

ISSN 1995-2511

# ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

4

2018



ISSN 1995-2511



---

# **ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

**Периодическое научное издание**

**№ 4**

**Декабрь 2018**

**Нижний Новгород**



ББК 95; я5

П 75

ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ, № 4 (48)

Периодическое научное издание. Н. Новгород, ННГАСУ, 2018. 218 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; акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. В. Т. ЕРОФЕЕВ; д-р наук, проф. М. ИВЕТИЧ; засл. деят. науки РФ, акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. Н. И. КАРПЕНКО; д-р физ.-мат. наук, проф. М. М. КОГАН; д-р техн. наук, проф. Д. В. КОЗЛОВ; чл.-кор. РААСН, д-р техн. наук, проф. В. Н. КУПРИЯНОВ; д-р наук, проф. Ф. НЕСТМАНН; д-р техн. наук, проф. С. И. РОТКОВ; д-р техн. наук, проф. С. В. СТЕПАНОВ; засл. деят. науки РФ, д-р физ.-мат. наук, проф. Р. Г. СТРОНГИН; д-р физ.-мат. наук, проф. А. Н. СУПРУН; д-р техн. наук, проф. В. П. СУЧКОВ; засл. деят. науки РФ, акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. В. И. ТЕЛИЧЕНКО; засл. деят. науки РФ, акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. В. И. ТРАВУШ; засл. деят. науки РФ, акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. С. В. ФЕДОСОВ; д-р физ.-мат. наук, проф. Е. В. ЧУПРУНОВ; засл. деят. науки РФ, д-р хим. наук, проф. В. А. ЯБЛОКОВ

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

Подписано в печать 20.12.2018 г. Формат 70×108/16. Бумага офсетная  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 19 + вкл. 3,0. Тираж 600 экз. Заказ №

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

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

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

**интернет-сайт:** www.pnj.nngasu.ru; 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, 2018

ISSN 1995-2511



---

# **THE PRIVOLZHSKY SCIENTIFIC JOURNAL**

**Scientific periodical**

**№ 4**

**December 2018**

**Nizhny Novgorod**

Scientific periodical. Nizhny Novgorod, NNGASU, 2018. 218 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 20.12.2018. Format 70×108/16. Offset paper.

Offset printing. Ref. publ. p. 19 + illust. 30. Copies 600. Order №

**Publisher's address:** 65 Iljinskaya St., 603950, Nizhny Novgorod, Russia.

**Tel./fax:** +7 (831) 433-04-36 (editors), +7 (831) 430-19-46 (executive secretary);

**e-mail:** md@nngasu.ru (executive secretary), red@nngasu.ru (editors),

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

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

Printed in JSC «Novye reshenia» publishing house

Address: 35a, Artelnaya St., office 1, 603098, Nizhny Novgorod, Russia.



## СОДЕРЖАНИЕ

### СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

<b>Лахов А. Я., Супрун А. Н.</b> Компьютерное моделирование взрывных воздействий на геодезические оболочки.....	9
<b>Бобылев В. Н., Тишков В. А., Щеголев Д. Л., Петрова М. М.</b> Механизм резонансного и инерционного прохождения направленного звука через светопрозрачные ограждающие конструкции зданий и сооружений.....	15
<b>Дымченко В. В.</b> Метод расчета звукоизоляции каркасно-обшивных перегородок с одинарным каркасом.....	21
<b>Шеховцов Г. А.</b> Определение крена промышленных дымовых труб фотографическим способом продолженного отвеса.....	32

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

<b>Бодров В. И., Бодров М. В., Кузин В. Ю., Морозов М. С.</b> Повышение тепловой защиты серийных многоквартирных жилых домов из трехслойных панелей при проведении капитального ремонта.....	40
<b>Кочев А. Г., Соколов М. М., Кочева Е. А.</b> Особенности поддержания температурно-влажностного режима в православных храмах.....	48
<b>Левцев А. П., Лапин Е. С.</b> Использование энергоэффективного мембранного насоса в схеме индивидуального теплового пункта здания.....	53
<b>Лысяков А. И.</b> Методика гидравлического расчета систем теплоснабжения с естественной циркуляцией теплоносителя.....	59
<b>Павлов М. В., Лукин С. В., Кочкин А. А.</b> Верификация нестационарной математической модели лучистого отопления теплицы в экспериментальных условиях.....	68
<b>Крамаренко П. Т., Грималовская И. П.</b> Естественная вентиляция жилых зданий повышенной этажности.....	75

### СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

<b>Анисимова С. В., Шурыгина Ю. Н., Павликова С. М.</b> Использование стироло-акриловых дисперсий для грунтования минеральных пористых поверхностей.....	79
--	----

### ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

<b>Красильников В. М., Соболев С. В.</b> Фрактальные параметры Рыбинского водохранилища на реке Волге.....	87
<b>Горохов Е. Н., Логинов В. И., Маленов А. А., Скворцов С. Я.</b> Расчетное обоснование проекта реконструкции плотины гидроузла на р. Улахан-Курунг-Юрюе после ее разрушения.....	95
<b>Горохов Е. Н., Логинов В. И., Маленов А. А., Скворцов С. Я.</b> Оценка отопляющего воздействия гидротехнических сооружений защиты устьев нефтеразведочных скважин на многолетнемерзлые породы Арктического шельфа.....	101
<b>Февралев А. В., Грачева О. А.</b> Обоснование режима использования водных ресурсов малых водохранилищ, предназначенных для рекреации.....	106

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

<b>Дмитриев А. И., Кривоногов Д. М., Васюкова Е. А., Гелашвили Д. Б.</b> Оценка современного состояния сообществ насекомых и паукообразных в районе предполагаемого строительства Нижегородского низконапорного гидроузла на объекте «Плотина».....	112
---	-----



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

Гельфонд А. Л., Лисицына А. В. Историко-культурный потенциал древних городов Нижегородской области .....	123
Горшкова Г. Ф. Проекционная система пространства и времени в архитектурной геометрии города .....	128
Норенков С. В., Чеберева О. Н., Крашенинникова Е. С. Тектология архитектурно-градостроительного проектирования ансамбля Нижегородской Стрелки.....	133
Яковлев А. А., Осипов И. О. Влияние внешних факторов на формирование архитектурных решений промышленных зданий на сложном рельефе.....	139
Яковлев А. А., Осипов И. О. К вопросу о классификации промышленных объектов на сложном рельефе.....	143
Орлова Л. Н., Кочеткова Е. А. Модульные быстровозводимые роторные парковки: современный подход к проектированию стоянок автомобилей. ....	146
Волкова Е. М. Влияние градостроительных регламентаций на формирование архитектурного облика улиц Нижнего Новгорода.....	151
Мальшева С. Г., Калашник К. О. Определение архитектурно-планировочных особенностей Самарской крепости начала XVIII века.....	160
Ежикова Е. Ю. Архитектура зданий образцового проектирования в Самаре XIX века.....	169
Амер А. С. А. Стратегии достижения «зеленой» архитектуры сельских ареалов .....	176
Шapiro Г. Е. Особенности архитектуры синагог Области Войска Донского и Кавказского края периода второй половины XIX – первой трети XX вв.....	184

## АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Гоголева Н. А. Подходы к решению среды интерьера общественных пространств.....	190
Гоголева Н. А. Современные аспекты формирования пространства и видеоэкология.....	195

## ИНФОРМАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ

Памяти академика Валентина Васильевича Найденко.....	199
Семина Д. Д., Соболев С. В. О развитии классификации водохранилищ по конфигурации в плане.....	200
Миронов В. Г., Миронов Р. В. Анализ современных технологий деревянного домостроения в Приволжском регионе.....	205
Новые издания.....	211
Перечень требований и условий, предоставляемых для публикации в периодическом научном издании «Приволжский научный журнал».....	212

**НА ОБЛОЖКЕ:** Замок Шереметева – дворцово-парковый ансамбль в пос. Юрино, Республика Марий Эл. Фото О. А. Соболев



## CONTENTS

### BUILDING CONSTRUCTIONS, BUILDINGS AND STRUCTURES

<b>Lakhov A. Ya., Suprun A. N.</b> Computer modeling of blast loadings on geodesic shells....	9
<b>Bobylyov V. N., Tishkov V. A., Schyogolev D. L., Petrova M. M.</b> Mechanism of resonant and inertial passing of directed sound through transparent protecting structures of buildings.....	15
<b>Dymchenko V. V.</b> Method of calculating sound insulation of frame lightweight partitions with a single frame.....	21
<b>Shekhovtsov G. A.</b> Determination of tilt of industrial chimneys by a photographic method of prolonged plumb .....	32

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

<b>Bodrov V. I., Bodrov M. V., Kuzin V. Yu., Morozov M. S.</b> Improving thermal protection of serial apartment houses of three-layer panels at capital repair .....	40
<b>Kochev A. G., Sokolov M. M., Kocheva E. A.</b> Specific features of maintaining temperature and humidity conditions in the Orthodox temples.....	48
<b>Levtsev A. P., Lapin E. S.</b> Use of an energy efficient membrane pump in a scheme of an individual thermal point of a building.....	53
<b>Lysyakov A. I.</b> The methodology of hydraulic calculation of heat supply systems with gravity circulation of the coolant.....	59
<b>Pavlov M. V., Lukin S. V., Kochkin A. A.</b> Verification of a non-stationary mathematical model of greenhouse radiant heating under experimental conditions.....	68
<b>Kramarenko P. T., Grimalovskaya I. P.</b> Natural ventilation of residential buildings of increased number of storeys.....	75

### CONSTRUCTION MATERIALS AND PRODUCTS

<b>Anisimova S. V., Shurygina Yu. N., Pavlikova S. M.</b> The use of styrene-acrylic dispersion for priming mineral porous surfaces.....	79
--	----

### HYDRAULIC ENGINEERING CONSTRUCTION

<b>Krasilnikov V. M., Sobol S. V.</b> Fractal parameters of the Rybinsk reservoir on the Volga river	87
<b>Gorokhov E. N., Loginov V. I., Malenov A. A., Skvortsov S. Ya.</b> Computation justification of the dam reconstruction project on the Ulakhan-Kurung-Yuryue river after its destruction.....	95
<b>Gorokhov E. N., Loginov V. I., Malenov A. A., Skvortsov S. Ya.</b> Assessment of the thawing effect of hydraulic structures protecting oil exploration wellheads on permafrost of the Arctic shelf....	101
<b>Fevralyov A. V., Grachyova O. A.</b> Rationale for the use of water resources of small reservoirs designed for recreation.....	106

### ECOLOGICAL SAFETY OF CONSTRUCTION AND CITY ECONOMY

<b>Dmitriev A. I., Krivonogov D. M., Vasyukova E. A., Gelashvili D. B.</b> Assessment of the current state of insect and arachnida communities in the area of the proposed construction of a low-pressure hydroelectric complex at the construction site "Dam" in Nizhny Novgorod region.....	112
---	-----



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

<b>Gelfond A. L., Lisitsyna A. V.</b> Historical and cultural potential of ancient cities of the Nizhny Novgorod region.....	123
<b>Gorshkova G. F.</b> Projective system of space and time in the city architectural geometry ..	128
<b>Norenkov S. V., Chebereva O. N., Krashenninnikova E. S.</b> Tectology of architectural and urban design of the ensemble of the Nizhny Novgorod Strelka.....	133
<b>Yakovlev A. A., Osipov I. O.</b> The influence of external factors on the formation of architectural solutions of industrial buildings on complex terrain.....	139
<b>Yakovlev A. A., Osipov I. O.</b> To the issue of classification of industrial objects on a complex relief.....	143
<b>Orlova L. N., Kochetkova E. A.</b> Modular prefabricated rotary parking places: a modern approach to designing parking lots.....	146
<b>Volkova E. M.</b> The influence of urban planning regulations on the formation of the architectural appearance of the streets of Nizhny Novgorod.....	151
<b>Malysheva S. G., Kalashnik K. O.</b> Determination of architectural and planning features of the Samara fortress of the early XVIII century .....	160
<b>Yozhikova E. Yu.</b> Architecture of buildings of standard design in Samara of the XIX century.....	169
<b>Amer A. S. A.</b> Strategies for achieving “green” architecture in rural areas.....	176
<b>Shapiro G. E.</b> Peculiarities of synagogues architecture of the Don’s troop region and the Caucasian territory of the period of the second half of the XIX – first third of the XX centuries.....	184

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

<b>Gogoleva N. A.</b> Approaches to the solution of the environment of the interior of public spaces.....	190
<b>Gogoleva N. A.</b> Modern aspects of space formation and video ecology .....	195

## INFORMATION SECTION

In memory of academician of Valentin Vasilevich Naydenko.....	199
<b>Syomina D. D., Sobol S. V.</b> About development of water reservoirs classification by configuration in plan.....	200
<b>Mironov V. G., Mironov R. V.</b> Analysis of modern wooden house-building technologies in the Volga region.....	205
New publications.....	211
List of requirements for publication in the scientific periodical “Privolzhsky Scientific Journal”	212
<b>COVER PAGE:</b> The Sheremetevs castle, a palace and park ensemble in Yurino settlement, the Republic of Mari El. Photo by O. A. Sobol	

УДК 624.074.2:721.001:004.94

**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

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗРЫВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ОБОЛОЧКИ

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 оболочки, компьютерное моделирование, взрывное воздействие, модели разрушений.

---

*Приведено описание модульного вычислительного комплекса, автоматизирующего при проектировании геодезических оболочек трудоемкие операции разбивки покрытия на сборные элементы, а также расчеты конструкции на прочность и устойчивость. Для моделирования взрывных воздействий применен решатель Dytan. Приведены результаты компьютерного решения задач воздействия взрывной волны на одноконтурные геодезические оболочки без разрушений и с частичными разрушениями конструкции.*

---

Геодезическими оболочками (куполами) называют класс пространственных конструкций, формообразование которых основывается на разбиении поверхности сферы геодезическими линиями – линиями большого круга. Оболочки этого вида были предложены Р. Б. Фуллером (США) [1] и М. С. Туполевым (СССР) [2]. Этот вид покрытия строительных объектов привлек внимание проектировщиков в связи с их эстетической привлекательностью, достигаемой только пластикой разбивки сферы на сборные элементы, относительно небольшим числом их типоразмеров (4–6 единиц), возможностью перекрывать большие пролеты.

Однако широкому применению геодезических оболочек в строительстве препятствовали трудности в выборе схем разбивки, а также большая трудоемкость выполнения геометрических расчетов, катастрофически возрастающая по мере увеличения перекрываемого пролета. В связи с этим в научной литературе большое внимание стало уделяться проблемам визуализации и автоматизации разбивок [3–7]. При этом особое место в указанном направлении занимало формирование библиотеки готовых программ классических разбивок сферических куполов (треугольники Мебиуса → треугольники Шварца → системообразующие разбивки) в формате библиотечных элементов широко распространенного программного продукта ArchiCAD [4, 8, 9].

В библиотеку стали вводиться универсальные элементы (параметрические объекты) – программы разбивки полной сферы каждого конкретного вида системообразующей разбивки. Тем самым существенно упростился процесс выбора архитектором схемы разбивки, отвечающей по замыслу автора эстетическому ансамблю проектируемого сооружения (рис. 1а цв. вклейки). Выбранный элемент библиотеки может быть преобразован в каркасный рисунок средствами редактирования и масштабирования продукта ArchiCAD (рис. 1б цв. вклейки). Пользуясь библиотекой параметрических объектов ArchiCAD, может быть построен архитектурный 3D проект сооружения (рис. 1в цв. вклейки).



Следующим этапом автоматизации процесса проектирования геодезических оболочек явилась разработка комплексной системы проектирования и расчета на прочность и устойчивость (названная системой GeoTran), объединяющей известные CAD (ArchiCAD) и CAE (Computer-Aided Engineering) системы в единый вычислительный комплекс.

Система GeoTran ориентирована на применение в качестве CAE подсистемы известной системы инженерного анализа Patran/Nastran/Dytran фирмы MSC.Software (рисунок). При этом разработана библиотека трансляторов, обеспечивающая обмен данными между CAD и CAE системами [10, 11]. Комплексная система оттестирована на расчетах геодезических оболочек на прочность и устойчивость [12]. Решатель Dytran потребовалось применить для реализации возможности моделирования взрывных воздействий.

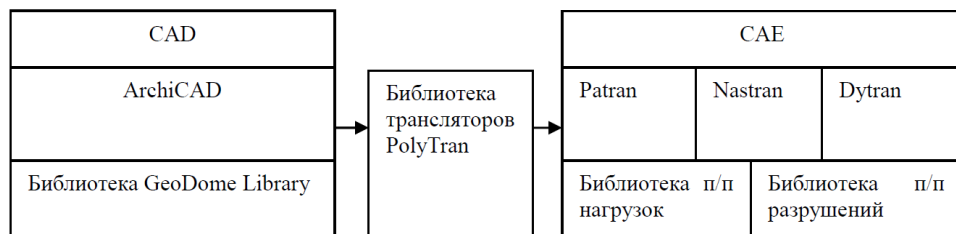


Схема автоматизированной системы GeoTran

Решение задачи воздействия взрывной волны на геодезическую оболочку средствами Dytran выполняется в четыре этапа: 1) получение распределения избыточного давления и его расчетных значений по исследуемому пространству (решение выполняется в эйлеровом пространстве методами гидрогазодинамики); 2) связывание системы газовой среды с поверхностью оболочки; 3) в пределах шага по времени выполнение расчета геодезической оболочки методом конечных элементов в лагранжевом пространстве; 4) оценка напряженно-деформированного состояния системы (возможно частичное или полное разрушение оболочки) [13, 14].

**Первый этап** вычислений в Dytran реализуется с использованием метода конечных объемов, когда расчет избыточного давления выполняется в трехмерном пространстве.

Газодинамическая задача решается в Эйлеровой постановке в виде трех уравнений сохранения:

$$1) \text{ массы} \quad \dot{\rho} + \rho \cdot \text{div}(v) = 0, \quad (1)$$

где  $\dot{\rho}$  – производная плотности  $\rho$  газовой среды по времени,  $v$  – вектор скорости);

$$2) \text{ количества движения} \quad \dot{v} = f - \frac{1}{\rho} \text{grad}(p), \quad (2)$$

где  $\dot{v}$  – ускорение частицы материала при движении в пространстве среды,  $f$  – вектор массовой скорости, отнесенный к единице массы,  $p$  – давление);

$$3) \text{ энергии } E \quad \dot{E} + v \cdot \text{grad}(E) - \frac{P}{\rho^2} (\dot{\rho} + v \cdot \text{div}(\rho)) = 0. \quad (3)$$

Для проверки работы специализированного комплекса программ GeoTran на первом этапе была решена задача сравнения результатов компьютерного вычисления величины избыточного давления от взрыва в воздухе с экспериментальными данными по избыточному давлению  $\Delta P$  на жесткой стенке.

К СТАТЬЕ А. Я. ЛАХОВА, А. Н. СУПРУНА  
«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗРЫВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ  
НА ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ОБОЛОЧКИ»

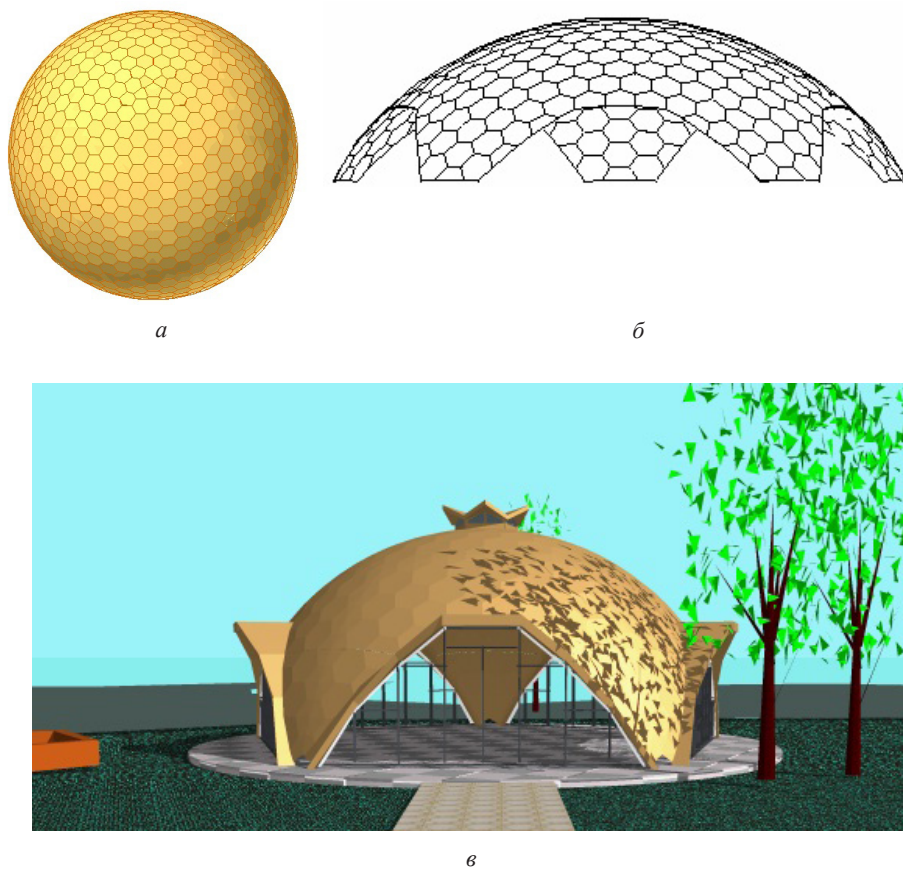


Рис. 1. Применение параметрического объекта геодезической оболочки: *a* – параметрический объект; *б* – каркасный рисунок; *в* – фрагмент архитектурного проекта

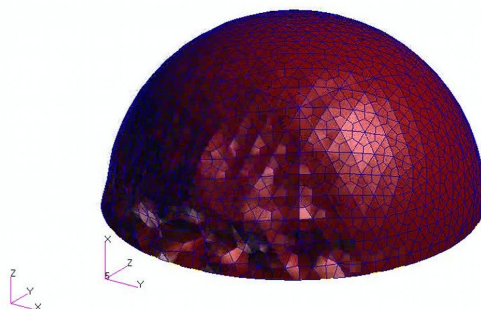


Рис. 2. Внешний вид оболочки после взрыва

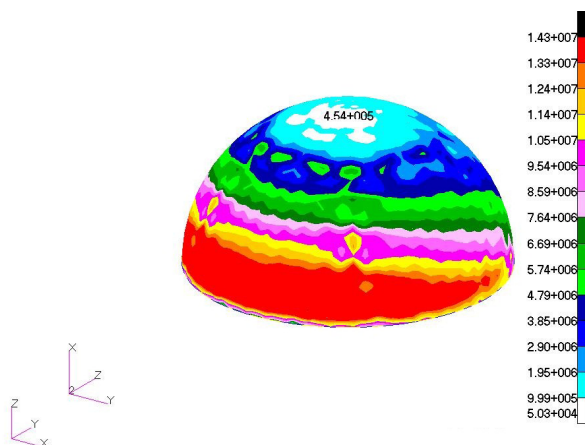


Рис. 3. Эпюры интенсивностей напряжений в момент взрыва

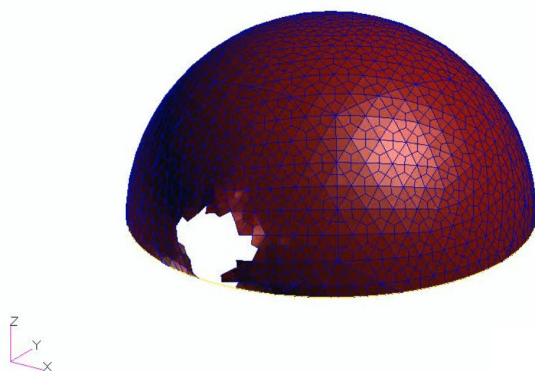


Рис. 4. Внешний вид разрушения в геодезическом куполе после взрыва внутреннего заряда

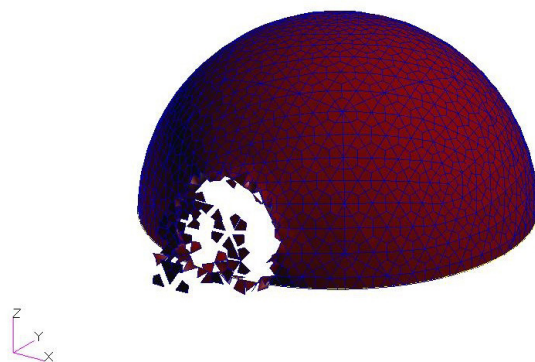


Рис. 5. Момент анимации разлета обломков геодезического купола после взрыва заряда



Взрывчатое вещество (ВВ) моделировалось как идеальный газ. При этом была задана плотность ( $107 \text{ кг/м}^3$ ) и удельная внутренняя энергия для выбранного ВВ ( $4,52 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$ ). Заряд моделировался в виде сферы заданного радиуса, которая расположена на известном расстоянии от жесткой стенки.

Все параметры взрыва зависят от двух факторов: количества энергии детонации и расстояния до взрыва, которое обычно преобразуется в относительную величину

$$Z = \frac{R}{W^{\frac{1}{3}}} \text{ (м/кг}^{1/3}\text{)}, \quad (4)$$

где  $R$  – расстояние (м) от ВВ до конструкции,  $W$  – масса взрывчатого вещества (кг).

Ключевой момент – это определение превышения давления воздуха  $\Delta P$ , возникающего в процессе взрыва и распространения взрывной волны. При этом для определения  $\Delta P$  можно воспользоваться эмпирической формулой [15]:

$$\Delta P_{\phi 5} = \frac{0,085}{Z} + \frac{0,3}{Z^2} + \frac{0,8}{Z^3} \text{ (МПа)}. \quad (5)$$

Аналогичный вид имеет формула в [16]:

$$\Delta P_{\phi 6} = \frac{64,92}{Z} + \frac{397,17}{Z^2} + \frac{322,44}{Z^3} \text{ (КПа)}. \quad (6)$$

Можно использовать также формулу из [17]:

$$\Delta P_{\phi 7} = 6784 \frac{W}{R^3} + 93 \left( \frac{W}{R^3} \right)^{\frac{1}{2}} \text{ (бар)}, \quad (7)$$

где  $W$  – масса в тоннах.

В таблице ( $\Delta P$ , МПа) приведены результаты вычисления давления взрывной волны на жесткую стенку для четырех расстояний между зарядом ВВ и жесткой стенкой, полученные по эмпирическим формулам (5)–(7) ( $\Delta P_{\phi 5} - \Delta P_{\phi 7}$ ) и в Dytran для математической модели (1)–(3) ( $\Delta P_{\phi 1}$ ). Расчеты показали, что численное решение  $\Delta P_{\phi 1}$  практически совпадает с результатами, вычисленными по формуле (5), и имеет практически допустимое отклонение от (6) и (7).

#### Результаты вычисления давления взрывной волны

Номер расчета	$R$	$\Delta P_{\phi 5}$	$\Delta P_{\phi 6}$	$\Delta P_{\phi 7}$	$\Delta P_{\text{фсред}}$	$\Delta P_{\text{фч}}$	$\Delta \%_{\text{сред}}$
1	3,75	1,0078	0,7184	0,8498	0,8586	1,0200	–18,70
2	5,00	0,5424	0,4255	0,4737	0,4805	0,5390	–12,10
3	7,50	0,2727	0,2396	0,2513	0,2545	0,2580	–1,30
4	10,00	0,1940	0,1799	0,1841	0,1860	0,1740	6,40

Примечание:  $\Delta P_{\phi 5-7}$  – избыточное давление по формулам (5–7);

$\Delta P_{\phi 1}$  – избыточное давление по численной модели

**Второй этап** реализуется с использованием метода разделов, когда характеристики эйлера и лагранжева доменов вычисляются отдельно и затем объединяются с учетом граничных условий средствами Dytran. Расчетная схема конструкции строится на базе каркасного рисунка ArchiCAD с использованием специальных трансляторов [10, 11].

**Третий этап** выполняется в Dytran методом конечных элементов.

**Четвертый этап** в Dytran предусматривает возможность графической визуализации НДС оболочки, а также анимацию процесса разрушения конструкции.

Эффективность работы специализированного комплекса GeoTran иллюстрируется на примерах воздействия взрыва на одноконтурный геодезический купол класса II/3 по классификации из [18] в виде полусферы радиусом 5 м, состоящей из треугольных пластин. Рассматриваются два вида воздействия – внешнее без разрушения и внутреннее с разрушением оболочки. Решается упругопластическая задача.

#### **Внешнее воздействие взрыва на купол**

Рассматривается геодезический купол из титановых пластин толщиной 0,0005 м, плотностью  $4\,527\text{ кг/м}^3$ , числом Пуассона 0,314, объемным модулем упругости  $1,03 \cdot 10^{11}\text{ Па}$ , пределом текучести  $1,38 \cdot 10^8\text{ Па}$  (данные взяты из [14]). Заряд ВВ плотностью  $107\text{ кг/м}^3$ , удельной внутренней энергией  $4,52 \cdot 10^6\text{ Дж/кг}$ , был помещен над поверхностью земли на высоте 1,0 м и расстоянии 3,75 м от оболочки. На рис. 2 цв. вклейки приведен внешний вид деформированной после взрыва оболочки. На рис. 3 цв. вклейки приведены эпюры интенсивностей напряжений в МПа.

#### **Воздействие на купол внутреннего взрыва**

Задача решается для оболочки, поставленной на жесткое основание. Рассматриваются два вида разрушения: без разлета обломков и с анимацией разлета обломков.

В первом случае материал треугольных стальных пластин толщиной 0,0005 м имеет следующие характеристики: плотность  $7\,850\text{ кг/м}^3$ ; модуль упругости  $2 \cdot 10^{11}\text{ Па}$ ; число Пуассона 0,3; предел текучести  $4 \cdot 10^8\text{ Па}$ ; максимальная пластическая деформация 0,5 (данные взяты из [14]). Заряд ВВ был помещен над полом внутри оболочки на высоте 1,0 м и расстоянии 0,5 м от поверхности оболочки.

При достижении предельной деформации в конечном элементе считалось, что он разрушен и, следовательно, может быть удален из конечно-элементной модели. Внешний вид оболочки после разрушения приведен на рис. 4 цв. вклейки.

Для визуализации разрушения с анимацией разлета обломков использовалась оболочка из титана (данные материала приведены выше). При этом в расчетную модель добавлялось ограничение BJOIN (разрушаемые связи) с постоянным значением предельной силы в связи, при которой происходит ее разрушение, и она удаляется из расчетной схемы. В результате конечный элемент становится свободным, и при этом можно наблюдать процесс разлета обломков (рис. 5 цв. вклейки).

В заключение следует заметить, что автоматизированная система GeoTran существенно упрощает процесс архитектурного проектирования и прочностного расчета геодезических оболочек. При этом позволяет использовать средства графической визуализации результатов взрывных воздействий на оболочки современного уровня.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Fuller, R. B. The comprehensive designer / R. B. Fuller // Arts & Architecture. – 1951. – February. – Vol. 68. – P. 22–23.
2. Туполев, М. С. Новые архитектурные типы сводов и куполов для массового строительства : дис. ... д-ра архитектуры / М. С. Туполев. – Москва, 1952.
3. Павлов, Г. Н. Основные концепции автоматизации архитектурного проектирования геодезических куполов и оболочек / Г. Н. Павлов // Известия вузов. Серия «Строительство». – 2005. – № 2. – С. 104–108.
4. Павлов, Г. Н. Автоматизация архитектурного проектирования геодезических куполов и оболочек : монография / Г. Н. Павлов, А. Н. Супрун ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2006. – 162 с.



5. Травуш, В. И. Исследование конструктивно-технологических возможностей сборных сферических оболочек / В. И. Травуш, В. Д. Антошкин, И. В. Ерофеева, С. С. Гудошников // Региональная архитектура и строительство. – 2014. – № 2. – С. 89–101.
6. Makowski, Z. S. Analysis, design and construction of braced domes / Z. S. Makowski. – London : Granada, 1984. – 701 p.
7. Kaveh, A., Talatahari, S. Geometry and topology optimization of geodesic domes using charged system search / A. Kaveh, S. Talatahari // Struct. Multidisc Optim. – 2011. – Vol. 43. – P. 215–229.
8. Лахов, А. Я. Система проектирования и расчета геодезических куполов с открытой архитектурой : монография / А. Я. Лахов. – Воронеж : Науч. кн., 2015. – 160 с.
9. Супрун, А. Н. Оптимальный подкласс геодезических оболочек в общем технологическом цикле проектирования и расчета покрытий строительных объектов / А. Н. Супрун, А. Я. Лахов // Academia. Архитектура и строительство. – 2017. – № 3. – С. 29–31.
10. Лахов, А. Я. Трансляция геометрических моделей одноконтурных геодезических оболочек / А. Я. Лахов // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2012. – № 3. – С. 89–93.
11. Лахов, А. Я. Трансляция геометрических моделей двухконтурных геодезических оболочек [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. – Ростов на Дону, 2013. – Т. № 3. – Режим доступа : <http://www.ivdon.ru>.
12. Супрун, А. Н. 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.
13. MSC.Dytran Theory Manual, MSC.Software Corporation, 2008. – 180 p.
14. MSC.Dytran workshop examples. DYT101 Introduction to MSC.Dytran v. 2002. March 2003, MSC.Software Corporation. – 370 p.
15. Орленко, Л. П. Физика взрыва и удара / Л. П. Орленко. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 304 с.
16. Henrich, J. The dynamics of explosion and its use / J. Henrich. – Amsterdam : Elsevier, 1979.
17. Bangash, M. Y. H. Explosion-Resistant Buildings / M. Y. H. Bangash, T. Bangash. – Berlin ; Heidelberg : Springer Verlag, 2006. – 771 p.
18. Lakhov, A. Ya. Logical classification of geodesic shells and domes / A. Ya. Lakhov // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2017. – Vol. 12, № 5. – P. 1547–1553.

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

## COMPUTER MODELING OF BLAST LOADINGS ON GEODESIC SHELLS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering  
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 278-01-82;  
e-mail: [alakhov99@nngasu.ru](mailto:alakhov99@nngasu.ru)

*Key words:* geodesic shells, computer modeling, blast loading, failure models.

---

*The paper presents a description of design and strength analysis system of geodesic domes. This system solves a time-consuming operation of breakdown of geodesic shells on prefabricated elements and strength analysis. The Dytran solver was used to simulate blast load on the object. The results of computer solution of problems of the impact of a blast wave on a single-contour geodesic shell without destruction and with partial destruction of the structure are presented.*

---

## REFERENCES

1. Fuller R. B. The comprehensive designer. Arts & Architecture. 1951. February. Vol. 68. P. 22–23.
2. Tupolev M. S. Novye arkhitekturnye tipy svodov i kupolov dlya massovogo stroitelstva





[New architectural types of vaults and domes for mass construction] : dis. ... d-ra arhitektury. Moscow, 1952.

3. Pavlov G. N. Osnovnye kontseptsii avtomatizatsii arkhitekturnogo proektirovaniya geodezicheskikh kupolov i obolochek [Basic concepts of automation of architectural design of geodesic domes and shells]. Izvestiya vuzov. Seriya «Stroitelstvo» [News of higher education institutions. Series «Construction»]. 2005. № 2. P. 104–108.

4. Pavlov G. N., Suprun A. N. Avtomatizatsiya arkhitekturnogo proektirovaniya geodezicheskikh kupolov i obolochek [Automation of architectural design of geodesic domes and shells]: monografiya. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2006, 162 p.

5. Travush V. I., Antoshkin V. D., Erofeeva I. V., Gudoshnikov S. S. Issledovanie konstruktivno-tekhnologicheskikh vozmozhnostey sbornykh sfericheskikh obolochek [The study of constructive-technological capabilities of prefabricated spherical shells]. Regionalnaya arkhitektura i stroitelstvo [Regional architecture and construction], 2014, № 2. P. 89–101.

6. Makowski Z. S. Analysis, design and construction of braced domes. London, Granada, 1984. 701 p.

7. Kaveh A., Talatahari S. Geometry and topology optimization of geodesic domes using charged system search. Struct. Multidisc Optim. 2011. Vol. 43. P. 215–229.

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. Suprun A. N., Lakhov A. Ya. Optimalny podklass geodezicheskikh obolochek v obschem tekhnologicheskoy tsikle proektirovaniya i raschyota pokrytiy stroitelnykh obektov [Optimum subclass of geodesic shells in general work cycle of designing and analysis of building objects shells]. Academia. Arkhitektura i stroitelstvo [Architecture and construction]. 2017, № 3. P. 29–31.

10. Lakhov A. Ya. Translyatsiya geometricheskikh modeley odnokonturnykh geodezicheskikh obolochek [Translation of geometric models of single-contour geodesic shells]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2012. № 3. P. 89–93.

11. Lakhov A. Ya. Translyatsiya geometricheskikh modeley dvukhkonturnykh geodezicheskikh obolochek [Translation of geometric models of double-contour geodesic shells]. [Elektronnyy resurs]. Inzhenerny vestnik Dona [Engineering Bulletin of the Don]. Rostov-on-Don. 2013. Vol. 3. Rezhim dostupa: <http://www.ivdon.ru>.

12. Suprun A. N., Dyskin L. M., Platov A. Yu., Lakhov A. Ya. Avtomatizirovannoye proektirovaniye i raschyot na prochnost odnokonturnykh geodezicheskikh obolochek iz ploskikh elementov [Automated design and strength analysis of single-contour geodesic shells composed of flat elements]. Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2012, № 8. P. 226–233.

13. MSC.Dytran Theory Manual, MSC.Software Corporation, 2008, 180 p.

14. MSC.Dytran workshop examples. DYT101 Introduction to MSC.Dytran v. 2002. March 2003, MSC.Software Corporation, 370 p.

15. Orlenko L. P. Fizika vzryva i udara [Physics of explosion and impact]. Moscow: FIZMATLIT, 2008. 304 p.

16. Henrich, J. The dynamics of explosion and its use. Amsterdam. Elsevier. 1979.

17. Bangash M. Y. H., Bangash T. Explosion-Resistant Buildings. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag. 2006. 771 p.

18. Lakhov A. Ya. Logical classification of geodesic shells and domes. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. Vol. 12. № 5. P. 1547–1553.

© А. Я. Лахов, А. Н. Супрун, 2018

Получено: 13.10.2018 г.



УДК 699.844

**В. Н. БОБЫЛЕВ**, чл.-кор. РААСН, проф., зав. кафедрой архитектуры, советник при ректорате; **В. А. ТИШКОВ**, канд. техн. наук, проф. кафедры архитектуры; **Д. Л. ЩЕГОЛЕВ**, канд. техн. наук, доц. кафедры архитектуры, проректор по учебной работе; **М. М. ПЕТРОВА**, магистрант кафедры архитектуры

### **МЕХАНИЗМ РЕЗОНАНСНОГО И ИНЕРЦИОННОГО ПРОХОЖДЕНИЯ НАПРАВЛЕННОГО ЗВУКА ЧЕРЕЗ СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

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

*Ключевые слова:* звукоизоляция, светопрозрачные ограждающие конструкции, направленное падение звука, теория самосогласования волновых полей.

---

*Рассматриваются вопросы влияния направленного звука на звукоизоляцию наружных светопрозрачных конструкций зданий и сооружений. Рассмотрен механизм прохождения звука при его угловом падении через однослойные светопрозрачные ограждения на основе теории самосогласования волновых полей.*

---

Среди факторов, негативно влияющих на акустический комфорт в помещениях жилых и общественных зданий, одним из наиболее значимых является шум внешних источников. Степень защиты людей внутри помещений от пагубного воздействия внешнего шума в основном определяется звукоизоляцией наружных ограждающих конструкций, из которых наименьшей звукоизоляцией обладают светопрозрачные ограждения (окна, витражное остекление и т. п.).

При теоретических исследованиях звукоизоляции наружных ограждений обычно принимается либо диффузное падение звука, либо используется усредненное значение угла падения звуковой волны, имеющего постоянное значение  $51,75^\circ$  [1]. Однако в реальных условиях внешней среды часто встречаются случаи направленного падения звука от различных источников на ограждающие конструкции зданий. Примером тому может служить распространение городского шума, источниками которого являются городской наземный транспорт, воздушный транспорт, строительные машины и механизмы, внутридворовые источники шума и т. п. Каждый из этих источников шума с учетом их удаленности можно рассматривать как точечный или линейный источник звука, звуковые волны которого падают на ограждения зданий под некоторым углом. В этой связи особенно актуальным является исследование всех факторов, влияющих на собственную звукоизоляцию наружных светопрозрачных ограждающих конструкций, в том числе и угла падения звука.

Теоретические исследования механизма прохождения направленного звука через светопрозрачные ограждающие конструкции выполнены на основании современной теории самосогласования волновых полей, разработанной на кафедре архитектуры ННГАСУ школой профессора М. С. Седова. Теория самосогласования устанавливает двойственную природу прохождения звука через конструкции – резонансную (в режиме собственных колебаний) и инерционную (в режиме вынужденных колебаний) [2].



В результате проведенных исследований получены расчетные выражения для определения коэффициентов резонансного и инерционного прохождения звука, а также звукоизоляции светопрозрачных ограждающих конструкций, позволяющие проводить анализ влияния угла падения на интенсивность прохождения звука в режиме собственных и вынужденных колебаний.

При рассмотрении звукоизоляции светопрозрачных ограждений при угловом падении звуковых волн в режиме резонансных колебаний необходимо установить влияние на прохождение звука согласования звуковых полей в плоскости ограждения с волновым полем собственных колебаний конструкции.

Основным параметром, отражающим степень согласования волновых полей ограждения и звуковых полей в плоскости пластины, является характеристика самосогласования  $A$  [3].

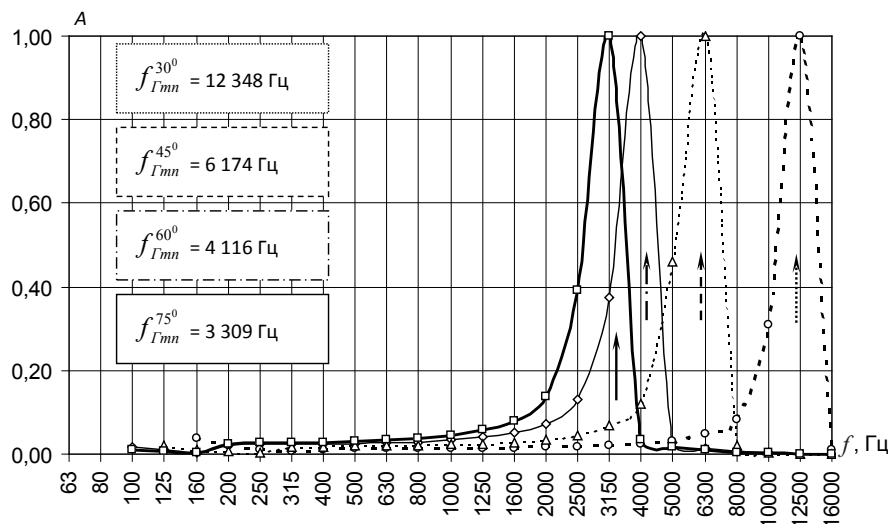


Рис. 1. Частотные зависимости характеристики самосогласования для пластины из силикатного стекла толщиной 4 мм при углах падения звука 30°; 45°; 60° и 75°

На рис. 1 представлены частотные характеристики самосогласования звуковых и волновых полей, построенные для однослойной пластины из силикатного стекла толщиной 4 мм при различных углах падения звука.

В соответствии с теоретическими основами резонансного прохождения направленного звука через светопрозрачное ограждение характеристика самосогласования для области частот неполных пространственных резонансов (НПР), области частот простых пространственных резонансов (ПрПР) и для области частот кратных простых пространственных резонансов (КПрПР) зависит от чисел длин полуволн по сторонам пластины  $m$ ,  $n$ ,  $m_0$ ,  $n_0$ , а также от числа собственных частот  $\Delta N_p$  в каждой полосе пропускания звука  $\Delta f$ . Изменение угла падения звука на ограждающую конструкцию приводит к изменению соотношения характеристик собственного волнового поля пластины со звуковым полем в плоскости ограждения и, как следствие, к изменению значений характеристики самосогласования (см. рис. 1).

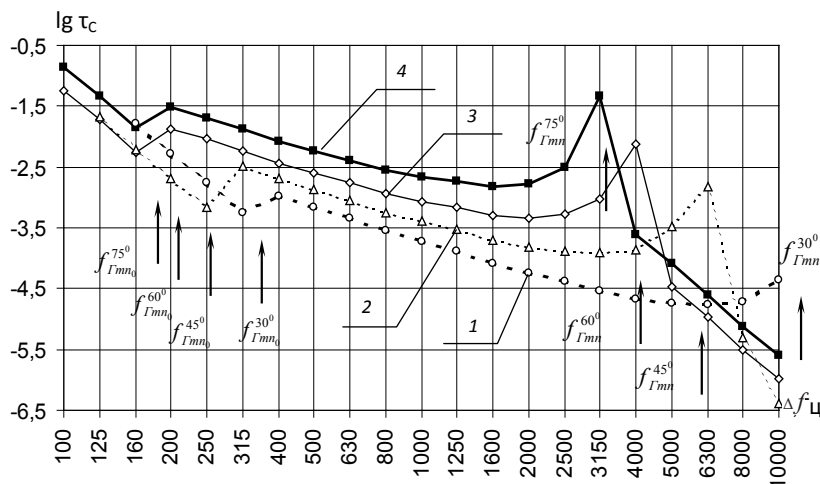


Рис. 2. Частотные характеристики коэффициента резонансного прохождения звука, построенные для стекла толщиной 4 мм при углах падения звука: 1 – 30°; 2 – 45°; 3 – 60°; 4 – 75°

На рис. 2 приведены частотные характеристики коэффициента резонансного прохождения звука  $\tau_c$  для силикатного стекла толщиной 4 мм с нанесенными граничными частотами неполных и полных пространственных резонансов, вычисленными для различных углов падения звука.

Из рассмотрения рис. 1 и 2 видно, что в случае направленного падения звука на ограждение конечных размеров граничная частота пространственного резонанса  $f_{Гmn}^0$  значительно смещается по частотной шкале, определяя тем самым область повышенного прохождения звука на высоких частотах. В области частот НПР ( $f_{Гmn0} < f < f_{Гmn}$ ) нахождение звука оказывает влияние характеристика самосогласования волновых полей пластины и звуковых полей в плоскости ограждения, находящаяся с коэффициентом резонансного прохождения звука в прямо пропорциональной зависимости. На граничной частоте пространственного резонанса прохождение направленного звука в режиме собственных колебаний определяется коэффициентом излучения. Он находится в обратно пропорциональной зависимости от угла падения и угла излучения звука.

Анализируя представленные на рис. 1 и 2 частотные зависимости, можно сделать следующие выводы:

- при изменении угла падения звука происходит смещение по частотной шкале граничных частот ( $f_{Гmn0}$ ,  $f_{Гmn0}$ ,  $f_{Гmn}$ ) расчетных областей;
- коэффициент резонансного прохождения звука в областях частот ПрПР, НПР и КПрПР определяется значениями характеристик самосогласования волновых полей, зависящих от угла падения звука.

При инерционном прохождении звука характеристикой начального состояния ограждения можно считать смещение при таких вынужденных колебаниях, которые формируются однородной вынужденной волной, являющейся следом падающей звуковой волны, и краевыми неоднородными вынужденными волнами, которые отличаются от краевых неоднородных свободных волн скоростью распространения, особенно на низких частотах.

Однородная вынужденная волна является следом падающей звуковой волны, поэтому распространение инерционных волн происходит со скоростью  $c_{\text{и}} = c_0 / \sin \theta$ . При этом амплитуда смещений конструкции зависит от угла падения

звука и массы ограждающей конструкции. Основной характеристикой колебаний ограждения при его инерционном движении является функция отклика  $F_{\text{и}}$  [2].

На рис. 3 дано графическое представление функции отклика для пластины из силикатного стекла толщиной 4 мм размером в плане 1,13 м × 1,13 м при углах падения звука  $\theta = 30^\circ; 45^\circ; 60^\circ$  и  $75^\circ$ .

