» и герметизируются укладкой упругих теплозащитных шнуров в пазы панелей до их монтажа, с учетом наиболее важных критериев оптимальности: минимума затрат труда и машинного времени и минимума стоимости;
- выявлены основные факторы и закономерности, влияющие на оптимизацию технологических режимов возведения индивидуальных жилых домов из индустриальных сэндвич-панелей: снижение трудоемкости и стоимости монтажа от: увеличения размеров, степени заводской готовности и массы панелей; от снижения трудоемкости устройства узлов соединений; сокращение продолжительности строительства от повышения: количества и квалификации рабочих в звене, сменности и степени механизации работ;
- установлено влияние основных факторов и закономерностей на оптимизацию технологических режимов, позволяющее обеспечить снижение трудоемкости работ до 0,2 чел.- ч. и стоимости работ до 40 руб. на один кв. м площади панелей.



Сутью технологии авторов является сборка оптимизированных по размеру панелей вручную методом наведения и опирания стальных гильз на стальные муфты на углах панелей. Омоноличивание и сварка стыков не требуется. Узлы остаются подвижными шарнирами на весь период эксплуатации объекта.

Таким образом, разработанная инновационная технология монтажа несущих элементов индивидуального жилого дома включает горизонтальные несущие элементы, вертикальные несущие элементы в виде стоек и панелей, фундаментные подушки с пластинами. На вертикальные элементы прикреплен по крайней мере один шип, а на горизонтальных несущих элементах закреплены муфты. Шип установлен в муфте или с его соосными или несоосными закреплениями. В панелях перекрытия и пола имеются муфты, рассчитанные на монтаж шипов как сверху, так и снизу муфты. Муфты выполнены бочкообразной формы и с вертикальной прорезью на всю высоту муфты, которая образует два упругих лепестка. В стенках муфт выполнены отверстия для фиксаторов, чтобы осуществлять монтаж панелей грузоподъемными средствами. Шип выполнен в виде бочкообразной гильзы. При этом муфты выполнены с вертикальными прорезями на всю свою высоту с образованием упругих лепестков. Уплотнение стыков между горизонтальными и вертикальными панелями происходит автоматически за счет закрепленного до монтажа на торцах панелей в два слоя уплотнителя (например, вилатерма). Восприятие узлов соединения знакопеременных нагрузок в процессе эксплуатации индивидуального жилого дома осуществляются за счет взаимодействия части наружной бочкообразной поверхности шипа с частью внутренней бочкообразной поверхности муфты. Плотное прижатие обеспечивается тем, что в результате наличия вертикальных прорезей на всю высоту в муфте, в ней образуются два упругих лепестка, которые распрямляясь под действием бочкообразной гильзы шипа, при монтаже горизонтального несущего элемента на вертикальный несущий элемент после соединения узла стремятся вернуть себе исходную форму. В результате лепестки муфты складываются и плотно прижимаются к лепесткам, по крайней мере, одного шипа при действии нагрузки, направленной вверх, т. е. создается надежное соединение сэндвич-панелей в индивидуальном жилом доме.

**Важно, что есть и существенная практическая значимость этой книги, которая состоит в следующем:**

- доказана на объектах экспериментального строительства в п. Сиверский Ленинградской области в 2009–2015 гг. технологическая и экономическая целесообразность применения разработанных усовершенствованных технологических решений возведения индивидуальных жилых домов из промышленных сэндвич-панелей на основе нового узла типа «муфта-гильза», как более конкурентной строительной технологии по сравнению с известными способами строительства на основе традиционных мелкоэлементных и недостаточно промышленных каменных и бетонных изделий;

- разработан усовершенствованный вариант рациональных технологических решений возведения индивидуальных жилых домов из промышленных сэндвич-панелей с учетом наиболее важных потребительских критериев оптимальности: минимума затрат труда и машинного времени, минимума стоимости;

- разработан, согласован с руководством СПбГАСУ, утвержден президентом ЗАО «СЗНК» и внедрен новый руководящий технический материал «Технологический регламент возведения индивидуальных жилых домов из промышленных сэндвич-панелей», использованный в ЗАО «СЗНК» и ООО «МастерСтройКомпания» при строительстве 3 экспериментальных индивидуаль-



ных жилых домов в Ленинградской области;

- доказаны высокая технико-экономическая эффективность и технологичность, низкая трудоемкость и стоимость, простота, всепогодность, доступность и экономичность применения усовершенствованных решений возведения индивидуальных жилых домов из промышленных сэндвич-панелей, стоимость монтажа которых снижена до 40 руб. на 1 кв. м площади панелей, а трудоемкость работ – до 0,2 чел.-ч. на 1 кв. м площади, что на 7–10 % эффективнее по сравнению с сопоставимыми традиционными методами.