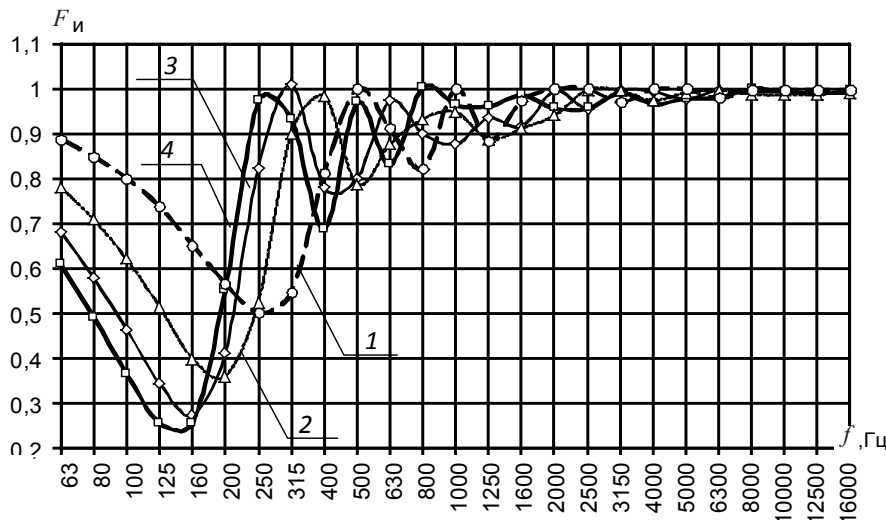


Рис. 3. Частотные характеристики функции отклика для пластины из силикатного стекла размерами в плане 1,13 м × 1,13 м при углах падения звука: 1 –  $30^\circ$ ; 2 –  $45^\circ$ ; 3 –  $60^\circ$ ; 4 –  $75^\circ$

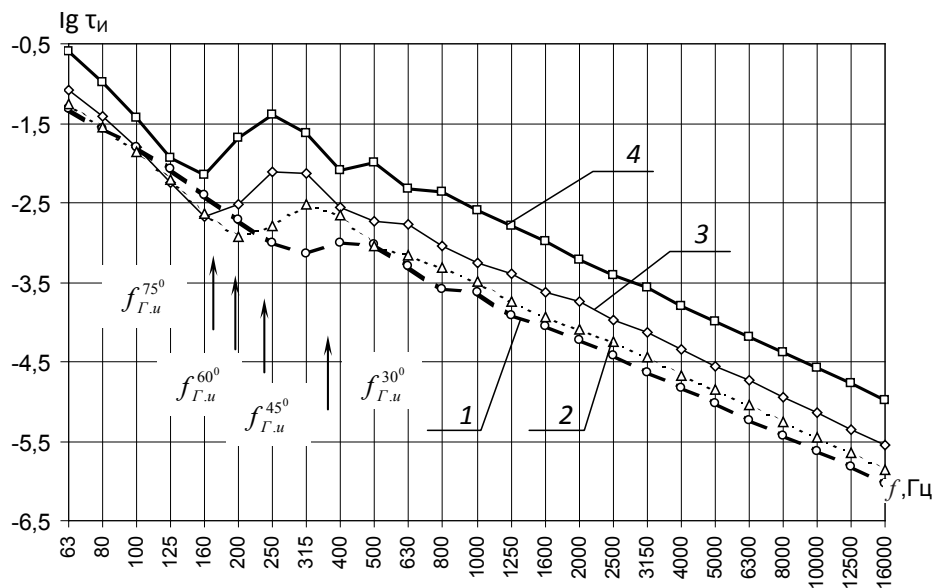


Рис. 4. Частотные характеристики коэффициента инерционного прохождения звука, построенные для силикатного стекла толщиной 4 мм размерами в плане 1,13 м × 1,13 м при углах падения звука: 1 – угол  $30^\circ$  с  $f_{\Gamma,u}^{30^\circ} = 340$  Гц; 2 – угол  $45^\circ$  с  $f_{\Gamma,u}^{45^\circ} = 241$  Гц; 3 – угол  $60^\circ$  с  $f_{\Gamma,u}^{60^\circ} = 196$  Гц; 4 – угол  $75^\circ$  с  $f_{\Gamma,u}^{75^\circ} = 176$  Гц

На рис. 4 представлены частотные характеристики коэффициента инерционного прохождения звука  $\tau_{\text{и}}$  для силикатного стекла толщиной 4 мм с нанесенными граничными частотами  $f_{\Gamma\text{и}}$ , определяющими повышенное инерционное прохождение звука.

Анализируя представленные графики (см. рис. 3 и 4), можно отметить, что при увеличении угла падения звука на ограждение увеличивается и отклик пластины, особенно в области низких частот [4]. По мере увеличения частоты отклик пластины стабилизируется, а функция отклика  $F_{\text{и}}$  стремится к единице.

На рис. 5 представлено сравнение частотных характеристик звукоизоляции пластины из силикатного стекла толщиной 4 мм, полученных теоретическим путем для различных углов падения звука. На графике также нанесены граничные частоты расчетных областей.

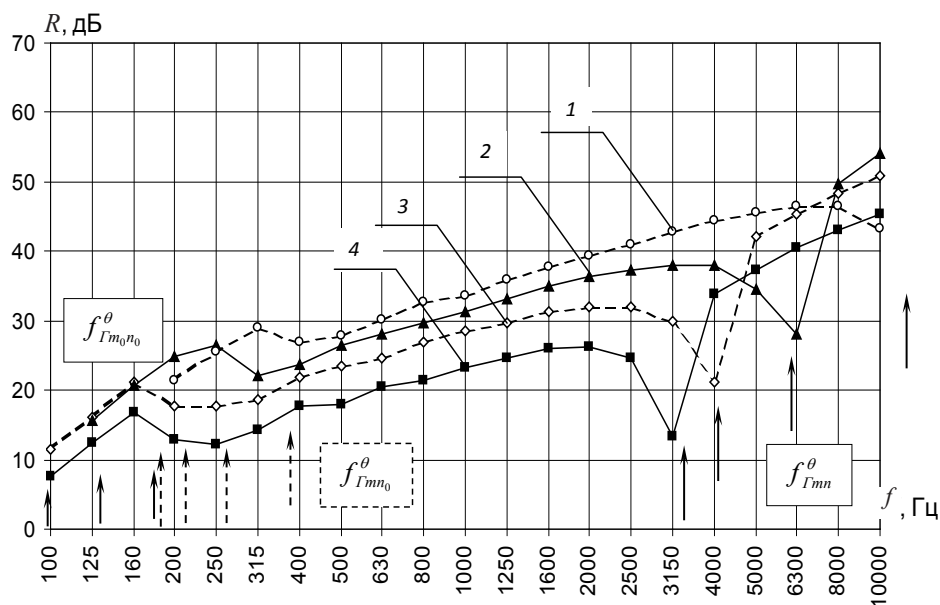


Рис. 5. Теоретические частотные характеристики звукоизоляции пластины из стекла толщиной 4 мм размерами в плане 1,13 м × 1,13 м при различных углах падения звука  $\theta$ :

1 – угол падения 30°; 2 – угол падения 45°; 3 – угол падения 60°; 4 – угол падения 75°;

$f_{\Gamma m n}^{\theta}$  – граничные частоты полных пространственных резонансов;  $f_{\Gamma m n_0}^{\theta}$  – граничные частоты областей неполных пространственных резонансов;  $f_{\Gamma m_0 n_0}^{\theta}$  – граничные частоты областей простых пространственных резонансов

Из рассмотрения рис. 5 видно, что при уменьшении угла падения звука на светопрозрачное ограждение, его звукоизолирующая способность значительно увеличивается, особенно в области средних и высоких частот. Таким образом, при изменении угла падения звука можно выявить значительные резервы повышения звукоизоляции светопрозрачных ограждений при неизменном конструктивном решении.

В результате проведенных исследований были получены количественные соотношения, связывающие звукоизоляцию ограждений с углами падения звука, и разработан инженерный метод расчета звукоизоляции светопрозрачных ограждений при направленном падении звука. Это дает возможность по-новому конструировать наружные светопрозрачные ограждающие конструкции и находить оптимальные планировочные решения как при проектировании отдельных зданий



и сооружений, так и при комплексной застройке городской территории, расположенной в зоне повышенного действия транспортного или иного городского шума.

Результаты исследований механизма резонансного и инерционного прохождения направленного звука, полученные для однослойных ограждений, являются основой для дальнейших исследований звукоизоляции многослойных светопрозрачных ограждений.

*Исследование выполнено за счет средств Государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий» на 2013-2020 годы в рамках Плана фундаментальных научных исследований Минстроя России и РААСН, раздел тематики научных исследований №7.6, тема 7.6.15, название темы: «Исследование резонансного и инерционного механизма прохождения звука через новые типы многослойных изотропных и ортотропных ограждающих конструкций для уникальных зданий и разработка теоретических методов расчета их звукоизоляции».*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Седов, М. С. Расчет звукоизоляции однослойных конструкций при направленном падении звука: курс лекций / М. С. Седов, В. А. Тишков. – Горький : ГГУ им. Н. И. Лобачевского, 1978. – 45 с.
2. Седов, М. С. Техническая акустика транспортных машин : справочник / М. С. Седов, Л. Г. Балишанская [и др.] ; под ред. Н. И. Иванова. – Санкт-Петербург : Политехника, 1992. – Гл 4. – С. 68–106.
3. Бобылев, В. Н. Исследование двойственной природы прохождения звука через ограждающие конструкции зданий / В. Н. Бобылев, В. А. Тишков, Д. Л. Щеголев // Сборник трудов XVI сессии Российского акустического общества. – Москва, 2005. – Т. 3. – С. 172–176.
4. Исследования резервов звукоизоляции ограждающих конструкций при диффузном и направленном падении звука / В. Н. Бобылев, В. А. Тишков, Д. Л. Щеголев, Д. В. Монич // Фундаментальные и прикладные приоритетные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли РФ в 2007 году : сб. науч. тр. РААСН. В 2 т. / Российская акад. архитектуры и строит. наук ; Белгород. гос. техн. ун-т им. В. Г. Шухова. – Москва ; Белгород, 2008. – Т. 2. – С. 301–306.

**BOBYLYOV Vladimir Nikolaevich, corresponding member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, professor, holder of the chair of architecture, advisor to the rector; TISHKOV Vladimir Aleksandrovich, candidate of technical sciences, professor of the chair of architecture; SCHYOGOLEV Dmitry Lvovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of architecture, vice rector for study; PETROVA Maria Mikhaylovna, undergraduate student of the chair of architecture**

#### **MECHANISM OF RESONANT AND INERTIAL PASSING OF DIRECTED SOUND THROUGH TRANSPARENT PROTECTING STRUCTURES OF BUILDINGS**

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering.

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-19-57; e-mail: zvuk.nngasu@mail.ru

*Key words:* sound insulation, translucent protecting designs, directed input of sound, theory of self-coordination of wave fields.



*The article addresses issues of influence of the directed sound on sound insulation of external transparent structures of buildings. A mechanism of sound passing through single-layer translucent protections at its angle input is considered. Researches are conducted on the basis of the theory of self-coordination of wave fields.*

## REFERENCES

1. Sedov M. S., Tishkov V. A. Raschyot zvukoizolyatsii odnosloynnykh konstruksiy pri napravlennom padenii zvuka [Calculation of sound insulation of single-layer designs at the directed input of sound]: kurs lektsiy. Gorky. GGU im. N. I. Lobachevskogo. 1978. 45 p.

2. Sedov M. S. Zvukoizolyatsiya [Sound insulation]. Tekhnicheskaya akustika transportnykh mashin [Technical acoustics of vehicles]: spravochnik pod red. N. I. Ivanova. Saint-Petersburg, Politehnika, 1992. Ch. 4. P. 68–106.

3. Bobylyov V. N., Tishkov V. A., Schyogolev D. L. Issledovanie dvoystvennoy prirody prokhozheniya zvuka cherez ograzhdayushchie konstruksii zdaniy [Research of the dual nature of sound passing through protecting structures of buildings]. Sbornik trudov XVI sessii Rossiyskogo akusticheskogo obshchestva. Moscow, 2005. Vol. 3. P. 172–176.

4. Bobylyov V. N., Tishkov V. A., Schyogolev D. L., Monich D. V. Issledovaniya rezervov zvukoizolyatsii ograzhdayushchikh konstruksiy pri diffuznom i napravlennom padenii zvuka [Researches of reserves of sound insulation of protecting designs at the diffusion and directed input of sound]. Fundamentalnye i prikladnye prioritetye issledovaniya RAASN po nauchnomu obespecheniyu razvitiya arkhitektury, gradostroitelstva i stroitelnoy otrasli Rossii v 2007 godu [Fundamental and applied priority researches of RAACS on scientific provision of the development of architecture, town-planning and construction of the Russian Federation in 2007]: sb. nauch. tr. RAASN. V 2 t. Rossiyskaya akad. arkhitektury i stroit. nauk. Belgorod. gos. tekhn. un-t im. V. G. Shukhova. Moscow, Belgorod, 2008. Vol. 2. P. 301–306.

© В. Н. Бобылев, В. А. Тишков, Д. Л. Щеголев, М. М. Петрова, 2018

Получено: 13.10.2018 г.

УДК 699.844

В. В. ДЫМЧЕНКО, ст. преп. кафедры архитектуры

## МЕТОД РАСЧЕТА ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ КАРКАСНО-ОБИШВНЫХ ПЕРЕГОРОДОК С ОДИНАРНЫМ КАРКАСОМ

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

*Ключевые слова:* звукоизоляция, каркасно-обшивная перегородка, резонансное прохождение звука, инерционное прохождение звука, самосогласование волновых полей.

*Представлен метод расчета звукоизоляции каркасно-обшивных перегородок с одинарным каркасом, разработанный на базе теории самосогласования волновых полей с учетом двойственной природы прохождения звука (резонансной и инерционной). Установлены геометрические и физико-механические параметры перегородок, влияющие на их звукоизоляцию. Приведены результаты сравнения теоретических и экспериментальных результатов, полученных в реверберационных камерах лаборатории акустики ННГАСУ и лаборатории акустики Вологодского государственного университета.*



Каркасно-обшивные перегородки благодаря технологичности возведения и относительно небольшой массе получили большое распространение в практике гражданского и промышленного строительства. Прохождение звука через данный тип ограждений исследовалось многими учеными теоретическими и экспериментальными методами [1–6]. Однако существующие методы расчета звукоизоляции не учитывают ряд геометрических и физико-механических параметров каркасно-обшивных перегородок. Разработка теоретического метода расчета звукоизоляции каркасно-обшивных перегородок с учетом двойственной природы прохождения звука (резонансное и инерционное прохождение звука) является актуальной задачей. Метод расчета разработан на базе теории самосогласования волновых полей [7, 8].

Объектом исследования являются каркасно-обшивные перегородки (КОП) со следующими параметрами:

1) наружные обшивки выполнены из тонких листовых материалов толщиной  $h = 10\text{--}20$  мм, для которых выполняется известное условие:  $h < 1/6 \lambda$ , где  $\lambda$  – длина изгибной волны в обшивке. Для таких обшивок основной вклад в излучаемую звуковую мощность вносят изгибные звуковые волны. В качестве материалов обшивок рассматриваются гипсоволокнистые листы (ГВЛ), цементно-стружечные плиты (ЦСП), ориентированно-стружечные плиты (ОСП, OSB), широко применяемые в настоящее время в строительстве;

2) толщина воздушного промежутка между обшивками составляет  $\delta = 50\text{--}100$  мм;

3) каркас выполнен из тонкостенных стальных одинарных профилей, установленных вертикально, с шагом 600 мм.

По различным оценкам, количество перегородок с вышеуказанными параметрами, используемыми в гражданском и промышленном строительстве, составляет 70–80 % от общего количества каркасно-обшивных перегородок. Это подтверждает актуальность исследования.

Вертикальные стоечные профили каркаса обеспечивают прочность и устойчивость каркасно-обшивных перегородок и оказывают существенное влияние на прохождение звука через ограждение [9]. Влияние данных конструктивных элементов на прохождение звука через перегородку можно условно разделить на две составляющие: 1) непосредственная передача звуковых колебаний от одной обшивки к другой – «звуковые мостики»; 2) изменение жесткостных параметров ограждения в целом (является предметом данного исследования).

Рассмотрим механизм прохождения звука через каркасно-обшивную перегородку с одинарным каркасом в следующем виде:

1) воздействие звуковой волны, при котором выполняется следующее условие (см. рис. 1а):

$$1/2 \lambda_{\text{пр}} \geq a, \quad (1)$$

где  $a$  – шаг установки вертикальных стоечных профилей каркаса, м;  $\lambda_{\text{пр}}$  – длина проекции падающей звуковой волны, м.

При этом волновое поле ограждения будет формироваться с учетом совместных колебаний обшивок и стоечных профилей каркаса, а излучаемая звуковая мощность будет определяться так же, как для однослойного ограждения равной массы и жесткости. Данный случай характерен для диапазонов низких и средних частот;

2) воздействие звуковой волны, при котором выполняется следующее условие (см. рис. 1б):

$$1/2 \lambda_{\text{пр}} \leq a. \quad (2)$$

В этом случае основное влияние на прохождение звука через перегородку



оказывают колебания обшивок. При этом смещений стоек каркаса не происходит (изгибные волны огибают стойки каркаса). Излучаемая звуковая мощность в этом случае определяется как для двухслойного ограждения.

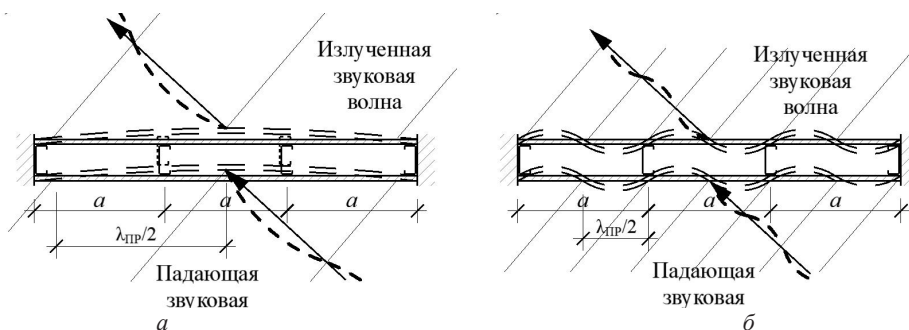


Рис. 1. Схемы прохождения звука через каркасно-обшивную перегородку: а – волновое поле формируется с учетом совместных колебаний обшивок и стоек каркаса (соответствует условию (1)); б – волновое поле формируется за счет колебаний обшивок, стойки каркаса при этом не смещаются (соответствует условию (2))

Данный случай характерен для диапазонов средних и высоких звуковых частот.

На рис. 2 представлена обобщенная частотная характеристика звукоизоляции каркасно-обшивной перегородки с учетом рассмотренных выше случаев. Введено разделение на две области: область 1 соответствует условию (1), а область 2 соответствует условию (2). Данные области с различными механизмами прохождения звука разделяются граничной частотой  $f_{\Gamma}^{\text{КОП}}$ , значение которой можно определить путем алгебраических преобразований из известного выражения для длины изгибной волны в изотропной пластине:

$$f_{\Gamma}^{\text{КОП}} = \frac{8\pi}{a^2} \sqrt{\frac{D}{\mu}}, \quad (3)$$

где  $a$  – расстояние между стойками каркаса, м;  $D$  – цилиндрическая жесткость обшивки, Па·м<sup>3</sup>;  $\mu$  – поверхностная плотность обшивки, кг/м<sup>2</sup>.

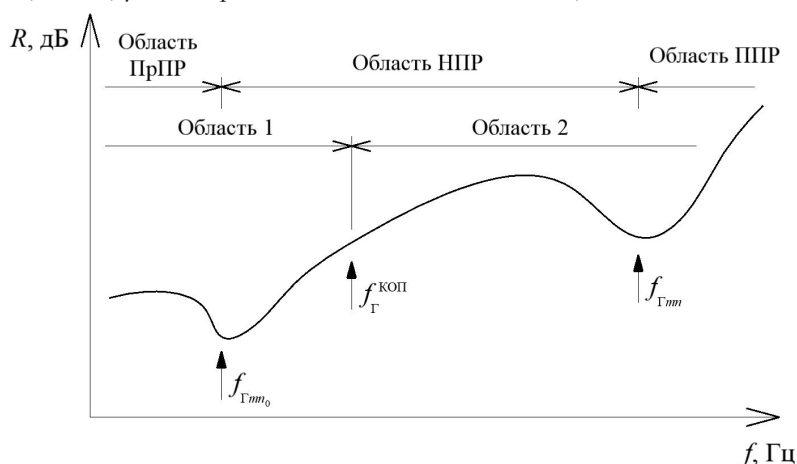


Рис. 2. Обобщенная частотная характеристика звукоизоляции каркасно-обшивной перегородки с одинарным каркасом



На рис. 2 также указано разделение частотного диапазона на области простых пространственных резонансов (ПрПр), неполных пространственных резонансов (НПр) и полных пространственных резонансов (ППР), в соответствии с теорией самосогласования волновых полей [7].

Важным параметром, влияющим на прохождение звука через ограждение, является цилиндрическая жесткость. В области 1 (см. рис. 2) для учета совместных колебаний обшивок и стоек каркаса введем физико-механический параметр ( $D_{пр}$ ) – приведенная жесткость каркасно-обшивной перегородки. Значения данного параметра были определены с помощью численного моделирования ограждения в виде изотропной шарнирно-опертой пластины пролетом  $l$ , на которую воздействует нагрузка  $q$  (аналог звукового давления). В результате происходит цилиндрический изгиб пластины со смещением  $\Delta_1$  (см. рис. 3). Моделирование выполнено в программно-вычислительном комплексе «Structure CAD».

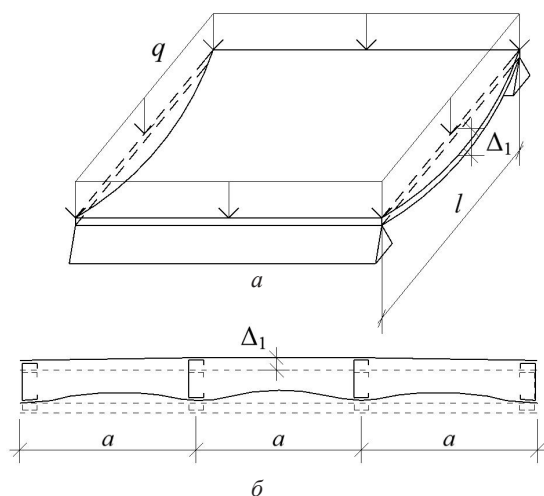


Рис. 3. Расчетная модель каркасно-обшивной перегородки для определения приведенной жесткости:  $a$  – общая схема;  $b$  – схема смещений обшивок и каркаса при воздействии нагрузки

В табл. 1 приведены значения приведенной жесткости (табл. 1) для каркасно-обшивных перегородок из наиболее распространенных в строительстве материалов: ГВЛ, ЦСП, ОСП. При этом были рассмотрены перегородки с различными стоечными профилями каркаса: стандартный профиль типа швеллер (см. рис. 4а), сигма-образный профиль (см. рис. 4б).

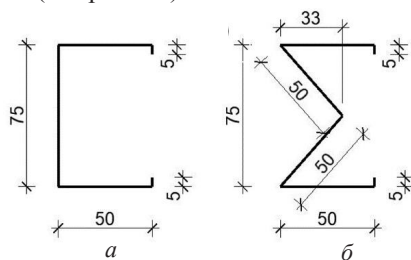


Рис. 4. Типы вертикальных стоечных профилей каркаса:  $a$  – стандартный профиль типа швеллер;  $b$  – сигма-образный профиль



Таблица 1

**Значения приведенной жесткости и смещений для различных вариантов конструктивных решений каркасно-обшивных перегородок**

Стойчатый профиль каркаса	Обшивка					
	ГВЛ		ЦСП		ОСП	
	$\Delta l$ , мм	$D_{пр}$ , кН·м <sup>2</sup>	$\Delta l$ , мм	$D_{пр}$ , кН·м <sup>2</sup>	$\Delta l$ , мм	$D_{пр}$ , кН·м <sup>2</sup>
Стандартный профиль типа швеллер	0,0377	71,618	0,0196	137,755	0,0619	43,619
Сигма-образный профиль	0,044	61,364	0,0219	123,288	0,0635	42,520

В области 2 (см. рис. 2) цилиндрическая жесткость обшивок определится по известному выражению:

$$D = \frac{E_d h_1^3}{12(1-\nu)}, \quad (4)$$

где  $E_d$  – модуль упругости материала обшивки, Па;  $\nu$  – коэффициент Пуассона материала обшивки;  $h_1$  – толщина обшивки, м.

Ниже приведены основные этапы расчета звукоизоляции каркасно-обшивных перегородок с одинарным каркасом по разработанному методу.

1. Определение исходных данных для ограждения (геометрические и физико-механические параметры) – см. табл. 2, 3.

Таблица 2

**Геометрические и физико-механические параметры обшивок**

1. Геометрические размеры	Длина, $a$ , м
	Ширина, $b$ , м
	Толщина, $h$ , м
2. Физико-механические параметры материала	Плотность, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
	Модуль упругости, $E_d$ , Па
	Коэффициент Пуассона, $\nu$
	Коэффициент потерь, $\eta$

Таблица 3

**Физико-механические параметры стоечных профилей каркаса**

Для области 1 (см. рис. 2)	Приведенная жесткость каркасно-обшивной перегородки, $D_{пр}$ , Па·м <sup>2</sup>
	Коэффициент формы стоечного профиля каркаса, $k_{\Phi 1}$
Для области 2 (см. рис. 2)	Коэффициент податливости каркасно-обшивной перегородки, $T$ , Па·10 <sup>3</sup> /м
	Коэффициент формы стоечного профиля каркаса, $k_{\Phi 2}$

2. Определение граничных частот диапазонов прохождения звука:

2.1. Граничная частота  $f_{\Gamma mn_0}$ , разделяющая области ПрПП и НПП, определяется по формуле [7]:

$$f_{\Gamma mn_0} = \frac{c_0 \sqrt{a^2 + 4b^2}}{4ab} = \Delta f_{\Gamma mn_0}, \quad (5)$$

где  $c_0$  – скорость звука в воздухе, м/с;  $a$ ,  $b$  – геометрические размеры ограждения, м;



$\Delta f_{\Gamma mn_0}$  – положительная по знаку поправка до ближайшей большей частоты собственных колебаний ограждения [7], Гц.

2.2. Граничная частота  $f_{\Gamma}^{\text{КОП}}$ , разделяющая области 1 и 2, определяется по формуле (3).

2.3. Граничная частота  $f_{\Gamma mn}$ , разделяющая области НПР и ППР, определяется по формуле [7]:

$$f_{\Gamma mn} = \frac{c_0^2}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu_1}{D}} + \Delta f_{\Gamma mn}, \quad (6)$$

где  $c_0$  – скорость звука в воздухе, м/с;  $D$  – цилиндрическая жесткость обшивки, на которую падает звуковая волна, Па·м<sup>3</sup>;  $\Delta f_{\Gamma mn}$  – положительная по знаку поправка до ближайшей большей частоты собственных колебаний ограждения [7], Гц.

3. Расчет звукоизоляции каркасно-обшивной перегородки в вышеуказанных областях прохождения звука производится по формулам, приведенным в табл. 4. Данные формулы получены на базе теории самосогласования волновых полей, с учетом двойственной природы прохождения звука: резонансное прохождение ( $\tau_c$ ) и инерционное прохождение ( $\tau_{\text{и}}$ ) [7].

Таблица 4

**Расчетные формулы для определения звукоизоляции каркасно-обшивных перегородок с одинарным каркасом**

Диапазон частот	Расчетная формула
Область ПрПР $f_{\Gamma mn_0} < f < f_{\Gamma mn_0}$	$R = 10 \lg \frac{0,56 \cdot 10^{-4} \mu^2 f^2}{2,61 \cdot F_{\text{и}}^2 + 0,096 \cdot \frac{A_{0mn_0}^4 + k_{\Phi 1}}{\eta}}$
Область НПР, область 1 ( $f < f_{\Gamma}^{\text{КОП}}$ )	$R = 10 \lg \frac{0,56 \cdot 10^{-4} \mu^2 f^2}{2,61 \cdot F_{\text{и}}^2 + 0,586 \cdot \frac{A_0^4 + k_{\Phi 1}}{\eta}}$
Область НПР, область 2 ( $f > f_{\Gamma}^{\text{КОП}}$ )	$R = 10 \lg \frac{1}{\tau_{\text{п.и.}} + \tau_{\text{п.с.}} + \tau_{1\text{и}}\tau_{2\text{и}} + \tau_{1\text{с}}\tau_{2\text{с}}}$ $\tau_{\text{п.и.}} = \frac{1}{\frac{\pi^2}{\rho_0^2 c_0^2} \frac{m' f^2}{F_{1\text{и}}^2} \left( \frac{f^2}{f_0^2} - 1 \right) + 1}$ $\tau_{\text{п.с.}} = \frac{1}{\frac{\pi^2}{\rho_0^2 c_0^2} \frac{m' f^2}{A_0^2} \left( \frac{f^2}{f_0^2} - 1 \right) + 1}$ $\tau_{1\text{и}} = \frac{1}{\frac{\pi^2}{\rho_0^2 c_0^2} \frac{m_1'^2 f^2 \cos \theta_{\text{ср}}}{F_{1\text{и}}^2} + 1}$ $\tau_{2\text{и}} = \frac{1}{\frac{\pi^2}{\rho_0^2 c_0^2} \frac{m_2'^2 f^2 \cos \theta_2}{F_{2\text{и}}^2} + 1}$ $\tau_{1\text{с}} = \frac{1}{\frac{1,15\pi^3}{8\rho_0^2 c_0^2 A_{01}^4 k_{\Phi 2}} m_1'^2 f^2 \eta_1 \cos^2 \theta_{\text{ср}} + 1}$

Окончание табл. 4

Диапазон частот	Расчетная формула
Область НПР, область 2 ( $f > f_{\Gamma}^{\text{КОП}}$ )	$\tau_{2c} = \frac{1}{\frac{1,5\pi^3}{8\rho_0^2 c_0^2 A_{02}^4} m_2'^2 f^2 \eta_2 \cos^2 \theta_2 + 1}$
Область ППР ( $f > f_{\Gamma mn}$ )	$R = 10 \lg \frac{1}{\tau_{\text{п.и.}} + \tau_{\text{п.с.}} + \tau_{1и} \tau_{2и} + \tau_{1с} \tau_{2с}}$ $\tau_{1с} = \frac{1}{\frac{8\pi^3}{\rho_0^2 c_0^2} m_1'^2 \frac{f^3}{f_{\Gamma mn}} \eta_1 \cos \theta_{\text{ср}} \sqrt{1 - \frac{f_{\Gamma mn}}{f}} + 1}$ $\tau_{2с} = \frac{1}{\frac{8\pi^3}{\rho_0^2 c_0^2} m_2'^2 \frac{f^3}{f_{\Gamma mn}} \eta_2 \cos \theta_2 \sqrt{1 - \frac{f_{\Gamma mn}}{f}} + 1}$ <p>Здесь коэффициенты прохождения звука <math>\tau_{\text{п.и.}}</math>, <math>\tau_{\text{п.с.}}</math>, <math>\tau_{1и}</math>, <math>\tau_{2и}</math> вычисляются так же, как в диапазоне <math>f_{\Gamma mn} &lt; f &lt; f_{\Gamma}^{\text{КОП}}</math>.</p>

В расчетных формулах использованы коэффициенты, определенные по результатам экспериментальных исследований:

1) коэффициент формы стоечного профиля каркаса  $k_{\Phi 1}$  используется в расчетных формулах для области 1 ( $f < f_{\Gamma}^{\text{КОП}}$ ). Определяется в зависимости от приведенной жесткости перегородки ( $D_{\text{пр}}$ ). На рис. 5 приведены значения  $k_{\Phi 1}$  для перегородки с обшивками из ГВЛ;

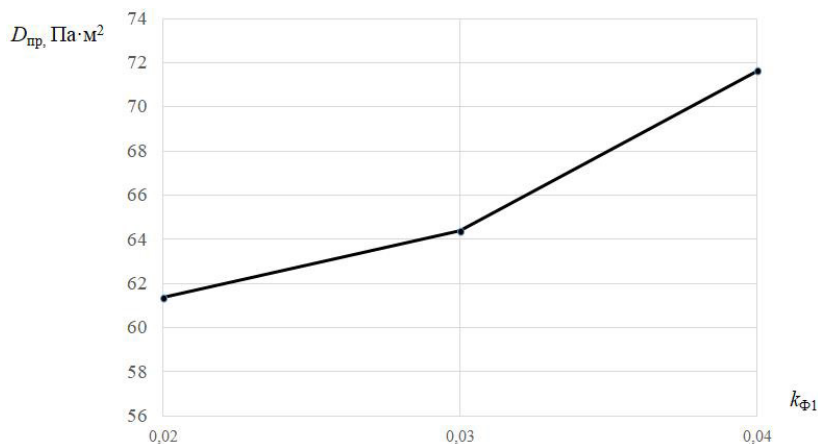


Рис. 5. Зависимость коэффициента формы стоечного профиля каркаса  $k_{\Phi 1}$  от приведенной жесткости каркасно-обшивной перегородки

2) коэффициент формы стоечного профиля каркаса  $k_{\Phi 2}$  используется в расчетных формулах для области 2 ( $f > f_{\Gamma}^{\text{КОП}}$ ). Определяется в зависимости от коэффициента податливости перегородки ( $T$ ). На рис. 6 приведены значения  $k_{\Phi 2}$  для перегородки с обшивками из ГВЛ.

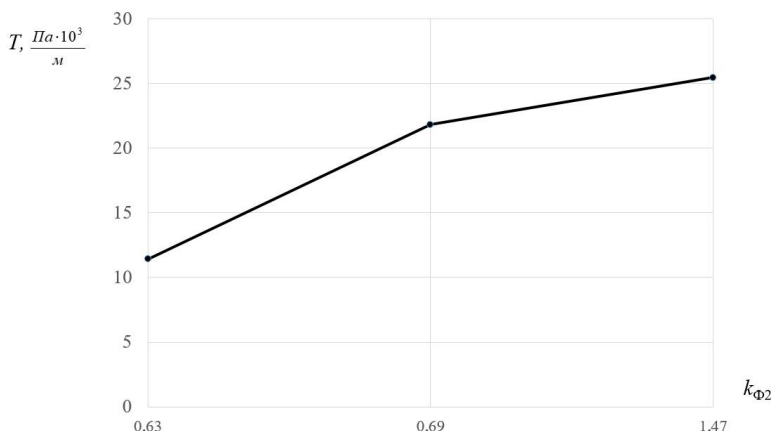


Рис. 6. Зависимость коэффициента формы стоечного профиля каркаса  $k_{\Phi 2}$  от коэффициента податливости каркасно-обшивной перегородки

Коэффициенты формы стоечного профиля каркаса  $k_{\Phi 1}$ ,  $k_{\Phi 2}$  учитывают изменения характеристики самосогласования волновых полей (А) [7] за счет изменения приведенной жесткости и, соответственно, податливости каркасно-обшивной перегородки. Данные параметры могут регулироваться путем применения стоечных профилей каркаса различных форм.

На рис. 7–9 представлены частотные характеристики звукоизоляции каркасно-обшивных перегородок, построенные по разработанному теоретическому методу расчета в сравнении с экспериментальными, полученными в реверберационных камерах лаборатории акустики ННГАСУ и лаборатории акустики Вологодского государственного университета (ВоГУ).

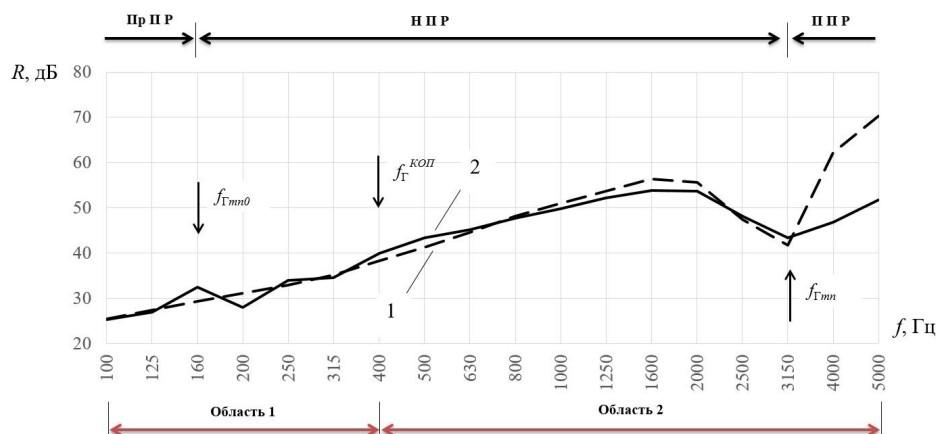


Рис. 7. Частотные характеристики звукоизоляции каркасно-обшивной перегородки ( $a \times b = 2,0 \times 1,2$  м; обшивки из ГВЛ толщиной по 12,5 мм; воздушный промежуток шириной 75 мм, без заполнения звукопоглощающим материалом; стандартные стоечные профили каркаса типа швеллер): 1 – теоретические данные; 2 – экспериментальные данные, полученные в реверберационных камерах лаборатории акустики ННГАСУ

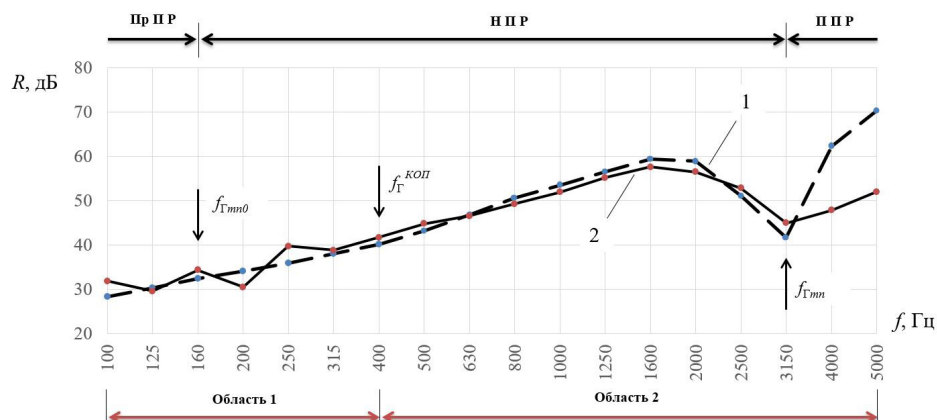


Рис. 8. Частотные характеристики звукоизоляции каркасно-обшивной перегородки ( $a \times b = 2,0 \times 1,2$  м; обшивки из ГВЛ толщиной по 12,5 мм; воздушный промежуток шириной 75 мм, без заполнения звукопоглощающим материалом; сигма-образные стоечные профили каркаса): 1 – теоретические данные; 2 – экспериментальные данные, полученные в реверберационных камерах лаборатории акустики ННГАСУ

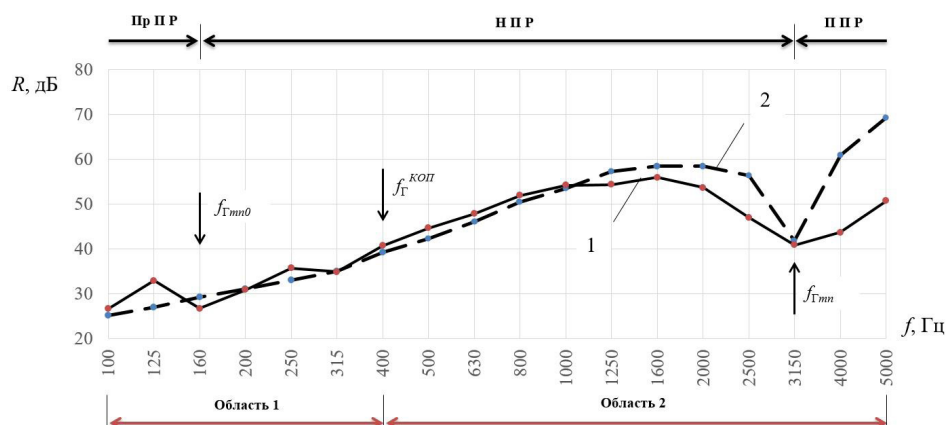


Рис. 9. Частотные характеристики звукоизоляции каркасно-обшивной перегородки ( $a \times b = 3,6 \times 2,5$  м; обшивки из ГВЛ толщиной по 12,5 мм; воздушный промежуток шириной 75 мм, без заполнения звукопоглощающим материалом; сигма-образные стоечные профили каркаса): 1 – теоретические данные; 2 – экспериментальные данные, полученные в реверберационных камерах лаборатории акустики ВоГУ

Анализируя представленные данные, можно видеть, что разработанный метод расчета обеспечивает хорошую сходимость теоретических данных с экспериментальными в нормируемом диапазоне частот ( $f = 100 - 3150$  Гц) для ограждений различных размеров. Расхождения в пределах 6–9 дБ, отмечаемые в диапазоне ППР ( $f > 3150$  Гц) объясняется недостаточными экспериментальными данными по значениям коэффициента потерь материала обшивок в данном диапазоне.

Результаты проведенных исследований позволяют разрабатывать новые типы звукоизолирующих каркасно-обшивных перегородок с рациональными конструктивными решениями для применения в гражданском и промышленном строительстве.



*Исследование выполнено за счет средств Государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий» на 2013–2020 годы в рамках Плана фундаментальных научных исследований Минстроя России и РААСН, раздел тематики научных исследований № 7.6, НИР № 7.6.15 «Исследование резонансного и инерционного механизма прохождения звука через новые типы многослойных изотропных и ортотропных ограждающих конструкций для уникальных зданий и разработка теоретических методов расчета их звукоизоляции».*

*Автор выражает благодарность доктору технических наук, профессору, декану инженерно-строительного факультета ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет» А. А. Кочкину за помощь в организации и проведении экспериментальных исследований.*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Heckl, M. Untersuchungen über die Luftschalldämmung von Doppelwänden mit Schallbrücken (Investigations on the airborne sound insulation of double walls with sound bridges) / M. Heckl // The Third International Congress on Acoustics / edited by L. Cremer. – Stuttgart (Germany), 1959. – P. 1010–1014.
2. Warnock, A. C. C. Influence of specimen frame on sound transmission loss measurement / A. C. C. Warnock // Appl. Acoust. 1982. – Vol. 15, № 4. – P. 307–314.
3. Davy, J. L. Predicting the sound insulation of stud walls / J. L. Davy // Costs of Noise: Proceedings of Inter-Noise 91 : international conference on Noise Control Engineering / edited by A. Lawrence ; Australian Acoustical Society. – Sydney (Australia), 1991. – P. 251–254.
4. Craik, R. J. M. Sound transmission through double leaf lightweight partitions. Part I. Airborne sound / R. J. M. Craik, R. S. Smith // Appl. Acoust. – 2000. – Vol. 61. – P. 223–245.
5. Sound transmission through lightweight double-leaf partitions: theoretical modelling // J. Wang, T. J. Lu, J. Woodhouse, R. S. Langley, J. Evans // Journal of Sound & Vibration. – 2005. – Vol. 286, № 4-5. – P. 817–847.
6. Fahy, F. Section 5.10 Mechanical stiffening and coupling of double partition leaves / F. Fahy, P. Gardonio // Sound and structural vibration – Radiation, transmission and response. – London (United Kingdom). – 2006. – P. 323–330.
7. Седов, М. С. Звукоизоляция / М. С. Седов // Техническая акустика транспортных машин: справочник / под ред. д-ра техн. наук проф. Н. И. Иванова. – Санкт-Петербург, 1992. – С. 68–106.
8. Прогнозирование и измерения звуковой среды : учеб. пособие / М. С. Седов, В. Н. Бобылев, В. Н. Большаков [и др.] ; Нижегород. ун-т им. Н. И. Лобачевского. – Нижний Новгород : ННГУ, 1991. – 67 с.
9. Экспериментальные исследования звукоизоляции многослойных ограждающих конструкций / В. Н. Бобылев, В. А. Тишков, Д. В. Мониц, В. В. Дымченко, П. А. Гребнев // Noise Control Engineering Journal. – 2014. – 62 (5). – P. 354–359.

**DYMCHENKO Vladimir Viktorovich, senior teacher of the chair of architecture**

#### **METHOD OF CALCULATING SOUND INSULATION OF FRAME LIGHTWEIGHT PARTITIONS WITH A SINGLE FRAME**

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

*Key words:* sound insulation, frame partition, resonance sound transmission, inertial sound transmission, self-consistency of wave fields.



*The article presents a method of calculating sound insulation of single-frame partitions developed on the basis of the theory of self-consistency of wave fields that takes into account the dual nature of sound transmission (resonance and inertial). Geometric and physical-mechanical parameters of partitions, affecting their sound insulation, are established. The results of comparison of theoretical and experimental outcomes obtained in the reverberation chambers of the acoustics laboratory of Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering are given.*

#### REFERENCES

1. Heckl M. Untersuchungen über die Luftschalldämmung von Doppelwänden mit Schallbrücken (Investigations on the airborne sound insulation of double walls with sound bridges). The Third International Congress on Acoustics, edited by L. Cremer. Stuttgart, Germany. 1959. P. 1010–1014.
2. Warnock A. C. C. Influence of specimen frame on sound-transmission loss measurement. Appl. Acoust. 1982. Vol. 15. № 4. P. 307–314.
3. Davy J. L. Predicting the sound insulation of stud walls. Costs of Noise: Proceedings of Inter-Noise 91: International Conference on Noise Control Engineering, edited by A. Lawrence. Australian Acoustical Society, Sydney, Australia, 1991. P. 251–254.
4. Craik R. J. M., Smith R. S. Sound transmission through double leaf lightweight partitions. Part I. Airborne sound. Appl. Acoust., 2000. Vol. 61. P. 223–245.
5. Wang J., Lu T. J., Woodhouse J., Langley R. S., Evans J. Sound transmission through lightweight double-leaf partitions: theoretical modelling. J. Sound Vib. 2005. Vol. 286. № 4–5. P. 817–847.
6. Fahy F., Gardonio P. Section 5.10 Mechanical stiffening and coupling of double partition leaves. Sound and structural vibration. Radiation, transmission and response. London, United Kingdom. 2006. P. 323–330.
7. Sedov M. S. Zvukoizolyatsiya [Soundproofing]. Tekhnicheskaya akustika transportnykh mashin [Technical Acoustics of Transport Machines]: spravochnik. Pod red. d-ra tekhn. nauk prof. N. I. Ivanova. Saint-Petersburg. 1992. P. 68–106.
8. Sedov M. S., Boblyov V. N., Bolshakov V. N., et al. Prognozirovaniye i izmereniya zvukovoy sredy [Predicting and measuring the sound environment]: ucheb. posobie. Nizhgor. un-t im. N.I. Lobachevskogo. Nizhny Novgorod: NNGU, 1991. 67 p.
9. Boblyov V. N., Tishkov V. A., Monich D. V., Dymchenko V. V., Grebnev P. A. Eksperimentalnye issledovaniya zvukoizolyatsii mnogosloynnykh ogradhdayuschikh konstruktсий [Experimental study of sound insulation of multilayer building partitions]. Noise Control Engineering Journal. 2014, 62 (5). P. 354–359.

© В. В. Дымченко, 2018

Получено: 13.10.2018 г.



УДК 528.482+628.8:69.058.2

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

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРЕНА ПРОМЫШЛЕННЫХ ДЫМОВЫХ ТРУБ ФОТОГРАФИЧЕСКИМ СПОСОБОМ ПРОДОЛЖЕННОГО ОТВЕСА

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

Ключевые слова: крен, отвес, фотокамера, референтная прямая, пиксель.

*Приведена методика определения крена промышленных дымовых труб фотографическим способом продолженного отвеса. Сущность способа заключается в том, что в качестве вертикальной референтной прямой используется нить шнурового отвеса, расположенного перед объективом фотокамеры. При этом для повышения точности желательно отвес располагать по возможности ближе к объекту съемки, но увеличение расстояния от фотокамеры до отвеса может привести к тому, что отвес не будет распространяться на снимке на всю высоту трубы, а только на некоторую ее часть. В этом случае предлагается на снимке наложить на нить отвеса линию и продлить ее на всю высоту трубы. Путем обработки такого снимка в Paint можно определить крен трубы как разность расстояний от отвеса до оси трубы сверху и снизу. Приведены результаты экспериментальных исследований способа с использованием фотокамеры Panasonic DMC-TZ25, а также с использованием специальной программы Plumb-bob. Показано, что даже при 15-процентном соотношении длины отвеса и высоты трубы расхождение со 100-процентным соотношением не превысит точности взятия отсчетов по курсору.*

В работах [1, 2] показаны различные варианты формирования вертикальных референтных прямых для выполнения фотографического способа геодезического контроля вертикальности высоких сооружений башенного типа. Для этого необходимо сфотографировать сооружение и вывести его изображение на экран монитора ПК. Причем на снимке должна присутствовать вертикальная референтная прямая, от которой будут производиться все необходимые измерения, и снимок должен быть масштабирован для получения результатов измерений в метрической системе единиц.