Достоверность результатов исследований подтверждается значительным объемом проанализированных конструктивно-технологических решений; применением современных методов исследования, адекватных объекту изучения, моделирования, натурных экспериментов и исследования технологических параметров процессов возведения жилых домов, математической статистики и теории вероятности при решении оптимизационных задач; положительной апробацией и практикой внедрения.

Пособие написано доходчиво и ярко, может быть полезно не только для студентов, но и преподавателей, научных работников и аспирантов вузов строительных специальностей, для специалистов строительных организаций. Пособие предназначено для студентов специальности «Строительство», «Градостроительство», «Реконструкция и реставрация архитектурного наследия», «Строительство уникальных зданий и сооружений» СПбГАСУ и других вузов. Рекомендовано Редакционно-издательским советом СПбГАСУ в качестве учебного пособия. За 2016 г. оно пользуется большим спросом в библиотеке СПбГАСУ.

Рецензент  
член-корреспондент РААСН, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой  
строительных конструкций ФГБОУ ВО «СПбГАСУ», эксперт ООО  
«Межрегионэкспертиза»  
В.И.Морозов  
15.03.2017г.

*Подпись уполномоченного  
нач. отд. Курасова Д.Т.*





## РЕЦЕНЗИЯ

на изданную научную монографию **«Реконструкция и реставрация архитектурного наследия»** : монография / В. Л. Быков, В. П. Захаров, Ю. Н. Казаков ; С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2016. – 163 с.; ISBN 978-5-9227-0680-3; УДК 69.059

Представляется, что публикация этой оригинальной и важной книги является довольно значительным событием в РААСН, Минстрое и Минкульте РФ, а также и в области практики сохранения объектов архитектурного наследия в КГИОП в регионах нашей страны. Авторами данной интересной монографии являются известные в России и за рубежом ученые и специалисты – теоретики и практики. Советник РААСН Ю. Н. Казаков 15 лет работает ученым секретарем Северо-Западного территориального отделения РААСН, доктор технических наук, профессор, известный профессор кафедры строительного производства СПбГАСУ, автор 195 научных и методических трудов, 15 признанных в нашей стране и за рубежом монографий и учебников, многих внедренных в строительство изобретений. Он участвовал в реконструкции и реставрации многих памятников архитектуры, в т. ч. успешно, быстро и качественно воссоздал известную и процветающую ныне «Высшую школу народных искусств (институт)» Минобразования РФ – памятник архитектуры петровского барокко начала XX века в центре Санкт-Петербурга. Его соавторы, В. Л. Быков – кандидат технических наук, руководитель Ассоциации «Балтийский стройкомплекс», а В. П. Захаров – заместитель начальника Службы госстройнадзора Санкт-Петербурга. Авторы имеют богатый опыт реконструкции старинных зданий и внедрения новых теплоизоляционных и энергосберегающих материалов и конструкций. Они в 2005–2012 гг. 7 раз выигрывали конкурсы РААСН на НИР и выполняли научные исследования по Отделению строительных наук.

В их монографическом исследовании системно рассмотрены характерные особенности применения различных рациональных технологий реконструкции и реставрации старинных зданий в России к 2017 году. Приведены рекомендуемые «классические» технологии обследования объектов архитектурного наследия, передовые лабораторные и натурные методы тестирования конструкций и материалов. Освещено применение и инновационных, необычных, изобретенных ими тонкопленочных теплоотражающих покрытий на ограждающих конструкциях зданий. Так, в книге детально и научно обоснованно предложены методы восстановления и усиления подземной части зданий, усовершенствования функционального назначения и конструктивного решения квартир, адаптации общежитий и нежилых объектов под квартирные дома, реконструкции жилых домов первых массовых серий. Показаны способы инженерной защиты застройки от воды и усиления слабых грунтов. Использование данных технологий позволяет продлить сроки службы объектов архитектурного наследия, памятников истории и культуры, дворцов, храмов, старинных домов в нашей стране.