В статье рассматривается порядок использования в качестве вертикальной референтной прямой нити свободно висящего перед объективом фотокамеры шнурового отвеса, сфотографированного на фоне исследуемого сооружения. Причем отвес в общем случае может занимать произвольное положение относительно оси, например, дымовой трубы или иного высокого сооружения башенного типа, но непременным условием является его распространение на всю высоту сооружения.

Проведенные нами экспериментальные исследования с использованием фотокамеры Panasonic DMC-TZ25, в которых также принимали участие студенты группы СУЗ. 07 Анущенко А. М., Терешанцев С. А., Чернова Е. С., Ярошук Е. Д. подтвердили состоятельность фотографического способа определения крена высоких сооружений. Кроме того, было установлено, что для максимального исключения влияния дисторсии объектива на получаемые результаты, необходимо стремиться к тому, чтобы отвес располагался по оси сооружения и как можно ближе к объекту съемки [3, 4].

Однако выполнение второго условия об увеличении расстояния от отвеса до фотокамеры может привести к тому, что отвес не будет распространяться на всю высоту сооружения, а только на некоторую его часть (рис. 1а, б).

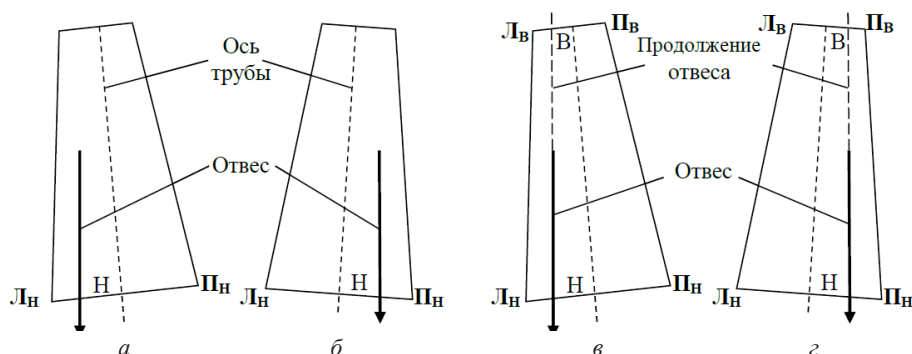


Рис. 1. Схемы к определению крена трубы

В этом случае необходимо на снимке наложить на нить отвеса линию (пунктирная на рис. 1в, г) и продлить ее на всю высоту трубы. Опыт показывает, что операцию по совмещению этих двух линий можно производить с высокой степенью точности. После этого достаточно открыть файл, например, с помощью Paint и взять отсчеты в пикселях (пкс) по курсору, подводя его к отвесу О, левому Л и правому П краям трубы верхнего, нижнего и (при необходимости) промежуточных ее сечений (рис. 2а). По этим отсчетам определяют в пикселях расстояния  $L_B$ ,  $P_B$  и  $L_H$ ,  $P_H$  (рис. 1в, г) от отвеса до верхних и нижних краев трубы как разность отсчетов по курсору О–Л и О–П.

При расположении отвеса внутри контура трубы (рис. 1) все  $L_B$  и  $L_H$  будут положительными, а  $P_B$  и  $P_H$  отрицательными. Вычисляют в пикселях расстояния от отвеса до оси трубы поверху В и понизу Н:

$$\begin{aligned} V &= -(L_B + P_B)/2, \\ H &= -(L_H + P_H)/2, \end{aligned} \quad (1)$$

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

Крен трубы К в пикселях будет равен разности В и Н (с учетом их знака), а его знак будет означать направление крена влево (рис. 1а, в) или вправо (рис. 1б, г):

$$K = V - H. \quad (2)$$

Для перевода результатов измерений в метрическую систему единиц снимок необходимо масштабировать по известным размерам сооружения или с помощью базиса известной длины (например, нивелирной рейки). По этой методике можно получить максимум информации о пространственном положении трубы на любом ее уровне по высоте. В этом заключается одно из достоинств рассматриваемого фотографического способа определения крена.

Вообще говоря, обработку снимка можно производить по-разному, используя различные программы редактирования фотографических изображений. А можно просто вывести снимок на бумажный носитель, провести на нем полную референтную прямую и определять крен и искривления ствола сооружения с помощью обычного циркуля-измерителя и масштабной линейки.

Проведенные нами экспериментальные исследования с использованием фотокамеры *Panasonic DMC-TZ25* заключались в фотографировании дымовой трубы, когда нить отвеса распространялась на всю высоту трубы (рис. 2а) и только на ее

часть (рис. 2б) с последующим продолжением проекции отвеса на всю высоту трубы. Затем эти фотографии были обработаны в системе *Paint*. В табл. 1 представлены результаты определения общего и шести частных кренов по фотографии на рис. 2б.

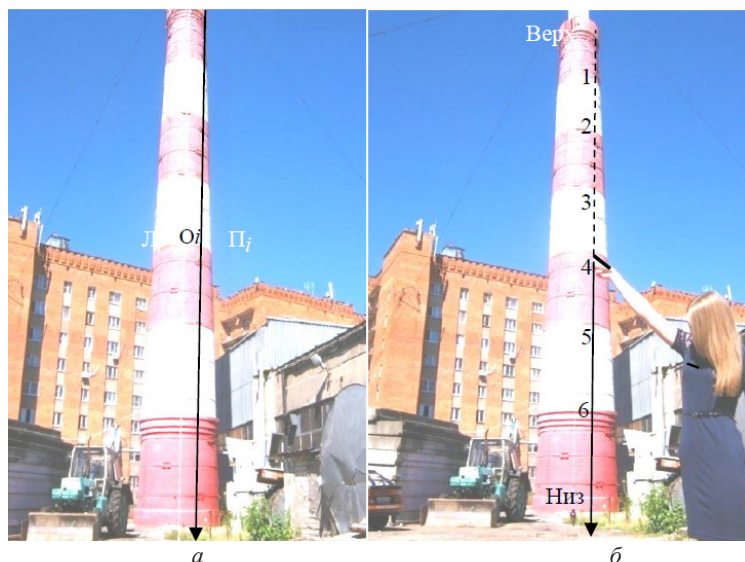


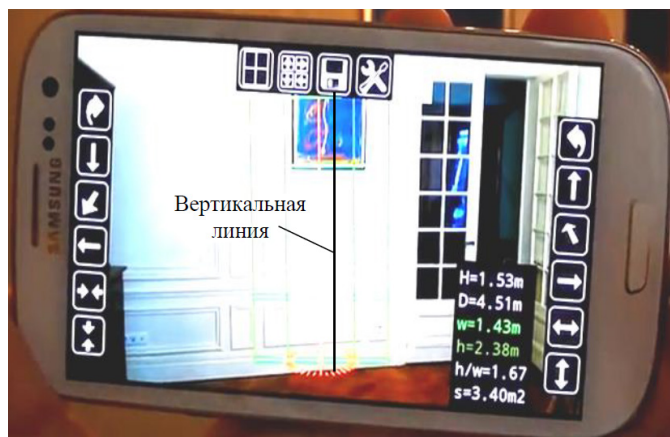
Рис. 2. Фотография трубы с отвесом (а) и его продолжением (б)

Таблица 1

**Результаты определения крена по продолженному отвесу**

Сечение	Отсчет по курсору, пкс			Расстояние по сечениям, пкс			Крен, пкс
	Л	О	П	Лв,с,н	Пв,с,н	Вв,с,н	
Верх	857	915	997	58	-82	12	14
1	847	911	997	64	-86	11	13
2	828	907	1004	79	-97	9	11
3	809	902	1010	93	-108	7,5	9,5
4	794	899	1015	105	-116	5,5	7,5
5	764	890	1025	126	-135	4,5	6,5
6	733	882	1034	149	-152	1,5	3,5
Низ	701	875	1045	174	-170	-2	0

В процессе экспериментальных исследований была также опробована программа *Plumb-bob*. Ее сущность заключается в том, что в процессе фотографирования сооружения на смартфон или планшет, снабженные этой программой, на снимке всегда есть изображение вертикальной линии (рис. 3).

Рис. 3. Образец программы *Plumb-bob*

Такая фотография трубы, выполненная на планшет, представлена на рис. 4а. Дальнейшая задача заключается в продолжении этой вертикальной линии на всю высоту трубы. Ее можно решать двояко. Во-первых, можно на рис. 4а измерить положение этой линии относительно левого и правого краев трубы и перенести эти размеры на фотографию всей трубы (рис. 4б) с учетом разности масштабов обоих снимков.

Нами был опробован второй путь, который заключался в том, что фотографию части трубы (рис. 4а) накладывали на фотографию всей трубы (рис. 4б), добиваясь совмещения всех одноименных контуров сооружения на обеих фотографиях.

Рис. 4. Фотография трубы с *Plumb-bob* (а) и полной референтной прямой (б)

Затем фотография на рис. 4б была также обработана в системе *Paint*. В табл. 2 представлены результаты определения общего и шести частных кренов. По данным табл. 1 и 2 построены графики, характеризующие частные и общий крен трубы (рис. 5).

На основании этих графиков можно констатировать, что обе кривые являются конгруэнтными, а их несовпадение (в среднем 3 пкс) можно объяснить в первую очередь неточностью совмещения фотографии на рис. 4а с фотографией на рис. 4б.

Таблица 2

**Результаты определения крена по программе *Plumb-bob***

Сечение	Отсчет по курсору, пкс			Расстояние по сечениям, пкс			Крен, пкс
	Л	О	П	Лв,с,н	Пв,с,н	Вв,с,н	
Верх	361	427	515	66	-88	11	10
1	356	426	518	70	-92	11	10
2	338	425	529	87	-104	8,5	7,5
3	321	424	540	103	-116	6,5	5,5
4	304	422	551	118	-129	5,5	4,5
5	281	422	571	141	-149	4	3
6	238	421	607	183	-186	1,5	0,5
Низ	228	420	614	192	-194	1	0

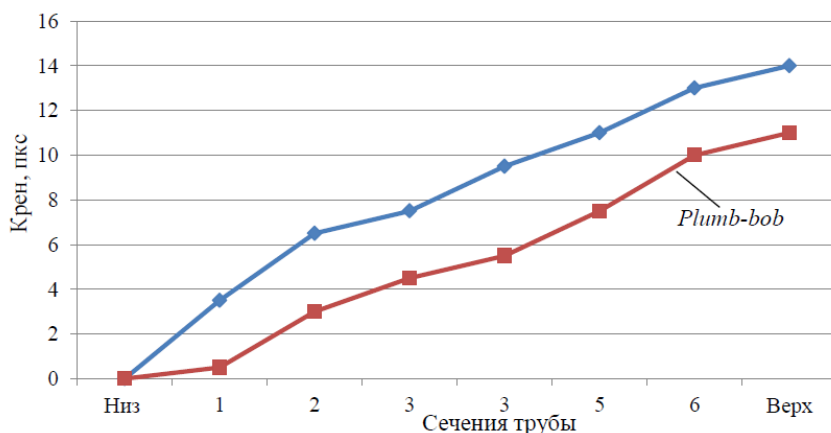


Рис. 5. Частные и общий крен трубы по фото 2б и 4б

Для исследования степени влияния соотношения на снимке длины отвеса к высоте трубы на точность определения крена было выполнено ее фотографирование при различных расстояниях отвеса от объектива фотокамеры. Эти расстояния оценивались в процентном отношении длины отвеса к высоте трубы. Таких снимков было получено 20 с примерным шагом фотографирования через 1 м. На рис. 6 показаны 3 таких фотографии с процентным соотношением 56 % (а), 32 % (б) и 17 % (в).

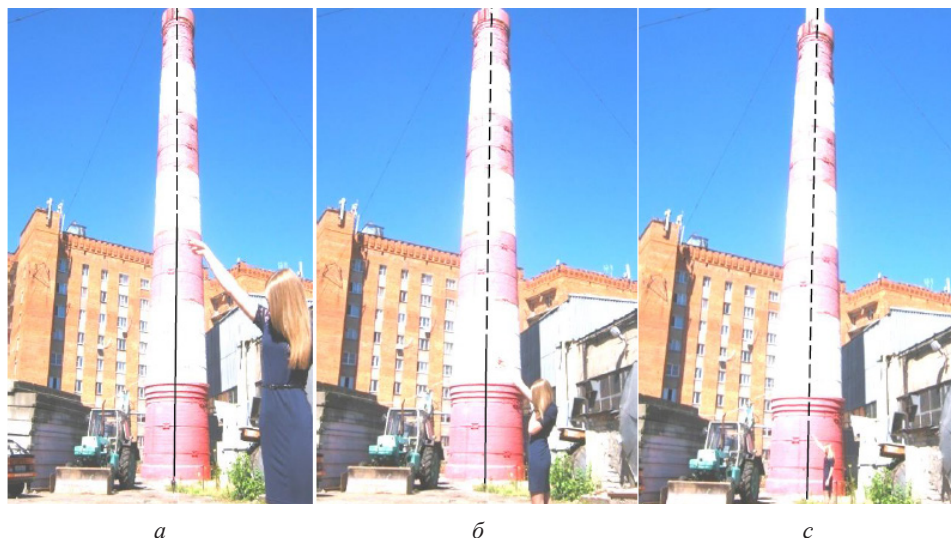


Рис. 6. Фотографии при различных соотношениях длины отвеса и высоты трубы

Все снимки были обработаны в системе *Paint* по изложенной выше методике. Результаты обработки, представленные на рис. 7, сравнивались с величиной крена 15 пкс, найденной при соотношении 100 % (рис. 2а).

Как следует из рис. 7, даже при 15-процентном соотношении длины отвеса и высоты трубы расхождение со 100-процентным результатом не превысит 2,5 пкс, что, вообще говоря, соответствует точности взятия отсчетов Л, О и П по курсору.

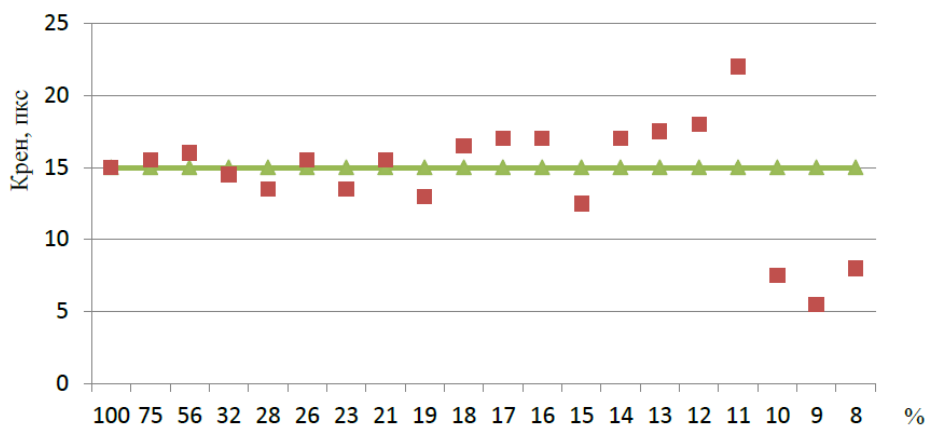


Рис. 7. График зависимости точности определения крена от соотношения длины отвеса и высоты трубы

В заключение отметим, что для определения полного крена трубы и его ориентирования следует выполнить фотографирование сооружения, как минимум, с двух взаимно перпендикулярных направлений.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шеховцов, Г. А. Новые способы формирования и использования вертикальных референтных прямых / Г. А. Шеховцов, Р. П. Шеховцова // Известия вузов. Сер. «Геодезия и аэрофотосъемка». – 2014. – № 6. – С. 22–27.
2. Шеховцов, Г. А. Контроль пространственного положения и формы строительных конструкций с помощью неметрических цифровых камер : монография / Г. А. Шеховцов, О. В. Раскаткина ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2017. – 118 с.
3. Раскаткина, О. В. Об оптимизации фотографического способа контроля вертикальности промышленных дымовых труб / О. В. Раскаткина // Фундаментальные и прикладные исследования: новое слово в науке : тез. докл. третьей междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 16 мая 2016 г.). – С. 78–91.
4. Раскаткина, О. В. Влияние местоположения отвеса на точность определения крена дымовой трубы фотографическим способом / О. В. Раскаткина // Геодезия и картография. – 2017. – № 1. – С. 55–59.

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

**DETERMINATION OF TILT OF INDUSTRIAL CHIMNEYS BY A PHOTOGRAPHIC METHOD OF PROLONGED PLUMB**

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering  
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 434-05-26;  
e-mail: ing\_geod@nngasu.ru

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

---

*The article presents a method of determining the tilt of industrial chimneys by a photographic method of prolonged plumb. The essence of the method lies in the fact that the string of a plumb placed in front of a camera lens is used as a vertical reference line. In order to increase the accuracy, it is desirable to have a plumb as close as possible to the object of the shooting, but increasing the distance from the camera to the plumb can lead to the fact that the plumb will not extend on the picture along the entire height of the chimney, but only on some part of it. In this case, it is proposed to impose a line on the thread of the plumb and extend it to the entire height of the chimney. By processing such a shot in the Paint, the chimney's tilt can be defined as a difference of the distances from the plumb to the axis of the chimney at the top and at the bottom. The results of experimental studies of the method using a Panasonic DMC-TZ25 camera, as well as special Plumb-bob software are presented. It is shown that, even at a 15 per cent plumb/chimney length ratio deviation from the 100 per cent ratio will not exceed the accuracy of measurements taken with the help of a cursor.*

---

## REFERENCES

1. Shekhovtsov G. A., Shekhovtsova R. P. Novye sposoby formirovaniya i ispolsovaniya vertikalnykh referentnykh pryamykh [New methods of forming and using the vertical reference lines]. Izvestiya vuzov. Ser. "Geodeziya i aerofotosyomka" [News of higher educational institutions. Geodesy and Aerial Photography]. 2014. № 6. P. 22–27.
2. Shekhovtsov G. A., Raskatkina O. V. Kontrol' prostranstvennogo polozheniya i formy stroitelnykh konstruktsey s pomoschyu nemetricheskikh tsifrovyykh kamer [Control of spatial position and shape of building structures using non-metric digital cameras] : monografiya. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. NNGASU. 2017. 118 p.





3. Raskatkina O. V. Ob optimisatsii fotograficheskogo sposoba kontrolya vertikalnosti promyshlennykh dymovykh trub [About optimization of the photographic method of monitoring verticality of industrial chimneys]. Fundamentalnye i prikladnye issledovaniya: novoe slovo v nauke [Fundamental and applied research: a new word in science]: tez. dokl. tretey mezhdunar. nauch.prakt. konf., Moscow, May 16, 2016. P. 78–91.

4. Raskatkina O. V. Vliyanie mestopolozheniya otvesa na tochnost opredeleniya krena dymovoy trubyy fotograficheskim sposobom. [Effect of the location of a plumb on the accuracy of determining the tilt of a chimney by a photographic method]. Geodeziya i kartografiya [Geodesy and Cartography]. 2017. № 1. P. 55–59.

© Г. А. Шеховцов, 2018

Получено: 23.03.2018 г.

# ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

---

УДК 699.86:69.059.25

**В. И. БОДРОВ**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой отопления и вентиляции; **М. В. БОДРОВ**, д-р техн. наук, проф. кафедры отопления и вентиляции; **В. Ю. КУЗИН**, канд. техн. наук, доц. кафедры отопления и вентиляции; **М. С. МОРОЗОВ**, асс. кафедры отопления и вентиляции

## ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ СЕРИЙНЫХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ ИЗ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПАНЕЛЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА

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

*Ключевые слова:* приведенное сопротивление теплопередаче, строительная теплофизика, тепловая защита зданий, класс энергосбережения.

---

*Представлены результаты расчета дополнительных потерь теплоты через линейные теплотехнические неоднородности фасадов существующих серийных многоквартирных жилых домов, выполненных из трехслойных бетонных панелей. Приведен анализ влияния типовых теплотехнических неоднородностей на эффективность мероприятий по повышению тепловой защиты наружных стен пятиэтажного, четырехсекционного жилого дома, расположенного в климатических условиях г. Нижнего Новгорода, при проведении его капитального ремонта.*

---

Повышение энергетической эффективности и эксплуатационной надежности активных (отопления и вентиляции) и пассивных (тепловой контур) систем обеспечения параметров микроклимата существующих серийных многоквартирных жилых домов при проведении их капитального ремонта и реконструкции является важной задачей, решению которой посвящены отечественные [1–3] и зарубежные исследования [4, 5]. Большую часть существующего в России и странах СНГ жилого фонда составляют серийные многоквартирные жилые дома, возведенные по типовой проектной документации 50–90-х гг. XX века.

Существующая законодательная база обязует управляющие компании согласовывать с собственниками мероприятия по повышению энергетической эффективности жилья, реализовывать которые наиболее удобно в ходе проведения их планового капитального ремонта.

Рассматриваемые многоквартирные жилые дома соответствовали актуальной на момент их возведения нормативной базе, которая устанавливала иные, более низкие требования к комфортности внутренней среды помещений, энергетической эффективности и эксплуатационной надежности систем обеспечения параметров микроклимата, что напрямую связано с невысокими требованиями санитарной гигиены и низкой стоимостью энергетических ресурсов.

Одним из наиболее распространенных и технически реализуемых мероприятий при проведении капитального ремонта многоквартирных жилых домов считается повышение тепловой защиты их наружных ограждающих конструкций, в частности наружных стен. Повышение приведенного сопротивления теплопере-



даче ограждающих конструкций практически не требует участия жильцов, а также внесения изменений во внутреннее убранство помещений (последующие отделочные работы, перестановка мебели и т. д.). Данное мероприятие также позволяет увеличить температуру внутренних поверхностей наружных стен, в результате чего повышается общая комфортность в жилых помещениях.

Важным показателем энергетической эффективности тепловой изоляции наружных ограждающих конструкций является их приведенное сопротивление теплопередаче  $R_{пр}$ ,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ , равное

$$R_{пр} = R_{усл} r \frac{1}{\frac{1}{R_{усл}} + \sum \Psi_j l_j + \sum \chi_k n_k}, \quad (1)$$

где  $R_{усл}$  – условное сопротивление теплопередаче,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ;  $r$  – коэффициент теплотехнической однородности;  $\Psi_j$  – дополнительные потери теплоты через  $j$ -ю линейную теплотехническую неоднородность,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ ;  $l_j$  – протяженность  $j$ -й линейной теплотехнической неоднородности, приведенная к одному квадратному метру наружной стены,  $\text{м}/\text{м}^2$ ;  $\chi_k$  – дополнительные потери теплоты через точечные теплотехнические неоднородности,  $\text{Вт}/(\text{шт.} \cdot ^\circ\text{C})$ ;  $n_k$  – количество  $k$ -х теплотехнических неоднородностей, приходящихся на один квадратный метр наружной стены,  $\text{шт.}/\text{м}^2$ .

Дополнительные потери теплоты через точечные  $\chi_k$ ,  $\text{Вт}/(\text{шт.} \cdot ^\circ\text{C})$  и линейные  $\Psi_j$ ,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ , теплотехнические неоднородности определяются по общепринятым зависимостям [6, 7]:

$$\chi_k = \Delta Q_k / (t_{в} - t_{н}); \quad (2)$$

$$\Psi_j = \Delta Q_j / (t_{в} - t_{н}), \quad (3)$$

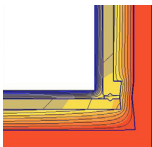
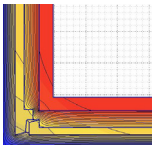
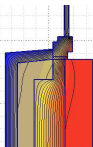
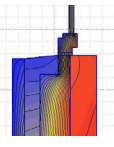
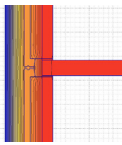
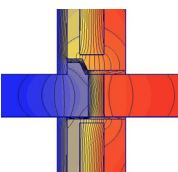
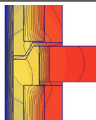
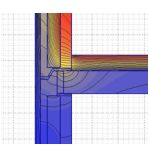
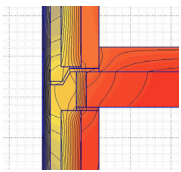
где  $\Delta Q_k$ ,  $\Delta Q_j$  – дополнительные потери теплоты через точечные и линейные теплотехнические неоднородности  $k$ -го и  $j$ -го видов, приходящиеся на 1 шт. или 1 метр неоднородности, соответственно,  $\text{Вт}/\text{шт.}$ ,  $\text{Вт}/\text{м}$ ;  $t_{в}$ ,  $t_{н}$  – расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха,  $^\circ\text{C}$ .

Авторами были построены температурные поля основных узлов сопряжения наружных трехслойных бетонных панелей после устройства на их поверхности слоя эффективной тепловой изоляции типа «мокрый фасад» с теплопроводностью  $\lambda = 0,043 \text{ Вт}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$ . Значения  $\Delta Q_k$ ,  $\Delta Q_j$  определялись по результатам расчета температурных полей в специализированном программном комплексе Agros2D v.3.2. с учетом рекомендаций справочной литературы [8].

Толщина принятых в расчете трехслойных бетонных панелей составляла  $\delta_{н} = 300 \text{ мм}$  (65 мм – наружный бетонный слой, 125 мм – теплоизоляционный слой, 110 мм – внутренний слой бетона), а толщина тепловой изоляции системы «мокрый фасад»  $\delta_{ут} = 50, 100, 150$  и  $200 \text{ мм}$ .

Перечень учтенных узлов и полученные значения  $\Psi_j$  приведены в таблице. Наибольшие дополнительные потери теплоты через линейную неоднородность имеют наружные углы, а также сопряжения балконных плит, цоколя и оконных блоков со стеной  $\Psi_j = 0,103\text{--}0,672 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ . Последние могут быть существенно снижены путем устройства 40-миллиметрового нахлеста тепловой изоляции на раму оконного блока  $\Psi_j = 0,067\text{--}0,107 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ .

**Характеристики узлов линейных теплотехнических неоднородностей**

Наименование	Схема	$\Psi_j$ , Вт/(м·°C) при толщине тепловой изоляции $\delta_{\text{ут}}$ , мм:			
		50	100	150	200
1. Внутренний угол		–0,123	–0,108	–0,127	–0,102
2. Наружный угол		0,159	0,134	0,116	0,103
3. Сопряжение оконного блока со стеной, с нахлестом на раму		0,067	0,083	0,096	0,107
4. Сопряжение оконного блока со стеной, без нахлеста на раму		0,161	0,213	0,247	0,261
5. Сопряжение внутренней и наружной стен		0,0239	0,0137	0,0093	0,0069
6. Сопряжение балконной плиты со стеной		0,386	0,406	0,404	0,346
7. Сопряжение плиты перекрытия со стеной		0,092	0,053	0,035	0,026
8. Примыкание к цоколю		0,612	0,672	0,618	0,619
9. Сопряжение чердачной плиты со стеной над теплым чердаком		0,083	0,077	0,043	0,043



К незначительным дополнительным потерям теплоты приводят узлы сопряжения внутренних стен, перекрытий и чердачной плиты с наружной стеной  $\Psi_j = 0,0069\text{--}0,092 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$ .

Столь низкие дополнительные потери теплоты через сопряжение с чердачной плитой связаны с высокой температурой теплого чердака, равной  $t_q = 14^\circ\text{C}$ . Внутренний угол не является мостиком холода, поскольку его значения  $\Psi_j$  имеют отрицательные значения.

Величина  $\chi_k$  для мест крепления тепловой изоляции тарельчатыми анкерами составляет  $\chi_k = 0,004 \text{ Вт}/(\text{шт}\cdot^\circ\text{C})$  [9]. Расчетное число анкеров  $n_k$  в соответствии с рекомендациями производителей систем наружной фасадной изоляции принято равным  $n_k = 8 \text{ шт.}/\text{м}^2$ .

По полученным данным был проведен расчет и анализ базовых показателей энергетической эффективности наружного фасада четырехсекционного пятиэтажного многоквартирного жилого дома из трехслойных бетонных панелей, широтной ориентации, возведенного по типовой серии 121-5-43/1.2, расположенного в г. Нижнем Новгороде.

Значения  $R_{\text{усл}}$ ,  $R_{\text{пр}}$  и  $r$  определялись при наличии и отсутствии нахлеста тепловой изоляции на раму оконного блока в месте сопряжения ее с панелью (п. 3 и 4 таблицы) при толщинах  $\delta_{\text{ут}} = 50, 100, 150$  и  $200$  мм. Результаты проведенных расчетов представлены на рис. 1 и 2.

Величина  $R_{\text{пр}}$  меньше  $R_{\text{усл}}$  на 46 % при  $\delta_{\text{ут}} = 50$  мм. При  $\delta_{\text{ут}} = 200$  мм до 2/3 всех потерь теплоты через наружные стены рассматриваемого жилого дома приходится на теплотехнические неоднородности.

Устройство 40-миллиметровых нахлестов тепловой изоляции на оконные блоки оказывает наибольшее влияние на величину  $R_{\text{пр}}$ . При толщине  $\delta_{\text{ут}} = 200$  мм  $R_{\text{пр}} = 2,90 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$  вместо  $R_{\text{пр}} = 2,34 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$ , получаемого при отсутствии нахлестов.

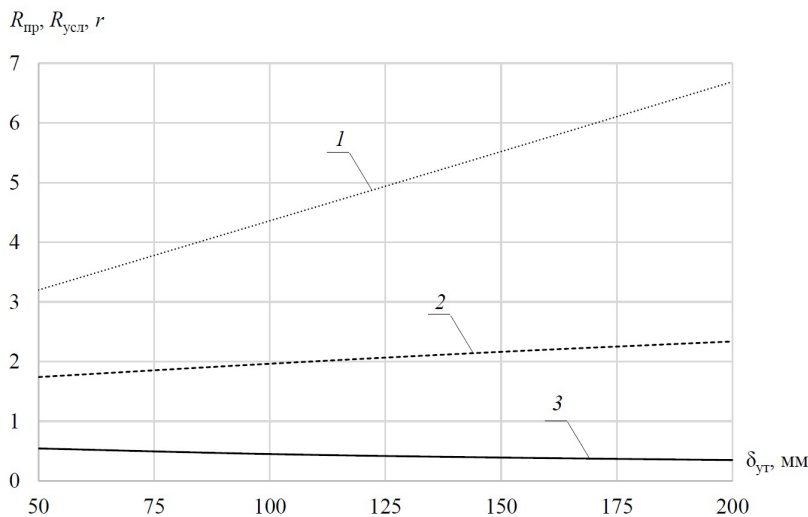


Рис. 1. Зависимость теплотехнических характеристик наружных стен многоквартирного жилого дома от толщины тепловой изоляции при отсутствии нахлеста утеплителя на оконную раму: 1 –  $R_{\text{усл}}, \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ; 2 –  $R_{\text{пр}}, \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ; 3 –  $r$

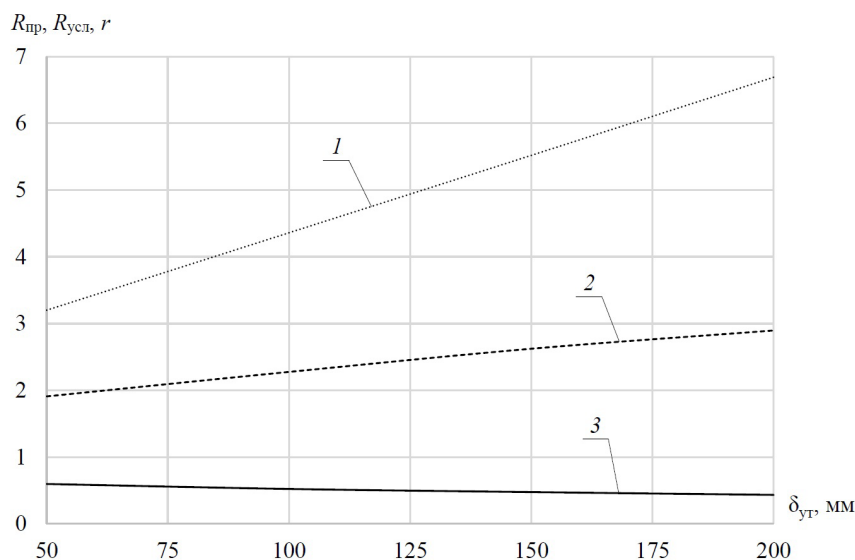


Рис. 2. Зависимость теплотехнических характеристик наружных стен многоквартирного жилого дома от толщины тепловой изоляции при наличии нахлеста утеплителя на оконную раму: 1 –  $R_{усл}$ ,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ; 2 –  $R_{пр}$ ,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ; 3 –  $r$

Независимо от расчетных условий теплотехническая однородность наружных стен при расчете без нахлеста составила  $r = 0,54$  при толщине  $\delta_{ут} = 50$  мм и  $r = 0,35$  при толщине  $\delta_{ут} = 200$  мм, а с нахлестом –  $r = 0,60$  при толщине  $\delta_{ут} = 50$  мм и  $r = 0,43$  при толщине  $\delta_{ут} = 200$  мм, что показывает общую низкую энергетическую эффективность тепловой изоляции.

Полученные результаты указывают на необходимость определения долей потерь теплоты через наружные стены, приходящиеся на однородную их часть, отдельные линейные и точечные неоднородности  $\Lambda$ , %, соответственно, определяемые по формулам:

$$\Lambda = \frac{100}{1 + R_{усл}(\Sigma \Psi_j l_j + \Sigma \chi_k n_k)} ; \quad (4)$$

$$\Lambda = \frac{100 \Psi_j l_j}{\frac{1}{R_{усл}} + \Sigma \Psi_j l_j + \Sigma \chi_k n_k} ; \quad (5)$$

$$\Lambda = \frac{100 \chi_k n_k}{\frac{1}{R_{усл}} + \Sigma \Psi_j l_j + \Sigma \chi_k n_k} . \quad (6)$$

Зависимость значений  $\Lambda$  для узлов теплотехнических неоднородностей от толщины тепловой изоляции стен при отсутствии нахлеста утеплителя на раму оконного блока приведена на рис. 3.

Большая часть потерь теплоты через наружные стены при  $\delta_{ут} = 50$  мм приходится на их однородную часть и составляет  $\Lambda = 54,4$  %, однако с увеличением толщины утеплителя до 200 мм их доля значительно снижается до величины



$\Lambda = 34,9$  %. Соотношение долей потерь теплоты через гладкую стенку  $\Lambda_{\text{ст}}$ , %, сопряжение оконного блока со стеной  $\Lambda_{\text{ок}}$ , % и через все прочие неоднородности  $\Lambda_{\text{пр}}$ , % для рассматриваемого здания при толщине тепловой изоляции  $\delta_{\text{ут}} = 200$  мм в некотором приближении может быть выражено соотношением  $\Lambda_{\text{ст}} : \Lambda_{\text{ок}} : \Lambda_{\text{пр}} \approx 1 : 1 : 1$  (потери равнозначны).

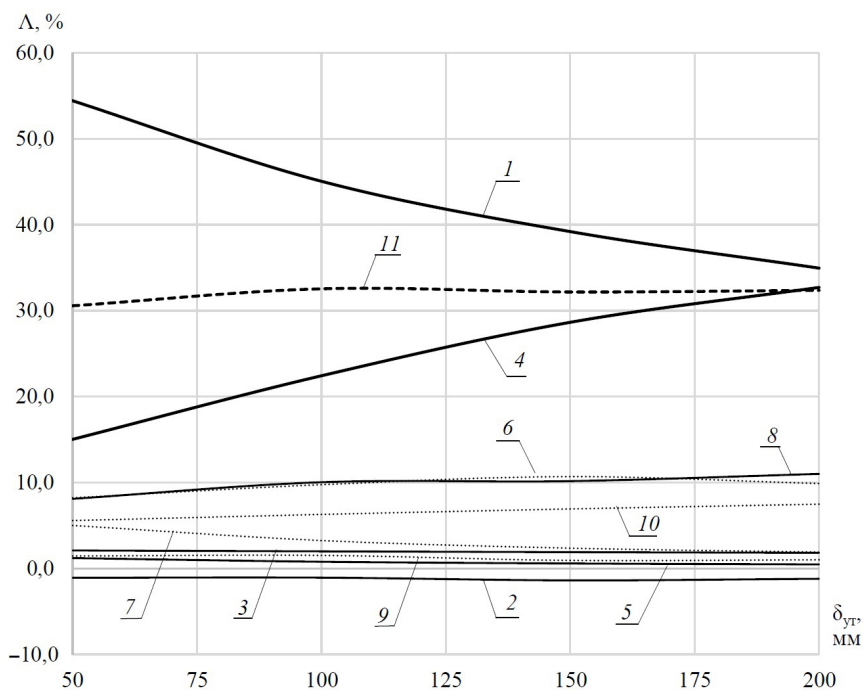


Рис. 3. Зависимость  $\Lambda$ , % от толщины тепловой изоляции  $\delta_{\text{ут}}$ , мм, приходящейся на: 1 – однородную часть стены; 2–9 – п. 1, 2, 4–9 таблицы, соответственно; 10 – крепления анкерами; 11 – сумма п. 1, 2, 5–9

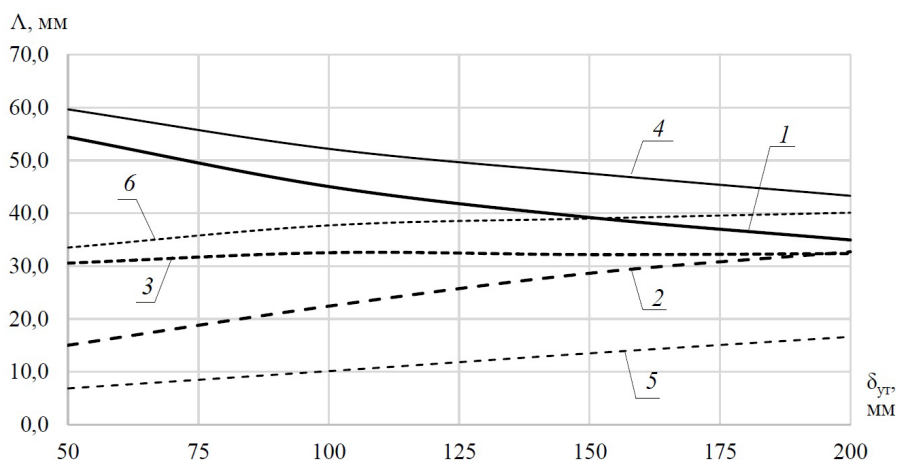


Рис. 4. Зависимость  $\Lambda$ , % от толщины тепловой изоляции  $\delta_{\text{ут}}$ , мм, приходящейся на: 1, 2, 3 – однородную часть стены, сопряжение оконного блока со стеной и прочие неоднородности при отсутствии нахлеста утеплителя на раму, соответственно; 4, 5, 6 – то же при наличии нахлеста высотой 40 мм на раму





Сравнение данного расчета с аналогичным для стен, имеющих нахлесты утеплителя на раму оконного блока, приведено на рис. 4. В случае устройства нахлеста тепловой изоляции на окна при толщине  $\delta_{\text{ут}} = 50$  мм соотношение примет вид  $\Lambda_{\text{ст}} : \Lambda_{\text{ок}} : \Lambda_{\text{пр}} = 8,7 : 1 : 4,9$ , а при значении  $\delta_{\text{ут}} = 200$  мм –  $\Lambda_{\text{ст}} : \Lambda_{\text{ок}} : \Lambda_{\text{пр}} \approx 2,6 : 1 : 2,4$ . Большой энергетический эффект от устройства нахлеста достигается при меньших толщинах тепловой изоляции.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости проведения более тщательного расчета-обоснования повышения тепловой защиты наружных фасадов существующих серийных многоквартирных домов из трехслойных бетонных панелей при проведении их капитального ремонта и реконструкции. При архитектурно-строительном проектировании теплового контура следует в обязательном порядке предусматривать мероприятия по повышению теплотехнической однородности ограждающих конструкций и разрабатывать энергетически эффективные узлы их сопряжения, обеспечивающие наибольшую однородность.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гагарин, В. Г. Перспективы повышения энергетической эффективности жилых зданий в России / В. Г. Гагарин, В. В. Козлов // Энергия: Экономика, Техника, Экология. – 2012. – № 5. – С. 25–32.
2. Гагарин, В. Г. Учет теплопроводных включений при определении тепловой нагрузки на систему отопления зданий / В. Г. Гагарин, В. В. Козлов, А. Ю. Неклюдов // Бюллетень строительной техники. – 2016. – № 2 (978). – С. 57–61.
3. Крышов, С. И. Опыт ГБУ «ЦЭИИС» по экспериментальной оценке эффективности энергосберегающих мероприятий в жилых и общественных зданиях / С. И. Крышов, И. С. Курилюк // Анализ и прогноз развития отраслей топливно-энергетического комплекса : открытый семинар / ИПП РАН. – Москва, 2015. – С. 20–39.
4. Шилкин, Н. В. Повышение энергетической эффективности зданий в странах Прибалтики и Восточной Европы / Н. В. Шилкин // Энергосбережение. – 2011. – № 7. – С. 17–25.
5. Станкявичус, В. Ю. Расширение возможностей реконструкции зданий. Опыт Литвы / В. Ю. Станкявичус, Ю. Карбаускайте, А. Бурлингис [и др.] // Энергосбережение. – 2015. – № 7. – С. 28–35.
6. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Москва : ФЦС, 2012. – 95 с.
7. СП 230.1325800.2015. Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей. – Москва : ФЦС, 2015. – 72 с.
8. Методические указания по расчету теплозащитных показателей ограждающих конструкций (наружных стен, окон, крыш) : пособие для проектировщиков. – Москва : МНИИТЭП, 1990. – 103 с.
9. Беляев, В. С. Методики расчетов теплотехнических характеристик энергоэкономичных зданий / В. С. Беляев. – Москва : АСВ, 2014. – 272 с.

**BODROV Valery Iosifovich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of heating and ventilation; BODROV Mikhail Valerevich, doctor of technical sciences, professor of the chair of heating and ventilation; KUZIN Viktor Yurevich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of heating and ventilation; MOROZOV Maksim Sergeevich, assistant of the chair of heating and ventilation**

#### IMPROVING THERMAL PROTECTION OF SERIAL APARTMENT HOUSES OF THREE-LAYER PANELS AT CAPITAL REPAIR



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

**Key words:** reduced resistance to heat transfer; building thermophysics; thermal protection of buildings; energy-saving class.

---

*The article presents the results of calculation of additional heat losses through linear thermal and technical inhomogeneities of the facades of existing serial apartment houses made of three-layer concrete panels. The analysis of the influence of typical thermotechnical heterogeneities on the effectiveness of measures to increase the thermal protection of the external facade of a five-story, four-section residential house during its capital repairs located in the climatic conditions of Nizhny Novgorod is analyzed.*

---

#### REFERENCES

1. Gagarin V. G., Kozlov V. V. Perspektivy povysheniya energeticheskoy effektivnosti zhilykh zdaniy v Rossii [Prospects for improving energy efficiency of residential buildings in Russia]. Energiya: Ekonomika, Tekhnika, Ekologiya [Energy: Economics, Engineering, Ecology]. 2012. № 5. P. 25–32.
2. Gagarin V. G., Kozlov V. V., Neklyudov A. Yu. Uchyot teploprovodnykh vkluycheniy pri opredelenii teplovoy nagruzki na sistemu otopeniya zdaniy [Taking into account heat-conducting inclusions at defining thermal load on the heating system of buildings]. Byulleten stroitelnoy tekhniki [Bulletin of construction equipment]. 2016. № 2 (978). P. 57–61.
3. Kryshov S. I., Kurilyuk I. S. Opyt GBU «TsEIS» po eksperimentalnoy otsenke effektivnosti energosberegayuschikh meropriyatiy v zhilykh i obshchestvennykh zdaniyakh [The experience of GBU "TsEIS" in experimental evaluation of efficiency of energy-saving measures in residential and public buildings]. Analiz i prognoz razvitiya otrasley toplivno-energeticheskogo kompleksa [Analysis and forecast of the development of the fuel and energy complex]: otkryty seminar. IPN RAN. Moscow. 2015. P. 20–39.
4. Shilkin N. V. Povyshenie energeticheskoy effektivnosti zdaniy v stranakh Pribaltiki i Vostochnoy Evropy [Increasing the energy efficiency of buildings in the Baltic countries and Eastern Europe]. Energoberezhenie [Energy saving]. 2011. № 7. P. 17–25.
5. Stankjavichus V. Yu. Karbauskayte Yu., Burlingis A., et al. Rasshirenie vozmozhnostey rekonstruktsii zdaniy. Opyt Litvy [Expansion of the possibilities of building reconstruction. Experience of Lithuania]. Energoberezhenie [Energy saving]. 2015. № 7. P. 28–35.
6. SP 50.13330.2012 Teplovaya zaschita zdaniy [Thermal protection of buildings]. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 23-02-2003. Moscow. FTsS, 2012. 95 p.
7. SP 230.1325800.2015 Konstruktsii ograzhdayushchie zdaniy. Kharakteristiki teplotekhnicheskikh neodnorodnostey [Enclosing constructions of buildings. Characteristics of thermotechnical inhomogeneities]. Moscow. FTsS, 2015. 72 p.
8. Metodicheskie ukazaniya po raschyotu teplozaschitnykh pokazateley ograzhdayuschikh konstruktsiy (naruzhnykh sten, okon, krysh) [Methodical instructions for calculating the heat-shielding characteristics of enclosing structures (external walls, windows, roofs)]. Posobie dlya proektirovshchikov. – Moscow. MNIITEP, 1990. 103 p.
9. Belyaev V. S. Metodiki raschyotov teplotekhnicheskikh kharakteristik energoekonomichnykh zdaniy [Methods for calculating the thermal characteristics of energy-efficient buildings]. Moscow. ASV, 2014. 272 p.

© В. И. Бодров, М. В. Бодров, В. Ю. Кузин, М. С. Морозов, 2018

Получено: 28.09.2018 г.



УДК 697.92:726.5

**А. Г. КОЧЕВ**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой теплогазоснабжения;  
**М. М. СОКОЛОВ**, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения;  
**Е. А. КОЧЕВА**, аспирант кафедры теплогазоснабжения

## ОСОБЕННОСТИ ПОДДЕРЖАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА В ПРАВОСЛАВНЫХ ХРАМАХ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»  
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 433-45-35;  
факс: (831) 430-03-82; эл. почта: unirs@nngasu.ru

*Ключевые слова:* православные храмы, температурно-влажностный режим, микроклимат, теплоустойчивость, инженерные коммуникации.

---

*Рассматриваются особенности устройства и работы систем теплоснабжения, отопления и вентиляции в православных храмах. Производится анализ исследований температурно-влажностного режима на примере Собора святого благоверного князя Александра Невского в городе Нижнем Новгороде.*

---

Во время строительства, реконструкции и восстановления культовых зданий, а также перевода православных храмов из летнего в круглосуточный режим эксплуатации возникает необходимость в методическом обосновании путей создания и поддержания нормированных параметров микроклимата при изменяющемся тепловом и влажностном режимах [1, 2, 3].

Системы теплоснабжения, отопления и вентиляции помещений, теплофизические характеристики ограждающих конструкций зданий храмов должны обеспечивать поддержание требуемых параметров микроклимата (температуры, относительной влажности, подвижности и газового состава воздуха) в помещениях, предотвращение конденсации водяных паров на внутренних поверхностях стен, куполов, окон и оконных откосов [4, 5].

Особенностью микроклимата помещений православных храмов является циклическая периодичность изменения температурно-влажностного режима и нагрузок на системы теплоснабжения, отопления и вентиляции из-за изменяющегося числа прихожан, количества зажженных свечей и лампад в течение суток, числа будничных и праздничных дней, времени года, месторасположения и размеров зданий православных храмов [6, 7].

Например, при наличии в храме 500 человек выделяются  $Q = 21,25$  кВт теплоты и  $G_w = 13,9$  кг/ч влаги и  $G_{CO_2} = 11,5$  м<sup>3</sup>/ч углекислого газа. Как показывают результаты наших исследований, проведенных в 30 храмах Нижегородской, Владимирской, Нижегородской областей и города Нижнего Новгорода, в среднем расход свечей составляет  $G_{CB} = 3-5$  г/ч на одно гнездо столешницы и при вместимости храма 500 человек сгорает приблизительно  $G_{CB} = 2,0$  кг/ч свечей. Тепловыделения от свечей по низшей теплоте сгорания парафина равны:  $Q_p^u = 46\,810$  кДж/кг, влаговыведения составляют  $G_{w,CB} = 1,3$  кг/кг парафина, количество  $CO_2$ , выделяемого при сгорании 1 кг свечей, составляет  $G_{CO_2} G_{CB} = 1\,650$  дм<sup>3</sup>/кг парафина.

Поддерживать заданные параметры микроклимата в православных храмах возможно только при точном соответствии сезонных тепловых балансов и характеристик систем теплоснабжения, отопления и вентиляции при наличии требуемой теплоустойчивости ограждающих конструкций и их элементов [2, 4, 5, 6].



В процессе массового перевода храмов с летнего на круглогодичный режим эксплуатации возникают определенные трудности в поддержании необходимых параметров микроклимата даже в действующих храмах, где не были предусмотрены специальные системы вентиляции для удаления избыточной влаги и не учитываются особенности внешней аэродинамики здания храма [7, 8, 9, 10].

Тепловой режим обеспечивается наиболее рациональными конструкциями систем отопления для каждого вида архитектурных форм православных храмов. Внутренняя температура воздуха в холодный период должна быть  $t_{\text{в}} = 12\text{--}14\text{ }^{\circ}\text{C}$  в пустом храме и  $t_{\text{в}} = 14\text{--}16\text{ }^{\circ}\text{C}$  – в период нахождения людей в молебном зале [1, 2, 3].

При переменном количестве прихожан и зажженных свечей в течение суток наиболее эффективными являются комбинированные системы теплоснабжения, отопления и вентиляции православных храмов. Такими системами были оборудованы большинство зимних храмов средней полосы России XIX–XX веков с круглогодичным режимом эксплуатации.

Для примера приведем описание систем теплоснабжения, отопления и вентиляции Собора Боголюбской иконы Божьей матери Свято-Боголюбского монастыря (с. Боголюбово, Владимирская область). Свято-Боголюбский монастырь был основан в 1155 г. святым благоверным великим князем Андреем Боголюбским.

Собор Боголюбской иконы Божьей матери построен значительно позже в XVIII веке (1756 г.). Он изначально строился как зимний храм. В подклети размещались две большие отопительные печи, находящиеся в восточной и западной частях, и четыре малые печи. Большие печи топились дровами в холодный период, малые предназначались для отопления в переходные периоды. Система отопления в храме воздушная, совмещенная с панельно-лучистым отоплением. Воздух для горения и вентиляции поступал к печам по разветвленной системе подпольных каналов от наружных стен. В наружных стенах собора и сейчас существуют Z-образные каналы для забора воздуха. Дымовые газы по дымоходам, расположенным в колоннах, удалялись наружу. Нагретые поверхности колонн излучали тепловую энергию.

Вентиляционный воздух, нагретый в печах, по другим каналам в колоннах поступал в зал храма через прямоугольные отверстия ( $400 \times 700$  мм) на двух уровнях (на отметке  $+0,05$  м и  $+2,500$  м). Удалялся воздух через специальные отверстия в куполах четырех малых барабанов и через канал в куполе центрального барабана. Для обеспечения рециркуляции воздуха подклета и храма в полу основного зала существовали четыре отверстия ( $600 \times 1000$  мм), заложенные чугунными решетками. Печи, помимо отопления, обеспечивали интенсивный воздухообмен в помещениях собора.

В настоящее время все печи в подклете храма разобраны, а дымоходы и вентиляционные отверстия заложены. Это нарушает запроектированный воздухообмен и в ближайшее время приведет к нарушению целостности строительных конструкций, порче фресок, икон и предметов культовых обрядов. Водяные пары, проникая в строительные конструкции и церковные предметы, вызывают образование грибковой плесени и их разрушение.

Результаты экспериментальных исследований изменения параметров микроклимата для Собора святого благоверного князя Александра Невского (г. Н. Новгород) приведены ниже за семь лет наблюдений с 2010 по 2016 годы.

Анализ термограмм показал постоянство температуры внутреннего воздуха в храме, находящейся в пределах  $t_{\text{в}} = 14\text{--}16\text{ }^{\circ}\text{C}$ , при температуре наружного воздуха близкой к расчетной  $t_{\text{н}} = \text{минус } (27\text{--}30)\text{ }^{\circ}\text{C}$  и в переходный период года  $t_{\text{н}} = 0\text{--}8\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Стабильность внутренней температуры объясняется, во-первых, работой регулируемых систем теплоснабжения, отопления и вентиляции; во-вторых, массивностью наружных стен храма. Наличие характерных ежедневных пиков возрастания температуры на 2–4 °С объясняется повышением тепловыделений от людей и от горящих свечей во время службы.

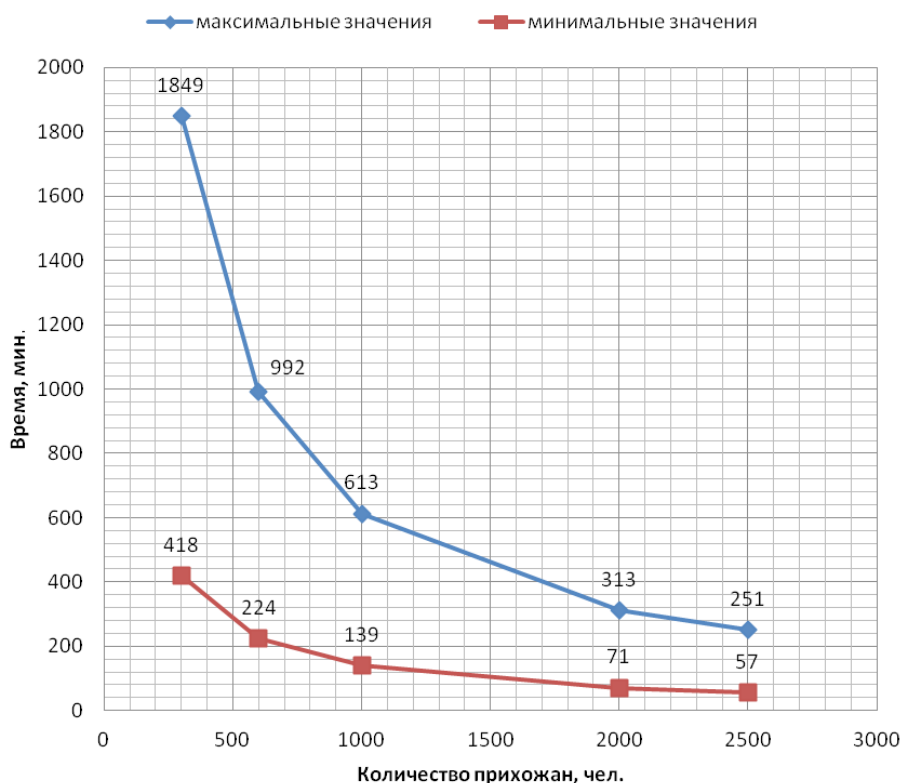
Изменение значений относительной влажности воздуха в течение суток в холодный период года также незначительно. Относительная влажность воздуха в храме была в пределах  $\varphi_v = 10\text{--}32\%$ . Во время службы в период оттепелей значения  $\varphi_v$  повышались до 54 %, что не превышает нормативных значений.

В течение переходного периода при периодических оттепелях и утренних заморозках (март–апрель–май) значения относительной влажности воздуха в храме  $\varphi_v$  находились в допустимых пределах от 55 до 65 %.

Отсутствие вентиляции в храме приводило к заметному колебанию относительной влажности воздуха  $\varphi_v = 10\text{--}55\%$  в периоды православных праздников при длительном пребывании большого количества людей (до 2500 чел.) в помещении храма.

#### Количество выделяющейся влаги от людей и свечей в зависимости от численности прихожан

Численность прихожан, чел.	300	600	1000	2000	2500
Количество выделяемой влаги, кг/ч	13,95	26,05	42,08	82,34	102,6



Графическое отображение зависимости максимального и минимального времени эксплуатации молельного зала здания храма без выпадения конденсата на внутренних поверхностях инерционных ограждений



Временной интервал, в течение которого не будет происходить выпадение влаги на внутренних поверхностях ограждающих конструкций храма без организованной естественной вентиляции, определяется из следующего условия. Минимальная влагопоглощающая способность воздуха  $G_l$ , находящегося в объеме помещения храма, при изменении его параметров от начальных  $t_b = 12^\circ\text{C}$  и  $\phi_b = 10\%$  до конечных  $t_b = 16^\circ\text{C}$  и  $\phi_b = 55\%$  составляет  $G_l = 430$  кг. Максимальное время эксплуатации молельного зала здания храма без выпадения конденсата на внутренних поверхностях инерционных ограждений  $\tau_{\max}$  составляет: при 600 чел. –  $\tau_{\max} = 16$  ч 32 мин; 1000 чел. –  $\tau_{\max} = 10$  ч 13 мин; при 2500 чел. –  $\tau_{\max} = 4$  ч 11 мин.

Минимальное время  $\tau_{\min}$ , через которое начнется конденсация водяного пара на окнах и оконных откосах, соответственно равно: при 600 чел. –  $\tau_{\min} = 3$  ч 44 мин; при 1000 чел. –  $\tau_{\min} = 2$  ч 19 мин; при 2500 чел. –  $\tau_{\min} = 57$  мин.

Без регулируемой естественной вентиляции в молельном зале храма вместимостью 2500 чел. выпадение конденсата на окнах и оконных откосах будет происходить в течение первого часа проведения службы.

Наиболее существенное негативное влияние на самочувствие прихожан, сохранность росписей, фресок, икон, предметов культовых обрядов, долговечность ограждающих конструкций оказывают влага и водяной пар. Поэтому расчет воздухообменов в православных храмах производят на удаление избыточной влаги и водяного пара. Минимальный воздухообмен для удаления избыточной влаги и водяного пара, выделяемых людьми и зажженными свечами, равен: при 600 чел. –  $L_w = 3\,991$  м<sup>3</sup>/ч; 1000 чел. –  $L_w = 6\,455$  м<sup>3</sup>/ч; при 2500 чел. –  $L_w = 15\,739$  м<sup>3</sup>/ч.

Основной задачей систем теплоснабжения и отопления является обеспечение требуемых постоянных температурных условий, а регулируемой естественной вентиляции – предотвращение конденсации водяного пара на внутренних поверхностях стен, куполов, окон и оконных откосах при непостоянном пребывании людей и переменном расходе зажженных свечей в храме.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. АВОК Стандарт–2–2004. Храмы православные. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Взамен АВОК Стандарт-2-2002 ; введ. 09.06.2004. – Москва : АВОК, 2004. – 14 с : ил
2. Православные храмы. В 3 т. Т. 2. Православные храмы и комплексы : пособие по проектированию и строительству (к СП 31-103-99) : МДС 31-9.2003 / Архитектур.-художеств. центр «Арххрам». – Москва : ГУП ЦПП, 2003. – 182 с. : ил.
3. СП 31-103-99. Здания, сооружения и комплексы православных храмов : утв. Госстроем России 27.12.1999 : дата введ. 27.12.1999. – Москва : Арххрам : ГУП ЦПП, 2000. – 34 с.
4. Богословский, В. Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха) : учебник для вузов / В. Н. Богословский. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Высш. шк., 1982. – 415 с. : ил.
5. Фокин, К. Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий / К. Ф. Фокин. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – Москва : Стройиздат, 1973. – 287 с.
6. Павловский, А. К. Курсь отопления и вентиляции. Ч. 2. Центральные системы отопления. Вентиляция / А. К. Павловский. – Санкт-Петербург : Строитель, 1907. – 440 с.
7. Кочев, А. Г. Микроклимат православных храмов : монография / А. Г. Кочев ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2004. – 449 с. : ил.
8. Реттер, Э. И. Аэродинамика зданий / Э. И. Реттер, С. И. Стриженов. – Москва : Стройиздат, 1968. – 240 с. : ил.
9. Кочев, А. Г. Физико-математическое описание естественной конвекции в помещениях православных храмов / А. Г. Кочев, М. М. Соколов // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2012. – № 2. – С. 78–85.
10. Кочев, А. Г. Влияние внешней аэродинамики на микроклимат православных храмов / А. Г. Кочев, М. М. Соколов ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2017. – 188 с.





**KOCHEV Aleksey Gennadevich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of heat and gas supply systems; SOKOLOV Mikhail Mikhailovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of heat and gas supply systems; KOICHEVA Elena Alekseevna, postgraduate student of the chair of heat and gas supply systems**

## **SPECIFIC FEATURES OF MAINTAINING TEMPERATURE AND HUMIDITY CONDITIONS IN THE ORTHODOX TEMPLES**

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering  
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 433-45-35;  
e-mail: unirs@nngasu.ru

*Key words:* Orthodox temples, temperature and humidity conditions, microclimate, thermal stability, engineering communications.

---

*The article considers specific features of arrangement and operation of heat supply, heating and ventilation systems in the Orthodox temples. The results of researches of the temperature-humidity conditions are analyzed by the example of the Cathedral of the sacred blessed prince Alexander Nevsky in the city of Nizhny Novgorod.*

---

### **REFERENCES**

1. AVOK Standart-2-2004. Khramy pravoslavnye. Otoplenie, ventilyatsiya i konditsionirovanie vozdukha. [Orthodox temples. Heating, ventilation and air conditioning]. Vzamen AVOK Standart-2-2002; vved. 09.06.2004. Moscow: AVOK, 2004. 14 p.: il.
2. Pravoslavnye khramy. V 3 t. T. 2. Pravoslavnye khramy i komplekсы [Orthodox churches. In 3 vol. Vol. 2. Orthodox churches and complexes.]: posobie po proektirovaniyu i stroitelstvu (k SP 31-103-99): MDS 31-9.2003. Arkhitektur.-khudozhestv. tsentr "Arkhkhram". Moscow: GUP TsPP, 2003. 182 p.: il.
3. SP 31-103-99. Zdaniya, sooruzheniya i komplekсы pravoslavnykh khramov [Buildings, structures and complexes of Orthodox churches]: utv. Gosstroem Rossii 27.12.1999; data vved. 27.12.1999. Moscow, Arkhkhram, GUP TsPP, 2000. 34 p.
4. Bogoslovsky V. N. Stroitel'naya teplofizika (teplofizicheskie osnovy otopleniya, ventilyatsii i konditsionirovaniya vozdukha) [Building thermophysics (thermophysical fundamentals of heating, ventilation and air conditioning)]: uchebnyk dlya vuzov. 2-e izd., pererab i dop. Moscow. Vyssh. shk., 1982. 415 p.: il.
5. Fokin K. F. Stroitel'naya teplotekhnika ograzhdayuschikh chastei zdaniy [Building heat engineering of enclosing parts of buildings]. Izd. 4-e, pererab. i dop. Moscow. Stroyizdat, 1973, 287 p.
6. Pavlovsky A. K. Kurs otopleniya i ventilyatsii. Ch. 2. Tsentralnyia sistemy otopleniya. Ventilyatsiya. [The course of heating and ventilation. Part 2. Central heating systems. Ventilation]. Saint-Petersburg: Stroitel, 1907. 440 p.
7. Kochev A. G. Mikroklimat pravoslavnykh khramov [Microclimate of Orthodox temples]: monografiya. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, NNGASU, 2004, 449 p.: il.
8. Retter E. I., Strizhenov S. I. Aerodinamika zdaniy [Aerodynamics of buildings]. Moscow. Stroyizdat, 1968. 240 p.: il.
9. Kochev A. G., Sokolov M.M. Fiziko-matematicheskoe opisanie estestvennoy konveksii v pomescheniyakh pravoslavnykh khramov [Physico-mathematical description of natural convection in the premises of Orthodox temples]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. Nizhny Novgorod, 2012. №2. P. 78-85.
10. Kochev A. G., Sokolov M. M. Vliyaniye vneshney aerodinamiki na mikroklimat pravoslavnykh khramov [The influence of external aerodynamics on the microclimate of Orthodox temples]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2017. 188 p.

© **А. Г. Кочев, М. М. Соколов, Е. А. Кочева, 2018**

Получено: 28.09.2018 г.





УДК 697.1:621.577

**А. П. ЛЕВЦЕВ**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой теплоэнергетических систем; **Е. С. ЛАПИН**, преп. кафедры теплоэнергетических систем

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО МЕМБРАННОГО НАСОСА В СХЕМЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТА ЗДАНИЯ**

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева»  
Россия, 430005, г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68. Тел.: (8342) 23-37-55;  
факс: (8342) 47-29-13; эл. почта: evgeniy-lapin@yandex.ru  
*Ключевые слова:* индивидуальный тепловой пункт, двухпоточный мембранный насос, импульсный распределитель потока с электроприводом.

---

*Предлагается техническое решение насосно-смесительного устройства на базе специального двухпоточного мембранного насоса, работающего от располагаемого напора теплосети.*

---

На сегодняшний день большая часть зданий в России остается присоединенной к тепловым сетям по зависимой схеме. В таких схемах в качестве насосно-смесительного устройства используются водоструйные элеваторы. Массовые энергетические обследования бюджетной сферы, проведенные в 2012 году, показали их низкую эффективность с точки зрения перегрева «обратной» сетевой воды при колебаниях располагаемого напора в тепловой сети. В простейшем случае было предложено множество технических решений, суть которых сводилась к установке дополнительных насосов на линии подмеса. В отдельных случаях там, где был выявлен потенциал энергосбережения в зданиях, в схемы индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) устанавливались погодные регуляторы подачи теплоносителя. Однако, как выяснилось впоследствии, работа последних оказывает существенное влияние на гидравлику соседних зданий. Из практики использования регуляторов погодного регулирования при энергетическом обследовании ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарева» выявлено, что при использовании регуляторов погодного регулирования в соседних зданиях с учебными корпусами № 4 и № 5, относящихся к одной распределительной сети, расход теплоносителя на вводах в эти корпуса увеличивается в ночное время и праздничные дни почти в два раза [1, 2]. Специалисты считают, что массовое внедрение регуляторов погодного регулирования может нарушить полностью гидравлический режим теплосети. С другой стороны, использование в ИТП дополнительных подмешивающих насосов и погодного регулирования особенно в осенне-весенний период снижает эффективность отопительных приборов. В связи с этим весьма актуальным и практически значимым является поиск конструктивных решений, способных решать указанные вопросы без дополнительных энергозатрат [3].

В данной статье предлагается техническое решение насосно-смесительного устройства на базе специального двухпоточного мембранного насоса, работающего от располагаемого напора теплосети [4]. Введение такого насоса в схему ИТП дает возможность обеспечить качественное смешение теплоносителей, что позволит более равномерно распределить температуру по поверхности отопительных приборов за счет организации пульсирующего режима движения теплоносителя [5, 6].

На рис. 1 представлена схема индивидуального теплового пункта с мембранным насосом, которая содержит подающий трубопровод 1 и обратный трубопровод 2; импульсный распределитель потока 3; правый клапан импульсного распределителя потока 4; левый клапан импульсного распределителя потока 5, соединенный с электроприводом 6; левая секция мембранного насоса 7 и правая секция мембранного насоса 8, состоящие из рабочих и насосных камер, соединенных штоком 9; обратный клапан 10 левой и правой секции; клапанов рециркуляции левой и правой секции 11; механический механизм переключения ударных клапанов 12; левого 13 и правого 14 ударных клапанов; отопительных приборов правой и левой секций 15.

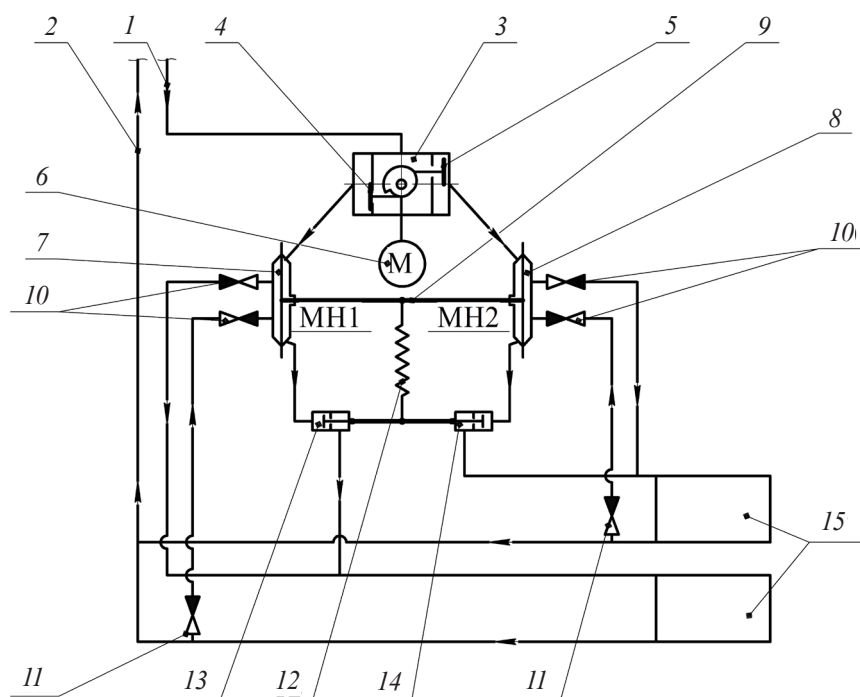


Рис. 1. Схема индивидуального теплового пункта с мембранным насосом: 1 – подающий трубопровод; 2 – обратный трубопровод; 3 – импульсный распределитель потока; 4 – правый клапан импульсного распределителя потока; 5 – левый клапан импульсного распределителя потока; 6 – электропривод; 7 – левая секция мембранного насоса; 8 – правая секция мембранного насоса; 9 – соединительный шток; 10, 11 – обратные клапаны; 12 – механический механизм переключения ударных клапанов; 13 – левый ударный клапан; 14 – правый ударный клапан

Схема индивидуального теплового пункта с мембранным насосом работает следующим образом. Механический механизм переключения ударных клапанов 12 срабатывает только в крайних положениях штока 9. Предположим, левый ударный клапан 13 закрыт, а правый ударный клапан 14 открыт, импульсный распределитель потока 3 занимает положение I (рис. 2), при котором правый клапан импульсного распределителя потока 5 открыт, а левый клапан импульсного распределителя потока 4 закрыт.



При подаче теплоносителя в подающий трубопровод 1 он начнет двигаться по цепи: подающий трубопровод 1, импульсный распределитель потока 3, правая секция мембранного насоса 8, правый ударный клапан 14, отопительный прибор правой секции 15 и далее в обратный трубопровод 2. При достижении установившейся скорости теплоносителя включается электропривод 6, который резко закрывает левый клапан импульсного распределителя потока 4 и плавно открывает правый клапан импульсного распределителя потока 5. При дальнейшем повороте электропривода 6 левый клапан импульсного распределителя потока 4 будет закрытым на протяжении 180 градусов, а правый клапан импульсного распределителя потока 5 некоторое время будет открываться, а затем будет открытым до положения кулачка II. В момент полного открытия правого клапана импульсного распределителя потока 5 шток 9 займет левое крайнее положение, сработает механический механизм переключения ударных клапанов 12, что приведет к резкому переключению ударных клапанов: правый ударный клапан 14 закроется, а левый ударный клапан 12 откроется. При резком закрытии правого ударного клапана 14 произойдет гидроудар в линии: правая секция мембранного насоса 8 – правый ударный клапан 14, обратная волна которого создаст импульс давления, который воспринимается правой насосной камерой мембранного насоса 8, что придаст ускорение в начале перемещения штока 9. Дальнейшее движение штока будет происходить под действием разности давлений прямого и обратного трубопровода. Диафрагма правой секции мембранного насоса 8 будет смещаться слева направо, увлекая за собой шток 9, а теплоноситель из насосной камеры правой секции мембранного насоса 8, через обратный клапан правой секции 10 поступит в отопительный прибор правой секции 15 и далее в обратный трубопровод 2. При прохождении теплоносителя через отопительный прибор правой секции 15 передается вторичное тепло теплоносителя и аккумулированное первичное тепло теплоносителя окружающему воздуху. В это время теплоноситель из рабочей камеры левой секции мембранного насоса 7 через обратный клапан рециркуляции левой секции 11 и обратный клапан левой секции мембранного насоса 10 будет перетекать через отопительный прибор 15 в насосную камеру левой секции мембранного насоса 7 под действием разности давлений в них. При прохождении теплоносителя через отопительный прибор левой секции 15 будет накопление и передача тепловой энергии.

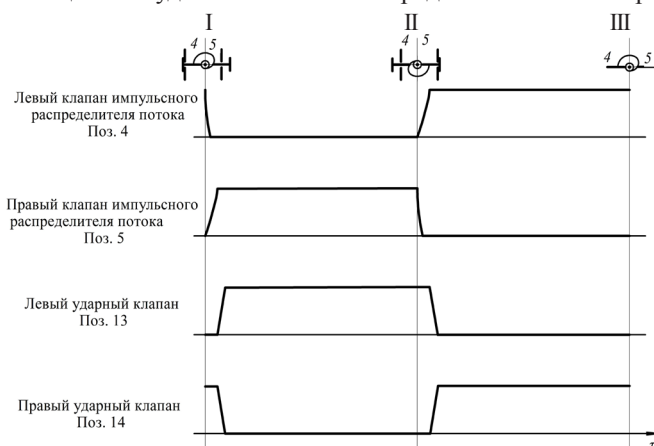


Рис. 2. Временная диаграмма работы клапанов: I, II, III – положение импульсного распределителя потока; 4 – левый клапан импульсного распределителя потока; 5 – правый клапан импульсного распределителя потока



При переходе импульсного распределителя потока 3 в положение II произойдет переключение клапанов импульсного распределителя потока, что приведет к последующему резкому закрытию правого клапана импульсного распределителя потока 5, а левый клапан импульсного распределителя потока 4 будет плавно открываться. При дальнейшем повороте кулачка правый клапан импульсного распределителя потока 5 будет закрытым на протяжении 180 градусов, а левый клапан импульсного распределителя потока 4 некоторое время будет открываться, а затем будет открытым до положения кулачка I. В момент полного открытия левого клапана импульсного распределителя потока 4 шток 9 займет правое крайнее положение, сработает механический механизм переключения ударных клапанов 12, что приведет к резкому переключению ударных клапанов: правый ударный клапан 14 откроется, а левый ударный клапан 13 закроется. При резком закрытии левого ударного клапана 13 произойдет гидроудар в линии: левая секция мембранного насоса 7 – левый ударный клапан 13, обратная волна которого создаст импульс давления, который воспринимается левой секцией мембранного насоса 7, что придаст ускорение в начале перемещения штока 9 справа налево. Диафрагма левой секции мембранного насоса 7 будет смещаться справа налево, увлекая за собой шток 9, а теплоноситель из насосной камеры левой секции мембранного насоса 7 через обратный клапан левой секции 10 поступит в отопительный прибор левой секции 15 и далее в обратный трубопровод 2. При прохождении теплоносителя через отопительный прибор левой секции 15 передается вторичное тепло теплоносителя и аккумулированное первичное тепло теплоносителя окружающему воздуху. В это время теплоноситель из рабочей камеры правой секции мембранного насоса 8 через обратный клапан рециркуляции правой секции 11 и обратный клапан правой секции 10 будет перетекать через открытый ударный клапан 14 и отопительный прибор 15 в насосную камеру под действием разности давлений в них. При прохождении теплоносителя через отопительный прибор 15 левой секции будет накопление и передача тепловой энергии.

Надежная работа устройства обеспечивается при частоте прерывания потока теплоносителя от 0,4 до 0,8 Гц. Причем с увеличением частоты прерывания потока эффективность снижается. Коэффициент смещения первичного и вторичного теплоносителя равен 2.

Схема реализована на кафедре теплоэнергетических систем ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарева» в виде опытного образца ИТП с расходом 3 т/ч. Опытный образец ИТП включает импульсный распределитель потока теплоносителя с электроприводом и двухпоточный мембранный насос.

Гидравлическая характеристика опытного образца ИТП зависит от частоты импульсного распределителя потока теплоносителя (рис. 3). Как видно из данного рисунка, значительное изменение расхода наблюдается в полосе частот от 0,5 до 0,6 Гц. При частотах до 0,5 Гц и более 0,6 Гц расход теплоносителя меняется незначительно, это обусловлено особенностями конструкции схемы обвязки насоса.

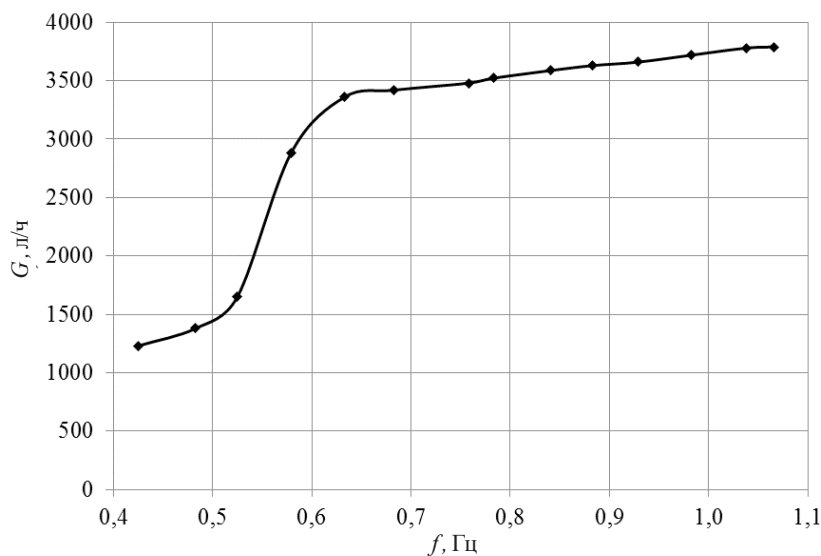


Рис. 3. Зависимость расхода правой секции мембранного насоса от частоты

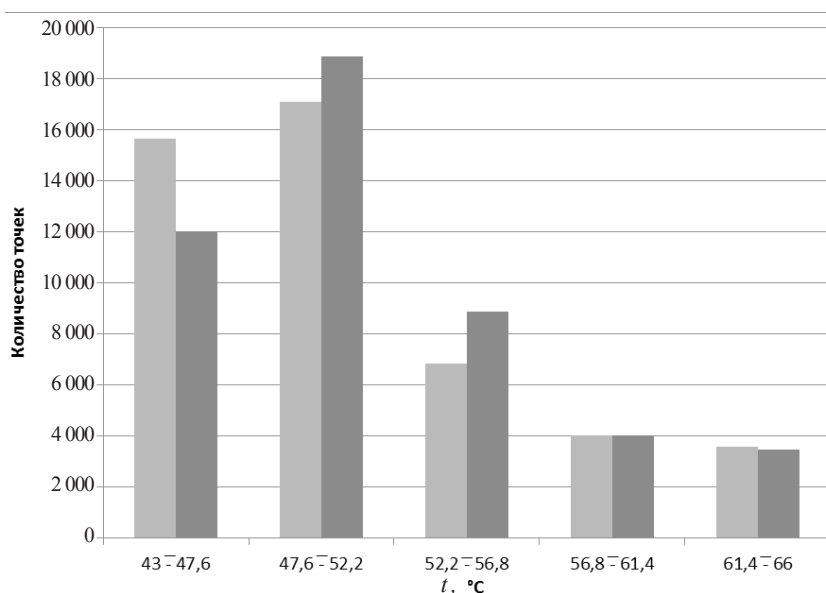


Рис. 4. Диаграмма распределения количества точек секционного биметаллического радиатора в зависимости от уровней температур

Нагрузка опытного образца ИТП осуществлялась на биметаллические радиаторы типа ВМ-500-80. Распределение температур по поверхности одного из отопительных приборов в статическом режиме и в пульсирующем на частоте прерывания потока 0,45 Гц (рис. 4).

Как видно из данного рисунка, пульсирующий поток теплоносителя улучшает распределение температур теплоносителя на 30 %.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Левцев, А. П. Оценка перегрева «обратки» в учебных корпусах и общежитиях ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарева» / А. П. Левцев, А. В. Ениватов, И. Н. Артемов // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : межвуз. сб. науч. тр. – Саранск, 2016. – С. 177–181.
2. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети : учеб. для вузов / Е. Я. Соколов. – 7-е изд., стер. – Москва : МЭИ, 2001. – 472 с.
3. Энергоаудит и нормирование расходов энергоресурсов : сб. метод. материалов / под ред. С. К. Сергеева / Нижегород. гос. техн. ун-т. – Нижний Новгород : НГТУ, 1998.
4. Лапин, Е. С. Схемное решение индивидуального теплового пункта с импульсной циркуляцией теплоносителя / Е. С. Лапин, О. В. Кудашева // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф. посвящ. памяти профессора С. А. Лапина. – Саранск, 2017. – С. 481–483.
5. Левцев, А. П. Эффективность секционных радиаторов при низких температурах / А. П. Левцев, Е. С. Лапин // Города России : проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии : сб. науч. ст. XX Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : ПГАУ, 2018. – С. 72–76.
6. Овсепян, В. М. Гидравлический таран и таранные установки / В. М. Овсепян, рецензент проф. С. С. Руднев. – Москва : Машиностроение, 1968. – 124 с.

**LEVITSEV Aleksey Pavlovich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of heat power engineering; LAPIN Evgeny Sergeevich, teacher of the chair of heat power engineering**

## USE OF AN ENERGY EFFICIENT MEMBRANE PUMP IN A SCHEME OF AN INDIVIDUAL THERMAL POINT OF A BUILDING

Ogaryov Mordovian State University

68, Bolshevistskaya St., Saransk, 430005, Russia.

Tel.: +7 (8342) 23-37-55; fax: +7 (8342) 47-29-13; e-mail: evgeniy-lapin@yandex.ru

*Key words:* individual heat point, two-flow membrane pump, impulse flow distributor with electric drive.

---

*The article proposes a technical solution of a pump-mixing device based on a special two-flow membrane pump operating from the available pressure of the heating system.*

---

## REFERENCES

1. Levitsev A. P., Enivatov A. V., Artyomov I. N. Otsenka peregreva "obratki" v uchebnykh korpusakh i obscheshchityakh FGBOU VO "MGU im. N. P. Ogaryova" [Assessment of the overheating of "return flow" in academic buildings and dormitories of the Ogaryov Mordovian State University]. Energoeffektivnye i resursosberegayushchie tekhnologii i sistemy [Energy efficient and resources-saving technologies and systems]: mezhvuz. sb. nauch. tr. Saransk, 2016. P. 177–181.
2. Sokolov E. Ya. Teplofikatsiya i teplovye seti [Heating and Thermal Networks]: ucheb. dlya vuzov. 7-e izd., ster. Moscow: Izdat. MEI, 2001. 472 p.
3. Energoaudit i normirovanie raskhodov energoresursov [Energy audit and rationing of energy consumption]: sb. metod. materialov pod red. S.K. Sergeeva. Nizhegor. gos. tekhn. un-t. Nizhny Novgorod: NGTU, 1998.



4. Lapin E. S., Kudasheva O. V. Skhemnoye reshenie individualnogo teplovogo punkta s impulsnoy tsirkulyatsiey teponositelya [Schematic solution of an individual heat point with impulse coolant circulation]. Resursosberegayushchie ekologicheski bezopasnye tekhnologii proizvodstva i pererabotki selskokhozyaystvennoy produktsii [Resources-saving ecological technologies of production and processing of agricultural products]: materialy XIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyasch. pamyati professora S. A. Lapshina. Saransk, 2017. P. 481–483.

5. Levtshev A. P., Lapin E. S. Effektivnost sektionnykh radiatorov pri nizkikh temperaturakh teponositelya [Efficiency of sectional radiators at low temperature temperatures of heat-carrying agent]. Goroda Rossii: problemy stroitelstva, inzhenernogo obespecheniya, blagoustroystva i ekologii [Cities of Russia: problems of construction, engineering provision, improvement and ecology]: sb. nauch. st. XX Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Penza: Izdat. PGAU, 2018. P. 72–76.

6. Ovsepyan V. M. Gidravlicheskiy taran i tarannye ustanovki [Hydraulic ram and ramming installations]. Moscow. Mashinostroenie, 1968. 124 p.

© А. П. Левцев, Е. С. Лапин, 2018

Получено: 14.09.2018 г.

УДК 697.1

А. И. ЛЫСЯКОВ, ст. преп. кафедры теплоэнергетических систем

### МЕТОДИКА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

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

Россия, 430005, г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68. Тел.: (987) 692-49-78;

эл. почта: lisyakov\_lai@mail.ru

*Ключевые слова:* тепловая энергия, система теплоснабжения, естественная циркуляция, теплоноситель, гидравлическая характеристика, методика.

---

*Приводится методика гидравлического расчета систем с естественной циркуляцией теплоносителя на основе построения гидравлических характеристик сети и нагнетателя, позволяющей более точно определить «рабочую точку» системы.*

---

При проектировании и реконструкции систем теплоснабжения жилых, общественных и промышленных зданий в последнее время стали более широко рассматриваться системы отопления с естественной циркуляцией теплоносителя (энергонезависимые системы). Это обусловлено возможными перебоями в электрообеспечении, а также постоянно растущими тарифами на электроэнергию. При этом существует целый ряд проблем внедрения подобных систем теплоснабжения, и наиболее существенная из них – это сложное регулирование величины подаваемой тепловой энергии. Так как циркуляция теплоносителя осуществляется за счет разности плотностей нагретого и охлажденного теплоносителя и соответственно их температуры, то регулирование теплоснабжения в энергонезависимых системах является качественно-количественным.

Существуют методики, направленные на расчет систем с естественной циркуляцией теплоносителя, в которых итогом гидравлического расчета является сравнение действительного циркуляционного давления с потерями в системе





трубопровода. Если действительное давление отличается от потерь на 0–15 %, то трубопровод оставляют без изменения согласно предварительному расчету [1]. Данный диапазон достаточно широкий и на современном этапе развития систем теплоснабжения не всегда отвечает требованиям энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Поэтому целью данной работы является разработка методики гидравлического расчета систем с естественной циркуляцией теплоносителя на основе построения гидравлических характеристик сети и нагнетателя, позволяющей более точно определить «рабочую точку» системы. Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- определение зависимостей влияния отдельных факторов (температура теплоносителя, гидравлическое сопротивление сети и др.) на величину расхода сетевой воды;

- моделирование различных режимов работы системы теплоснабжения.

Анализ режимов работы систем теплоснабжения начинают с построения гидравлической характеристики насоса и сети. Гидравлической характеристикой насоса является зависимость напора и производительности, создаваемых насосом. В системе теплоснабжения с естественной циркуляцией движение теплоносителя осуществляется за счет гидростатических сил, то есть за счет разницы в плотностях воды в подающем и обратном трубопроводе, вследствие этого циркуляционный насос не используется. Поэтому в таких системах условно насосом является система теплоснабжения. Соответственно, создаваемый напор  $H$ , Па, в системе:

$$H = gh(\rho_2 - \rho_1), \quad (1)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения, Н/кг;  $h$  – разница высот между источником теплоснабжения и отопительным прибором, м;  $\rho_2, \rho_1$  – плотности воды в обратном и подающем трубопроводе, кг/м<sup>3</sup>.

Анализ уравнения (1) показывает, что напор, создаваемый в сети, зависит от плотности воды в подающем и обратном трубопроводах и соответственно от ее температуры. Чем больше будет перепад температур, тем соответственно выше напор сети. Разница высот между отопительным прибором и источником тепловой энергии также имеет прямую зависимость на создаваемый системой напор.

Гидравлическая производительность (расход теплоносителя)  $G$ , кг/с, в системах теплоснабжения с естественной циркуляцией:

$$G = \frac{Q}{c(T_1 - T_2)}, \quad (2)$$

где  $Q$  – тепловая мощность источника теплоснабжения, кВт;  $c$  – теплоемкость воды, кДж/(кг·°C);  $T_1, T_2$  – температуры воды в подающем и обратном трубопроводе соответственно, °C.

Отсюда можно сделать вывод, что гидравлическая производительность системы будет иметь обратную зависимость от разности температур в трубопроводах и прямую от мощности теплоисточника.

При построении гидравлической характеристики сети находят зависимость между полученными расходами в уравнении (2) и потерями напора в сети теплоснабжения:

$$\Delta H = SG^2, \quad (3)$$

где  $G$  – объемный расход воды, м<sup>3</sup>/с;  $S$  – сопротивление трубопровода, мс<sup>2</sup>/м<sup>6</sup>.

В энергонезависимых котлах (наиболее важного элемента энергонезависимой системы теплоснабжения) регулирование тепловой производительности осуществ-



вляется путем регулирования «вручную» определенной температуры в подающем трубопроводе. Соответственно, при работе с энергонезависимыми котлами температура в подающем трубопроводе в различных режимах отличается, но при этом практически не меняется между периодами регулировки [2]. Учитывая перечисленные факторы, промоделируем режимы работы таких систем с условиями:

- температура воды  $T_1$  в подающем трубопроводе постоянна в процессе работы в выбранном режиме;

- температура воды  $T_2$  в обратном трубопроводе меняется во всем диапазоне от  $T_1 > T_2 \geq 0^\circ\text{C}$ ;

- тепловая нагрузка системы теплоснабжения изменяется в соответствии с условиями потребителя;

- разница высот между источником и отопительным прибором – величина постоянная (2,5 м);

- сопротивление трубопровода в краткосрочной перспективе также постоянно.

В качестве примера системы теплоснабжения с целью выбора определенных значений сопротивления сети и тепловой нагрузки выбран учебный корпус № 23, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарева», необходимая нагрузка на источник теплоснабжения составляет 100 кВт. Схема выбранной системы теплоснабжения является двухтрубной с нижней разводкой, при этом подключение отопительных приборов боковое (одностороннее). Произведя гидравлический расчет данной системы теплоснабжения по [3], получили значения гидравлического сопротивления трубопровода, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

#### Значение гидравлического сопротивления системы теплоснабжения

Номер участка	Длина участка, м	Диаметр, м	Эквивалентная длина, м	Абсолютная эквивалентная шероховатость, м	Сопротивление участка, $\text{мс}^2/\text{м}^6$
1-1	12,37	0,1	0,577325	0,005	5579,446
2-3	1,1	0,1	0,577325	0,005	722,8167
3-4	2,1	0,1	0,577325	0,005	1153,751
4-5	7,1	0,1	0,577325	0,005	3308,422
5-6	2,74	0,1	0,577325	0,005	1429,549
6-7	2,74	0,1	0,577325	0,005	1429,549
7-8	2,74	0,1	2,50174	0,005	2258,845
8-9	3,05	0,1	0,577325	0,005	1563,138
9-10	3,05	0,1	0,577325	0,005	1563,138
10-11	3,05	0,1	0,577325	0,005	1563,138
11-12	3,05	0,1	0,577325	0,005	1563,138
12-13	3,05	0,1	0,577325	0,005	1563,138
13-14	3,05	0,1	0,577325	0,005	1563,138
14-15	13,85	0,1	2,50174	0,005	7046,525
15-16	1,6	0,02	1,924416	0,005	1518,791
16-17	0,5	0,02	0,577325	0,005	464,2561
17-18	1,1	0,02	0,577325	0,005	722,8167



Окончание табл. 1

Номер участка	Длина участка, м	Диаметр, м	Эквивалентная длина, м	Абсолютная эквивалентная шероховатость, м	Сопротивление участка, $\text{мс}^2/\text{м}^6$
18-19	13,85	0,1	2,50174	0,005	7046,525
19-20	3,05	0,1	0,577325	0,005	1563,138
20-21	3,05	0,1	5,773247	0,005	3802,239
21-22	3,05	0,1	5,773247	0,005	3802,239
22-23	3,05	0,1	5,773247	0,005	3802,239
23-24	3,05	0,1	5,773247	0,005	3802,239
24-25	3,05	0,1	2,50174	0,005	2392,435
25-26	2,74	0,1	0,577325	0,005	1429,549
26-27	2,74	0,1	0,577325	0,005	1429,549
27-28	2,74	0,1	0,577325	0,005	1429,549
28-29	7,1	0,1	0,577325	0,005	3308,422

В современных энергонезависимых котлах используются термостаты с функцией полного отключения основной горелки при достижении определенной температуры в подающем трубопроводе [4]. Таких диапазонов температур может быть различное число, но, как правило, у большинства производителей их семь. Соответственно современные энергонезависимые котлы имеют в основном также семь диапазонов регулирования мощности. Используя уравнения 1–3, построим гидравлические характеристики нагнетателя и сети для режима на максимальную температуру 95 °С (рис. 1, табл. 2) Для уменьшения габаритов результаты представлены в сокращенном объеме.

Таблица 2

**Построение характеристики нагнетателя и сети**

Характеристика нагнетателя										Характеристика сети	
Напор, м	Расход, кг/с, при нагрузке на источник в %							Температура воды в обр. труб., °С	Плотность воды, кг/м³	Потери напора, м	Расход, кг/с
	100	85	70	55	40	25	10				
0,095	0,25	0,21	0,18	0,14	0,10	0,06	0,03	0	999,80	0,036	0,25
0,095	0,27	0,23	0,19	0,15	0,11	0,07	0,03	5	999,90	0,040	0,27
0,095	0,28	0,24	0,20	0,15	0,11	0,07	0,03	10	999,70	0,044	0,28
0,093	0,30	0,25	0,21	0,16	0,12	0,07	0,03	15	999,10	0,050	0,30
0,091	0,32	0,27	0,22	0,18	0,13	0,08	0,03	20	998,20	0,057	0,32
0,088	0,34	0,29	0,24	0,19	0,14	0,09	0,03	25	997,00	0,066	0,34
0,084	0,37	0,31	0,26	0,20	0,15	0,09	0,04	30	995,61	0,076	0,37



Окончание табл. 2

Характеристика нагнетателя									Характеристика сети		
Напор, м	Расход, кг/с, при нагрузке на источник в %							Температура воды в обр. труб., °C	Плотность воды, кг/м³	Потери напора, м	Расход, кг/с
	100	85	70	55	40	25	10				
0,083	0,38	0,32	0,27	0,21	0,15	0,09	0,04	32	995,02	0,081	0,38
0,080	0,40	0,34	0,28	0,22	0,16	0,10	0,04	35	994,03	0,090	0,40
0,076	0,43	0,37	0,30	0,24	0,17	0,11	0,04	40	992,16	0,107	0,43
0,071	0,48	0,41	0,33	0,26	0,19	0,12	0,05	45	990,19	0,129	0,48
0,068	0,51	0,43	0,36	0,28	0,20	0,13	0,05	48	988,92	0,147	0,51
0,065	0,53	0,45	0,37	0,29	0,21	0,13	0,05	50	988,04	0,160	0,53
0,060	0,60	0,51	0,42	0,33	0,24	0,15	0,06	55	985,70	0,203	0,60
0,058	0,61	0,52	0,43	0,34	0,24	0,15	0,06	56	985,22	0,213	0,61
0,053	0,68	0,58	0,48	0,38	0,27	0,17	0,07	60	983,18	0,265	0,68
0,048	0,77	0,65	0,54	0,42	0,31	0,19	0,08	64	981,06	0,338	0,77
0,046	0,80	0,68	0,56	0,44	0,32	0,20	0,08	65	980,48	0,361	0,80
0,040	0,95	0,81	0,67	0,53	0,38	0,24	0,10	70	977,70	0,519	0,95
0,035	1,08	0,92	0,76	0,60	0,43	0,27	0,11	73	975,99	0,671	1,08
0,032	1,19	1,01	0,84	0,66	0,48	0,30	0,12	75	974,84	0,812	1,19
0,025	1,59	1,35	1,11	0,88	0,64	0,40	0,16	80	971,81	1,444	1,59
0,018	2,17	1,84	1,52	1,19	0,87	0,54	0,22	84	969,27	2,685	2,17
0,017	2,39	2,03	1,67	1,31	0,95	0,60	0,24	85	968,61	3,249	2,39
0,009	4,77	4,06	3,34	2,63	1,91	1,19	0,48	90	965,34	12,99	4,77

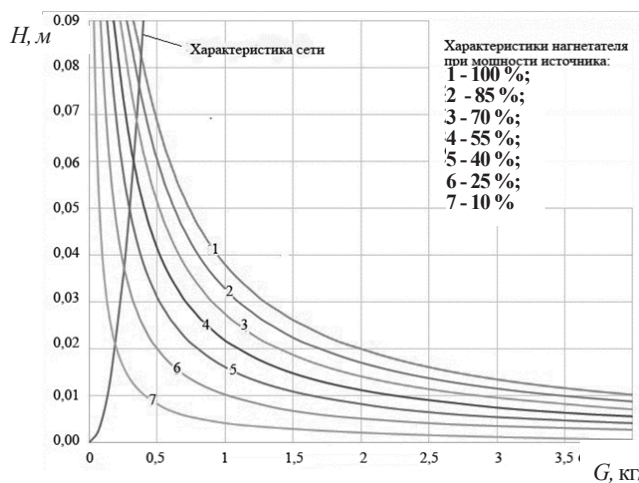


Рис. 1. Гидравлические характеристики нагнетателя и сети в системе теплоснабжения с естественной циркуляцией: 1–7 – характеристики нагнетателя при соответствующей мощности источника



Используя рис. 1 и табл. 2, можно определить значение расхода и напора в системе теплоснабжения по рабочей точке (пересечение характеристики сети и нагнетателя). При построении характеристики насоса изменяли лишь плотность обратной сетевой воды, соответственно в «рабочей точке» системы теплоснабжения по полученному напору, создаваемому системой, определяли температуру обратной сетевой воды (табл. 3).