Так, авторами правильно раскрывается такой важный и традиционный способ укрепления кирпичных стен, который состоит в использовании стальных обоев или устройстве внешнего «корсета», не дающих кладке «расползаться» по горизонтали. Обоймы узких простенков и столбов – это системы угловых профилей, объединенных по горизонтальным полосовым связям, шаг которых зависит от степени гибкости стойки и величины сжимающего давления. Цельнометаллическими обоями может быть закреплено множество столбов



и простенков старых зданий. Большое внимание авторами уделено и усилению старых деревянных конструкций. Главный способ усиления стержневых систем (стропил, ферм, завершающих конструкций) – это полная или частичная замена поврежденных частей. Выбор метода стыковки или замены зависит от характера работы стержня в системе. Наиболее сжатые элементы (верхние подкосы и пояса ферм) включаются в работу и соединяются с помощью лобовых и угловых врубок, страхуемых шпильками и хомутами.

Научная новизна монографии заключается в раскрытии многих новых способов реконструкции, неизвестных в теории и практике ранее. Так, авторами в их трудах и экспериментально было доказано, что их новое теплоотражающее покрытие с инновационными «микросферами» (ТТП) способно снизить величину теплового потока на 17 %, а применение на конкретном объекте в Тюмени позволило повысить суммарное тепловое сопротивление ограждающей конструкции на 31 %. Конструктивно на этом объекте после слоя жидкой теплоизоляции на внутренней поверхности стены была оставлена воздушная прослойка толщиной 20 мм, а затем был установлен гипсокартонный лист.

При малых концентрациях микросфер (5–20 %) в ТТП эффективность теплозащиты ограждающих конструкций может быть на 13–20 % выше по сравнению с аналогичными конструкциями без покрытия. При значительных концентрациях микросфер (50–80 %) со снижением излучательной способности (до 0,3–0,4) повышение эффективности может достигать 30–35 %. Использование теплоотражающего покрытия на внутренней поверхности ограждающих конструкций также является эффективным и повышает теплозащитные свойства конструкции на 12 %. А добавление алюминиевого пигмента в акриловую основу с микросферами увеличивает эффективность теплозащиты на 5 %. Также чрезвычайно интересны и идеи авторов по применению инновационных высокоэффективных мастик-растворов на базе полимеров с высокими гидроизоляционными свойствами, предназначенных для инъекций в толщу старого материала стен. Надежность данной гидроизоляции обеспечивается вспучиванием состава в порах, благодаря чему заполняются все пустоты в теле стен. Примерами таких составов являются проникающие «пенетроны», «акванасты» и другие марки.

Необходимо отметить и авторские пути модернизации квартир в домах первых массовых серий, расположенных на первом и четвертом-пятом этажах, которые кроме решения общих задач должны уменьшить или устранить общепризнанные недостатки, связанные с расположением жилья. Известно, что семьи, живущие в квартирах первого этажа, испытывают неудобства из-за шумов входного узла, недостаточной теплоизоляции нижнего перекрытия и особенно из-за того, что квартиры легко просматриваются снаружи. Правильно, что такие квартиры можно отрезать от входного узла путем закладки дверного проема и присоединения примыкающего участка дворового пространства для размещения независимого входа. Также можно пристроить дополнительные объемы к кухне или комнатам и организовать приквартирный садик. Жильцы пятого этажа, как правило, испытывают трудности из-за подъема по лестнице (пятиэтажные дома не оборудованы лифтами) и дефектов совмещенных неветилируемых крыш (частые протечки, перегрев летом и холод зимой). Можно согласиться, что от первого недостатка может избавить обязательная при реконструкции пристройка лифтов, а от второго – перестройка крыши на мансардную или чердачную вентилируемую.

Таким образом, в данной монографии системно исследованы и даны пути применения как традиционных, так и новейших оптимальных технологий при





решении разных задач реконструкции и реставрации старинных зданий в России. Приведены технологии обследования зданий и сооружений, передовые лабораторные и натурные методы тестирования конструкций и материалов. Практическая значимость книги заключена в том, что в ней впервые приведены оригинальные практические рекомендации авторов, которые они выработали в процессе своих научных исследований в РААСН, СПбГАСУ, Службе государственного строительного надзора и экспертизы Санкт-Петербурга и Ассоциации СРО «Балтийский строительный комплекс». Книга развивает существующие издания по теме, имеет 48 иллюстраций, библиография составлена из 21 источника. Монография написана доходчиво и ярко, может быть полезна не только для преподавателей, научных работников и аспирантов вузов строительных специальностей, но и для специалистов строительных организаций.

Рецензент: советник РААСН, Бирюков Александр Николаевич, д. т. н., профессор, заведующий кафедрой организации и технологии строительства ФГКВООУ ВПО «Военный институт (инженерно-технический) Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулева», эксперт ООО «Межрегионэкспертиза». 190000, Россия, Санкт-Петербург, Захарьевская ул., д.22

21.04.2017г.  
*Подпись удостоверено, нач. отд. Куратор*

## ПЕРЕЧЕНЬ ТРЕБОВАНИЙ И УСЛОВИЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ НАУЧНОЙ СТАТЬИ В ПЕРИОДИЧЕСКОМ НАУЧНОМ ИЗДАНИИ «ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ»

### 1. Список материалов, необходимых для публикации научной статьи

1.1. Автор (авторы) в соответствии с приведенными ниже требованиями должен оформить материалы научной статьи: рукопись статьи и сопроводительные документы к ней. Журнал является двуязычным и материалы научной статьи могут подаваться в редакцию на русском или на английском языках (здесь имеется ввиду язык основного текста статьи, т. к. часть материалов статьи должна оформляться на обоих языках).

1.2. Рукопись статьи представляется в двух экземплярах в печатном виде на листах формата А4 (оформление – см. п. 2) и в электронном виде (оформление – см. п. 3). ***Печатный и электронный варианты рукописи статьи должны быть идентичны.***

1.3. Сопроводительные документы к рукописи статьи должны включать в себя:

1.3.1. Сопроводительное письмо в двух экземплярах в печатном виде на листе формата А4 **по утвержденной форме**, которая приведена на интернет-сайте журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru> Данное письмо подписывается руководителем организации (юридического лица), откуда исходит рукопись статьи. Если автор статьи не является работником какой-либо организации, не является аспирантом, докторантом, соискателем ученой степени, то сопроводительное письмо подписывается им лично (в этом случае к сопроводительному письму должны прилагаться документы, подтверждающие статус безработного). Для работников ННГАСУ, а также для аспирантов, докторантов, соискателей ученой степени, официально оформленных в ННГАСУ, сопроводительное письмо представлять не требуется.

1.3.2. Выписку из протокола заседания кафедры (отдела, научно-технического совета или иного правомочного органа) с рекомендацией статьи к публикации в Приволжском научном журнале в двух экземплярах в печатном виде на листах формата А4. Если статья представляется не от лица какой-либо организации, а непосредственно физическим лицом, то вместо выписки представляется рекомендация к опубликованию, подписанная научным работником, имеющим ученую степень по соответствующей специальности (определяется по номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной Минобрнауки России).

1.3.3. Экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати в двух экземплярах в печатном виде на листах формата А4. Данный документ оформляется по форме, утвержденной в организации, откуда исходит рукопись статьи. Форма экспертного заключения, утвержденная в ННГАСУ, размещена на интернет-сайте журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru> (для работников ННГАСУ, а также для аспирантов, докторантов, соискателей ученой степени, официально оформленных в ННГАСУ, данный документ оформляется в отделе интеллектуальной собственности и трансфера технологий (корпус II, каб. 213-а, тел.: (831) 430-19-34)).

Если в организации, откуда исходит рукопись статьи, нет утвержденной формы экспертного заключения, то в качестве образца может использоваться форма ННГАСУ (при этом автор должен внести соответствующие изменения в наименования должностей и Ф.И.О. ответственных лиц). Если статья представляется не от лица какой-либо организации, а непосредственно физическим лицом, то экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати представлять не требуется.