Таблица 3

**Температура сетевой воды в обратном трубопроводе  
системы теплоснабжения**

Загрузка источника, %	Напор, м	Температура, °C	Температурный напор на отопитель- ном приборе, °C
100	0,083	32	63
85	0,076	40	55
70	0,068	48	47
55	0,058	56	39
40	0,048	64	31
25	0,035	73	22
10	0,018	84	11

Перепад температур воды в прямом и обратном сетевых трубопроводах показывает разницу температур на входе и выходе из отопительного прибора. Так как большинство производителей отопительных приборов указывают паспортную мощность при температурном перепаде 25 °C, то в данном примере в указанный диапазон попадают лишь два режима 10 и 25 %. А в максимальном режиме перепад составит 63 °C. Соответственно, при переходе на естественную циркуляцию теплоносителя необходимо учесть, что средняя температура в отопительном приборе будет существенно ниже расчетной. Поэтому необходимо увеличить площадь или количество отопительных приборов, либо увеличить диаметр трубопроводов, тем самым уменьшить его гидравлическое сопротивление. Чтобы определить необходимый диаметр трубопровода произведем моделирование по предложенной методике для различных диаметров. Анализ показал, что из стандартных трубопроводов наименьшим диаметром, который отвечает требованиям по температурному перепаду, является 200 мм. Гидравлические характеристики нагнетателя и сети приведены на рис. 2 и табл. 4.

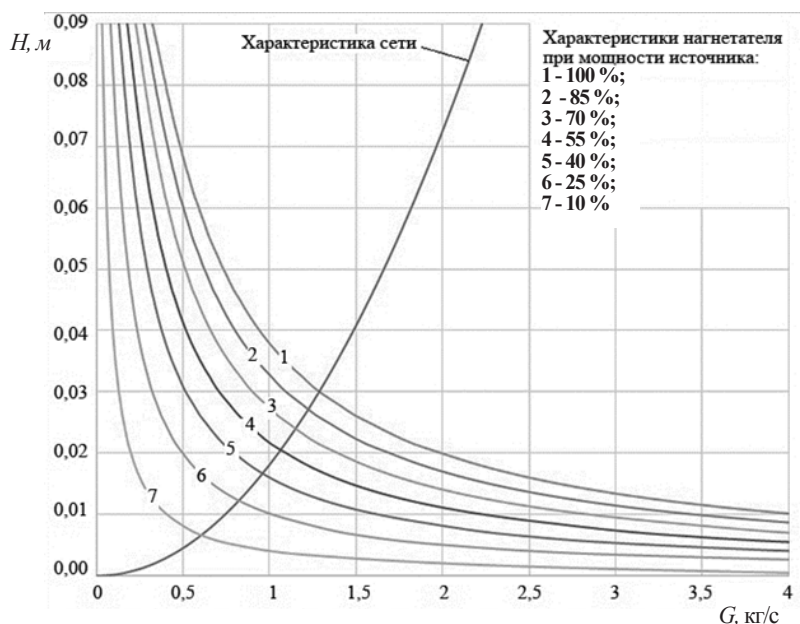


Рис. 2. Гидравлические характеристики нагнетателя и сети в системе теплоснабжения с естественной циркуляцией (диаметр трубопровода изменен на  $d = 200$  мм): 1–7 – характеристики нагнетателя при соответствующей мощности источника

Таблица 4

**Температура сетевой воды в обратном трубопроводе системы теплоснабжения ( $d = 200$  мм)**

Загрузка источника, %	Напор, м	Температура, °C	Температурный напор на отопительном приборе, °C
100	0,029	77	18
85	0,026	79	16
70	0,023	81	14
55	0,020	83	12
40	0,017	85	10
25	0,012	88	5
10	0,007	91	4

Как видно из табл. 4, при увеличении диаметра трубопровода до  $d = 200$  мм, система будет работать в расчетном (паспортном) режиме для отопительных приборов.

В ходе анализа режимов работы систем теплоснабжения построены гидравлические характеристик сети и нагнетателя для нескольких режимов. Как видно из рис. 1–2, гидравлическая характеристика нагнетателя в системах с естественной циркуляцией имеет форму гиперболы в отличие от классических систем с механическими насосами (форма падающей кривой).



Предлагаемая методика в данной статье позволяет расчетным путем определить с достаточной точностью «рабочие точки» системы с учетом режима работы энергонезависимого котла и величины потребления тепловой энергии. На примере учебного корпуса № 23, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарева» установлено, что в существующей сети 0,1 м циркуляция будет недостаточной. Для достижения необходимого уровня циркуляции, теплоноситель в обратном трубопроводе необходимо будет охлаждать до низких температур (для нагрузки в 25 % – 22 °С, 10 % – 11 °С), которые даже ниже нормативных значений температуры воздуха в учебных учреждениях. Уменьшение гидравлического сопротивления за счет увеличения диаметра магистральных трубопроводов до значения 0,2 м позволило добиться расчетных значений температурного перепада на отопительных приборах.

При этом существуют методы смещения «рабочей точки» в системах теплоснабжения с естественной циркуляцией теплоносителя, существенно повышающие их возможности. К таким методам, как правило, относят системы, основанные на термосифонах и тепловых трубах [5], системы с пульсирующей и импульсной подачей теплоносителя [6, 7, 8], а также системы с преобразованием тепловой энергии, полученной в котле, в механическую работу [9].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зайцев, А. М. Методические рекомендации по расчету и выбору систем отопления и горячего водоснабжения сельских жилых домов / А. М. Зайцев, Н. В. Артамонова ; Рос. акад. с.-х. наук, ВНИИ электрификации сел. хоз-ва. – Москва : [б. и.], 2011.
2. Лысяков, А. И. Анализ отклонений основных параметров работы котлоагрегатов в период эксплуатации / А. И. Лысяков, И. Н. Артемов, А. В. Ениватов, Д. А. Зинкин, Е. И. Цыцарева // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : межвуз. сб. науч. тр., посв. 100-лет. со дня рождения первого декана фак. механизации сел. хоз-ва МГУ им. Н. П. Огарева доцента Д. С. Пилипко (1913 – 1989 гг.). – Саранск, 2013. – С. 215–221.
3. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети: учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению «Теплоэнергетика» / Е. Я. Соколов ; Моск. энергет. ин-т (техн. ун-т) – Москва : Изд-во МЭИ, 2006. – 360 с.
4. Артемов, И. Н. Эффективность применения в котельных устройствах утилизации теплоты уходящих газов на примере котельной № 3 г. Спасска Пензенской области / И. Н. Артемов, А. В. Ениватов, Е. А. Артемова, А. А. Лазарев, В. А. Лазарев // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : межвуз. сб. науч. тр. – Саранск, 2016. – С. 164–167.
5. Шелгинский, А. Я. Тепловые трубы в системах теплоснабжения и утилизации ВЭР : учеб. пособие / А. Я. Шелгинский ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Моск. энергет. ин-т (техн. ун-т) – Москва : Издат. дом МЭИ, 2006.
6. Пат. 2510465 Рос. Федерация, МПК F01K17/00. Система теплоснабжения и способ организации ее работы / А. П. Левцев, А. И. Лысяков, А. А. Лямзин ; заявитель и патентообладатель Нац. исслед. Морд. гос. ун-т им. Н. П. Огарева. – № 2012156151/06 ; заявл. 24.12.2012 ; опубл. 27.03.2014.
7. Пат. 2583499 Рос. Федерация, МПК F01K17/00 Система теплоснабжения промышленных объектов и способ ее осуществления / А. П. Левцев, А. И. Лысяков, Е. И. Цыцарева ; заявитель и патентообладатель Нац. исслед. Морд. гос. ун-т им. Н. П. Огарева. – № 2014141448/02 ; заявл. 14.10.2014 ; опубл. 10.05.2016.
8. Пат. 2503846 Рос. Федерация, МПК F 03 G 7/06. Способ преобразования тепловой энергии в механическую и устройство для его осуществления / А. П. Левцев, А. И. Лысяков ; заявитель и патентообладатель Нац. исслед. Морд. гос. ун-т им. Н. П. Огарева. – № 011130026/06 ; заявл. 19.07.2011 ; опубл. 10.01.2014.





9. Левцев, А. П. Частичное преобразование тепловой энергии в механическую работу транспортировки теплоносителя / А. П. Левцев, А. И. Лысяков, С. Ф. Кудашев, Е. И. Цыцарева // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. – С. 197.

**LYSYAKOV Anatoliy Ivanovich, senior teacher of the chair of heat power engineering systems**

## **THE METHODOLOGY OF HYDRAULIC CALCULATION OF HEAT SUPPLY SYSTEMS WITH GRAVITY CIRCULATION OF THE COOLANT**

Ogaryov Mordovian State University

68, Bolshevistskaya St., Saransk, 430005, Russia.

Tel.: + 7 (987) 692-49-78; e-mail: lysyakov\_lai@mail.ru

*Key words:* thermal energy, heat supply system, gravitational circulation, coolant, hydraulic characteristic, methodology.

---

*The article presents a method of hydraulic calculation of systems with gravitational circulation of coolant based on the construction of the hydraulic characteristics of the network and the supercharger, which allows more accurately determine the "working point" of the system.*

---

### REFERENCES

1. Zaytsev A. M., Artamonova N. V. Metodicheskie rekomendatsii po raschyotu i vyboru sistem otopleniya i goryachego vodosnabzheniya selskikh zhilykh domov [Methodical recommendations on the calculation and selection of heating and hot water supply systems for rural dwelling houses]. Ros. akad. s.-kh. nauk, VNII elektrifikatsii selskogo khozyaystva. Moscow, 2011.
2. Lysyakov A. I., Artyomov I. N., Enivatov A. V., Zinkin D. A., Tsytareva E. I. Analiz otклонeniye osnovnykh parametrov raboty kotloagregatov v period ekspluatatsii [Analysis of deviations in the main operating parameters of boilers during operation]. Energoeffektivnye i resursosberegayushchie tekhnologii i sistemy [Energy efficient and resources-saving technologies and systems]: mezhvuz. sb. nauch. tr., posv. 100-let. so dnya rozhdeniya pervogo dekana fakulteta mekhanizatsii selskogo khozyaystva MGU im N. P. Ogaryova dotsenta D. S. Pilipko (1913–1989 gg.). Saransk, 2013. P. 215 – 221.
3. Sokolov E. Ya. Teplofikatsiya i teplovye seti [Heating and heating networks]: ucheb. dlya studentov vuzov, obuchayushchikhsya po napravleniyu «Teploenergetika. Mosk. energet. in-t (tekhn. un-t). Moscow: Izdat. MEI, 2006.
4. Artyomov I. N., Enivatov A. V., Artyomova E. A., Lazarev A. A., Lazarev V. A. Effektivnost primeneniya v kotelnykh ustroystvakh utilizatsii teploty ukhodyaschikh gazov na primere kotelnoy № 3 g. Spasska Penzenskoy oblasti [Efficiency of application in the boiler facilities of utilization of heat of outgoing gases by the example of boiler house №. 3 in Spassk, Penza region]. Energoeffektivnye i resursosberegayushchie tekhnologii i sistemy [Energy efficient and resources-saving technologies and systems]: mezhvuz. sb. nauch. tr. Saransk, 2016. P. 164 – 167.
5. Shelginskiy A. Ya. Teplovye truby v sistemakh teplosnabzheniya i utilizatsii VER [Heat pipes in heat supply and recycling systems]: ucheb. posobie. M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Federatsii, Feder. agentstvo po obrazovaniyu, Mosk. energet. in-t (tekhn. un-t). Moscow: Izdat. dom MEI, 2006.
6. Pat. 2510465 Ros. Federatsiya, MPK F01K17/00. Sistema teplosnabzheniya i sposob organizatsii eyo raboty [The heat supply system and the way it is organized]: A. P. Levitsev, A. I. Lysyakov, A. A. Lyamzin; zayavitel i patentoobladatel Nats. issled. Mord. gos. un-t im. N. P. Ogaryova. №. 2012156151/06; zayavl.: 24.12.2012; opubl. 27.03.2014.
7. Pat. 2583499 Ros. Federatsiya: MPK F01K17/00. Sistema teplosnabzheniya



promyshlennykh obektov i sposob eyo osuschestvleniya [Heat supply system for industrial facilities and method of its implementation]: A. P. Levtshev, A. I. Lysyakov, E. I. Tsytareva; zayavitel i patentoobladatel Nats. issled. Mord. gos. un-t im. N. P. Ogaryova. № 2014141448/02; zayavl. 14.10.2014; opubl. 10.05.2016.

8. Pat. 2503846 Ros. Federatsiya: MPK F 03 G 7/06. Sposob preobrazovaniya teplovoy energii v mekhanicheskuyu i ustroystvo dlya ego osuschestvleniya [The method of converting thermal energy into a mechanical one and a device for its implementation]: A. P. Levtshev, A. I. Lysyakov; zayavitel i patentoobladatel Nats. issled. Mord. gos. un-t im. N. P. Ogaryova. № 2011130026/06; zayavl. 19.07.2011; opubl. 10.01.2014.

9. Levtshev A. P., Lysyakov A. I., Kudashev S. F., Tsytareva E. I. Chastichnoe preobrazovanie teplovoy energii v mekhanicheskuyu rabotu transportirovki teplonositya [Partial conversion of thermal energy into mechanical operation of heat carrier transportation]. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya [Modern problems of science and education]. 2014. № 4. P. 197.

© А. И. Лысяков, 2018

Получено: 14.09.2018 г.

УДК 631.344.8

**М. В. ПАВЛОВ**, соискатель уч. степ. канд. техн. наук, ст. преп. кафедры теплогазоснабжения и вентиляции; **С. В. ЛУКИН**, д-р техн. наук, проф., и. о. зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции; **А. А. КОЧКИН**, д-р техн. наук, доц., и. о. дир. инженерно-строительного института

## ВЕРИФИКАЦИЯ НЕСТАЦИОНАРНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЛУЧИСТОГО ОТОПЛЕНИЯ ТЕПЛИЦЫ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»

Россия, 160000, г. Вологда, ул. Ленина, д. 15. Тел.: (8172) 72-46-45;  
эл. почта: pavlov\_kaftgv@mail.ru

*Ключевые слова:* лучистое отопление, математическая модель, тепловой баланс, инфракрасный излучатель, почва, теплица.

---

*Выполнена верификация разработанной математической модели лучистого отопления теплицы, которая основана на сравнении температуры поверхности почвы, найденной расчетным и экспериментальным способами, в режиме ее инфракрасного нагрева. Дополнительным условием проверки математической модели выступило сравнение фактических и теоретических значений теплового потока, поглощаемого слоем почвы с учетом погрешности результатов косвенных измерений.*

---

Для культивационных сооружений, как правило, применяют конвективные системы водяного и/или воздушного отопления, которые отличаются от других способов обогрева высокой металлоемкостью и инерционностью; сложностью монтажа (подземная прокладка трубопроводов, установка теплового узла и т. п.); необходимостью в удаленном источнике теплоснабжения; большим расходом электроэнергии на циркуляцию теплоносителя и т. д. Одним из ключевых направлений повышения энергетической эффективности обогрева теплиц для круглогодичного выращивания растений является применение лучистого отопления. Преимущества лучистого отопления очевидны и заключаются в следующем [1]:



- 1) уменьшение потерь теплоты из-за отсутствия тепловых сетей;
- 2) высокий КПД обогревателей (в случае использования газовых инфракрасных излучателей (ГИИ) – 90 % и выше);
- 3) незначительный градиент температур воздуха по высоте помещения (не более  $0,1^{\circ}\text{C}/\text{м}$ ), что сводит к минимуму дополнительные потери теплоты в верхней зоне помещения;
- 4) обеспечение требуемого теплового режима как во всем помещении, так и в отдельных его зонах при меньшей температуре воздуха, что снижает теплопотери здания и расход теплоты на вентиляцию;
- 5) малая инерционность системы отопления, сокращение сроков и трудоемкости монтажа и др.

Несмотря на неоспоримые преимущества системы лучистого отопления, на данный момент времени не существует каких-либо целостных методов и методик ее расчета, которые бы учитывали особенности функционирования объектов тепличного хозяйства. Математические модели, на основе которых получают алгоритмы расчетов, существуют [2–5], однако они либо не учитывают процессы массопереноса, либо заканчиваются на стадии математических уравнений без каких-либо численных решений, либо сложны и громоздки в виду учета всевозможных тепловых потоков (например, от человека, когда его постоянное присутствие в теплице с системой автоматического управления является необязательным). Говорить о проверках данных математических моделей в экспериментальных или натурных условиях не имеет смысла, так как их просто не существует.

В авторской работе [6] рассмотрена математическая модель, которая учитывает происходящие в теплице основные тепло- и массообменные процессы при нестационарных условиях, а также саму специфику инфракрасного обогрева почвы. Она представляет собой систему взаимосвязанных дифференциальных уравнений тепломассопереноса, составленных для объема помещения (теплицы), его ограждения и слоя почвы. С целью верификации данной математической модели разработана экспериментальная установка «Инфракрасный нагрев почвы» (рис. 1).

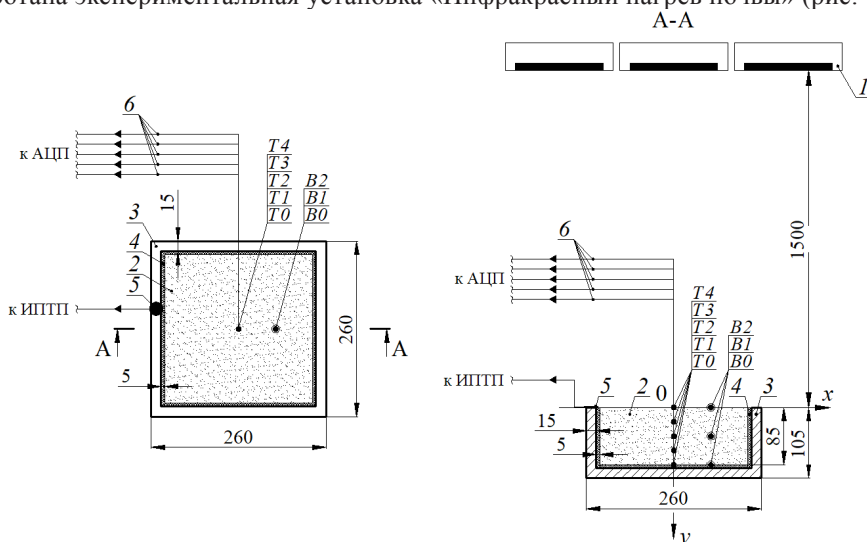


Рис. 1. Схема экспериментальной установки «Инфракрасный нагрев почвы»: 1 – источник инфракрасного излучения (излучатель); 2 – почва; 3 – опытная площадка; 4 – теплогидроизоляция; 5 – преобразователь плотности теплового потока; 6 – термопары; ИПТП – измеритель плотности теплового потока; АЦП – аналого-цифровой преобразователь;  $T$  – темпе-

ратура;  $B$  – влагосодержание

Источник инфракрасного излучения ( $I$ ) (далее – излучатель  $I$ ) (рис. 1) расположен на расстоянии от поверхности почвы (2). Опытная площадка (3), где находится почва (2), изнутри покрыта слоем теплогидроизоляции (4). Для измерения плотности теплового излучения, идущего от излучателя ( $I$ ), на поверхности опытной площадки (3) закреплен преобразователь плотности теплового потока (5), подключенный через соединительный кабель к измерителю плотности теплового потока ИПТП (условно не показан). Для измерения температуры почвы (2) в заданных координатах оси  $Oy$  закреплены спайи термопар  $T$  (6), соединенные с компьютером (условно не показан) через аналого-цифровой преобразователь АЦП и конвертер (условно не показаны). Для измерения влагосодержания почвы (2) установлены отметки ее забора ( $B$ ) с различных глубин слоя.

Экспериментальная установка работает следующим образом. От излучателя ( $I$ ) на поверхность почвы (2) поступает равномерно распределенный поток теплового излучения. Часть теплоты, поглощенная почвой (2), расходуется на ее нагрев и испарение влаги с поверхности, а отраженная часть теплоты и тепловые потери от лучисто-конвективного теплообмена с окружающей средой уходят безвозвратно в помещение. Плотность теплового излучения, идущего от излучателя ( $I$ ) на поверхность почвы (2), регистрируют с помощью преобразователя плотности теплового потока (5). Температуру почвы (2) по оси  $Oy$  фиксируют термопарами  $T$  (6). Влагосодержание по глубине слоя почвы (2) определяют путем ее забора с установленных отметок ( $B$ ) термостатно-весовым методом.

Экспериментальная установка «Инфракрасный нагрев почвы», представленная на рис. 1, является физической моделью теплицы при лучистом отоплении, рассмотренной в работе [7]. Опытная площадка (3) с почвой (2) (рис. 1) представляет собой фрагмент почвенного покрова, удаленного от ограждающих конструкций теплицы. С учетом принятого допущения  $F_{\text{пов}}/F_{\text{огр}} \approx 0$ , где  $F_{\text{пов}}$  – площадь поверхности почвы (2),  $\text{м}^2$ ;  $F_{\text{огр}}$  – суммарная площадь ограждения помещения,  $\text{м}^2$ , можно считать, что угловой коэффициент лучеиспускания  $\varphi_{21} = 0$ . Тогда коэффициент многократного отражения теплового излучения будет также равен  $k_{\text{отр}} = 0$ , и, как следствие, лучистый тепловой поток от излучателя ( $I$ ), поглощаемый поверхностью почвы (2), составит  $Q_{\text{полгл}} = A_1 Q_{\text{изл}}$ . При этом уравнение теплового баланса почвы при нестационарном тепловлажностном режиме примет вид:

$$A_1 Q_{\text{изл}}(\tau) = Q_{\text{луч}}(\tau) + Q_{\text{конвл}}(\tau) + Q_{\text{исп}}(\tau) + Q_{\text{гр}}(\tau), \text{ Вт}, \quad (1)$$

где  $A_1$  – коэффициент поглощения поверхности почвы (2);  $Q_{\text{изл}}$  – поток теплового излучения, идущий от излучателя ( $I$ ), Вт;  $\tau$  – время, с;  $Q_{\text{луч}}$  – тепловой поток от результирующего теплового излучения между поверхностью почвы (2) и внутренней поверхностью ограждения помещения, Вт;  $Q_{\text{конвл}}$  – тепловой поток, вызванный конвективным теплообменом между поверхностью почвы (2) и приземным слоем воздуха в помещении, Вт;  $Q_{\text{исп}}$  – тепловой поток, расходуемый на испарение влаги с поверхности почвы (2), Вт;  $Q_{\text{гр}}$  – тепловой поток, уходящий в слой почвы (2), Вт.

Эксперимент проведен в помещении, ограниченном внутренними стенами здания, поэтому можно принять температуру внутренней поверхности ограждения  $t_{\text{огр}}, ^\circ\text{C}$ , равной температуре внутреннего воздуха  $t_{\text{вн.в.}}$ . Тогда лучистый тепловой поток может быть найден по формуле:

$$Q_{\text{луч}}(\tau) = c_0 \varepsilon_{\text{пр12}} F_{\text{пов}} \left[ \left( \frac{T_{\text{пов}}(\tau)}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_{\text{огр}}}{100} \right)^4 \right], \text{ Вт}, \quad (2)$$



где  $c_0$  – коэффициент излучения абсолютно черного тела,  $5,67 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ ;  $\varepsilon_{\text{пр}12}$  – приведенный относительный коэффициент теплового излучения поверхности почвы (2) и внутренней поверхности ограждения помещения;  $T_{\text{пов}} = t_{\text{пов}} + 273,15$  и  $T_{\text{огр}} = t_{\text{огр}} + 273,15$  – соответственно абсолютная температура поверхности почвы (2) и внутренней поверхности ограждения помещения, К.

При этом имеют смысл следующие условия и упрощения:

1. Абсолютная температура внутренней поверхности ограждения численно равна температуре внутреннего воздуха, т. е. имеет место равенство  $T_{\text{огр}} = T_{\text{вн.в}} = t_{\text{вн.в}} + 273,15$ , К.

2. Коэффициент поглощения внутренней поверхности ограждения  $A_2 = 1$ .

3. Приведенный относительный коэффициент теплового излучения поверхности почвы (2) и внутренней поверхности ограждения помещения  $\varepsilon_{\text{пр}12} = \varepsilon_1 = A_1$ , так как  $F_{\text{пов}}/F_{\text{огр}} \approx 0$ .

4. Угловой коэффициент лучеиспускания  $\varphi_{12} \approx 1$ , так как практически все тепловое излучение, идущее с поверхности почвы (2), попадает на внутреннюю поверхность ограждения помещения.

Тепловой поток, вызванный конвективным теплообменом между поверхностью почвы (2) и внутренним воздухом помещения, где находится опытная площадка (3), рассчитывается по уравнению:

$$Q_{\text{конв}1}(\tau) = \alpha_k [t_{\text{пов}}(\tau) - F_{\text{пов}}, \text{ Вт}, \quad (3)$$

где  $\alpha_k$  – коэффициент теплоотдачи поверхности почвы (2),  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

Тепловой поток, связанный с процессом парообразования на поверхности почвы (2), будет равен (итоговая запись уравнения):

$$Q_{\text{исп}}(\tau) = G_{\text{исп}}(\tau)r = -\rho_1 V \frac{dW_{\text{ср}1}}{d\tau} r, \text{ Вт}, \quad (4)$$

где  $G_{\text{исп}}$  – расход испаряемой влаги с поверхности почвы (2),  $\text{кг}/\text{с}$ ;  $r$  – удельная теплота фазового превращения (перехода),  $\text{Дж}/\text{кг}$ ;  $\rho_1$  – плотность сухой части почвы (2),  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $V$  – внутренний объем опытной площадки (3),  $\text{м}^3$ ;  $W_{\text{ср}1}$  – влагосодержание почвы (2) (среднее значение по глубине залегания слоя  $H$ ),  $\text{кг}/\text{кг}$ .

Тепловой поток, уходящий в слой почвы (2), определяется следующим образом (итоговая запись уравнения):

$$Q_{\text{гр}}(\tau) = c' \rho' V \frac{dt_{\text{ср}1}}{d\tau}, \text{ Вт}, \quad (5)$$

где  $c'$  и  $\rho'$  – соответственно удельная массовая теплоемкость,  $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ , и плотность,  $\text{кг}/\text{м}^3$ , влажной почвы (2);  $t_{\text{ср}1}$  – температура почвы (2) (среднее значение по глубине залегания слоя  $H$ ),  $^\circ\text{С}$ .

Рассмотрим решение уравнения теплового баланса почвы на примере фрезерного торфа. Исходные данные для расчета следующие:  $H = 0,085 \text{ м}$ ;  $F_{\text{пов}} = 0,048 \text{ м}^2$ ;  $V = 4,114 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ ;  $t_{\text{огр}} = t_{\text{вн.в}} = 23,0 \text{ }^\circ\text{С}$ ;  $A_1 = 0,91$ ;  $\rho_1 = 139 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;  $\rho'_1 = 139(1 + W_{\text{ср}1})$ ,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $c'_1 = 1970 + 4190 W_{\text{ср}1}$ ,  $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ ;  $q_{\text{изл}} \approx 348 \text{ Вт}/\text{м}^2$ .

На рис. 2 представлен тепловой баланс почвы на примере фрезерного торфа при нестационарном тепловлажностном режиме, полученный по результатам решения уравнения (1).

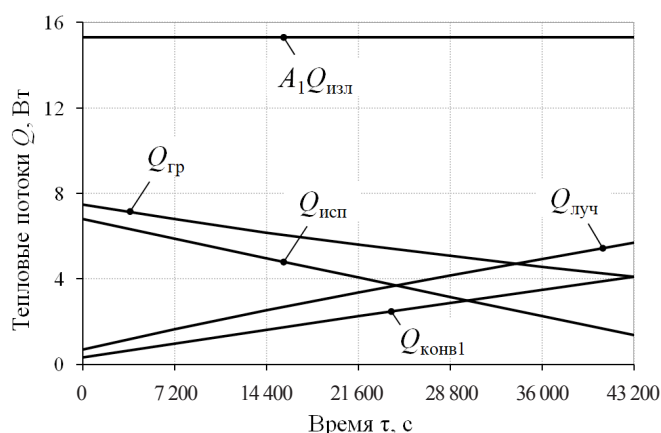


Рис. 2. Тепловой баланс фрезерного торфа при инфракрасном нагреве

Тепловой поток  $A_1 Q_{изл}$ , Вт, поглощаемый слоем фрезерного торфа, является постоянной величиной и в течение всего эксперимента не изменяется. Тепловые потоки  $Q_{луч}$  и  $Q_{конвл}$  увеличиваются, так как в ходе эксперимента температура поверхности почвы  $t_{пов}$ , °С, возрастает (рис. 3). Потери теплоты  $Q_{исп}$ , связанные с испарением влаги на поверхности фрезерного торфа, и тепловой поток  $Q_{гр}$ , наоборот, уменьшаются, так как скорости изменения соответственно влагосодержания  $W_{ср}$ , кг/кг, и средней температуры  $t_{ср}$ , °С, почвы во времени имеют свои максимальные значения в начальный момент времени при  $\tau = 0$ .

На рис. 3 показан нагрев поверхности фрезерного торфа от источника инфракрасного излучения в течение эксперимента.

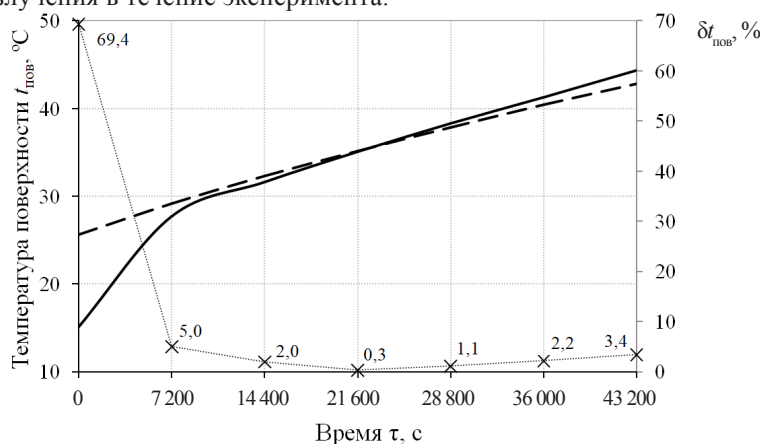


Рис. 3. Температура поверхности фрезерного торфа  $t_{пов} = t_{пов}(\tau)$ : сплошная линия – фактическая температура; длинный штрих – расчетная температура; круглые точки с маркером – сходимость полученных результатов

В соответствии с рис. 3 максимальная сходимость результатов расчета и экспериментальных данных по температуре поверхности фрезерного торфа  $t_{пов}$ , °С, наблюдается при  $\tau = 21\,600$  с (середина эксперимента, относительное расхождение  $\delta t_{пов} = 0,3\%$ ). При  $\tau > 7\,200$  с вплоть до окончания эксперимента расхождение





значений температуры  $t_{\text{пов}}$  незначительно. Максимальное расхождение, равное  $\delta t_{\text{пов}} = 69,4 \%$ , обнаружено в начальный момент времени при  $\tau = 0$ . Данную ситуацию можно объяснить следующим образом: как известно, изменение температурного поля тела во времени существенно зависит от особенностей начального теплового состояния, и поэтому характер процесса не определяется однозначно условиями нагрева и свойствами тела. Однако постепенно влияние начальных условий все более и более утрачивается. При наступлении регулярного теплового режима воздействие условий нагрева и свойств тела становится определяющим и, как следствие, сходимости расчетных и экспериментальных данных начинает увеличиваться. Нельзя не исключать влияние на расхождение экспериментальных и расчетных значений температуры  $t_{\text{пов}}$  также самих свойств фрезерного торфа, большинство из которых получены не экспериментальным путем, а взяты из научных работ других авторов.

Абсолютная и относительная погрешности результатов косвенных измерений искомого теплового потока  $Q_{\text{погл}}$ , Вт, соответственно не превышают значений  $|\Delta Q_{\text{погл}}| = 0,765$  Вт и  $\epsilon_Q = 5,0 \%$ .

### Вывод

Экспериментальная установка «Инфракрасный нагрев почвы» позволила произвести верификацию нестационарной математической модели лучистого отопления теплицы. Критерием проверки выступила температура поверхности почвы  $t_{\text{пов}}$ , °С, найденная экспериментальным путем и полученная расчетным способом. На примере фрезерного торфа максимальное относительное расхождение значений данной величины обнаружено в начальный момент времени (69,4 %), что вызвано, вероятнее всего, особенностями начального теплового состояния почвы. При наступлении регулярного теплового режима с момента времени  $\tau > 7\ 200$  с расхождение значений температуры поверхности почвы не так существенно (не превышает 5,0 %). С помощью верифицированной математической модели возможно в дальнейшем исследование влияния различных переменных факторов на параметры лучистого отопления теплицы при стационарных условиях (т. е. в случае  $Q_{\text{гр}} = 0$ ) с целью последующей разработки инженерной методики расчета.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев, Г. Ф. Угловые коэффициенты и теплообмен в излучающих трубах при лучистом отоплении / Г. Ф. Алексеев, В. А. Ермак // Вестник РГУПС. – 2005. – № 1 (17). – С. 89–93.
2. Дыскин, Л. М. Тепловой баланс помещения с газовым лучистым отоплением / Л. М. Дыскин, В. В. Шиванов // Изв. вузов. Серия «Строительство». – 2007. – № 8. – С. 62–65.
3. Пенджиев, А. М. Физическая, математическая модель для описания термического режима в комбинированных культивационных сооружениях / А. М. Пенджиев, Д. А. Пенджиева // Проблемы современной науки и инновации. – 2017. – № 3. – С. 4–18.
4. Болотских, Н. Н. Инфракрасный обогрев теплиц с помощью электрических длинноволновых нагревательных панелей / Н. Н. Болотских // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2015. – № 9 (140). – С. 43–52.
5. Infrared heating of greenhouses revisited: an experimental and modeling study / A. Kavga, T. Panidis, V. Bontozoglou, S. Pantelakis // American Society of Agricultural and Biological Engineers. – 2009. – Vol. 52 (6). – P. 2055–2065.
6. Павлов, М. В. Математическая модель тепловлажностного режима теплицы при лучистом отоплении / М. В. Павлов, С. В. Лукин, А. А. Кочкин, А. Г. Чеботарев // Бюллетень строительной техники. – 2018. – № 6 (1006). – С. 39–41.
7. Павлов, М. В. Инженерная методика расчета системы лучистого отопления теплицы / М. В. Павлов, С. В. Лукин, А. А. Кочкин // Вестник ВолгГАСУ. – 2018. – № 52 (71). – С. 128–138.





**PAVLOV Mikhail Vasilevich, competitor for the degree of candidate of technical sciences, senior teacher of the chair of heat and gas supply and ventilation; LUKIN Sergey Vladimirovich, doctor of technical sciences, professor, acting holder of the chair of heat and gas supply and ventilation; KOCHKIN Aleksandr Aleksandrovich, doctor of technical sciences, associate professor, acting director of the civil engineering institute**

## **VERIFICATION OF A NON-STATIONARY MATHEMATICAL MODEL OF GREENHOUSE RADIANT HEATING UNDER EXPERIMENTAL CONDITIONS**

Vologda State University

15, Lenin St., Vologda, 160000, Russia. Tel.: +7 (8172) 72-46-45; e-mail: pavlov\_kaftgv@mail.ru

*Key words:* radiant heating; mathematical model; heat balance; infrared emitter, soil, greenhouse.

---

*The article offers verification of the developed mathematical model of greenhouse radiant heating based on the comparison of soil surface temperatures under infrared heating which are found by calculation and by measurement. An additional condition of the mathematical model verification was the comparison of the factual and theoretical values of a heat flux absorbed by the soil layer with an allowance for the error of indirect measurements results.*

---

### REFERENCES

1. Alekseev G. F., Ermak V. A. Uglovyye koeffitsienty i teploobmen v izluchayushchikh trubakh pri luchistom otoplenii [Slopes and heat exchange in the radiating pipes at radiant heating]. Vestnik RGUPS. 2005. № 1 (17). P. 89–93.
2. Dyskin L. M., Shivanov V. V. Teplovoy balans pomescheniya s gazovym luchistym otopleniem [Heat balance of the premises with gas radiant heating]. Izv. vuzov. Seriya “Stroitelstvo” [News of higher educational institutions. Construction]. 2007. № 8. P. 62–65.
3. Pendzhiev A. M., Pendzhieva D. A. Fizicheskaya, matematicheskaya model dlya opisaniya termicheskogo rezhima v kombinirovannykh kultivatsionnykh sooruzheniyakh [A physical, mathematical model for description of the thermal mode in combined cultivation constructions]. Problemy sovremennoy nauki i innovatsii [Problems of modern science and innovation]. 2017. № 3. P. 4–18.
4. Bolotskikh N. N. Infrazrasny obogrev teplits s pomoschyu elektricheskikh dlinnovolnovnykh nagrevatelnykh paneley [Infrared heating of hothouses by means of electric long-wave heater panels]. Energoberezhenie. Energetika. Energoaudit [Energy saving. Power engineering. Energy audit]. 2015. № 9 (140). P. 43–52.
5. Kavga A., Panidis T., Bontozoglou V., Pantelakis S. Infrared heating of greenhouses revisited: an experimental and modeling study. American Society of Agricultural and Biological Engineers. 2009. Vol. 52 (6). P. 2055–2065.
6. Pavlov M. V., Lukin S. V., Kochkin A. A., Chebotaryov A. G. Matematicheskaya model teplovlazhnostnogo rezhima teplitsy pri luchistom otoplenii [Mathematical model of greenhouse hygrothermal conditions with radiant heating]. Byulleten stroitelnoy tekhniki [Bulletin of construction equipment]. 2018. № 6 (1006). P. 39–41.
7. Pavlov M. V., Lukin S. V., Kochkin A. A. Inzhenernaya metodika raschyota sistemy luchistogo otopeniya teplitsy [Engineering practice of greenhouse radiant heating system design]. Vestnik VolgGASU. 2018. № 52 (71). P. 128–138.

© М. В. Павлов, С. В. Лукин, А. А. Кочкин, 2018

Получено: 13.10.2018 г.



УДК 628.83:728

**П. Т. КРАМАРЕНКО**, канд. техн. наук, проф. кафедры отопления и вентиляции; **И. П. ГРИМАЛОВСКАЯ**, канд. техн. наук, доц. кафедры отопления и вентиляции

## ЕСТЕСТВЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ЭТАЖНОСТИ

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

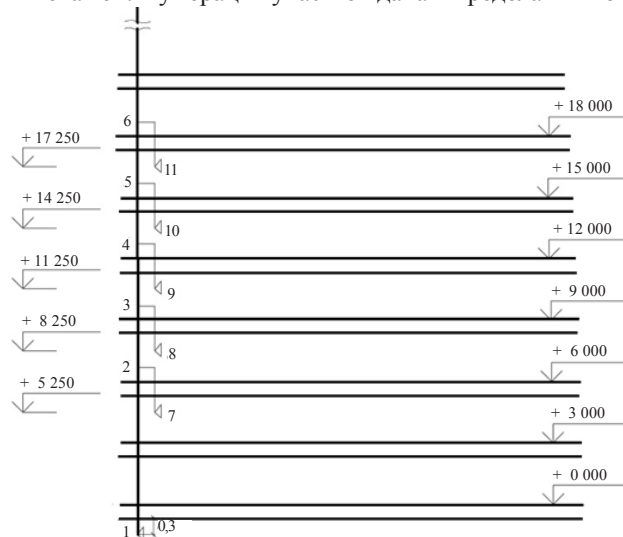
*Ключевые слова:* вентиляция, естественная вытяжная вентиляция, воздухообмен, окна из ПВХ профиля, кислород, давление.

*Рассмотрены особенности проектирования естественной вентиляции жилых зданий с этажностью 10 этажей и выше.*

Интенсивное строительство высотных жилых зданий началось в конце пятидесятых годов XX века. Учитывая, что разрушительная Великая Отечественная война закончилась сравнительно недавно, требования к строительству сводились к минимизации затрат. Поэтому приточная вентиляция в этих зданиях основывалась на инфильтрации через притворы окон, а удаление воздуха из помещений осуществлялось через каналы естественной вытяжной системы.

Такая тенденция сохранилась и до настоящего времени. Но в отличие от жилых пяти- и девятиэтажных зданий, где каналы вытяжной вентиляции с каждого этажа располагаются в стене, в жилых зданиях повышенной этажности эту возможность использовать нельзя. В них проектируется одноканальная система вытяжной вентиляции.

На рисунке представлен фрагмент одноканальной вытяжной вентиляции нескольких нижних этажей. Нумерация участков дана в пределах выкопировки схемы.



Фрагмент одноканальной вытяжной вентиляции жилого дома



Особенностью проектирования данной схемы являются следующие требования: при удалении воздуха из помещения, например, с ответвления 3–8, потери давления в магистрали (точка 3) до оголовка должны быть меньше чем в ответвлении. В то же время при опрокидывании вытяжной вентиляции, то есть при работе ее на приток, потери давления в ответвлении 3–8 должны быть меньше чем в магистрали от точки 3 до первого этажа.

Разница этих двух режимов определяется потерей местного давления, создаваемого решеткой на первом этаже. Определение мест врезок ответвлений в точках 2, 3, 4, 5, 6 путем решения потерь давления вышеуказанных режимов. При этом потери давления в направлении 2–6 не должны превышать 0,9 располагаемого напора.

Указанные требования при реализации рассмотренных режимов основаны на недопустимости попадания вытяжного воздуха из одного помещения в другое. Например, при работе вентиляции в режиме удаления воздуха из помещения нижнего этажа, удаляемый воздух не должен попадать в помещения, расположенные на верхних этажах, а при опрокидывании вентиляции – наоборот.

Такие системы вентиляции при действии СНиП допускались только в помещениях, не имеющих зазора под дверью (ванные комнаты, туалеты). В настоящее время они проектируются для всех помещений жилого здания без исключений.

Следует отметить, что в зданиях высотой 10 этажей и выше не используется природный газ для кухонных плит, применяются только кухонные плиты, работающие на электричестве. Поэтому вентиляция предназначена только для создания необходимого микроклимата в помещениях, в частности требуемой концентрации кислорода. В атмосфере содержится 20,8 % кислорода, в то же время, согласно инструкции [1] по выполнению газоопасных работ, при концентрации кислорода ниже 20 % необходимо использовать индивидуальные средства защиты органов дыхания.

При объемной доле кислорода в воздухе менее 19 % следует принять срочные меры по вентиляции и проветриванию помещений. При содержании кислорода от 14 до 10 % сознание человека полностью не теряется, но изменяется восприятие окружающей обстановки, подавляется чувствительность организма (особенно осязание), нарушается координация движений (потеря равновесия), прогрессивно снижается работоспособность (возникает быстрая усталость, чувство недомогания).

При дальнейшем понижении содержания кислорода от 10 до 6 % появляется мышечная слабость (нарушается способность двигаться), чувство безразличия, «провалы в памяти» и потеря сознания.

Признаки уменьшения содержания кислорода в организме пострадавшего носят индивидуальный характер и кроме того, зависят от объемного содержания кислорода в воздухе и времени нахождения в опасной зоне.

При резком снижении содержания кислорода в атмосфере и особенно при случайном попадании человека в среду азота достаточно нескольких вдохов для снижения парциального давления кислорода в крови до критического уровня – всегда внезапно и практически мгновенно наступает потеря сознания [2].

Рассматривая вентиляцию как устройство для поддержания необходимого состояния воздушной среды, авторы ряда работ [3, 4, 5] не уделяли необходимого внимания концентрации кислорода в помещении, так как при существующих в то время окнах, такой вопрос не возникал.

С установкой окон из ПВХ профиля поступление наружного воздуха в помещение сократилось, что и приводит к снижению концентрации кислорода в воз-



духе. В работе [6] нами подробно рассмотрено влияние окон из ПВХ профиля на микроклимат в помещениях. Наличие подобной информации снижает потребность в установке таких окон. Поэтому рекламируются окна из ПВХ профиля без содержания свинца, но не указывается, какой наполнитель принят вместо свинца.

НП «АВОК» [7], разрабатывая нормативные документы, такие как Стандарт АВОК 2.1.17 «Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена», от данных проблем уклонился.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. В отличие от традиционных расчетов систем естественной вытяжной вентиляции по уравниванию сопротивлений в параллельных участках в работе изложены положения, в которых заранее предполагаются различные потери давления в этих участках во избежание перетока воздуха из одного помещения в другое.

2. Проектирование одноканальной вытяжной системы вентиляции – задача многофакторная, требующая точности расчета и монтажа. Так, выделяемые вредности в жилых помещениях (углекислота) имеют молекулярную массу больше, чем у кислорода. Поэтому углекислота вытесняет кислород с нижних отметок помещения и снижает его концентрацию.

3. Во избежание проблем, изложенных в работе [6], необходимо заменить окна из ПВХ профиля на деревянные двухрамные.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Типовая инструкция по организации безопасного проведения газоопасных работ : утв. 20.02.1985 / Госгортехнадзор СССР. – Москва, 1985. – 23 с.

2. ПБ 11-544-03. Правила безопасности при производстве и потреблении продуктов разделения воздуха, утвержденные постановлением : утв. Госгортехнадзора России от 24.04.03 № 24. – Москва, 2003. – 79 с.

3. Аше, Б. М. Отопление и вентиляция. Т. II / Б. М. Аше. – Москва : Госстройиздат, 1936. – 432 с.

4. Максимов, Г. А. Отопление и вентиляция. Ч. 2. Вентиляция / Г. А. Максимов // – Москва, 1949. – 251 с.

5. Богословский, В. Н. Отопление и вентиляция. Ч. 2. Вентиляция / В. Н. Богословский. – Москва, 1976. – 439 с.

6. Крамаренко, П. Т. Микроклимат жилых помещений / П. Т. Крамаренко, А. В. Лисина // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2013. – № 2. – С. 23–25.

7. Бородач, М. М. Нормативные документы НП «АВОК» в системе стандартизации / М. М. Бородач // Вентиляция, отопление, кондиционирование. – 2018. – № 2. – С. 4–8.

**KRAMARENKO Pavel Tikhonovich, candidate of technical sciences, professor of the chair of heating and ventilation; GRIMALOVSKAYA Irina Pavlovna, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of heating and ventilation**

#### NATURAL VENTILATION OF RESIDENTIAL BUILDINGS OF INCREASED NUMBER OF STOREYS

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

*Key words:* ventilation, natural ventilation, air exchange, PVC profile Windows, oxygen, pressure.



*The article describes the design features of natural ventilation of residential high-rise buildings with a number of floors from 10 and above.*

#### REFERENCES

1. Tipovaya instruktsiya po organizatsii bezopasnogo provedeniya gazoopasnykh rabot [Standard instruction for the safe conduct of gas hazardous work]: utv. 20.02.1985. Gosgortekhnadzor SSSR. Moscow, 1985, 23 p.
2. PB 11-544-03. Pravila bezopasnosti pri proizvodstve i potreblenii produktov razdeleniya vozdukha [Safety rules for production and consumption of air separation products]: utv. Gosgortekhnadzora Rossii ot 24.04.03, № 24. Moscow, 2003. 79 p.
3. Ashe B. M. Otoplenie i ventilyatsiya. T. II [Heating and ventilation. Volume 2]. Moscow, Gosstroyizdat, 1936, 432 p.
4. Maksimov G. A. Otoplenie i ventilyatsiya. Ch. 2: ventilyatsiya [Heating and ventilation. Vol. 2: ventilation]. Moscow, Stroyizdat, 1949, 251 p.
5. Bogoslovskiy V. N. Otoplenie i ventilyatsiya. Ch. 2: ventilyatsiya [Heating and ventilation. Vol. 2: ventilation]. Moscow, Stroyizdat, 1976, 439 p.
6. Kramarenko P. T., Lisina A. V. Mikroklimat zhilykh pomescheniy [Microclimate of residential buildings]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2013. № 2. P. 23–25.
7. Brodach M. M. Normativnye dokumenty NP "AVOK" v sisteme standartizatsii [Normative documents of NP "AVOK" in the system of standardization]. Ventilyatsiya, otoplenie, konditsionirovanie [Ventilation, heating, air-conditioning]. 2018, № 2. P. 4–8.

© П. Т. Крамаренко, И. П. Грималовская, 2018

Получено: 05.07.2018 г.

УДК 691.585

**С. В. АНИСИМОВА<sup>1</sup>**, канд. хим. наук, доц. кафедры строительных материалов и технологий; **Ю. Н. ШУРЫГИНА<sup>2</sup>**, рук. научно-исследовательского центра; **С. М. ПАВЛИКОВА<sup>2</sup>**, рук. исследовательского центра «Стирол-акриловых дисперсий»

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТИРОЛ-АКРИЛОВЫХ ДИСПЕРСИЙ ДЛЯ ГРУНТОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОРИСТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

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

Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-90; эл. почта: k\_sm@nngasu.ru

<sup>2</sup>ООО «Компания Хома»

Россия, 606000, Нижегородская область, г. Дзержинск, промзона, ОАО ДПО «Пластик», корпус 74. Тел.: (8313) 27-27-45. эл. почта: shurigina-u@homa.ru

*Ключевые слова:* стирол-акриловые дисперсии, грунтование, влагозащита.

---

*Представлены основные свойства стирол-акриловых дисперсий, используемых для производства грунтовочных составов для минеральных поверхностей. Приведены методы контроля эксплуатационных характеристик дисперсий и обработанных оснований. Результаты исследований свойств формирующихся покрытий значимы при отделке и эксплуатации строительных объектов.*

---

Водно-дисперсионные грунтовки широко используются в технологиях отделочных строительных работ. Они имеют важное значение для обеспечения долговременной стабильности многослойных систем с участием минеральных пористых поверхностей (бетон, керамика, газосилакат, известково-цементные, цементные и гипсовые штукатурки и т. п.). Обычно они представляют собой низковязкие жидкости – эмульсии белого цвета, готовые к применению или требующие разбавления водой продукты [1]. Производители предлагают универсальные и специальные составы, описывая особенности применения и указывая на возможные работы:

- придание пористому основанию повышенной устойчивости к внешним воздействиям (укрепление поверхностного слоя, усиление водостойкости и биостойкости);
- грунтование перед оштукатуриванием и шпатлеванием;
- грунтование перед наклейкой обоев;
- обеспыливание цементных стяжек для полов;
- грунтование перед окраской (выравнивание впитывающей способности);
- обеспечение адгезионных свойств поверхности для дальнейшей отделки (укладка керамической плитки).

В качестве эффективных пленкообразователей грунтовочных составов, безусловно, наиболее распространены водные дисперсии стирол-акриловых сополимеров, специфические свойства которых варьируются на стадии синтеза. Оптимизация основных коллоидно-химических свойств дисперсий и физико-механических показателей формируемых пленок возможна при применении различных сомономеров и введении в состав сополимеров различных функциональных групп. При этом прежде всего направленно регулируется адгезия к определенным



минеральным поверхностям и повышается водостойкость покрытий [1, 2].

Основными требованиями к стирол-акриловым дисперсиям как главного компонента при создании грунтовочных составов являются: отсутствие резкого запаха и выделений токсичных веществ при использовании, агрегативная устойчивость дисперсии при разведении водой, хорошее смачивание минеральных оснований и равномерность впитывания, низкое вспенивание при нанесении, минимальная температура пленкообразования в оптимальном интервале температур проведения работ (от 0 до +20 °С), быстрое высыхание для дальнейшего перекрытия. Внедрение полимера в структуру пористого каменного материала приводит к его укреплению при глубоком проникновении частиц дисперсии с сохранением паропроницаемости [2, 3]. При высыхании грунтовки происходит прочное связывание рыхлых осыпающихся участков поверхности с обеспечением лучшего сцепления последующих окрасочных слоев и отделочных материалов.

В настоящей работе в качестве дисперсий для производства строительных грунтовок рассматривались стирол-акриловые дисперсии, выпускаемые российским производителем «Компания Хома» (г. Дзержинск). Изученные продукты представляют собой подвижные однородные жидкости, обладающие слабым запахом (уровень остаточных мономеров не превышает 0,1 %), устойчивые к высокоскоростному механическому перемешиванию и разбавлению водой, отличающиеся прежде всего составом сополимеров, содержанием нелетучих веществ и размером частиц (табл. 1).

Таблица 1

**Основные свойства стирол-акриловых дисперсий для строительных грунтовок универсального применения**

Марка дисперсии	novopol 110	novopol 130	novopol 006C
Массовая доля нелетучих веществ, %	50,0±1,0	50,0±1,0	30,0–34,0
pH, ед	7,5–9,0	7,0–9,0	7,0–9,0
Условная вязкость по ВЗ-4, с	30–55	15–20	11–15
Массовая доля остаточных мономеров, %	н/б 0,1 %	н/б 0,1 %	н/б 0,1 %
Диаметр частиц, нм	100–150	150–200	30–60
Минимальная температура пленкообразования, °С	18–20	6–10	0–5
Поверхностное натяжение, мН/м	41	37	46
Устойчивость к механическому перемешиванию (14 000 об/мин, 5 мин)	Выдерживает испытания		
Устойчивость к хлористому натрию	Выдерживает испытания		
Водопоглощение, %	10,0–14,0	15,0–20,0	20,0–25,0
Щелочестойкость, %	5,0–7,0	5,0–7,0	7,0–9,0
Предел прочности при растяжении, Н/мм <sup>2</sup>	7,0–11,0	2,0–4,0	0,1–0,3
Относительное удлинение при разрыве, %	450–600	1500–1800	5800–6500

Из представленных показателей «минимальная температура пленкообразования» (табл. 1). можно сделать вывод о том, что грунтовки с использованием novopol 130 и novopol 006C могут быть выполнены без дополнительного введения специальных компонентов, обеспечивающих высыхание и необходимые функции





покрытия при температурах выше +5 °С. Для получения качественных покрытий дисперсия поворол 110 требует присутствия в грунтовочных составах коалесцентов органических веществ, понижающих температуру пленкообразования. Однако именно эта дисперсия имеет самые высокие прочностные показатели пленок, что может быть учтено при создании специальных барьерных защитных грунтовочных покрытий.

В ходе ранее выполненных исследований [4, 5] установлено влияние размера частиц полимерных дисперсий на их проникающий потенциал и эффективность их закрепления на минеральных основаниях. Доказано, что стирол-акриловая дисперсия с диаметром частиц до 60 мкм (поворол 006С) обладает наибольшим проникновением и связыванием мела, поэтому рекомендуется для производства глубокопроникающих грунтовок по трудновпитывающим основаниям. Полимерные дисперсии поворол 110 и поворол 130 с более крупным размером частиц до 200 нм имеют меньшую проникающую способность и пригодны для применения в составе грунтов, укрепляющих поверхности.

Так как в минеральных строительных материалах содержится большое количество растворимых ионов ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ), грунтовка и соответственно исходный пленкообразователь должны быть устойчивыми к действию электролитов. Это контролировалось и подтверждалось специальными испытаниями при прибавлении 5 %-го раствора хлористого натрия к пробе испытуемой дисперсии, предварительно разбавленной дистиллированной водой в соотношении 1:4, что соответствует рецептурам рабочих грунтовочных составов. Дисперсия считалась устойчивой, если после добавления раствора электролита коагуляции не наблюдалось.

Удовлетворительное смачивание подложки и получение бездефектного покрытия можно гарантировать только в том случае, если грунтовочный состав имеет достаточно низкое значение поверхностного натяжения. Этот показатель для дисперсий при одинаковом размере частиц и содержании нелетучих веществ зависит в основном от полярности полимера, природы и количества гидрофильных сомономеров и поверхностно-активных компонентов – эмульгаторов. Как правило, поверхностное натяжение стирол-акриловых дисперсий составляет 30–50 мН/м (для сравнения, у воды 73 мН/м). В случае, когда поверхностное натяжение дисперсии при разбавлении водой повышается значительно, в состав грунтовок обязательно должен вводиться специальный смачивающий компонент. На рис. 1 приведены результаты контроля изменения этого параметра методом Du Nouiу [6] при разведении дисперсий водой до концентрации 12 %. Полученные данные подтверждают возможность производства грунтовок на основе рассматриваемых продуктов без дополнительного введения поверхностно-активных веществ.

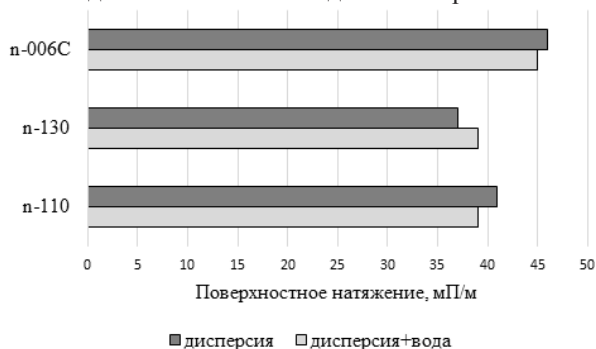


Рис. 1. Изменение поверхностного натяжения стирол-акриловых дисперсий при разбавлении водой

Оценивая данные по свойствам пленок дисперсий, можно констатировать, что, обладая достаточной щелочестойкостью (нерастворимость в щелочной среде и набухание менее 10 %), водопоглощение достигает заметных значений 20–25 %, поэтому грунтование с применением вышепредставленных дисперсий не решает вопросов надежной влагозащиты.

Следует отметить, что большинство каменных строительных материалов обладают высокой пористостью и подвержены водонасыщению за счет гигроскопичности (поглощения воды из влажного воздуха), внутренней конденсации, прямого попадания атмосферных осадков или вследствие явлений капиллярного всасывания грунтовых вод. Прежде всего, наличие воды в структуре материалов в конструкциях, эксплуатирующихся в наших широтах, обязательно сказывается и при действии отрицательных температур. Наличие воды или льда в порах существенно снижает теплоизоляционные свойства и паропроницаемость ограждающих конструкций. Изменение форм строительных элементов вследствие набухания и размягчения при непосредственном контакте с водой и дальнейшей сушки зачастую также является нежелательным фактором.

С другой стороны, проникая в бетонные или силикатные поверхности, вода увлекает за собой такие продукты гидратации минералов портландцемента как известь, и, как следствие, в случае последующего высыхания растворимые соединения водой выносятся на поверхности, образуя белые налеты. Особенно заметны пятна высолов на фасадных поверхностях из керамического кирпича, образование которых часто связано с присутствием примесей в исходном глиняном сырье или с некачественным обжигом самих изделий. В результате растворимые в воде соли также выходят на поверхность строительной конструкции и не только ухудшают внешний вид здания, но и нарушают его теплообмен. Вода и минеральная среда являются питательными субстратами для заселения и роста бактерий, плесневых грибов, водорослей, лишайников или мхов, которые индуцируют биоповреждение строительных конструкций. Следует учесть, что повышенная пористость оснований позволяет микроорганизмам легче проникать внутрь материала и участвовать в его разрушении. Чтобы исключить или значительно снизить негативное воздействие воды, перекрыв ее доступ в толщу пористых строительных материалов, результативно использование специальных грунтовочных составов, обозначаемых как гидрофобизирующие, гидроизоляционные, влагоизолирующие или водоотталкивающие. Приобретаемая стойкость к проникновению воды у минеральных оснований будет определяться не только собственным водопоглощением полимера-основы грунтовки и степенью «закрытия» пор поверхности при образовании полимерной пленки, но и химическим взаимодействием дисперсии с веществом основания, приводящим к усилению водостойкости.

В настоящей работе в качестве дисперсий для производства влагоизолирующих грунтовок рассматривались стирол-акриловые дисперсии homacryl 125, homacryl 126 и homacryl 151W (табл. 2). Их отличительной особенностью является возможность вступать в химическое взаимодействие с щелочными продуктами гидратации цемента и извести вследствие содержания частично нейтрализованных функциональных карбоксильных групп в составе сополимеров у дисперсий с pH 6,5–7,0. Представленные продукты имеют близкие коллоидно-химические характеристики, но отличаются составом сополимеров, влияющим на физико-механические свойства покрытий. Пленкообразование обеспечивается в положительном интервале температур практически во всех случаях. Все полимеры отличаются высокой эластичностью, что определяет возможность использования грунтовок на минеральных поверхностях, эксплуатирующихся в условиях знакопеременных температур [7].

Таблица 2

**Основные свойства стирол-акриловых дисперсий для влагоизолирующих грунтовок**

Марка дисперсии	homacryl 151W	homacryl 125H	homacryl 126H
Массовая доля нелетучих веществ, %	40,0±0,5	51,0±0,5	51,0±0,5
pH, ед	6,5–7,0	6,5–7,0	6,5–7,0
Условная вязкость по ВЗ-4, с	12–15	15–18	15–18
Динамическая вязкость по Брукфильду, мПа*с	<100	100–160	<200
Диаметр частиц, нм	100–150	200–300	200–300
Минимальная температура пленкообразования, °С	+2,3	<0	<0
Прочность пленки при растяжении, Н/мм <sup>2</sup>	2,5–3,5	0,3–0,5	0,5–0,7
Относительное удлинение пленки при разрыве, %	1600–1800	1200–1500	1100–1300
Водопоглощение, %	18–20	15–18	15–20
Щелочестойкость, %	6,0–8,0	5,0–7,0	6,0–8,0

При разработке рецептур влагоизолирующих составов были оценены защитные свойства дисперсий, разбавленных до рабочих концентраций 12 % при нанесении на поверхность газосиликатного блока (плотность  $D = 600 \text{ кг/м}^3$ ). Покрытия высушены при температуре  $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  в течение 7 суток. Выбор основы для обработки связан с тем, что газосиликатные блоки в настоящее время наиболее востребованные теплоизоляционно-конструкционные материалы с высокопористой структурой, требующие обязательной защиты от действия воды.

Качество влагозащиты оценено по известной методике с помощью трубки Карстена [8]. Суть методики заключается в фиксации точного количества воды, проникающего за единицу времени через единицу площади поверхности материала. Определялось время поглощения по снижению уровня воды в стеклянной трубке в четырех точках на уровнях 1, 2, 3, 4 мл. На диаграмме показано, что все выбранные дисперсии проявляют хорошие влагозащитные свойства и время впитывания воды в основание значительно возрастает в сравнении с необработанной поверхностью.

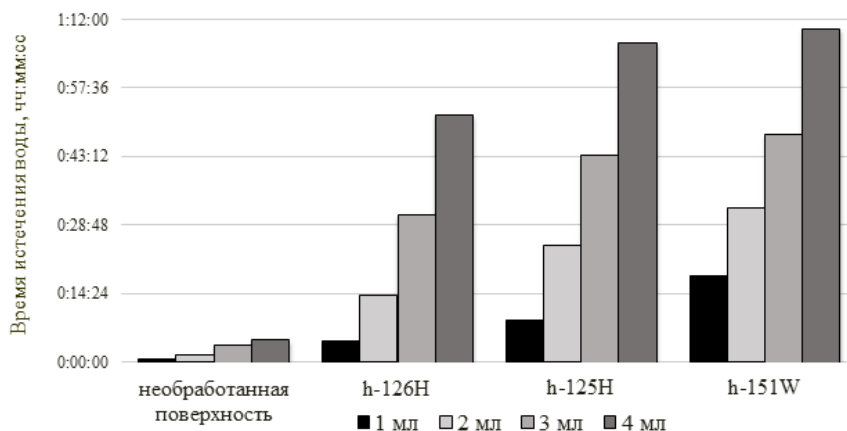


Рис. 2. Время поверхностного поглощения воды поверхностью газосиликатного блока, необработанного и обработанного стирол-акриловыми дисперсиями с содержанием полимера 12 %

При разработке влагоизолирующих грунтовок на основе homasyl 151W для усиления гидрофобизирующих свойств было обосновано специальное введение силиконизирующей добавки при оценке поверхностного поглощения воды (рис. 3). Установлена динамика увеличения времени проникновения воды в газосиликатный блок для образцов с увеличением содержания добавки до 7 % в композиции.

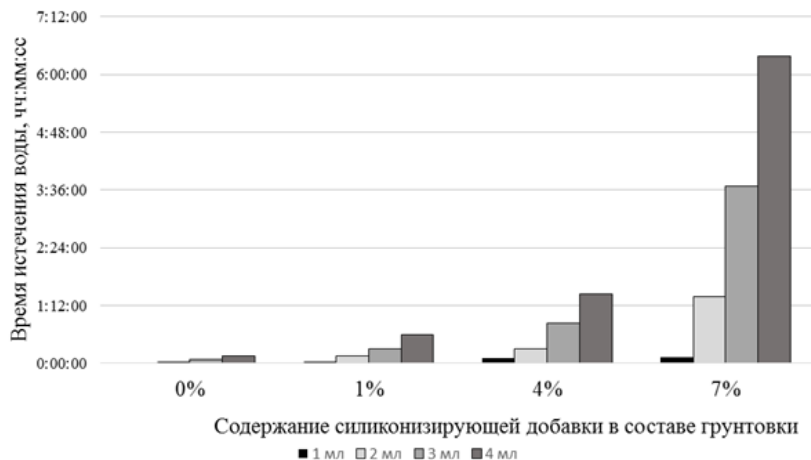


Рис. 3. Время поверхностного поглощения воды поверхностью газосиликатного блока, обработанного грунтовкой на основе homasyl 151W при различном содержании силиконизирующей добавки

Была проведена проверка влияния обработки бетонной поверхности готовым составом влагозащитной грунтовки на адгезию при приклеивании керамических плиточных материалов. Для испытаний был выбран метод определения прочности приклеивания на равномерный отрыв. Для приготовления образцов заготовки бетонных образцов обрабатывались грунтовками с содержанием основного вещества 30 и 12 %. После выдержки в течение суток на загрунтованные заготовки наносится слой клея для плитки на основе цемента толщиной 0,5–1 см. После выдержки в течение 72 часов на слой высохшего плиточного клея эпоксидным клеем приклеивался стальной анкер. Для сравнения изготавливалась серия образцов без использования грунтовок.

Таблица 3

#### Прочность клеевых соединений на бетонной поверхности

Подготовка бетонного основания	Прочность, МПа	Вид разрушения
Без грунтования	1,39±0,02	Когезионное по клею
Грунтовка с содержанием основного вещества 12 %	1,44±0,08	
Грунтовка с содержанием основного вещества 30 %	1,36±0,03	

Как видно из табл. 3, грунтование не оказывает отрицательного воздействия на адгезию плиточного клея к бетону.

Как правило, в составе грунтовок с использованием стирол-акриловых дисперсий для достижения специальных свойств вводятся и другие целевые компо-



ненты – загуститель, пеногаситель, пигментная паста, биоциды, противоморозные добавки и др. Выбор компонентов и дальнейшее применение различных вариантов грунтовочных составов на основе стирол-акриловых дисперсий позволяет успешно решать многочисленные задачи при проведении отделочных строительных работ.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Казакова, Е. Е. Водно-дисперсионные акриловые лакокрасочные материалы строительного назначения / Е. Е. Казакова, О. Н. Скороходова. – Москва : Пэйнт-Медиа, 2003. – 136 с.
2. Толмачев, И. А. Водно-дисперсионные краски: краткое руководство для инженера-технолога / И. А. Толмачев, Н. А. Петренко. – Москва : Пэйнт-Медиа, 2010. – 105 с.
3. Строганов, В. Ф. Исследование основных прочностных и технологических характеристик наполненных водно-дисперсионных защитных покрытий / В. Ф. Строганов, М. О. Амельченко, Г. И. Сабахова // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – № 22. – С. 31–33.
4. Использование полимерных водных дисперсий в грунтовочных составах для пористых минеральных оснований / С. В. Анисимова, А. Е. Коршунов, С. М. Павликова, Ю. Н. Шурыгина // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2015. – № 4. – С. 61–69.
5. Полимерные водные дисперсии в технологиях применения сухих строительных смесей / С. В. Анисимова, А. Е. Коршунов, С. М. Павликова, Ю. Н. Шурыгина // Строительные материалы. – 2018. – № 3. – С. 80–85.
6. ГОСТ 20216-74. Латексы. Методы определения поверхностного натяжения (с Изменением N 1). – Введ. 01-01-76. – Москва : Изд-во стандартов, 1976.
7. Родионов, Д. А. Водно-дисперсионные грунтовки глубокого проникновения на основе нанолатекса «Лакротэн» / Д. А. Родионов, Т. Н. Николаева // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2006. – № 10. – С. 18–21.
8. Павлов, В. И. Эффект «росы» – как метод оценки гидрофобности поверхности строительного материала / В. И. Павлов, А. И. Простякова // Технологии бетонов. – 2010. – № 9. – С. 88–89.

**ANISIMOVA Svetlana Viktorovna<sup>1</sup>, candidate of chemical sciences, associate professor of the chair of building materials and technologies; SHURYGINA Yuliya Nikolaevna<sup>2</sup>, head of the research centre; PAVLIKOVA Svetlana Mikhaylovna<sup>2</sup>, head of the Research Center "Styrene-acrylic dispersions"**

#### THE USE OF STYRENE-ACRYLIC DISPERSION FOR PRIMING MINERAL POROUS SURFACES

<sup>1</sup>Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering  
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-90;  
e-mail: k\_sm@nngasu.ru

<sup>2</sup>JSC "Company Homa"

Industrial Zone, JSC "Plastic", bldg. 74, Dzerzhinsk, Nizhny Novgorod region, 606000, Russia.  
Tel.: +7 (8313) 27-27-45; e-mail: shurigina-u@homa.ru

**Key words:** styrene-acrylic dispersion, priming, moisture protection.

---

*The article presents the main properties of styrene-acrylic dispersions used for production of primer compounds for mineral surfaces. Methods of control of operational characteristics of dispersions and treated surfaces are given. The results of studies of the properties of the obtained coatings are significant for finishing and operation of construction objects.*

## REFERENCES

1. Kazakova E. E., Skorokhodova O. N. Vodno-dispersionnye akrilovye lakokrasochnye materialy stroitel'nogo naznacheniya [Water-dispersion acrylic paints and varnishes for construction purposes]. Moscow: Peynt-Media, 2003. 136 p.
- 2.. Tolmachyov I. A., Petrenko N. A. Vodno-dispersionnye kraski: kratkoe rukovodstvo dlya inzhenera-tekhnologa [Water-dispersion paints: brief guide for a process engineer]. Moscow: Peynt-Media, 2010. 105 p.
3. Stroganov V. F., Amelchenko M. O., Sabakhova G. I. Issledovanie osnovnykh prochnostnykh i tekhnologicheskikh kharakteristik napolnennykh vodno-dispersionnykh zaschitnykh pokrytiy [Study of the basic strength and technological characteristics of filled aqueous dispersion protective coatings]. Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of Kazan Technological University], 2013, № 22. P. 31–33.
4. Anisimova S. V., Korshunov A. E., Pavlikova S. M., Shurygina Yu. N. Ispolzovanie polimernykh vodnykh dispersiy v gruntovochnykh sostavakh dlya poristykh mineralnykh osnovaniy [The use of polymer aqueous dispersions in primer compositions for porous mineral surfaces]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2015. № 4. P. 61–69.
5. Anisimova S. V., Korshunov A. E., Pavlikova, S. M., Shurygina Yu. N. Polimernye vodnye dispersii v tekhnologiyakh primeneniya sukhikh stroitelnykh smesey [Polymer water dispersions in technology of application of dry building compounds]. Stroitelnye materialy [Building materials]. 2018. № 3. P. 80–85.
6. GOST 20216-74 Lateksy Metody opredeleniya poverkhnostnogo natyazheniya [Latexes. Methods for the determination of surface tension]. Vved. 01.01.76. Moscow: Izd-vo standartov, 1976.
7. Rodionov D. A., Nikolaeva T. N. Vodno-dispersionnye gruntovki glubokogo proniknoveniya na osnove nanolateksa "Lakroten" [Water-dispersion primers of deep penetration based on nanolatex "Lakatan"]. Lakokrasochnye materialy i ikh primeneniye [Russian Coatings Journal]. 2006. № 10. P. 18–21.
8. Pavlov V. I., Prostyakova A. I. Effekt "rosy" kak metod otsenki gidrofobnosti poverkhnosti stroitel'nogo materiala [The effect of "dew" – as a method of assessing the hydrophobicity of the surface of the building material]. Tekhnologii betonov [Concrete Technology]. 2010. № 9. P. 88–89.

© С. В. Анисимова, Ю. Н. Шурыгина, С. М. Павликова, 2018

Получено: 29.06.2018 г.

УДК 627.8

**В. М. КРАСИЛЬНИКОВ**, ст. преп. кафедры гидротехнических и транспортных сооружений; **С. В. СОБОЛЬ**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой гидротехнических и транспортных сооружений

## **ФРАКТАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА РЕКЕ ВОЛГЕ**

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

*Ключевые слова:* Рыбинское водохранилище, береговая линия, водное зеркало, рельеф дна, фрактальные размерности.

---

*На основе морфометрических данных и цифровой модели рельефа от 2010 г. в понятиях фрактальной геометрии рассмотрены береговая линия, водное зеркало, подводный рельеф Рыбинского водохранилища на р. Волге, заполненного за 1940–1947 гг.*

---

**Введение.** В природе широко распространены фрактальные структуры, морфология и поведение которых демонстрирует самоподобие при изменении пространственно-временных интервалов, или, как говорят, масштабную инвариантность. В числе таких структур – поверхностные водные объекты, в частности водохранилища. Исследованием фрактальных структур занимается фрактальная геометрия – одно из направлений математики, фундаментальные и естественнонаучные аспекты которого впервые нашли отражение в трудах работавшего в США Б. Б. Мандельброта [1, 2, 3].

Поиску фрактальных свойств у различных природных объектов и явлений посвятило труды большое число исследователей [4, 5, 6 и др.]. Применительно к водохранилищам решаются в основном задачи из области гидрологии [7, 8], например, о регулировании речного стока [4, 9, 10]. Авторы имеют перед собой задачу применения методов фрактальной теории в совокупном описании морфометрических параметров долинных водохранилищ на р. Волге. Рыбинское, о котором статья, – первое из них.

**Цифровая модель рельефа.** Рельеф – это поверхность, общая часть смежных областей пространства.

Бассейновые водные управления (БВУ), под чьим контролем находятся российские водохранилища, в своей деятельности начинают применять географические информационные системы (ГИС). Специализированная ГИС «Морфометрия водохранилища» может включать набор из следующих векторных слоев: контур береговой линии, изолинии рельефа дна и берегов, поперечные профили водохранилища и др., а также цифровую модель рельефа (ЦМР), наглядно отражающую предыдущие построения. Основным инструментом для создания ГИС служит распространенный в России программный комплекс ArcGIS компании ESRI (США), поскольку обладает большим набором возможностей анализа картографических и связанных с ними табличных данных, что позволяет приспособливаться к различным потребностям, возникающим при моделировании и представлении результатов.



Для Рыбинского водохранилища, заполненного за 1940–1947 гг. [11] по материалам эхолотной съемки дна, спутниковых снимков и топографических карт была построена цифровая модель рельефа (рис. 1) и уточнены морфометрические показатели (табл. 1) по состоянию на 2010 г. [12]. Такое построение апробировано для инженерных целей [13, 14]. Фрактальные параметры водохранилища определялись на базе этой ЦМР.

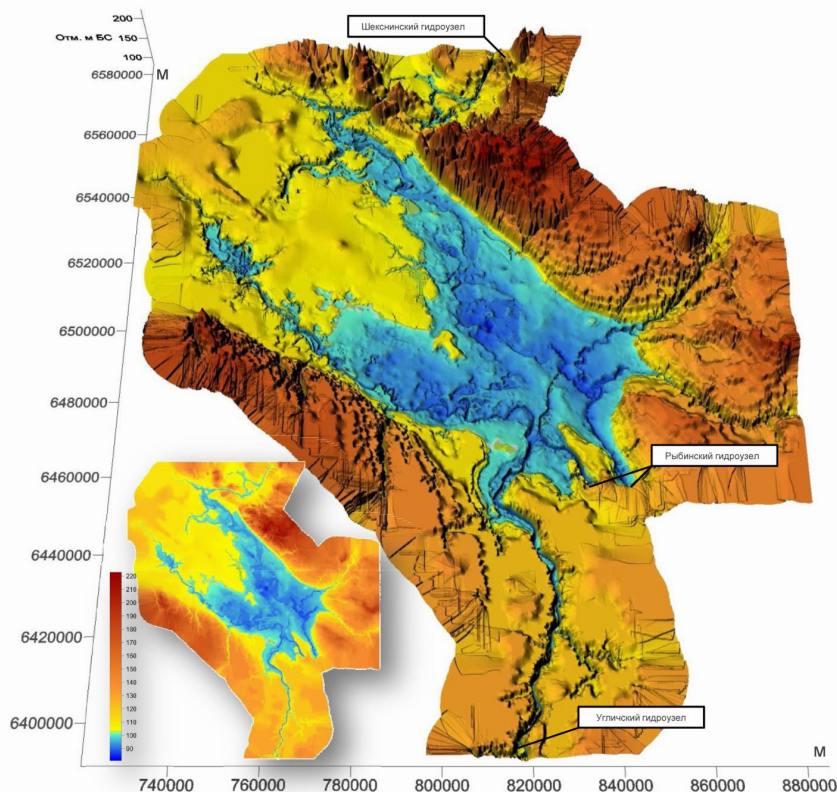


Рис. 1. Цифровая модель рельефа Рыбинского водохранилища: слева – в виде раstra высот, справа – в трехмерном представлении

Таблица 1

### Проектные и уточненные морфометрические характеристики Рыбинского водохранилища

Характеристика	Проектная [11]	По ЦМР, 2010 г. [12]
НПУ / УМО, м БС	102,0 / 97,1	102,0 / 97,1
Длина береговой линии, км	-	2 326
Площадь водного зеркала, км <sup>2</sup>	4 550 (100 %)	4 545,5 (99,9 %)
Наибольшая / средняя глубина, м	23,2 / 5,58	20,5 / 5,45
Полный объем, млн м <sup>3</sup>	25 420 (100 %)	24 767 (97,4 %)
Мертвый объем, млн м <sup>3</sup>	8 750 (100 %)	8 110 (92,6 %)

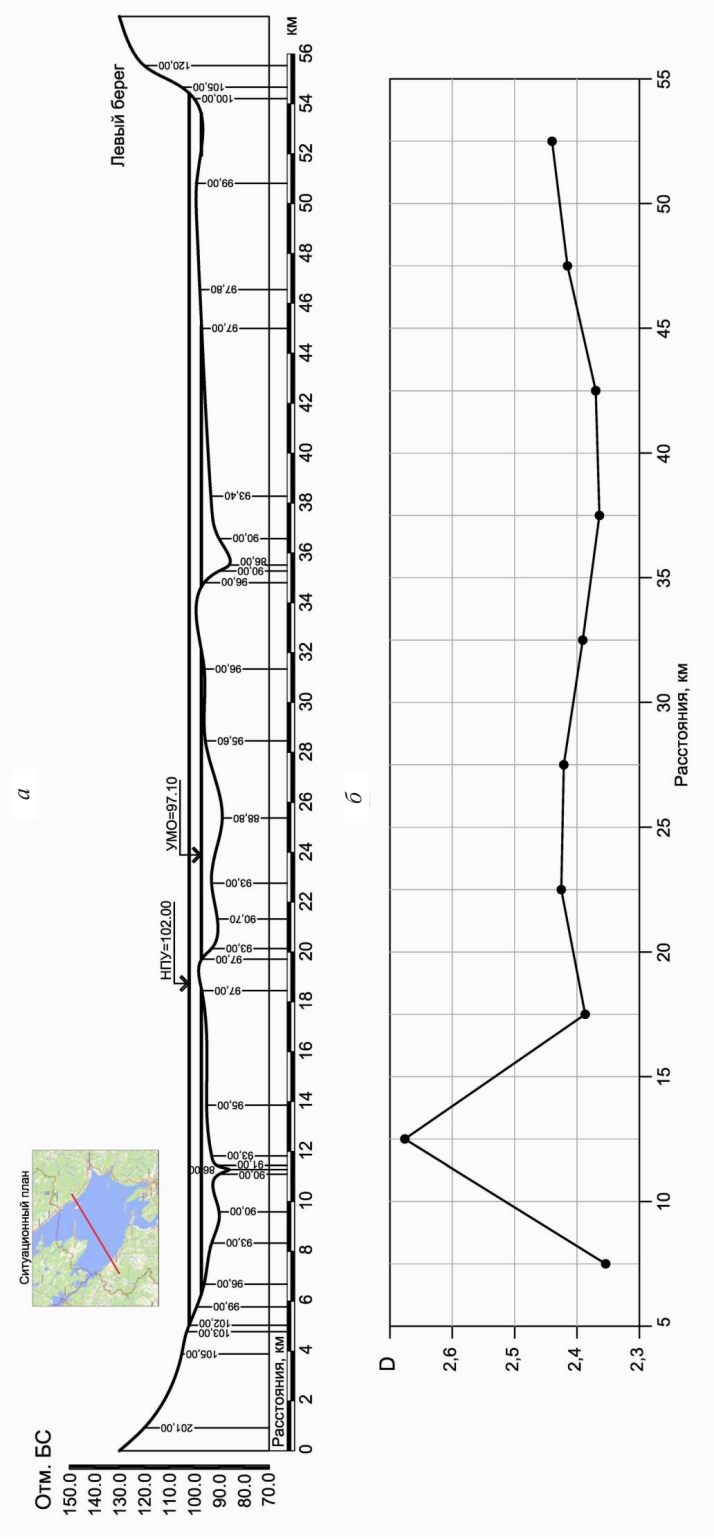


Рис. 2. Исходное изображение (а) и изменение локальной фрактальной размерности  $D$  (б) профиля дна Рыбинского водохранилища

**Фракталы.** Фракталом является структура, состоящая из частей, которые в каком-то смысле подобны целому [1, 2]. Для фракталов центральным понятием является самоподобие (скейлинг). Математическим выражением самоподобия выступают степенные законы  $f(x) = c \cdot (x)^D$ , с целочисленными или дробными постоянными  $c$  и  $D$ .

Главной количественной характеристикой фрактального объекта является его фрактальная размерность  $D$  [4]. Теоретически фрактальный формализм применим для описания объектов с бесконечным диапазоном скейлинга, т. е. самоподобным поведением в бесконечно широком диапазоне размеров. Между тем природные объекты представляют собой системы с ограниченным диапазоном скейлинга. Использование фрактальной методологии в теоретических построениях необходимо предполагает предварительное подтверждение самого факта фрактальности исследуемого природного объекта [5].

**Береговая линия.** Длина (протяженность) береговой линии водохранилища измеряется по урезу воды при НПУ на правом и левом берегах от плотины до мест выклинивания подпора на основной реке и притоках. Береговая линия представляет собой фрактал с размерностью  $1 < D < 2$  и является множеством, занимающим промежуточное положение между линией с топологической размерностью  $d = 1$  и плоскостью с  $d = 2$ . Фрактальная размерность  $D$  характеризует степень извилистости береговой линии: величина  $D$  тем больше, чем более изрезанным является берег [1]. Результат измерения береговой линии зависит от масштаба топографической основы и длины измерителя  $\varepsilon$ . С уменьшением  $\varepsilon$  длина береговой линии  $L(\varepsilon)$  склонна увеличиваться, т. е. теоретически она бесконечна [15].

Фрактальная размерность береговой линии Рыбинского водохранилища определена методом подсчета занятых ячеек (box-counting method), называемым также клеточным методом [4, 5], и составила  $D \approx 1,238$ .

**Водное зеркало.** Водное зеркало водохранилища оконтуривается береговой линией, соответствующей урезу воды при НПУ, и считается плоской фигурой. В понятиях фрактальной геометрии теоретически конечная площадь зеркала водохранилища ограничена береговой линией бесконечной длины [5].

Плановую форму водного зеркала (как плоской фигуры) можно охарактеризовать коэффициентом формы  $K_F$ , который наиболее корректно определяется выражением  $K_F = L/\sqrt{F}$ , где  $L$  – длина береговой линии (периметр фигуры),  $F$  – площадь зеркала. Числовое значение  $K_F$  тем больше, чем сложнее форма фигуры; он чувствителен к связным фигурам, когда увеличение изрезанности их контура без самопересечений приводит к уменьшению площади и росту периметра при неизменных линейных размерах [16]. При этом предполагается отсутствие у фигуры фрактальных свойств. С учетом фрактальных свойств коэффициент формы зависит от размера  $\varepsilon$  используемого эталона измерения, так что для получения удовлетворительного результата этот эталон должен быть предельно малым и одинаковым при измерении длины береговой линии и площади водного зеркала водоема [4].

Для Рыбинского водохранилища коэффициент формы определен на базе данных ЦМР (см. табл. 1) от 2010 г. и составил  $K_F = 34,50$ . Согласно соответствующей классификации [17] конфигурация водохранилища относится к категории «сложная» ( $K_F$  от 40 до 20).

**Подводный рельеф.** Применительно к водохранилищу приходится иметь дело со стационарной поверхностью затопленной долины реки, с трансформирующейся в период эксплуатации поверхностью дна водохранилища за счет отложения

наносов или тепловой осадки (в области вечной мерзлоты). Дно Рыбинского водохранилища – это затопленное при НПУ = 102,00 м БС пойменное междуречье рек Волги и Шексны с отметками в руслах около 86,00 м БС.

Для анализа самоподобия рельефа дна был применен  $R/S$  – метод [18], называемый также методом нормированного размаха или методом Херста [4, 5], в приложении к рядам измеренных количественных данных. Одним из преимуществ метода называют малую чувствительность к длине ряда [4, 5], что даже для коротких рядов позволяет получать адекватные результаты [19, 20].

Оценка степени неоднородности дна Рыбинского водохранилища проводилась по створам. На рис. 2а воспроизведен один из поперечных профилей (створов) водохранилища. При его ширине 50 км между горизонталями 102,00 м БС на берегах мы имели 50 измеренных отметок дна в Балтийской системе высот.

На рис. 2б приведены данные о фрактальных размерностях поверхности дна в рассматриваемом створе ( $D = 3 - H$ , где  $H$  – показатель Херста), определенных на интервалах длиной по 10 км. Можно видеть, что эти размерности отражают особенности донного рельефа. Так, в левой части рис. 2, где проходит русло р. Волги с крутыми берегами (см. рис. 1), фрактальная размерность рельефа увеличивается до значения  $D = 2,676$ , в то время как затопленная пойма в междуречье Волги и Шексны характеризуется величиной  $D$  около 2,4.

Рис. 3 содержит результат фрагментарного анализа отношения  $R/S$  для разделенного на интервалы  $l$  разной длины 50-километрового ряда отметок дна. Прямая в координатах  $\log(R/S) - \log l$  указывает на то, что дно Рыбинского водохранилища – это фрактальная поверхность с показателем Херста  $H \approx 0,50$  и локальной фрактальной размерностью

$$D = d - H \approx 3 - 0,50 = 2,5,$$

что согласуется со статистической независимостью значений отметок дна.

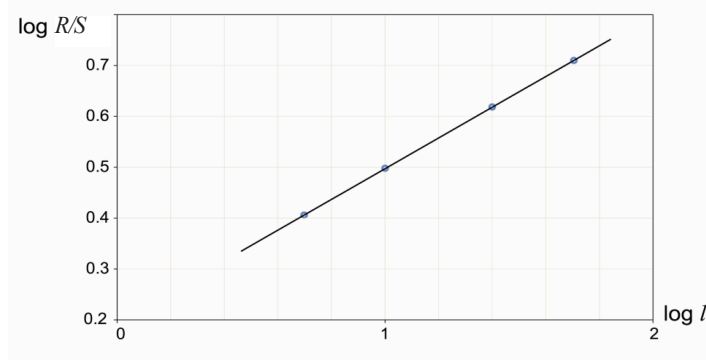


Рис. 3. Соотношение  $R/S$  как функция интервалов  $l$  для профиля дна Рыбинского водохранилища

**Обобщение результатов.** В табл. 2 представлена сводка полученных фрактальных параметров Рыбинского водохранилища по состоянию на 2010 г.

Понятно, что как длина береговой линии с площадью водного зеркала, так и эти параметры в любом случае могли быть определены только приблизительно и будут изменяться с течением периода эксплуатации.

Таблица 2

**Сводка фрактальных параметров Рыбинского водохранилища**

Элемент	Показатель фрактальности	Значение показателя
Береговая линия	Фрактальная размерность $D$	1,238
Водное зеркало	Коэффициент плановой формы $K_F$	34,50
	Категория по сложности плановой конфигурации	Сложная ( $K_F$ от 40 до 20)
Поверхность подводного рельефа	Показатель Херста $H$	0,50
	Локальная фрактальная размерность $D$	2,50

**Вывод.** Показатели фрактальности водохранилищ увеличивают возможности их количественного описания и могут использоваться в разрабатываемых схемах комплексного использования и охраны водных объектов, информационных системах и базах данных о водохранилищах.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Mandelbrot, B. B. Fractals: form, chance and dimencions / B. B. Mandelbrot. – San-Francisco : Freeman, 1977. – 365 p.
2. Mandelbrot, B. B. The fractal geometry of nature / B. B. Mandelbrot. – New York : Freeman, 1982. – 468 p.
3. Мандельброт, Б. Фрактальная геометрия природы / Б. Мандельброт. – Москва : Институт компьютерных исследований, 2002. – 656 с.
4. Федер, Е. Фракталы : пер. с англ. / Е. Федер. – Москва : Мир, 1991. – 254 с.
5. Иудин, Д. И. Фракталы: от простого к сложному / Д. И. Иудин, Е. В. Копосов // Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2012. – 182 с.
6. Балханов, В. К. Основы фрактальной геометрии и фрактального исчисления / В. К. Балханов ; отв. ред. Ю. Б. Башкуев. – Улан-Удэ : Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2013. – 224 с.
7. Кучмент, Л. С. Фракталы в гидрологии / Л. С. Кучмент // Юбилейный сборник ИВП. – Москва : Наука, 1999. – С. 55–64.
8. Sivakumar, B. Chaos in Hydrology: Bridging Determinism and Stochasticity / B. Sivakumar. – Springer, 2016. – 394 p.
9. Salazar, J. F. Scaling properties reveal regulation of river flows in the Amazon through a forest reservoir / J. F. Salazar [et al.] // Hydrol. Earth Syst. Sci. – 2018. – Vol. 22. – Issue 3. – P. 1735–1748.
10. Zhou, Y. Fractal-based evaluation of the effect of water reservoirs on hydrological processes: The dams in the Yangtze River as a case study / Y. Zhou, Q. Zhang, V. P. Singh // Stochastic Environmental Research and Risk Assessment. – Springer, 2014. – Vol. 28. – Issue 2. – P. 263–279.
11. Основные правила использования водных ресурсов Рыбинского и Горьковского водохранилища на р. Волге. – Москва : Гидропроект, 2001. – 39 с.
12. Красильников, В. М. Цифровой рельеф ложа и берегов водохранилищ в составе гидродинамической модели Верхней Волги / В. М. Красильников // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2013. – № 4. – С. 47–49.
13. Землянов, И. В. Использование геоинформационных технологий для оценки современных морфометрических характеристик водных объектов / И. В. Землянов, О. В. Горелиц, А. Е. Павловский, Е. Ю. Шикунова // Исследования океанов и морей : тр. Гос. океанограф. ин-та. – Москва, 2009. – Вып. 212. – С. 258–269.
14. Dai, Y. A comparable Study of Reservoir area calculation method based on GIS and remote sensing: a case study in shiliang river reservoir / Y. Dai, J. Xu, J. Su, L. Liu // Geomatics and spatial information technology. – 2015. – № 4.



15. 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.
16. Фетисова, М. А. Коэффициент формы как геометрическая характеристика / М. А. Фетисова, С. С. Володин // Молодой ученый. – 2011. – № 5, Т. 1. – С. 105–107.
17. Соболев, С. В. О классификации водохранилищ по конфигурации в плане / С. В. Соболев, Н. Р. Зайнуллина // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2017. – № 2. – С. 116–124.
18. Hurst, H. E. Long-term storage: An experimental study / H. E. Hurst, R. P. Black, Y. M. Simaika. – London : Contable, 1965. – 145 p.
19. Калущ, Ю. А. Показатель Херста и его скрытые свойства / Ю. А. Калущ, В. М. Логинов // Сибирский журнал индустриальной математики. – 2002. – Т. 5, № 4. – С. 29–37.
20. Deligniers, D. Fractal analyses for “short” time series: A re-assessment of classical methods / D. Delignieres, S. Ramdani, L. Lemoine, K. Torre, Fortes // Journal math. Psychology. – 2006. – Vol. 50. – P. 525–544.

**KRASILNIKOV Vitaly Mikhaylovich, senior teacher of the chair of hydraulic and transport structures; SOBOL Stanislav Vladimirovich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of hydraulic and transport structures**

#### FRACTAL PARAMETERS OF THE RYBINSK RESERVOIR ON THE VOLGA RIVER

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering  
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-42-89;  
e-mail: gs@nngasu.ru, v\_gs@mail.ru.ru

*Key words:* Rybinsk reservoir, coastline, water mirror, bottom relief, fractal dimensions.

---

*In terms of fractal geometry the coastline, water mirror, underwater relief of the Rybinsk reservoir on the Volga river filled up during the period of 1940–1947 are considered on the basis of morphometric data and a digital model of the relief of 2010.*

---

#### REFERENCES

1. Mandelbrot B. B. Fractals: form, chance and dimensions. San-Francisco: Freeman, 1977. 365 p.
2. Mandelbrot B. B. The fractal geometry of nature. New York: Freeman, 1982. 468 p.
3. Mandelbrot B. Fraktalnaya geometriya prirody [Fractal geometry of nature]. Moscow: Institut kompyutornykh issledovaniy, 2002. 656 p.
4. Feder E. Fraktaly [Fractals], per. s angl. Moscow: Mir, 1991. 254 p.
5. Iudin D. I., Kuposov E. V. Fraktaly: ot prostogo k slozhnomu [Fractals: from simple to complex]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2012. 182 p.
6. Balkhanov V. K. Osnovy fraktalnoy geometrii i fraktalnye ischisleniya [Fundamentals of fractal geometry and fractal calculi]; otv. red. Yu. B. Bashkuev. Ulan-Ude: Izd-vo Buryat. gos. un-ta, 2013. 224 p.
7. Kuchment L. S. Fraktaly v gidrologii [Fractals in Hydrology]. Yubileyiny sbornik IVP [Jubilee Collection of TTI]. Moscow: Nauka, 1999. P. 55–64.
8. Sivakumar B. Chaos in Hydrology: Bridging Determinism and Stochasticity. Springer, 2016. 394 p.
9. Salazar J. F., et al. Scaling properties reveal regulation of river flows in the Amazon through a forest reservoir. Hydrol. Earth Syst. Sci. 2018. Vol. 22. Issue 3. P. 1735–1748.
10. Zhou Y., Zhang Q., Singh V. P. Fractal-based evaluation of the effect of water reservoirs on



hydrological processes: The dams in the Yangtze River as a case study. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*. Springer, 2014. Vol. 28. Issue 2. P. 263–279.