1.3.4. Документ (копия бланка подписки), подтверждающий оформление подписки на Приволжский научный журнал на 2 (два) номера или более (ин-



декс 80382 в каталоге Агентства «Роспечать»). Подписка может быть оформлена физическим или юридическим лицом. Требование по оформлению подписки **не распространяется** на следующие категории лиц: 1) на аспирантов (статус аспиранта подтверждается справкой из организации, в которой проходит обучение в аспирантуре); 2) на штатных сотрудников ННГАСУ; 3) на членов редакционной коллегии Приволжского научного журнала. *Примечание:* если соавтором статьи является лицо, не относящееся ни к одной из вышеуказанных категорий, то требование по оформлению подписки на журнал сохраняется.

1.4. Если авторами статьи являются работники различных организаций (юридических лиц), то сопроводительные документы оформляются от одной из организаций (по усмотрению авторов), а от остальных необходимо представить выписки из протоколов заседаний кафедр (отделов, научно-технических советов или иных правомочных органов) с рекомендацией статьи к опубликованию с учетом сформированного авторского коллектива. Данные выписки должны быть подписаны руководителем организации, которая заверяется печатью организации.

## **2. Правила оформления рукописи научной статьи в печатном виде**

2.1. Рукопись статьи (при оформлении основного текста статьи **на русском языке**) должна включать в себя следующие составные элементы:

- индекс УДК (универсальная десятичная классификация);
- фамилии, инициалы авторов **на русском языке**;
- ученые степени и ученые звания авторов **на русском языке** (звания в негосударственных академиях наук не указывать);
- должности авторов (по основному месту работы, а также по совместительству (если имеется)) **на русском языке** (если автор является аспирантом, докторантом или соискателем ученой степени, то необходимо указать название кафедры, на которой он оформлен);
- название статьи **на русском языке**;
- полное наименование организации (юридического лица), являющегося местом работы автора (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на русском языке**;
- контактная информация для переписки (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на русском языке**: почтовый адрес организации (с указанием индекса); номер телефона, номер факса (с указанием кода города), адрес электронной почты;
- ключевые слова **на русском языке** (3 – 5 слов и (или) словосочетаний);
- аннотация статьи **на русском языке** (общий объем не более 0,3 стр.);
- основной текст статьи **на русском языке**;
- библиографический список **на русском языке** (не менее трех источников);
- фамилии, имена, отчества (полностью) авторов **на английском языке**;
- ученые степени и ученые звания авторов **на английском языке** (звания в негосударственных академиях наук не указывать);
- должности авторов (по основному месту работы, а также по совместительству (если имеется)) **на английском языке** (если автор является аспирантом, докторантом или соискателем ученой степени, то необходимо указать название кафедры, на которой он оформлен);
- название статьи **на английском языке**;
- полное наименование организации (юридического лица), являющегося местом работы автора (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на английском языке**;



- контактная информация для переписки (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на английском языке**: почтовый адрес организации (с указанием индекса); номер телефона, номер факса (с указанием кода города), адрес электронной почты;

- ключевые слова **на английском языке** (3 – 5 слов и (или) словосочетаний);  
- аннотация статьи **на английском языке** (общий объем не более 0,3 стр.);  
- библиографический список **на английском языке** (не менее трех источников);  
- знак охраны авторского права, состоящий из следующих элементов: латинская буква «С» в окружности, фамилии, инициалы авторов на русском языке, год направления статьи в редакцию.

**Расположение и оформление вышеперечисленных частей рукописи статьи должно соответствовать образцу оформления научной статьи, который размещен на интернет-сайте журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru>.**

2.2. Рукопись статьи (при оформлении основного текста статьи **на английском языке**) должна включать в себя те же составные элементы, которые указаны в п. 2.1. При этом русскоязычное написание заменяется на англоязычное, а англоязычное – на русскоязычное.