11. Osnovnye pravila ispolzovaniya vodnykh resursov Rybinskogo i Gorkovskogo vodokhranilisha na r. Volge [Basic rules of use of water resources of Rybinsk and Gorky reservoirs on the Volga river]. Moscow: Gidroproekt, 2001. 39 p.

12. Krasilnikov V. M. Tsifrovoy relief lozha i beregov vodokhranilish v sostave gidrodinamicheskoy modeli Verkhney Volgi [Digital relief of the bed and banks of reservoirs in the hydrodynamic model of the Upper Volga]. *Privolzhskiy nauchny zhurnal* [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2013. № 4. P. 47–49.

13. Zemlyanov I. V., Gorelits O. V., Pavlovsky A. E., Shikunova E. Yu. Ispolzovanie geoinformatsionnykh tekhnologiy dlya otsenki sovremennykh morfometricheskikh kharakteristik vodnykh obektov [Use of geo-information technologies for the assessment of modern morphometric characteristics of water bodies]. *Issledovaniya okeanov i morey* [Studies of Oceans and Seas]: tr. Gos. okeanograf. in-ta. Moscow, 2009. Vol. 212. P. 258–269.

14. Dai Y., Xu J., Su J., Liu L. A comparable study of reservoir area calculation method based on GIS and remote sensing: a case study in Shiliang river reservoir /Y. Dai, // *Geomatics and spatial information technology*, 2015. № 4.

15. Sobol I. S., Sobol S. V., Krupinov A. S. Ob izmerenii dliny beregovoy linii vodokhranilish [On measuring the length of the coastline of reservoirs]. *Vodnoe khozyaystvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie* [Water economy of Russia: problems, technologies, management]. 2014. № 6. P. 30–43.

16. Fetisova M. A., Volodin S. S. Koeffitsient formy kak geometricheskaya kharakteristika [Form factor as a geometric characteristic]. *Molodoy uchyony* [Young scientist], 2011. № 5. Vol. 1. P. 105–107.

17. Sobol S. V., Zaynullina N. R. O klassifikatsii vodokhranilish po konfiguratsii v plane [About classification of reservoirs by configuration in plan]. *Privolzhskiy nauchny zhurnal* [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2017. № 2. P. 116–124.

18. Hurst H. E., Black R. P., Simaika Y. M. Long-term storage: An experimental study. London: Contable, 1965. 145 p.

19. Kalush Yu. A., Loginov V. M. Pokazatel Hersta i ego skrytye svoystva [The Hearst indicator and its hidden properties]. *Sibirskiy zhurnal industrialnoy matematiki* [Siberian Journal of Industrial Mathematics], 2002. Vol. 5. № 4. P. 29–37.

20. Deligniers D., Ramdani S., Lemoine L., Torre K., Fortes. Fractal analyses for “short” time series: A re-assessment of classical methods. *Journal math. Psychlogy*, 2006. Vol. 50. P. 525–544.

© В. М. Красильников, С. В. Соболев, 2018

Получено: 13.10.2018 г.





УДК 627.824

**Е. Н. ГОРОХОВ<sup>1</sup>**, д-р техн. наук, доц., зав. кафедрой оснований, фундаментов и инженерной геологии; **В. И. ЛОГИНОВ<sup>2</sup>**, канд. техн. наук, доц. кафедры информатики и автоматизации производственных процессов; **А. А. МАЛЕНОВ<sup>1</sup>**, ст. преп. кафедры оснований, фундаментов и инженерной геологии; **С. Я. СКВОРЦОВ<sup>1</sup>**, ст. преп. кафедры оснований, фундаментов и инженерной геологии

## РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ ПЛОТИНЫ ГИДРОУЗЛА НА Р. УЛАХАН-КУРУНГ-ЮРЮЕ ПОСЛЕ ЕЕ РАЗРУШЕНИЯ

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-94; эл. почта: nn-oif@yandex.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта» Россия, 603600, г. Н. Новгород, ул. Нестерова, д. 5. Тел.: (831) 419-66-99; эл. почта: loginov@vgavt-nn.ru

*Ключевые слова:* земляная плотина, плотина мерзлого типа, центральное ядро, температурный режим, моделирование, статическая устойчивость, напряженно-деформированное состояние, морозильные колонки.

---

*Приведены результаты расчетов температурного режима, статических расчетов устойчивости откосов и напряженно-деформированного состояния, выполненных при обосновании проекта одного из вариантов реконструкции разрушенной земляной плотины гидроузла на р. Улахан-Курунг-Юрюе в Республике Саха (Якутия).*

---

Научно-исследовательская работа по расчетному обоснованию проекта реконструкции плотины гидроузла на р. Улахан-Курунг-Юрюе была выполнена авторами в ННГАСУ по заказу АО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева» (ВНИИГ), ведущего проектные работы по реконструкции объекта [1].

Гидроузел находится на территории Среднеботуобинского нефте-газо-конденсатного месторождения в Республике Саха (Якутия) и предназначен для его технического водоснабжения.

Плотина гидроузла III класса (однородная, земляная) была построена с использованием I принципа строительства в криолитозоне [2]. При заполнении водохранилища весной 2017 года, вследствие начавшейся локальной фильтрации в основании плотины, была разрушена с образованием прорана значительных размеров.

ВНИИГ были предложены несколько вариантов реконструкции плотины [3], для обоснования каждого из которых авторами были выполнены прогнозные расчеты температурного режима, статической устойчивости и напряженно-деформированного состояния объекта. В рамках данной статьи приводятся результаты таких расчетов для одного из вариантов реконструкции – плотины с устройством центрального грунтового ядра и зуба под ним (рис. 1).

Согласно проекту, реконструкцию плотины предполагается провести в течение 12 месяцев с 05.2019 г. (после пропуска паводка) по 04.2020 г. Начиная с мая 2020 г., после заполнения водохранилища водой половодья, начинается период эксплуатации гидроузла продолжительностью 30–50 лет в соответствии со сроком разработки месторождения.

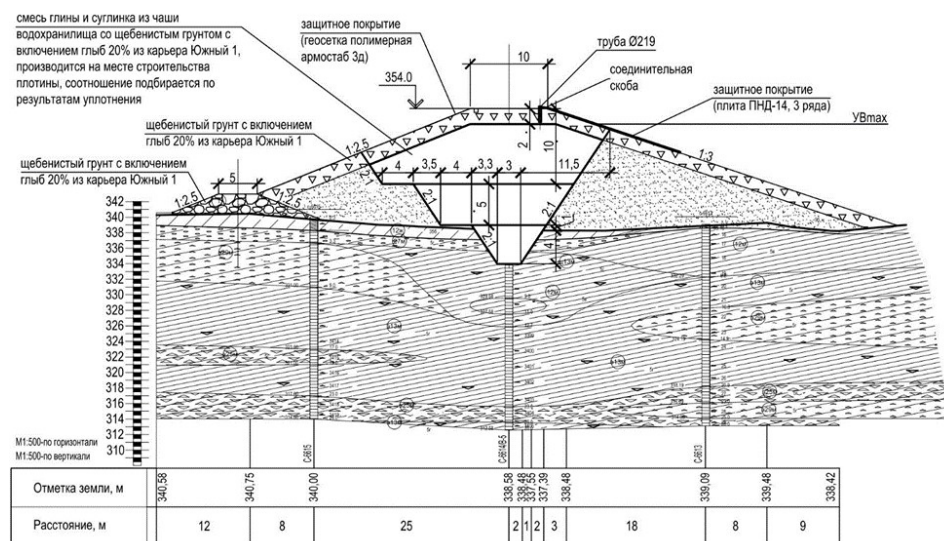


Рис. 1. Вариант реконструкции плотины с устройством центрального грунтового ядра и зуба

Прогноз температурного режима плотины выполняется для ее руслового поперечного сечения путем виртуального моделирования по программе TRND-Calc v.3.0 [4]. Параметры природно-климатических условий и расчетные значения теплофизических характеристик инженерно-геологических элементов, выделенных в теле и основании плотины (рис. 1 цв. вклейки), были приняты по материалам инженерных изысканий [5, 6].

Некоторые результаты моделирования в виде фрагментов температурных полей в поперечном сечении плотины, построенных программой TRND-View v.3.0 [7], приведены на рис. 2–4 цв. вклейки. Анализ результатов моделирования показал следующее:

– в конце апреля 2020 г. (к моменту заполнения водохранилища) центральное грунтовое ядро в нижней своей части будет иметь температуру от 0 °C до +1 °C, в верхней части – в среднем минус 5 °C;

– боковые призмы будут иметь температуру минус 1–2 °C.

– в эксплуатационный период после заполнения водохранилища в мае 2020 г. будет происходить постепенное выравнивание температуры внутри ядра до минус 0,2–0,4 °C в середине ядра и его медленное остывание в верхней части. Низовая призма плотины в районе дренажного банкета будет иметь температуру около минус 0,4 °C. В основании плотины температура будет держаться в районе минус 0,2–0,4 °C. Таким образом, мерзлота как в теле, так и в основании плотины будет оставаться «очень вялой» – в любой момент может начаться фильтрация воды через тело плотины и (или) через основание плотины, что категорически недопустимо для «мерзлой» плотины;

– максимальное оттаивание ложа водохранилища и верхового клина плотины к концу периода эксплуатации составит примерно 14,0 м.

Прогноз статической устойчивости и напряженно-деформированного состояния плотины в расчетном сечении выполняется путем виртуального моделирования в программе PLAXIS [8]. Некоторые результаты этого моделирования приведены на рис. 5 и 6 цв. вклейки и в таблице.

**К СТАТЬЕ Е. Н. ГОРОХОВА, В. И. ЛОГИНОВА, А. А. МАЛЕНОВА,  
С. Я. СКВОРЦОВА «РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА  
РЕКОНСТРУКЦИИ ПЛОТИНЫ ГИДРОУЗЛА НА  
Р. УЛАХАН-КУРУНГ-ЮРЮЕ ПОСЛЕ ЕЕ РАЗРУШЕНИЯ»**

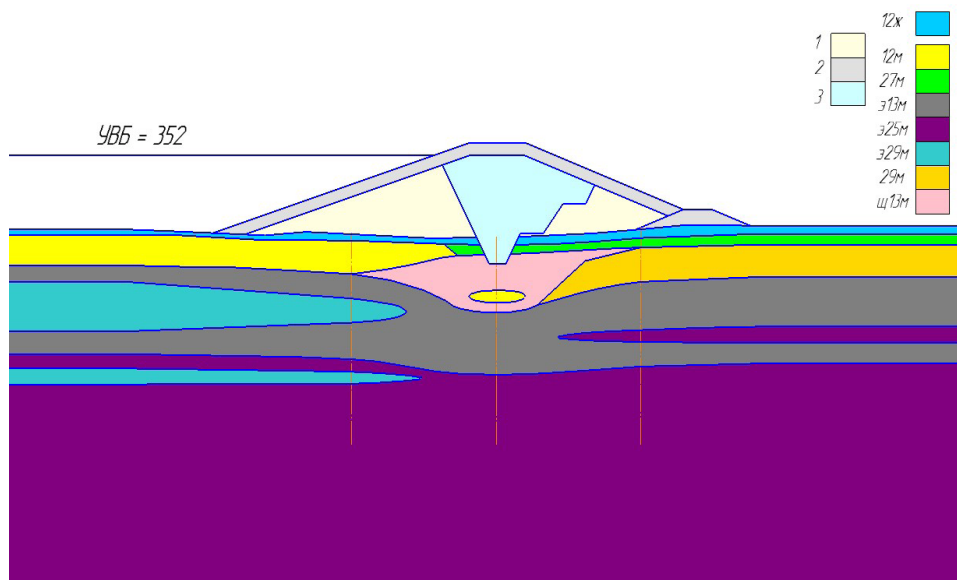


Рис. 1. Расчетные инженерно-геологические элементы, выделенные в расчетном сечении реконструируемой плотины

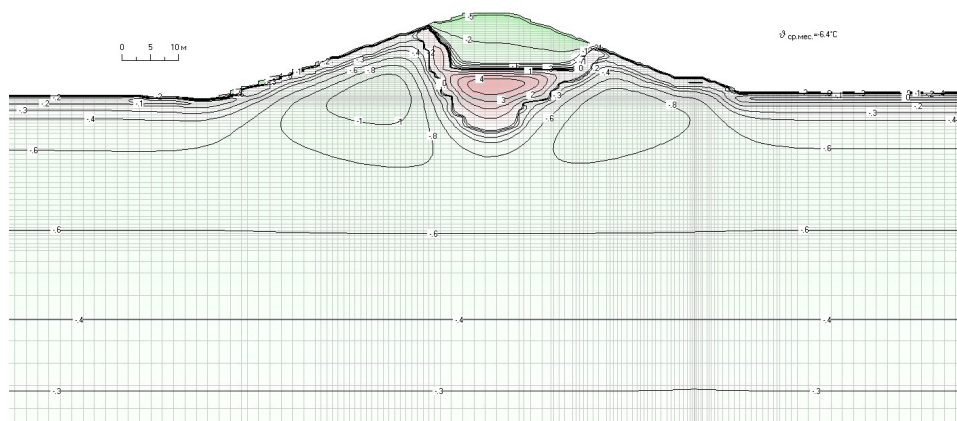


Рис. 2. Фрагмент температурного поля в расчетном сечении плотины в октябре 2019 г. (строительный период)

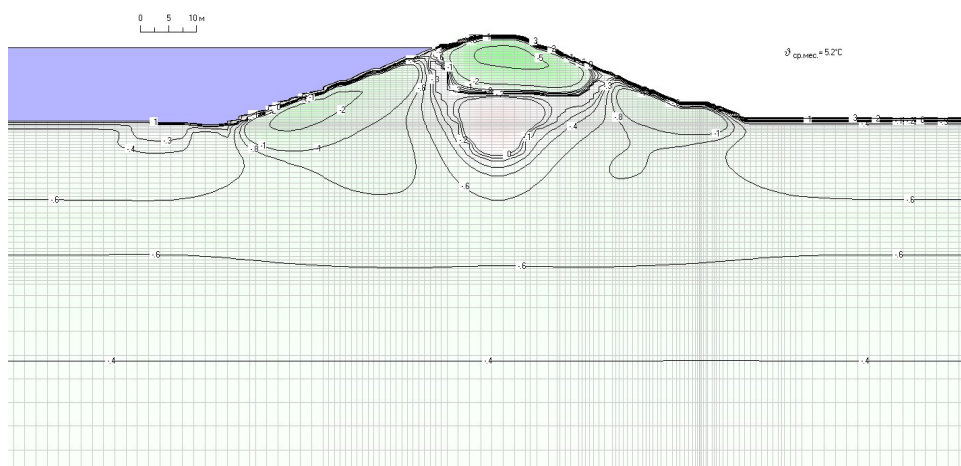


Рис. 3. Фрагмент температурного поля в расчетном сечении плотины в мае 2020 г. (сразу после заполнения водохранилища)

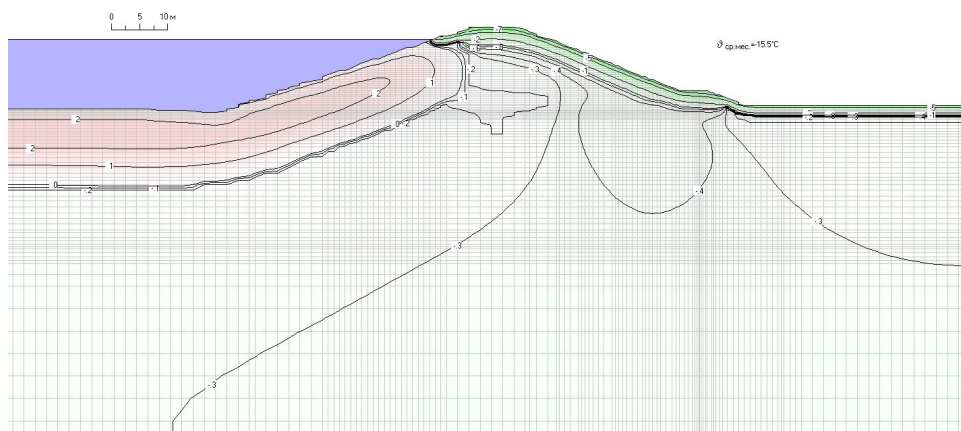


Рис. 4. Фрагмент температурного поля в расчетном сечении плотины в марте 2069 г. (к концу эксплуатационного периода)

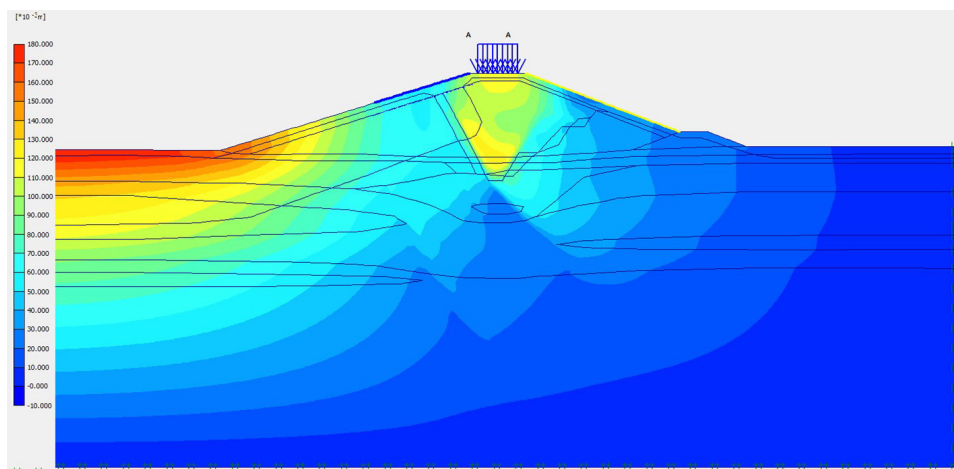


Рис. 5. Общие деформации тела и основания плотины в сентябре 2020 г. (начало эксплуатации).  $U = 110$  мм

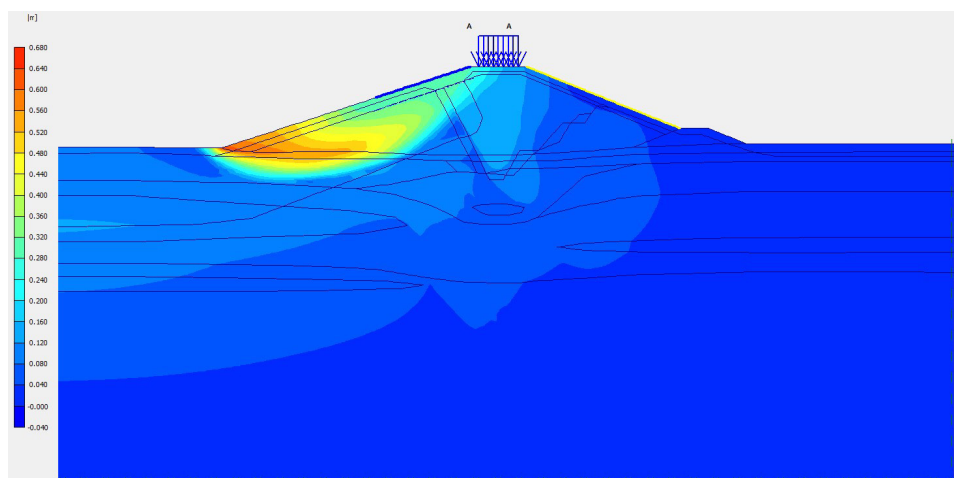


Рис. 6. Общие деформации тела и основания плотины в сентябре 2069 г. (завершение эксплуатации).  $U = 643,7$  мм

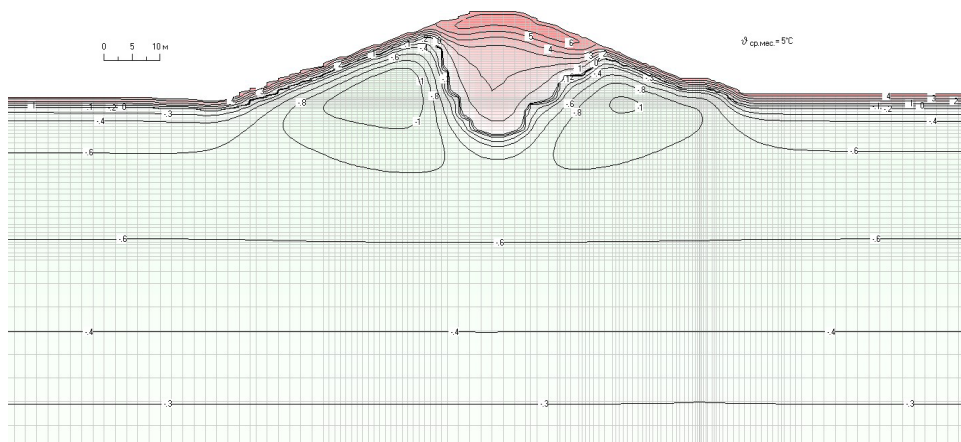


Рис. 7. Фрагмент температурного поля в расчетном сечении плотины с колонками СОУ в сентябре 2019 г. (строительный период)

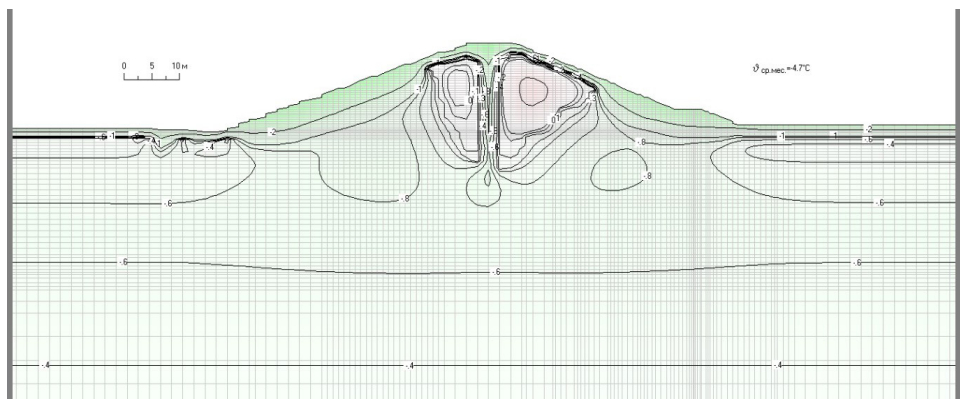


Рис. 8. Фрагмент температурного поля в расчетном сечении плотины с колонками СОУ в сентябре 2020 г. (сразу после заполнения водохранилища)



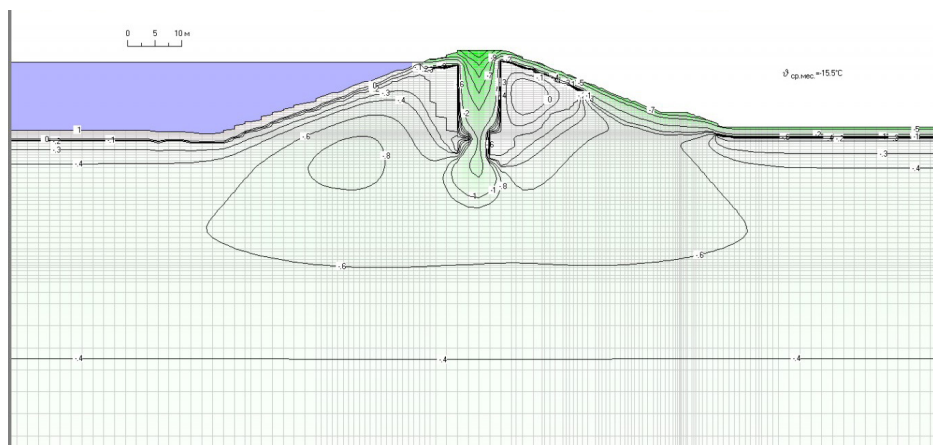


Рис. 9. Фрагмент температурного поля в расчетном сечении плотины с колонками СОУ в сентябре 2021 г. (начальный период эксплуатации)

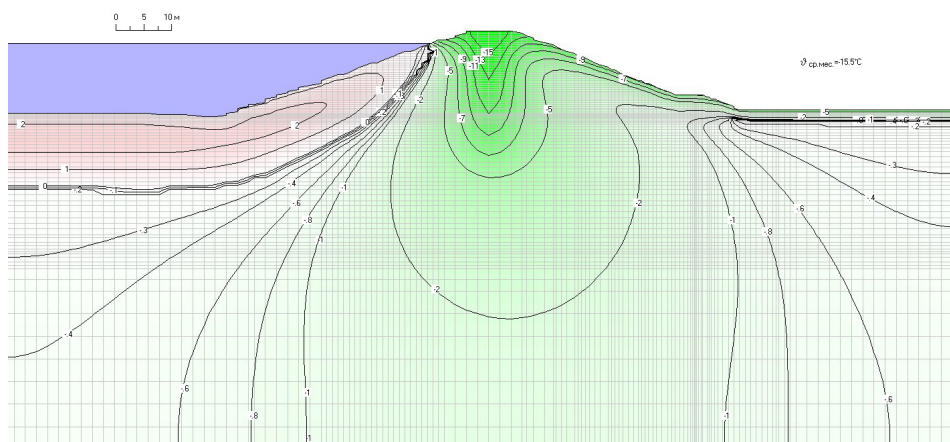


Рис. 10. Фрагмент температурного поля в расчетном сечении плотины с колонками СОУ в марте 2069 г. (к концу эксплуатационного периода)



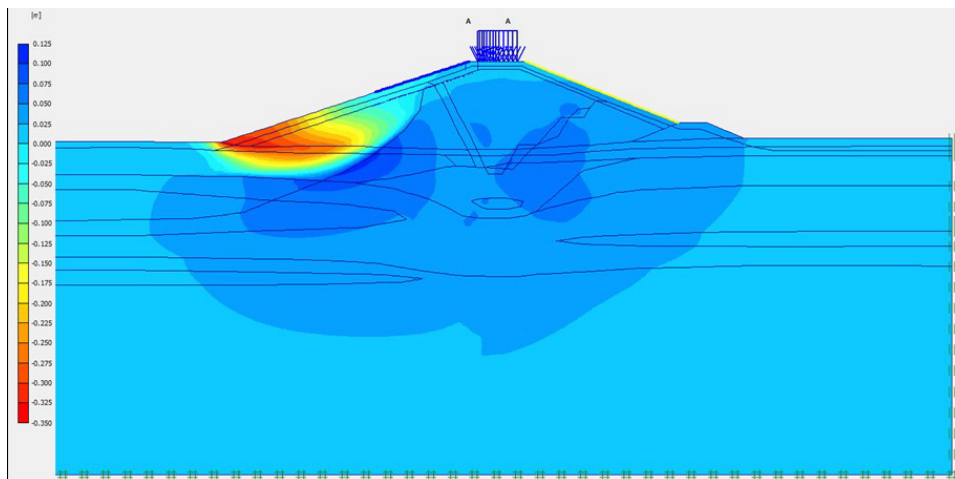


Рис. 11. Горизонтальные деформации тела и основания плотины с колонками СОУ в сентябре 2069 г. (завершение эксплуатации).  $U_{\text{гор}} = 331,63$  мм

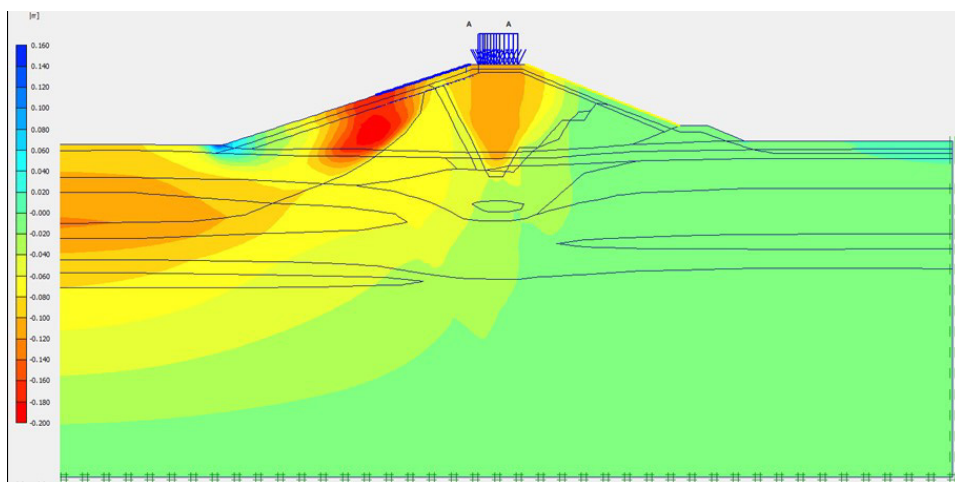


Рис. 12. Вертикальные деформации тела и основания плотины с колонками СОУ в сентябре 2069 г. (завершение эксплуатации).  $U_{\text{верт}} = 192,82$  мм

Как это видно из таблицы, коэффициент запаса статической устойчивости верхового откоса плотины, равный 1,099, не соответствует нормативному его значению 1,15 – для III класса сооружений [9]. Кроме того, наш прогноз температурного режима плотины показал, что температура ее тела и основания недостаточно низкая, чтобы обеспечить надежность сооружения, как это требует I принцип строительства в криолитозоне [2].

Для повышения эксплуатационной надежности плотины нами было предложено понизить температуру ее тела и основания путем устройства мерзлотной завесы по оси плотины с помощью сезонно охлаждающих устройств – СОУ (рис. 2).

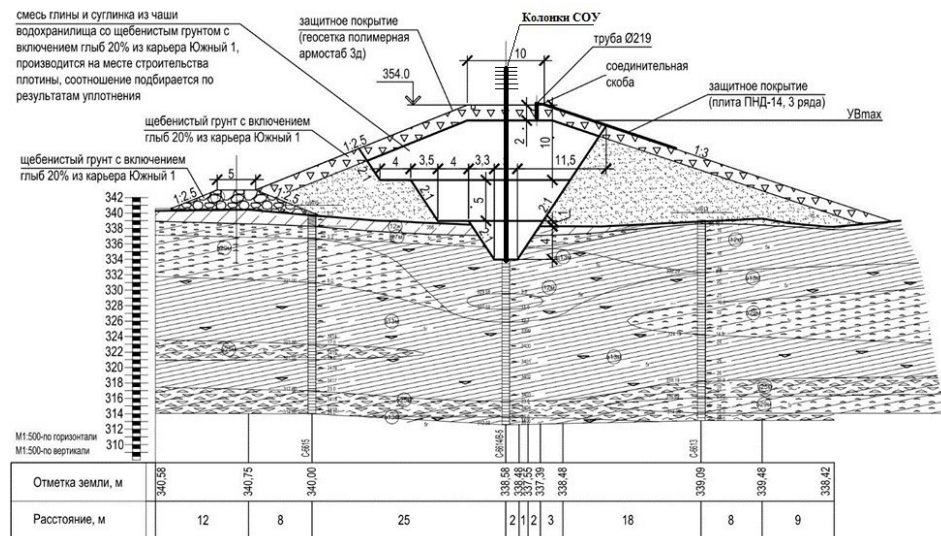


Рис. 2. Вариант реконструкции плотины с колонками СОУ

Моделирование температурного режима для этого варианта реконструкции (см. рис. 7–10 цв. вклейки) показал следующее:

- в октябре 2019 г. (в начале холодного периода года) колонки СОУ, автоматически включаясь в работу, способствуют образованию мерзлотной завесы, температура по оси плотины в конце апреля 2020 г. (перед заполнением водохранилища) составит уже порядка минус 0,5 °С;
- после заполнения водохранилища в мае 2020 г. будет происходить постепенное нарастание толщи мерзлотной завесы и охлаждение центральной зоны плотины;
- температура тела плотины к концу 2050 г. понизится до минус 5–10 °С, основание плотины охлаждается до минус 1–2 °С;

Моделирование статики и напряженно-деформированного состояния плотины с колонками СОУ, выполненное с учетом ее температурного режима, показали (см. рис. 11, 12 цв. вклейки и таблицу):

- коэффициент запаса статической устойчивости верхового откоса плотины в эксплуатационный период увеличится до 1,22, что соответствует требованиям строительных норм;
- деформации плотины к концу периода ее эксплуатации существенно (почти вдвое – 351,5 против 643,7 мм по общим деформациям) уменьшается, что является положительным фактором.



### Результаты расчетов напряженно-деформированного состояния и статической устойчивости откосов плотины

Номер вариан- та	Расчетный случай	Деформация			Фильтрация		Устойчивость	
		общая, мм	горизонтальная, мм	вертикальная, мм	скорость, м/сут	расход, л/сут	коэффициент запаса устойчивости	характеристика по- тери устойчивости
Вариант реконструкции с центральным грунтовым ядром и зубом								
1	Окончание теплого периода после за- полнения водохра- нилища (09.2020)	110	52,43	120	1,2	38	1,45	Вероятная схема потери устойчивости при невы- полнении условий устой- чивости – разрушение низового откоса
2	Окончание теплого периода перед за- вершением прогноза (09.2069)	643,7	602,69	285,78	–	–	1,099	Вероятная схема потери устойчивости при невы- полнении условий устой- чивости – разрушение верхового откоса
Вариант реконструкции с центральным грунтовым ядром и колонками СОУ								
1	Окончание теплого периода перед за- вершением прогноза (09.2069)	351,55	331,63	192,82	–	–	1,22	Вероятная схема потери устойчивости при невы- полнении условий устой- чивости – разрушение верхового откоса

#### Заключение

1. Выполнено расчетное обоснование для одного из проектных решений по реконструкции плотины на р. Улахан-Курунг-Юрюе (Якутия) после ее разрушения.



2. Предложено инженерное решение (применить сезонно охлаждающие устройства), которое весьма существенно повышает надежность реконструируемой плотины, что и подтверждено результатами расчетов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Выполнение научно-исследовательской работы для обоснования проекта реконструкции плотины Среднеботуобинского НГКМ / Рук. темы : д-р техн. наук Е. Н. Горохов ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2018. – 257 с.
2. СП 25.13330.2010. Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах (Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88). – Москва : Минрегион Рос. Федерации, 2010.
3. Реконструкция гидротехнического сооружения для обеспечения технической водой объектов Среднеботуобинского НГКМ : технико-экономическое обоснование 1 этап. 8-8-28-541 ТЭО изм.1. – Санкт-Петербург : ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, 2018. – 50 с.
4. Пат. 2016612890 Российская Федерация. Программа расчета температурного режима земляных плотин северной климатической (TRND-Calc V3.0) / Е. Н. Горохов, В. И. Логинов, С. Я. Скворцов ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – № 2016610216 ; заявл. 12.01.2016 ; опубл. 20.04.2016, Бюл. № 4. – 1 с.
5. Строительство гидротехнического сооружения для обеспечения технической водой объектов Среднеботуобинского НГКМ : техн. отчет по выполнению инженерно-гидрометеорологических изысканий / ООО «АЛАНС». – Иркутск, 2016. – 89 с. – Шифр 0884-П-001.000.000-ИГМИ-01.
6. Строительство гидротехнического сооружения для обеспечения технической водой объектов Среднеботуобинского НГКМ : результаты инженерных изысканий : техн. отчет по выполнению инженерно-геологических изысканий / ООО «АЛАНС». – Иркутск, 2016. – 71 с. – Шифр 0884-П-001.000.000-ИГЛ.
7. Пат. 2016612704 Российская Федерация. Программа визуализации температурного режима земляных плотин северной климатической (TRND-View V3.0) / Е. Н. Горохов, В. И. Логинов, С. Я. Скворцов ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – № 2016610002 ; заявл. 11.01.2016 ; опубл. 20.04.2016, Бюл. № 4. – 1 с.
8. PLAXIS Versions. Scientific Material models Dynamic manual / R.B.Y. Brink-greve, W. Broere ; Delft University of Tehnology Plaxis b.v. – The Netherlands, 2004.
9. СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : Техэксперт.

**GOROKHOV Evgeny Nikolaevich<sup>1</sup>, doctor of technical sciences, associate professor, holder of the chair of bases, foundations and engineering geology; LOGINOV Vyacheslav Ivanovich<sup>2</sup>, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of informatics and automation of production processes; MALENOV Aleksandr Anatolevich<sup>1</sup>, senior teacher of the chair of bases, foundations and engineering geology; SKVORTSOV Sergey Yakovlevich<sup>1</sup>, senior teacher of the chair of bases, foundations and engineering geology**

#### COMPUTATION JUSTIFICATION OF THE DAM RECONSTRUCTION PROJECT ON THE ULAKHAN-KURUNG-YURYUE RIVER AFTER ITS DESTRUCTION

<sup>1</sup> Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering  
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-94;  
e-mail: nn-oif@yandex.ru

<sup>2</sup> Volga State University of Water Transport  
5, Nesterov St., Nizhny Novgorod, 603600, Russia. Tel.: (831) 419-66-99;  
e-mail: loginov@vgavt-nn.ru



**Key words:** earth dam, frozen-type dam, central core, temperature regime, simulation, static stability, stress-strain state, freezing columns.

*The article presents the results of calculations of temperature regime, static calculations of stability of slopes and stress-strain state performed for justification of one of the variants of reconstruction of the destroyed earth dam on the Ulakhan-Kurung-Yuryue River in the Republic of Sakha (Yakutia).*

## REFERENCES

1. Vypolnenie nauchno-issledovatel'skoy raboty dlya obosnovaniya proekta rekonstruktsii plotiny Srednebotuobinskogo NGKM [Performance of research works for substantiation of the project of reconstruction of the dam of the Srednebotuobinskoe oil and gas condensate field]. Ruk. Temy d-r tekhn. nauk E. N. Gorokhov. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2018. 257 p.
2. SP 25.13330.2010. Osnovaniya i fundamente na vechnomyozrylykh gruntakh [Soil bases and foundations on permafrost soils]. (Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.02.04-88). Moscow: Minregion Ros. Federatsii, 2010.
3. Rekonstruktsiya gidrotekhnicheskogo sooruzheniya dlya obespecheniya tekhnicheskoy vodoy obektov Srednebotuobinskogo NGKM [Reconstruction of hydraulic structures to ensure technical water supply to the objects of the Srednebotuobinskoe OGCF]: tekhniko-ekonomicheskoe obosnovanie 1 etap. 8-8-28-541 TEO izm. 1. Saint-Petersburg. VNIIG im. B. E. Vedeneeva, 2018. 50 p.
4. Pat. 2016612890 Rossiyskaya Federatsiya. Programma raschyota temperaturnogo rezhima zemlyanykh plotin severnoy klimaticheskoy (TRND-Calc V3.0) [Software for calculating temperature regime of earth dams of Northern climate (TRND-Calc V3.0)]. Gorokhov E. N., Loginov V. I., Skvortsov S. Ya.; Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. № 2016610216; zayavl. 12.01.2016; opubl. 20.04.2011, Byul. № 4. 1 p.
5. Stroitel'stvo gidrotekhnicheskogo sooruzheniya dlya obespecheniya tekhnicheskoy vodoy obektov Srednebotuobinskogo NGKM [Construction of hydraulic structures to ensure technical water supply to the objects of the Srednebotuobinskoe OGCF]: Tekhn. otchyot po vypolneniyu inzhenerno-gidrometeorologicheskikh izyskaniy. JSC "ALANS". Irkutsk, 2016. 89 p. Shifr 0884-P-001.000.000, IGMI-01.
6. Stroitel'stvo gidrotekhnicheskogo sooruzheniya dlya obespecheniya tekhnicheskoy vodoy obektov Srednebotuobinskogo NGKM [Construction of hydraulic structures to ensure technical water supply to the objects of the Srednebotuobinskoe OGCF]: rezultaty inzhenernykh izyskaniy: tekhn. otchyot po vypolneniyu inzhenerno-geologicheskikh izyskaniy. JSC "ALANS". Irkutsk, 2016. 71 p. Shifr 0884-P-001.000.000-ILS.
7. Pat. 2016612704 Rossiyskaya Federatsiya. Programma vizualizatsii temperaturnogo rezhima zemlyanykh plotin severnoy klimaticheskoy (TRND-View V3.0) [Software for visualization of temperature regime of earth dams of Northern climate (TRND-View V3.0)]. Gorokhov E. N., Loginov V. I., Skvortsov S. Ya.; Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. № 2016610002; zayavl. 11.01.2016; opubl. 20.04.2011, Byul. № 4. 1 p.
8. PLAXIS Versions. Scientific Dynamic Material models manual. R. B. Y. Brink-qreve, W. Broere. Delft University of Tehnology Plaxis b.v. The Netherlands, 2004.
9. SP 58.13330.2012 Gidrotekhnichesknie sooruzheniya. Osnovnye polozheniya [Hydraulic structures. Generals]. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 33-01-2003 [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: Tekhekspert.

© Е. Н. Горохов, В. И. Логинов, А. А. Маленов, С. Я. Скворцов, 2018

Получено: 13.10.2018 г.



УДК 550.822.1:553.98

Е. Н. ГОРОХОВ<sup>1</sup>, д-р техн. наук, доц., зав. кафедрой оснований, фундаментов и инженерной геологии; В. И. ЛОГИНОВ<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доц. кафедры информатики и автоматизации производственных процессов; А. А. МАЛЕНОВ<sup>1</sup>, ст. преп. кафедры оснований, фундаментов и инженерной геологии; С. Я. СКВОРЦОВ<sup>1</sup>, ст. преп. кафедры оснований, фундаментов и инженерной геологии

### ОЦЕНКА ОТЕПЛЯЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ЗАЩИТЫ УСТЬЕВ НЕФТЕРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН НА МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫЕ ПОРОДЫ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно строительный университет»  
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-94;  
эл. почта: nn-oif@yandex.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»  
Россия, 603600, г. Н. Новгород, ул. Нестерова, д. 5. Тел.: (831) 419-66-99;  
эл. почта: loginov@vgvt-nn.ru

**Ключевые слова:** Арктический шельф, углеводороды, буровая платформа, температурный режим, разведочные скважины, сооружения защиты устьев, деформации оттаивания, многолетнемерзлые породы.

---

*Приведены результаты по оценке оттаивающего воздействия для одного из вариантов сооружения защиты устьев нефтеразведочных скважин на многолетнемерзлые породы шельфа Карского моря.*

---

Криолитозона Арктического шельфа занимает около 13 млн км<sup>2</sup>, она малоизучена [1]. Значительная часть этой зоны представлена многолетнемерзлыми породами (ММП). Мерзлая толща Арктического шельфа в соответствии с длительностью пребывания под морями (в результате морской трансгрессии), получая тепло сверху (море) и снизу (тепло недр земли), деградирует, начиная с 500–700 м у береговой полосы континента и островов сходит на нет (не ясно где), уходя клином (сужаясь в вертикальном разрезе) на север [1].

Предполагая, что в районе Арктического шельфа залегают весьма значительные запасы углеводородов, Россия начала разведку этих запасов путем бурения глубоких скважин с помощью буровых платформ типа JU-2000E фирмы FRIDE&GOLDMAN (рис. 1). Бурение одной такой разведочной скважины может продолжаться в течении 2 буровых сезонов (от 18 до 24 календарных месяцев), а природно-климатические условия Арктических морей таковы, что в холодный период года морская вода в результате переохлаждения (до отрицательных температур) насыщается льдом на большую глубину с образованием мощных ледовых торосов, движение которых вследствие ветровых и приливных течений в придонном слое может привести к разрушению (срезу) устьев скважин.



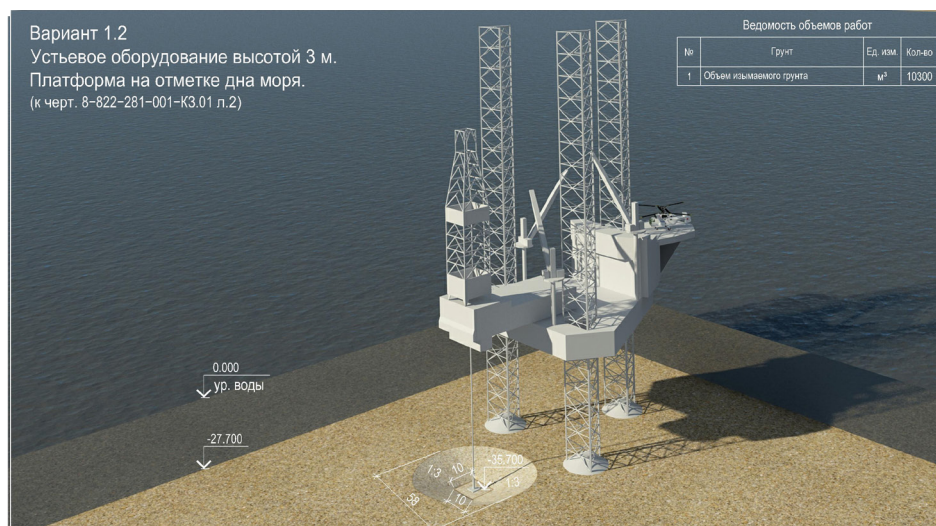


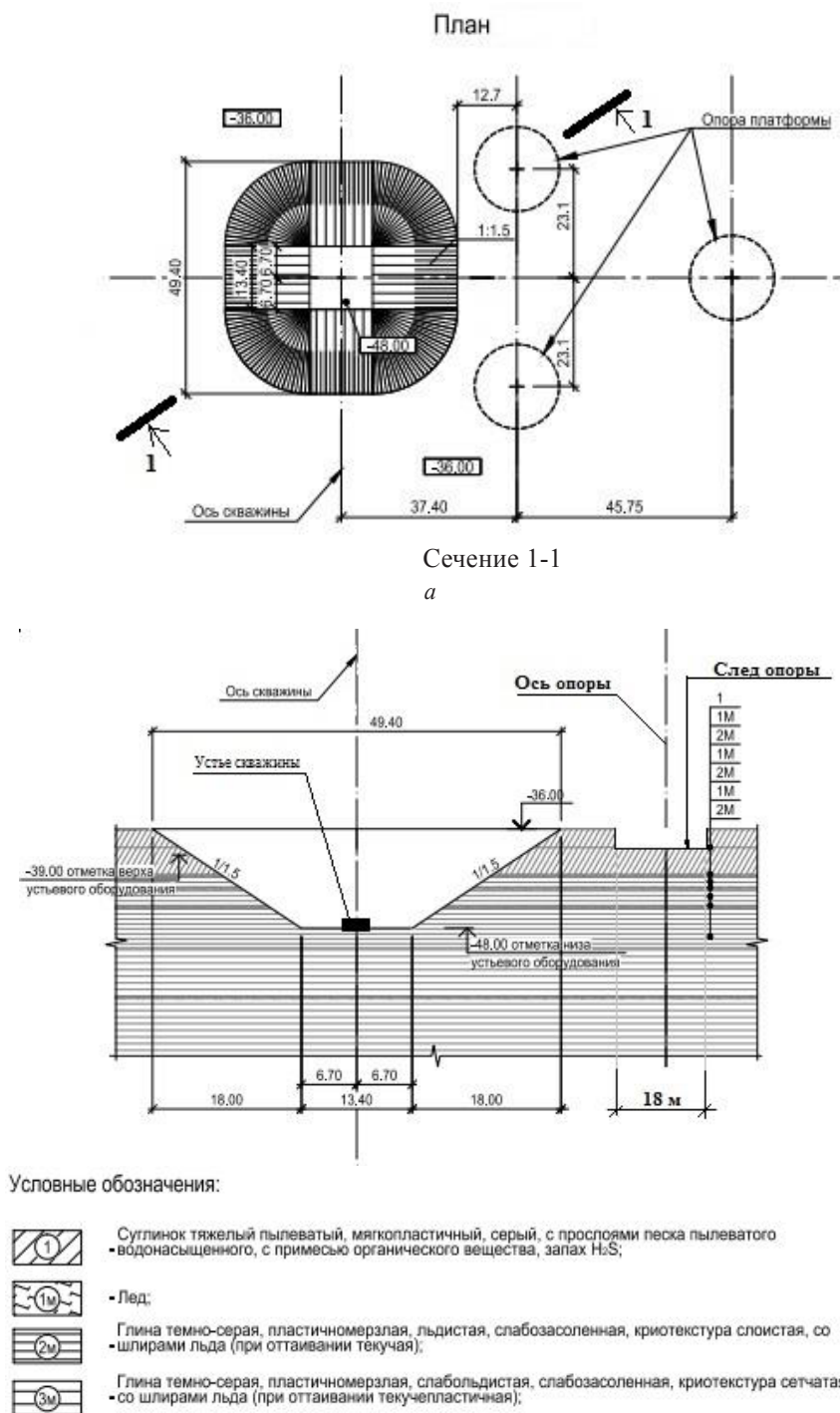
Рис. 1. Бурение нефтеразведочных скважин с помощью буровой платформы JU-2000E

АО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева» (ВНИИГ) разработал несколько вариантов защиты устья таких разведочных скважин от их разрушения путем строительства на дне моря искусственных защитных сооружений [2 и др.]. По поручению ВНИИГ авторами в ННГАСУ была выполнена предварительная (эксклюзивная) оценка тепляющего влияния таких защитных сооружений, а также опор буровой платформы на ММП Арктического шельфа. Исследование проводилось путем виртуального моделирования температурного режима ММП в программе TRND-Calc v.3.0 [3] для одного из участков поисково-разведочных работ в Карском море, расположенном в 150 км от Архипелага Новая Земля.