2.3. При оформлении рукописи статьи необходимо соблюдать следующие требования:

2.3.1. Текст рукописи статьи набирается на компьютере в текстовом редакторе «Microsoft Word» и распечатывается на принтере на листах бумаги формата А4 с одной стороны. Плотность бумаги 80 г/м<sup>2</sup>. 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 «л» 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 Сур, размер № 12, межстрочный интервал 1,0 (одинарный). В случае использования в статье цветных графических материалов (рисунки, графики, фотографии и др.) их необходимо скомпоновать на четном количестве страниц – либо на двух, либо на четырех отдельных страницах (но не более четырех страниц). К данным рисункам должны быть сделаны подписи, а в тексте статьи на них должны быть ссылки. Использование цветных графических материалов должно быть оправданным (в тех случаях, когда их нельзя заменить черно-белым аналогом).

2.3.6. Библиографический список должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5-2008 (с учетом вступления в силу последующих версий данного документа). Нумерация литературных источников в списке дается в порядке последовательности ссылок. На все литературные источники должны быть ссылки в тексте статьи (в квадратных скобках). В библиографический список включаются только те работы (документы), которые опубликованы в печати на момент представления рукописи статьи в редакцию. Количество литературных источников в списке должно быть не менее 3-х. В качестве цитируемых литературных источников должны использоваться научные статьи, опубликованные за последние 5 лет в российских и зарубежных рецензируемых научных периодических изданиях. Не допускается ссылаться на учебники и учебные пособия, научно-популярную литературу, если они не являются объектом исследования. В англоязычном варианте библиографического списка русскоязычные литературные источники должны быть представлены в транслитерации, на латинице. Кроме того названия статей и названия журналов переводятся на английский язык (перевод указывается в квадратных скобках). Библиографические описания англоязычных изданий приводятся в оригинальном виде. Для изданий на других языках названия статей и названия журналов должны быть переведены на английский язык (перевод указывается в квадратных скобках).

2.3.7. Объем рукописи статьи (включая черно-белые и цветные графические материалы), оформленной с учетом вышеперечисленных требований, **не должен превышать**: а) 11 (одиннадцать) страниц при наличии в тексте не менее 3-х графических материалов (рисунков, графиков, фотографий); б) 8 (восемь) страниц во всех остальных случаях.

2.4. Рукопись статьи должна быть тщательно отредактирована и подписана всеми авторами (лично) с обратной стороны последней страницы с указанием даты представления рукописи в редакцию (число.месяц.год).

### 3. Правила оформления рукописи научной статьи в электронном виде

3.1. В электронном виде необходимо представить файл, подготовленный в редакторе «Microsoft Word» (тип файла «doc» или «docx» или «rtf»). Данный файл должен включать рукопись статьи (подготовленной в соответствии с п. 2) со вставленными в текст графическими материалами (если они имеются). В названии файла должна присутствовать фамилия автора статьи. Файл должен быть записан на компакт-диск (CD-R или CD-RW).

3.2. Каждый отдельный графический материал (рисунок, график, фотография и др.) должен быть записан в виде отдельного файла, при этом названия файлов должны соответствовать нумерации данных материалов (например: «Рис.1»). Все графические материалы должны быть доступны для редактирования, для этого



они должны быть представлены **в исходном формате** (например, для рисунков, созданных в графическом редакторе «CorelDraw», необходимо представление файлов в формате «cdr»). Представление графиков, рисунков и т. п. графических материалов в виде отсканированных изображений **не допускается**. Файлы фотографий должны иметь расширение «jpg». Качество всех графических материалов должно быть высоким (не ниже 300 dpi).

#### **4. Порядок представления в редакцию материалов научной статьи**

Подготовленные с учетом всех вышеперечисленных требований материалы научной статьи (рукопись статьи и сопроводительные документы к ней) должны быть запечатаны в конверт формата А4, на котором указывается адрес редакции: *Россия, 603950, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65. ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет».* Ответственному секретарю Приволжского научного журнала Моничу Д. В.

Конверт с материалами может быть отправлен по почте, с использованием курьерской доставки или доставлен лично автором (доверенным лицом автора). В случае отправки с использованием курьерской доставки, а также в случае личной доставки, конверт необходимо сдавать в канцелярию ННГАСУ (г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65, ННГАСУ, корпус I, 1-й этаж, каб. 127).

#### **5. Порядок рассмотрения редакцией материалов научной статьи и ее рецензирования**

5.1. После получения материалов научной статьи ответственный секретарь журнала проводит оценку их достаточности и правильности оформления. В случае отклонений от установленных требований, автору по электронной почте направляется письмо с уведомлением: «Материалы научной статьи не соответствуют требованиям, установленным редакцией журнала».

5.2. Материалы статей, оформленные в соответствии с установленными требованиями, ответственный секретарь регистрирует и направляет для рассмотрения члену редакционной коллегии журнала, который имеет соответствующую специальность (по номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной Минобрнауки России). Член редакционной коллегии организует рецензирование (экспертную оценку) рукописи научной статьи в соответствии с порядком, установленным редакцией журнала. С составом редакционной коллегии, в т. ч. с научными специальностями ее членов, а также с «Порядком рецензирования научных статей» можно ознакомиться на интернет-сайте Приволжского научного журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru>

5.3. Если на статью получена положительная рецензия, то она включается в план публикации соответствующего тематического раздела журнала. Автору статьи по почте, а также по электронной почте направляется копия рецензии (без указания личности рецензента) и уведомление «Включено в план публикации». Сроки и очередность опубликования устанавливаются редакцией с учетом количества статей, находящихся в плане публикации соответствующего тематического раздела журнала. Как правило, дата приема статей для издания очередного номера устанавливается не позднее, чем за 4 (четыре) месяца до месяца выхода (например, для № 1 (март) этот срок должен быть не позднее 01 ноября). При этом дата устанавливается по дате получения редакцией положительной рецензии на статью.

5.4. Если на статью получена рецензия с замечаниями, но рецензент указывает на возможность публикации статьи после доработки, то автору статьи по почте направляется копия рецензии (без указания личности рецензента) и уведомление «На доработку». Порядок оформления, представления и рассмотрения дорабо-



танных рукописей статей такой же, как для вновь поступающих материалов статей. К доработанной рукописи статьи необходимо приложить документ «Ответы на замечания рецензента», оформленный в печатном виде на листах формата А4, в двух экземплярах. Ответы даются на каждое замечание (по пунктам), внизу ставятся личные подписи всех авторов с указанием даты представления доработанной рукописи в редакцию (число.месяц.год). Подписи авторов должны быть заверены канцелярией или отделом кадров организации, откуда исходит рукопись статьи. Сопроводительные документы к рукописи статьи (по п. 1.3.) переоформляются только в том случае, если при доработке изменяется название статьи и (или) изменяется авторский коллектив.

5.5. Если на статью получена отрицательная рецензия (рецензия с замечаниями, без указания на возможность публикации статьи после доработки), то автору статьи по почте направляется копия рецензии (без указания личности рецензента) и уведомление «Не рекомендуется к публикации».

#### **6. Общие требования и условия публикации**

6.1. Редакцией не принимаются к рассмотрению: 1) научные статьи, не соответствующие тематическим направлениям журнала, по которым осуществляется рецензирование (экспертная оценка). Данные направления соответствуют научным направлениям членов редакционной коллегии журнала (по номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной Минобрнауки России); 2) научные статьи, публиковавшиеся ранее; 3) материалы, не соответствующие установленным редакцией требованиям; 4) рекламные материалы.

6.2. Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения рукописей статей. Редакция имеет право частично или полностью предоставлять материалы научных статей в российские и зарубежные организации, обеспечивающие индексы научного цитирования, а также размещать данные материалы на интернет-сайте журнала.

6.3. Авторский коллектив, направляющий научную статью в редакцию журнала, несет ответственность за неправомерное использование объектов интеллектуальной собственности, объектов авторского права или «ноу-хау» в полном объеме, в соответствии с действующим законодательством.

6.4. Авторские права на каждый номер журнала (в целом) принадлежат учредителю журнала – федеральному государственному бюджетному образовательному учреждению высшего образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ). Перепечатка материалов «Приволжского научного журнала» без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

6.5. Материалы научных статей, направляемые в редакцию журнала, авторам не возвращаются. Вознаграждение (гонорар) за опубликованные научные статьи не выплачивается.

6.6. Оплата за рассмотрение научной статьи редакцией взимается путем оформления автором подписки на журнал (условия – см. п. 1.3.4 выше). Плата с аспирантов за публикацию научных статей не взимается.



**ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА**  
**на II 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**