В геологическом строении шельф рассматриваемого участка, согласно инженерным изысканиям, представлен преимущественно мерзлыми реликтовыми континентальными плейстоценовыми отложениями пластично-мерзлых глин с прослоями льда, толщиной 0,15–0,3 м, мерзлые грунты перекрыты суглинками мягкопластичными с прослоями пылеватого песка, мощностью 5,5 м (рис. 1 цв. вклейки).

Оценка тепляющего воздействия выполнена для одного из разработанных ВНИИГ вариантов сооружений защиты устья скважины (рис. 2) путем моделирования температурного режима в расчетном сечении 1-1. По желанию заказчика моделирование включалось для 2 вариантов граничных условий температуры воды на поверхности дна моря (табл. 1). Глубина моря в расчетном сечении составляла 36 м.





б

Рис. 2. Вариант защиты устья разведочной скважины – котлован: *a* – план; *б* – разрез [2]

**К СТАТЬЕ Е. Н. ГОРОХОВА, В. И. ЛОГИНОВА, А. А. МАЛЕНОВА,  
С. Я. СКВОРЦОВА «ОЦЕНКА ОТЕПЛЯЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ  
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ЗАЩИТЫ УСТЬЕВ  
НЕФТЕРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН НА МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫЕ  
ПОРОДЫ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА»**

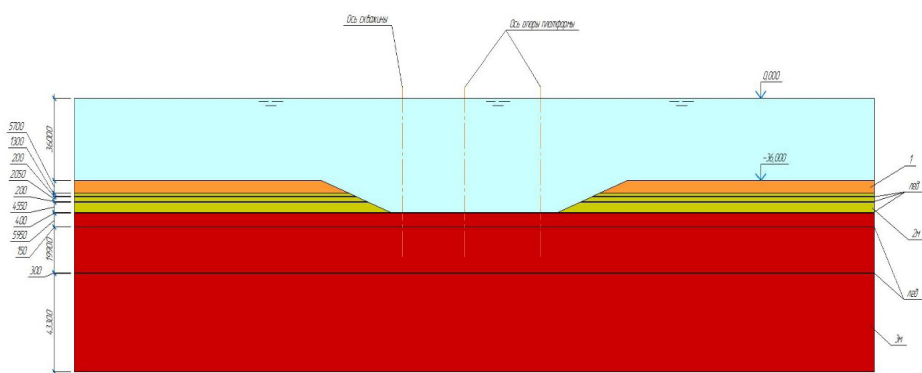


Рис. 1. Инженерно-геологические элементы, выделенные в расчетном сечении шельфа: 1 – суглинок тяжелый пылеватый, мягкопластичный, с прослоями песка пылеватого водонасыщенного, с примесью органических веществ; 1м – лед; 2м – глина темно-серая, пластичномерзлая, льдистая, слабозасоленная, криотекстура слоистая, со шлирами льда (при оттаивании текучая); 3м – глина темно-серая, пластичномерзлая, слабольдистая, криотекстура сетчатая, со шлирами льда (при оттаивании текучепластичная)

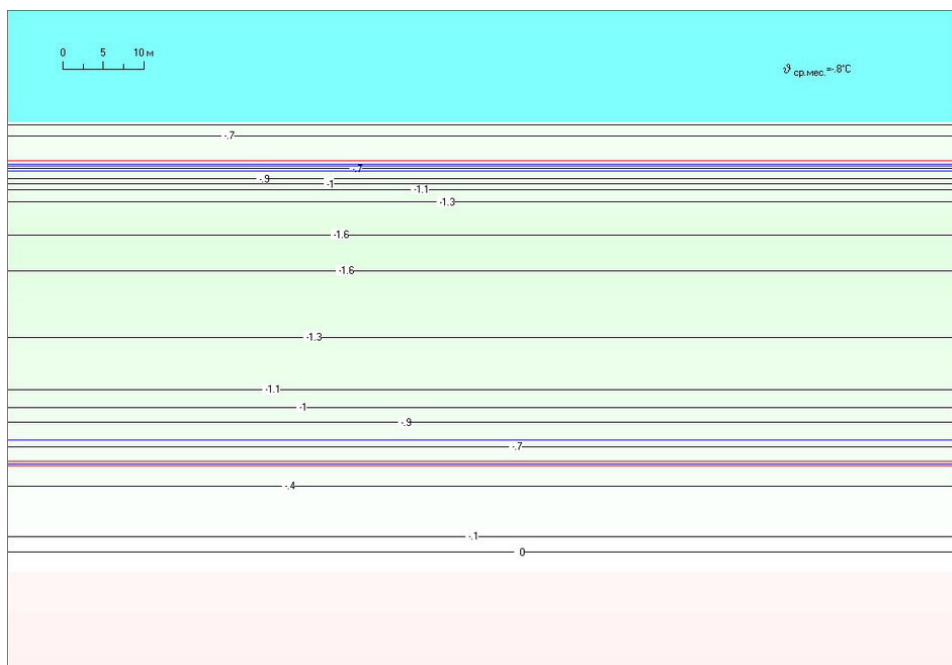


Рис. 2. Начальное температурное поле в расчетном сечении шельфа по данным геологоразведки в мае расчетного года

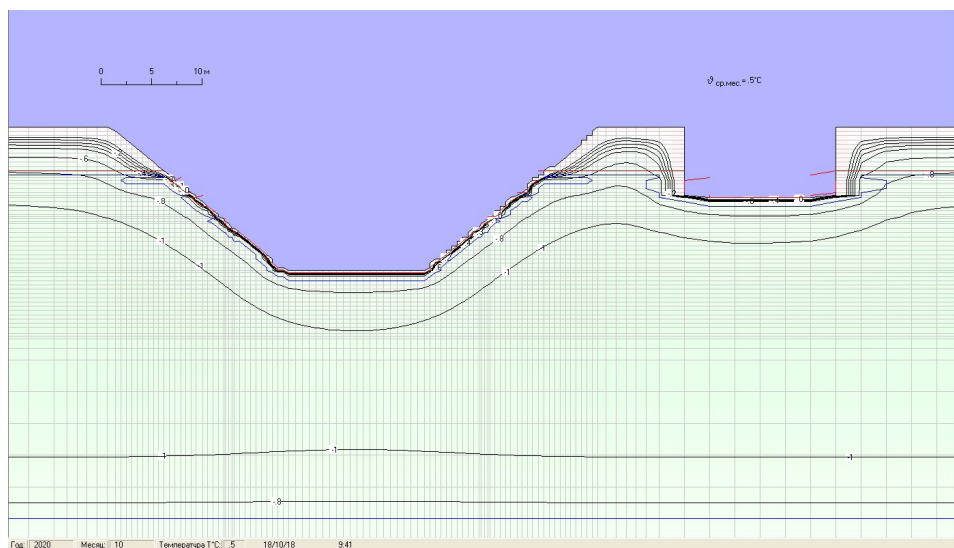


Рис. 3. Фрагмент температурного поля в расчетном сечении шельфа второго сезона бурения в октябре 2021 г. по «мягкому» варианту граничных условий

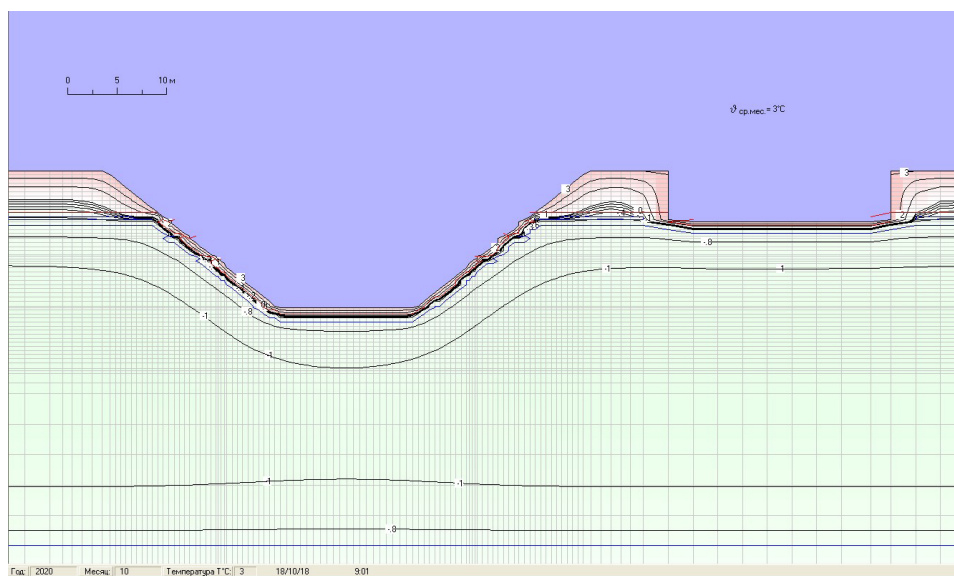


Рис. 4. Фрагмент температурного поля в расчетном сечении шельфа второго сезона бурения в октябре 2021 г. по «жесткому» варианту граничных условий



Таблица 1

**Значения среднемесячной придонной температуры воды  
расчетного года**

Вариант граничных условий	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
«мягкий»	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,7	-0,3	0,0	+0,5	0,0	-0,5
«жесткий»	-1,3	-1,5	-1,5	-1,3	-1,2	-0,7	0,0	+1,5	+2,0	+3,0	+0,5	-1,0

Моделирование температурного режима ММП включалось по следующему сценарию:

- май 2019 г. – начало прогноза. Температурное поле в мерзлой толще шельфа принимается по данным геологоразведки (рис. 2 цв. вклейки);
- начало августа 2019 г. – появился котлован указанных на рис. 2 размеров и конфигурации;
- октябрь 2019 – начало бурения скважины в первом сезоне;
- декабрь 2021 – завершение бурения скважины во втором сезоне.

Результаты моделирования по двум вариантам граничных условий представлены на рис. 3 и 4 цв. вклейки. Анализ этих результатов позволил дать оценку по величине ореолов оттаивания ММП в расчетном сечении шельфа в котловане и под опорами буровой платформы к концу второго сезона бурения скважины в соответствии с указаниями строительных норм [4]. Величины этих деформаций также приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Величины оттаивания и вертикальные деформации ММП шельфа к концу  
второго сезона бурения скважины в декабре 2021 года**

Оценочный параметр	Вариант граничных условий			
	«мягкий»		«жесткий»	
	котлован	опора	котлован	опора
Оттаивание, м	0,4	0,6	0,6	0,76
Вертикальная деформация, см	6,7	12,17	9,3	16,9

### Заключение

1. Произведена оценка утепляющего влияния защитного сооружения устья нефтеразведочной скважины на многолетнемерзлые породы Арктического шельфа для одного из поисково-разведочных районов Карского моря.
2. Оценка произведена методом математического моделирования нестационарного температурного режима ММП шельфа в виртуальной компьютерной среде по программе, разработанной в ННГАСУ.
3. Оценка носит эксклюзивный характер и она приведена впервые.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Григорьев, М. М. Эволюция прибрежно-шельфовой мерзлоты в Арктике: российские и международные экспедиции, результаты, перспективы / М. М. Григорьев // Пленарные доклады III Всероссийского научного молодежного геокриологического форума / Ин-т мерзлотоведения им. П. И. Мельникова. – Якутск, 2014. – С. 114–121.
2. Четвертая площадка поисково-разведывательного бурения. Кропоткинская-1. Методы защиты устья скважины : отчет о НИР / АО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева». – Санкт-Петербург, 2018.
3. Пат. 2016612890 Российская Федерация. Программа расчета температурного



режима земляных плотин северной климатической (TRND-Calc V3.0) / Е. Н. Горохов, В. И. Логинов, С. Я. Скворцов ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – № 2016610216 ; заявл. 12.01.2016 ; опубл. 20.04.2016, Бюл. № 4. – 1 с.

4. СП 25.13330.2010 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах (Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88). – Москва : Минрегион Рос. Федерации, 2010.

**GOROKHOV Evgeny Nikolaevich<sup>1</sup>, doctor of technical sciences, associate professor, holder of the chair of bases, foundations and engineering geology; LOGINOV Vyacheslav Ivanovich<sup>2</sup>, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of informatics and automation of production processes; MALENOV Aleksandr Anatolevich<sup>1</sup>, senior teacher of the chair of bases, foundations and engineering geology; SKVORTSOV Sergey Yakovlevich<sup>1</sup>, senior teacher of the chair of bases, foundations and engineering geology**

### **ASSESSMENT OF THE THAWING EFFECT OF HYDRAULIC STRUCTURES PROTECTING OIL EXPLORATION WELLHEADS ON PERMAFROST OF THE ARCTIC SHELF**

<sup>1</sup> Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering  
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, Russia, 603950. Tel.: +7 (831) 430-54-94;  
e-mail: nn-oif@yandex.ru

<sup>2</sup> Volga State University of Water Transport  
5, Nesterov St. Nizhny Novgorod, 603600, Russia. Tel.: +7 (831) 419-66-99;  
e-mail: loginov@vgavt-nn.ru

*Key words:* Arctic shelf, hydrocarbons, drilling platform, temperature conditions, exploration wells, protection facilities of foundations, thawing deformation, permafrost.

---

*The article presents the results of evaluation of thawing effect on the permafrost of the Kara sea shelf for one of the variants of structures protecting the mouths of petroleum exploration wellheads.*

---

1. Grigorev M. M. Evolyutsiya pribrezhno-shelfovoy merzloty v Arktike: rossiyskie i mezhdunarodnye ekspeditsii, rezultaty, perspektivy [Evolution of coastal-shelf permafrost in the Arctic: Russian and international expeditions, results, prospects]. Plenarnye doklady III Vserossiyskogo nauchnogo molodyozhnogo geokriologicheskogo foruma [Plenary reports of the III All-Russian scientific youth geocryological forum]. In-t merzlotovedeniya im. P. I. Melnikova. Yakutsk, 2014. P. 114–121.

2. Chetvyortaya ploshchadka poiskovo-razvedyvatelnogo bureniya. Kropotkinskaya-1. Metody zashchity ustya skvazhiny [The fourth site of exploration drilling. Kropotkinskaya-1. Methods of wellhead protection]: otchyot o NIR. JSC "VNIIG im. B. E. Vedeneeva", Saint-Petersburg, 2018.

3. Pat. 2016612890 Rossiyskaya Federatsiya. Programma raschyota temperaturnogo rezhima zemlyanykh plotin severnoy klimaticheskoy (TRND-Calc V3.0) [Software for calculating temperature regime of earth dams of Northern climate (TRND-Calc V3.0)]. Gorokhov E. N., Loginov V. I., Skvortsov S. Ya.; Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. № 2016610216; yayavl. 12.01.2016; opubl. 20.04.2011, Byul. № 4. 1 p.

4. SP 25.13330.2010. Osnovaniya i fundamenti na vechnomyozlykh gruntakh [Soil bases and foundations on permafrost soils]. (Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.02.04-88). Moscow: Minregion Ros. Federatsii, 2010.

© Е. Н. Горохов, В. И. Логинов, А. А. Маленов, С. Я. Скворцов, 2018

Получено: 13.10.2018 г.



УДК 627.81

**А. В. ФЕВРАЛЕВ**, канд. техн. наук, проф. кафедры гидротехнических и транспортных сооружений; **О. А. ГРАЧЕВА**, инженер

### **ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ МАЛЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ РЕКРЕАЦИИ**

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:* режим, водные ресурсы, водохранилища, рекреация.

*Приводится уравнение водного баланса водохранилищ; отмечается отсутствие методики решения этого уравнения для рекреации; рассматриваются требования к режиму рекреационных водохранилищ; исходя из этого, принимается гарантированная отдача и ее обеспеченность; предлагается методика решения уравнения водного баланса из условия достижения гарантированной отдачи к концу рекреационного периода.*

Согласно Водному кодексу РФ, использование водохранилищ осуществляется в соответствии с правилами, включающими в себя правила использования водных ресурсов водохранилищ и правила технической эксплуатации и благоустройства водохранилищ.

Правилами использования водных ресурсов водохранилищ определяется режим их использования, в том числе режим наполнения и сработки водохранилищ.

Режим использования водных ресурсов водохранилищ предусматривает обеспечение гарантированной отдачи – расхода, УВБ, мощности ГЭС и др. Гарантированная отдача может быть представлена с некоторой расчетной обеспеченностью, в качестве которой чаще используется обеспеченность по числу бесперебойных лет [1]: для водоснабжения обеспеченность принимается 95–99 %; для ГЭС – 85–98 %; для орошения земель – 75–85 %.

Обоснование режима использования водных ресурсов водохранилища осуществляется с помощью решения уравнения водного баланса [1, 2, 3]:

$$dV = Q_{\text{пр}} dt - Q_{\text{пот}} dt - dV_{\text{пот}} - Q_{\text{сбр}} dt, \quad (1)$$

где  $V$  – объем водохранилища;  $Q_{\text{пр}}$  – расход притока воды в водохранилище;  $Q_{\text{пот}}$  – расход потребления;  $V_{\text{пот}}$  – объем потерь;  $Q_{\text{сбр}}$  – сбросной расход;  $t$  – время.

Решением уравнения (1) является определение изменения объема водохранилища  $V$ , обеспечивающего заданную отдачу, например, расходы потребления.

Однако для рекреационных водохранилищ отсутствует четкое определение того, что является гарантированной отдачей. Естественно, не установлена обеспеченность этой отдачи.

К водохранилищам рекреационного назначения предъявляются специфические требования, основными из которых являются [4]:

- допустимая амплитуда колебания уровня воды в летний период при организации пляжей не более 1,5–2,0 м; в период наибольшего наплыва отдыхающих колебания уровня не должны превышать 0,3–0,8 м.

- интенсивность изменения уровня не должна превышать 0,5–1,0 м/ч;



- водный режим – устойчивый в течение купально-пляжного сезона (июнь – август) расходный и уловный режим;
- скорость течения менее 0,5 м/с;
- показатель водообмена как отношение объема стока через гидроузел к полному объему водохранилища: при площади водной поверхности менее 3 га – 4; более 3 га – 3; более 6 га – 2.

В описанных условиях известные методики обоснования режима использования ресурсов водохранилищ рекреационного назначения [1, 2, 3, 5] не могут быть применены к рекреационным водохранилищам.

Поэтому в настоящей работе предлагается методика обоснования режима использования водных ресурсов водохранилищ, предназначенных для рекреации.

Прежде всего, для разработки методики на основе изучения опыта использования рекреационных водохранилищ было установлено, что гарантированной отдачей для этих водохранилищ должна являться **рекреационно привлекательная площадь водной поверхности в конце интенсивного рекреационного периода** (определение такой площади приведено в [6]).

Обеспеченность гарантированной отдачи рекреационных водохранилищ не регламентируется. Однако такая регламентация необходима для обоснования режима использования водных рекреационных ресурсов.

Поэтому в настоящей работе проведен выбор обеспеченности гарантированной отдачи. Поскольку орошение земель и рекреационное использование водных ресурсов осуществляются в летнее время, в качестве расчетной обеспеченности гарантированной отдачи рекреационного использования принимается 75 %.

Методика основывается на уравнении водного баланса (1), которое представляется в конечных разностях:

а) для расчетов ветви наполнения

$$V_{i+1} = V_i + Q_{\text{пр},i+1} \Delta t - Q_{\text{птр},i} \Delta t - \Delta V_{\text{пот},i} - Q_{\text{сбр},i} \Delta t, \quad (2)$$

б) для расчетов ветви сброски

$$V_{i-1} = V_i - Q_{\text{пр},i-1} \Delta t + Q_{\text{птр},i} \Delta t + \Delta V_{\text{пот},i} + Q_{\text{сбр},i} \Delta t, \quad (3)$$

где  $i$  – номер периода времени,  $1 \leq i \leq 12$ ;  $\Delta t$  – интервал времени, принимаемый равным, как правило, одному месяцу;  $t$  – время.

При расчетах водохранилищ с известными параметрами учитывается ограничение:

$$V_{\text{п}} \geq V \geq V_{\text{м}},$$

где  $V_{\text{п}}$  – полный объем;  $V_{\text{м}}$  – мертвый объем водохранилища.

Расходы притока задаются в виде внутригодового распределения стока, как правило, в виде среднемесячных значений по модели реального года расчетной обеспеченности [6]:

$$Q_{\text{пр}} = Q_I, Q_{\text{II}}, \dots, Q_{\text{XII}}, \quad (4)$$

где I, II, ..., XII – порядковые номера месяцев года.

Расходы потребления также задаются в виде среднемесячных значений

$$Q_{\text{птр}} = Q_{\text{птрI}}, Q_{\text{птрII}}, \dots, Q_{\text{птрXII}}. \quad (5)$$



В расход потребления включаются расходы санитарного попуска для периодов отсутствия сбросов воды из водохранилища.

Объем потерь складывается из объемов потерь на дополнительное испарение с водной поверхности для безледоставного периода  $V_{\text{исп}}$ , потерь на фильтрацию через подпорные сооружения и их основания, в береговых примыканиях сооружений, в ложе водохранилища  $V_{\text{ф}}$ , потерь на льдообразование  $V_{\text{л}}$ . Потери определяются известными способами, например, по [3].

Наряду с потерями на дополнительное испарение с водохранилища, имеют место потери на испарение с зоны подтопления, площадь которой определяют как часть суши, прилегающей к контуру водохранилища с глубиной залегания грунтовых вод не более 2–2,5 м [3]. Слой испарения с зоны подтопления рекомендуется принимать для районов недостаточного увлажнения  $2/3z_{\text{в}}$ , для районов достаточного увлажнения –  $z_{\text{в}}$ , ( $z_{\text{в}}$  – слой испарения с воды).

Определенный по формуле (2) или (3) объем водохранилища позволяет установить уровень верхнего бьефа по морфометрической характеристике

$$V = \int_{\text{отм}}^{\text{УВБ}} F_{\text{вод.пов}} dh, \quad (6)$$

где  $F_{\text{вод.пов}}$  – площадь водной поверхности; УВБ – уровень верхнего бьефа;  $h$  – глубина, а также площадь водной поверхности по зависимости

$$F = \int_0^L B(\text{УВБ}) dl, \quad (7)$$

где УВБ – уровень верхнего бьефа;  $B$  – ширина водной поверхности;  $l$  – расстояние;  $L$  – длина подпора водохранилища.

Поскольку для рекреационного использования водохранилища большое значение имеет скорость течения воды, необходимо определять и ее. Расчет поля скоростей является достаточно сложной задачей. Для упрощения можно ограничиться определением средней по потоку скорости

$$v_{\text{ср}} = Q/\omega, \quad (8)$$

где  $Q$  – расход воды, проходящей по водохранилищу;  $\omega$  – площадь живого сечения.

При открытом русле максимальная скорость течения наблюдается на поверхности воды или вблизи ее. По [3] максимальную скорость можно оценить как:

$$v_{\text{макс}} \approx 1,5v_{\text{ср}}. \quad (9)$$

Площади живого сечения необходимо вычислять по поперечному сечению водохранилища, устанавливаемому с помощью топографического плана.

Средняя глубина

$$h_{\text{ср}} = V/F, \quad (10)$$

где  $V$  – объем водохранилища;  $F$  – площадь водной поверхности, соответствующая этому объему.

Кроме того, необходимо определять водообмен как отношение объема стока через гидроузлы к полному объему водохранилища.

Цель расчета – определить изменения характеристик водохранилища, обеспечивающих гарантированную отдачу, т. е. рекреационно полезную площадь к концу рекреационного периода.



Разработанная методика демонстрируется примером ВХР (водохозяйственные расчеты) водохранилища с рекреационными параметрами:

- площадь водной поверхности на конец рекреационного периода  $0,8 \cdot 10^6 \text{ м}^2$ ;
- соответствующий этой площади УВБ = 128,40 м БС;
- объем водохранилища  $3,55 \cdot 10^6 \text{ м}^3$  (на конец рекреационного периода).

Последовательность расчетов следующая:

1) расчеты начинаются с последнего месяца рекреационного периода (в данном случае с августа), для которого записываются рекреационные параметры водохранилища;

2) далее – «ходом назад», т. е. против хода времени к этим параметрам прибавляются результаты расчетов уравнения водного баланса до начала межени, тем самым получается ветвь сработки; в результате определяются параметры водохранилища на конец наполнения (на начало межени), основным из которых является УВБ; величина этого УВБ показывает до какого значения необходимо наполнить водохранилище, чтобы обеспечить рекреационную площадь;

3) затем – «ходом вперед» выполняется расчет ветви сработки после окончания рекреационного периода до начала половодья;

4) выполняется расчет для периода половодья (до получения необходимого УВБ); при этом получается ветвь наполнения.

В результате получен режим использования водохранилища за год обеспеченностью по стоку 75 %. Этот режим характеризуется следующим: наименьший УВБ (на конец межени) составил 126,70 м БС при объеме водохранилища  $3,23 \cdot 10^6 \text{ м}^3$  и площади водной поверхности  $0,60 \cdot 10^6 \text{ м}^2$ . Для сохранения заданной рекреационной площади ( $0,80 \cdot 10^6 \text{ м}^2$ ) производится наполнение до УВБ=128,65 м БС, за счет чего объем водохранилища возрастает до  $3,63 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ , площадь водной поверхности – до  $0,86 \cdot 10^6 \text{ м}^2$ .

По результатам расчетов принимаются: НПУ = 128,65 м БС; УМО = 126,70 м БС; полный объем водохранилища  $3,63 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ ; мертвый объем  $3,23 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ .

Водообмен за весенне-летний период как отношение объема холостого сброса и потребления за апрель-август к среднему объему водохранилища за этот период составил 2,2.

Аналогичные расчеты могут быть выполнены при других внутригодовых распределений стока. В результате будет получена серия режимов использования водных ресурсов с различными параметрами водохранилища, из которых в качестве НПУ следует принять наибольшее значение, а в качестве УМО – наименьшее значение.

Однако можно отметить, что для малых водохранилищ, создаваемых, как правило, на малых реках, наличие достаточных гидрологических данных является проблематичным.

ВХР следует проводить и для лет с обеспеченностью стока выше 75 %, например, для 90 %, 95 %. Эти расчеты дадут возможность оценить рекреационные параметры за пределами расчетной обеспеченности. В случае, если эти параметры, а именно площадь водной поверхности, будут меньше гарантированных, необходимо уточнить рекреационный потенциал, что позволит при эксплуатации ограничивать количество рекреантов для соблюдения благоприятных рекреационных и санитарных условий.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арсеньев, Г. С. Водное хозяйство и водохозяйственные расчеты : учеб. для вузов / Г. С. Арсеньев, А. Г. Иваненко. – Санкт-Петербург : Гидрометеиздат, 1993. – 272 с. : ил.
2. Водохранилища и их воздействие на окружающую среду / А. Б. Авакян, Ю. М. Матарзин, В. П. Салтанкин [и др.] ; отв. ред. Г. В. Воропаев, А. Б. Авакян ; Секция химико-технол. и биол. наук. – Москва : Наука, 1986. – 367 с. : ил.
3. Железняков, Г. В. Гидрология, гидрометрия и регулирование стока : для специальности «Гидромелиорация» / Г. В. Железняков, Т. А. Неговская, Е. Е. Овчаров. – Москва : Колос, 1984. – 432 с. : ил.
4. Сокольская, О. Б. Ландшафтная архитектура: специализированные объекты : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Садово-парковое и ландшафтное строительство» / О. Б. Сокольская, В. С. Теодоронский, А. П. Вергунов. – Москва : Академия, 2007. – 222 с.
5. Соболев, С. В. Использование водной энергии малых рек / С. В. Соболев, А. В. Февралев ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2009. – 284 с.
6. Февралев, А. В. Применение ГИС-технологий для определения параметров малых рекреационных водохранилищ / А. В. Февралев, О. А. Грачева // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2011. – № 2. – С. 70–77.
7. СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик [Электронный ресурс]. – Режим доступа : Техэксперт.

**FEVRALYOV Arkady Valentinovich, candidate of technical sciences, professor of the chair of hydraulic and transport structures; GRACHYOVA Oksana Aleksandrovna, engineer**

## RATIONALE FOR THE USE OF WATER RESOURCES OF SMALL RESERVOIRS DESIGNED FOR RECREATION

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering  
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-42-89;  
e-mail: gs@nngasu.ru

*Key words:* conditions, water reserves, reservoirs, recreation.

---

*The article presents water balance equation for reservoirs. It is underlined that methods of solving this equation for recreation do not exist. Requirements to recreational reservoirs are considered. On this basis, their efficiency is guaranteed and its adequate provision is identified. Methodology of water balance equation solution is proposed under the assumption that a guaranteed efficiency has been achieved by the end of the recreational period.*

---

## REFERENCES

1. Arsenev G. S., Ivanenko A. G. Vodnoe khozyaystvo i vodorokhozyaystvennyye raschyoty [Water industry and hydroeconomic calculations]: ucheb. dlya vuzov. Saint-Petersburg. Gidrometeoizdat, 1993. 272 p.: il.
2. Avakyan A. B., Matarzin Yu. M., Saltankin V. P. [et al.]. Vodokhranilisha i ikh vozdeystvie na okruzhayushchuyu sredu [Reservoirs and their impact on the environment]; отв. red. G. V. Voropaev, A. B. Avakyan. Sektsiya khimiko-tekhnol. i biol. nauk. Moscow. Nauka, 1986. 367 p.: il.
3. Zheleznyakov G. V., Negovskaya T. A., Ovcharov E. E. Gidrologiya, gidrometriya i regulirovanie stoka [Hydrology, hydrometry and flow regulation]: Dlya spetsialnosti "Gidromelioratsiya". Moscow. Kolos, 1984. 432 p.: il.
4. Sokolskaya O. B., Teodoronsky V. S., Vergunov A. P. Landshaftnaya arkhitektura: spetsializirovannyye obekty [Landscape architecture: specialized objects]: ucheb. posobie



dlya studentov vuzov, obuchayuschikhsya po spetsialnosti "Sadovo-parkovoe i landshaftnoe stroitelstvo. Moscow. Akademiya, 2007. 222 p.

5. Sobol S. V., Fevralyov A. V. Ispolzovanie vodnoy energii malykh rek [The use of water power of small rivers]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2009. 284 p.

6. Fevralyov A. V., Grachyova O. A. Primenenie GIS-tehnologiy dlya opredeleniya parametrov malykh rekreatsionnykh vodokhranilishch [Application of GIS-technologies to determine parameters of small recreational reservoirs]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2011. № 2. P. 70–77.

7. SP 33-101-2003. Opredelenie osnovnykh raschyotnykh gidrologicheskikh kharakteristik [Determination of basic designed hydrological characteristics] [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: Tekhekspert.

© А. В. Февралев, О. А. Грачева, 2018

Получено: 09.06.2018 г.

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

---

УДК 574.472/474(470.341)

А. И. ДМИТРИЕВ<sup>1</sup>, д-р биол. наук, проф. кафедры биологии, химии и биолого-химического образования; Д. М. КРИВОНОГОВ<sup>2</sup>, канд. биол. наук, доц., декан естественно-географического факультета; Е. А. ВАСЮКОВА<sup>1</sup>, магистрант кафедры биологии, химии и биолого-химического образования; Д. Б. ГЕЛАШВИЛИ<sup>2</sup>, д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой экологии

## ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СООБЩЕСТВ НАСЕКОМЫХ И ПАУКООБРАЗНЫХ В РАЙОНЕ ПРЕДПОЛАГАЕМОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НИЖЕГОРОДСКОГО НИЗКОНАПОРНОГО ГИДРОУЗЛА НА ОБЪЕКТЕ «ПЛОТИНА»

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет им. Козьмы Минина»

Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ульянова, д. 1. Тел.: 8-920-291-24-89; эл. почта: Dmitriev-50@mail.ru

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского»

Россия, 603950, г. Н. Новгород, пр. Гагарина, д. 23. Тел.: 8-905-012-27-14; эл. почта: deniskrivanogov@mail.ru

*Ключевые слова:* сообщество, биологическое разнообразие, насекомые, микроартроподы.

---

*Приведена современная оценка состояния сообществ насекомых и паукообразных на территории Волжской поймы, проектируемой под строительство низконапорного гидроузла.*

---

В ранее проведенных исследованиях [1, 2] было показано, что изменение природной обстановки при строительстве низконапорного гидроузла на территории Волжской поймы (Городец – Н. Новгород) в результате уничтожения среды обитания беспозвоночных животных (запечатывание почвы и подстилки, иных местообитаний), приведет к их гибели. Предварительные оценки показали, что в суммарной оценочной стоимости вреда животному миру, нанесенного строительством и затоплением при эксплуатации Нижегородского низконапорного гидроузла, 99,85 % суммы приходится на вред, оказываемый затоплением участков среды обитания почвенных и других беспозвоночных животных. Для уточнения вреда сообществам беспозвоночных, попадающим под влияние строительства Нижегородского низконапорного гидроузла, и с целью предотвращения, минимизации или ликвидации вредных и нежелательных экологических и связанных с ними социальных, экономических и других последствий необходима более детальная инвентаризация наземной биоты, в частности насекомых и паукообразных, что и явилось целью настоящего исследования.

Полевые исследования выполнены в летне-осенний период 2017 года в рамках проекта по оценке современного состояния и прогноза функционирования объектов животного мира в районе предполагаемого строительства низконапорного гидроузла и создаваемого им водохранилища на р. Волге на участке Городец – Нижний Новгород. Расположение объектов строительства

низконапорного гидроузла, пункты наблюдения за объектами животного мира и ряд других параметров в зоне предполагаемого строительства Нижегородского низконапорного гидроузла и создаваемого им водохранилища представлены на рисунке.



Пункты наблюдения на объектах района исследования: 1–3 – «Плотина»; 4–5 – «Причал»; 6–7 – «Дамба и водопровод»; 10 – «ЛЭП и связь»; 11–12 – «Временная дорога»

Территория предполагаемого строительства расположена ниже плотины Горьковской ГЭС и находится в юго-восточном направлении от г. Городца, в основном на правом берегу р. Волги. Здесь пойменные участки примыкают непосредственно к руслу реки, где преобладают луговые экосистемы и пойменные дубравы. В рельефе наблюдается чередование гряд и ложбин, вытянувшихся вдоль русла Волги. Лесные массивы представлены пойменными дубравами, в древостое которых преобладают липа, дуб, клен, вяз гладкий и реже осина и береза. В понижениях рельефа встречаются черноольховники и заболоченные участки. Пойменные луга занимают значительные по площади территории из злаково-разнотравных формаций. Достаточно многочисленны здесь пойменные озера, относящиеся к осоково-кубышковому растительному типу.

#### Материал и методы исследования

Для изучения наземной биоты применялись несколько методов сбора и отлова беспозвоночных животных. Использование нескольких методик в значительной степени увеличивает репрезентативность полученного материала и приближает полученные эколого-фаунистические данные по наземным беспозвоночным к уровню высокого выявления основных систематических групп и видов, участвующих в формировании фаунистического комплекса района строительства низконапорной плотины. При выборе способов отлова насекомых с целью изучения видового состава и численности учитывали особенности экологии групп





насекомых и растительности изучаемого биотопа. При отлове лесных насекомых-герпетобионтов применяли почвенные ловушки Барбера. В открытых биотопах (пойменный луг, заросли кустарников, лесные поляны) использовали метод кошения энтомологическим сачком и ручной сбор [3, 4, 5, 6, 7, 8].

Сбор почвенных микроартропод проводили по традиционной методике путем взятия образцов почвы металлической рамкой, объемом 125 см<sup>3</sup>. Извлечение микроартропод из образцов почвы осуществляли с использованием термоэлектровентиляторов Берлезе-Тулльгрена. Выгонка производилась в стаканы с водой в течение 3-4 дней. Организмы, попавшие в стаканы, отфильтровывались. С фильтра, помещенного в чашку Петри, под биноклем с помощью препаровальной иглы проводили выборку животных. Из собранного материала для видовой идентификации членистоногих готовили временные препараты с применением молочной кислоты. Подсчет численности микроартропод производился в каждой из 25 проб, взятых с каждой площадки [9]. Количественные показатели собранного материала представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Количественные показатели собранного материала по беспозвоночным животным в районе строительства Нижегородского низконапорного гидроузла в 2017 году (объект «Плотина»)**

Систематические группы	Количество пунктов наблюдений	Протяженность маршрутов (км)	Количество пробных площадок	Отработано ловушко/ суток	Отмечено или отловлено особей
Наземные насекомые	3	6	15	90	160
Микроартроподы	3	-	30	-	334
Всего	3	6	45	90	494

В районе непосредственного расположения низконапорной плотины на левобережье и правобережье р. Волги обследованы 3 пункта наблюдений в биотопах пойменного луга, пойменной дубравы и зарослей кустарника (рис. 1). Результатом обследования 3 пунктов наблюдений явились сводные таблицы, где представлены таксономические списки отловленных насекомых и оribатид, численность видов и плотность населения, рассчитанная на 1 гектар территории.

**Результаты и обсуждение**

В процессе экологического обследования территории объекта «Плотина» изучен видовой состав насекомых, составляющих основу населения энтомофауны в условиях пойменных экосистем. Особое значение имеют выявленные виды насекомых, занесенные в Красную книгу Нижегородской области, как показатели ценности пойменных биотопов, служащих природными резерватами их местообитаний.

На территории объекта «Плотина» (3-й пункт наблюдений) отловлено 160 особей наземных насекомых, относящиеся к 55 видам и 24 семействам. Некоторое преобладание в видовом плане – 24 (около 43 %) отмечено для отряда *Coleoptera* (жуки), представленного семействами *Carabidae*, *Silphidae*, *Scirididae*, *Curculionidae*, *Chrysomelidae*, и некоторые др. В составе этого отряда на территории 2-го пункта наблюдения отмечен вид (*Meloe proscarabaeus* – майка





черная), занесенный в Красную книгу Нижегородской области. Отряд Hemiptera (полужесткокрылые) представлен 11 видами (19,6 %).

Наиболее многочисленными в составе этого отряда являлись представители семейств *Miridae* и *Pentatomidae*, представленные 10 видами (91 %). Отряд *Diptera* (двукрылые) представлен 7 видами, в составе этого отряда в видовом плане преобладали представители семейства *Syrphidae* (57 %). Остальные отряды (*Hymenoptera*, *Lepidoptera*, *Orthoptera* и *Homoptera*) в видовом соотношении были менее разнообразны, и в их составе отмечено от 1 до 5 видов.

Таблица 2

**Численность и плотность наземных насекомых на территории  
объекта «Плотина» в 2017 году**

Пункт на- блю- дений	Пойменная дубрава			Пойменный луг			Заросли кустарника		
	Коли- чество особей (эн- том. сачок)	Коли- чество особей (ловуш- ки барбе- ра)	Плот- ность на 1 га	Коли- чество особей (эн- том. сачок)	Коли- чество особей (ловуш- ки барбе- ра)	Плот- ность на 1 га	Коли- чество особей (эн- том. сачок)	Коли- чество особей (ловуш- ки барбе- ра)	Плот- ность на 1 га
1	41	10	4 200						
2				71	5	7 150			
3							29	4	2 940

Таблица 2 демонстрирует численность и плотность наземных насекомых в биотопах объекта «Плотина». Так, на пойменном лугу (2-й пункт наблюдений) отловлено 76 особей, относящихся к 47 видам и 19 семействам. Наиболее многочисленным по количеству отловленных особей (48,1 % от общего улова), а также по видовому разнообразию (46,8 % от общего количества видов в улове) является отряд *Coleoptera*, представленный достаточно разнообразными семействами. Менее многочисленны были представители полужесткокрылых, двукрылых и чешуекрылых. Остальные отряды представлены 1-2 семействами и видами. Средняя плотность насекомых на 1 га территории пойменных лугов составила 7 150 особей (табл. 2).

В экосистемах пойменных дубрав (1-й пункт наблюдений) отловлена 51 особь этого класса. В составе рассматриваемой группы животных также доминировали представители жесткокрылых (45 %). Средняя плотность насекомых на 1 га территории пойменных дубрав составила 4 200 особей, почти в два раза отличаясь от таковой пойменных лугов (табл. 2).

В биотопах зарослей кустарника отловлены 33 особи этого класса. Видовой состав не отличался разнообразием (всего 24 вида). Плотность их в рассматриваемом типе биотопа оказалась минимальной и составила 2 940 особей на 1 га территории (табл. 2).

Специфика экологической структуры сообществ насекомых оценивалась с помощью индексов биологического разнообразия (табл. 3).



Таблица 3

**Экологическая структура сообществ наземных насекомых  
на территории объекта «Плотина» в 2017 году**

Показатель	Экосистема		
	пойменная дубрава	пойменный луг	заросли кустарника
Число особей $N$	51	76	33
Число видов $S$	32	47	24
Индекс разнообразия Шеннона $\overline{H} = -\sum \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N}$	3,351	3,730	3,043
Индекс Пиелу $e = \frac{H}{\ln S}$	0,967	0,969	0,957
Индекс видового богатства $D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$	7,884	10,622	6,578
Индекс доминирования Бергера-Паркера $d = \frac{N_{\max}}{N}$	0,078	0,066	0,152
Вид доминант	муха мясная серая ( <i>Sarcophaga carnaria</i> L.); ильница лесная ( <i>Eristalis nemorum</i> L.)	кобылка бурая ( <i>Chortoppus apricarius</i> L.)	муха мясная серая ( <i>Sarcophaga carnaria</i> L.)

Экологическая структура сообществ наземных насекомых на территории объекта «Плотина» представлена в табл. 3. Наибольшее число видов отмечено на пойменном лугу ( $S = 47$ ), это же сообщество характеризуется самым высоким биологическим разнообразием ( $H = 3,730$ ) и видовым богатством ( $D = 10,622$ ). В экосистемах пойменных дубрав индекс разнообразия Шеннона оказался несколько ниже 3,351. Еще более низким биологическим разнообразием обладают заросли кустарника ( $H = 3,043$ ). Видовое богатство, оцениваемое с помощью индекса Маргалефа, коррелирует со значением индекса Шеннона: в биотопе



заросли кустарника самое низкое – 6,578, тогда как пойменная дубрава обладает промежуточным значением этого показателя – 7,884.

Индекс Пиелу, демонстрирующий выравнивание соотношения видового состава и количества особей в сообществах, во всех сообществах оказался довольно высоким и изменялся в пределах от 0,957 до 0,969. Это свидетельствует о достаточно хороших условиях существования для всех основных групп насекомых в исследуемых экосистемах (табл. 3).

Значение индекса доминирования обратно пропорционально биологическому разнообразию, самым высоким значением этого показателя характеризуются заросли кустарника ( $d = 0,152$ ), тогда как в пойменной дубраве ( $d = 0,078$ ) и пойменном лугу ( $d = 0,066$ ) успех доминирования самых распространенных видов оказался примерно в два раза меньше. Все это свидетельствует об устойчивости сообществ насекомых на территории исследования.

Микроартроподы – наиболее многочисленная группа эдафобионтов, в составе которых преобладает отряд панцирных клещей (*Oribatida*); в значительно меньшей степени представлен отряд коллемболы. Практическое значение микроартропод очень велико для всех типов экосистем, т. к. они принимают самое активное участие в процессах почвообразования. Нами собрано и определено 2 554 экземпляра, относящихся к 36 видам панцирных клещей и двум родам коллембол. Средняя численность микроартропод на 1 м<sup>2</sup> почвы луговых экосистем объекта «Плотина» составила 4 400 особей. Средняя плотность на 1 га – 44 000 000 особей. В луговых экосистемах отловлено 7 особей коллембол, относящихся к одному семейству и двум родам (табл. 4). В экосистемах пойменных дубрав объекта «Плотина» средняя численность микроартропод на 1 м<sup>2</sup> почвы составила 5 200 особей, что несколько выше, чем в луговых экосистемах. Средняя плотность их на 1 га территории Волжской поймы составила 52 000 000 экземпляров. В меньшей степени рассматриваемая группа животных была представлена в биотопах зарослей кустарников. Здесь отловлены 94 особи микроартропод, относящиеся к 28 видам панцирных клещей и двум родам коллембол (табл. 4). Численность микроартропод в зарослях кустарников составила 3 760 особей на 1 м<sup>2</sup>. Их плотность на 1 га территории в этом типе биотопов составила 37 600 000 особей.

Доминирующими видами в составе панцирных клещей в пределах трех типов экосистем являются: *Scheloribates laevigatus* – 9,3 %, *Punctoribates punctum* – 5,4 % и *Adoristes poppei* – 5,8 %. Субдоминанты отсутствуют, остальные виды занимают от 1,0 до 4,0 %. Таким образом, доминируют скважинный морфо-экологический тип *Punctoribates punctum* и *Scheloribates laevigatus*, относящиеся к эврибионтным неспециализированным формам, что свидетельствует о некоторой рекреационной нагрузке территории объекта «Плотина».

В составе жизненных форм преобладали Поверхностные и Неспециализированные, в меньшей степени были представлены Скважинные, Гидробионтные и Подстилочные. Несмотря на высокую степень доминирования некрупных неспециализированных видов, число поверхностных морфо-экологических типов преобладает. От общего числа орибатид луговых и лесных экосистем территории объекта «Плотина» около 18 % представлены на стадии личинок.

Данные по коллемболам в экосистемах объекта «Плотина» представлены в табл. 4. Здесь собрано 22 экземпляра, относящихся к 1 семейству и двум родам. Средняя численность их на 1 м<sup>2</sup> в почвах объекта «Плотина» составила 2 800 экземпляров, а плотность на 1 га территории этого типа экосистем – 28 000 000



особей. Представленность жизненных форм в экосистемах рассматриваемого объекта: верхне- и нижнеподстилочные около 20 %, верхне- и нижнепочвенные – 80 %. Оба рода коллембол (*Tullbergia* и *Onychiurus*) примерно равно представлены в пойменных экосистемах.

В табл. 4 представлена информация по численности и плотности микроартропод в экосистемах пойменного луга, пойменных дубрав и зарослей кустарников (3 пункта наблюдений) объекта «Плотина». Численность микроартропод на 1 м<sup>2</sup> экосистемах пойменного луга находилась в пределах 4 400 особей. Плотность на 1 га территории 44 000 000 экземпляров.

Таблица 4

**Учет почвенных микроартропод на 3 пунктах наблюдений  
объекта «Плотина» в 2017 году**

Пункт наблю- дений	Пойменная дубрава			Пойменный луг			Заросли кустарника		
	Коли- чество особей на 125 см <sup>3</sup>	Чис- лен- ность на 1 м <sup>2</sup>	Плот- ность на 1 га	Коли- чество особей на 125 см <sup>3</sup>	Чис- лен- ность на 1 м <sup>2</sup>	Плот- ность на 1 га	Коли- чество особей на 125 см <sup>3</sup>	Чис- лен- ность на 1 м <sup>2</sup>	Плотность на 1 га
1	13,0	5 200	52 000 000						
2				11,0	4 400	44 000 000			
3							9,4	3 760	37 600 000

В экосистемах пойменных дубрав численность колебалась в пределах 5 200 особей на 1 м<sup>2</sup>, а плотность – 52 000 000 особей на 1 га и в экосистемах кустарниковых зарослей численность на 1 м<sup>2</sup> составляла 3 760 особей, а плотность на 1 га – 37 600 000 особей.

Экологическая структура сообществ микроартропод анализировалась с помощью индексов биологического разнообразия (табл. 5).

Таблица 5

**Экологическая структура сообществ микроартропод  
на территории объекта «Плотина» в 2017 году**

Показатель	Экосистема		
	пойменная дубрава	пойменный луг	заросли кустарника
Число особей $N$	130	113	94
Число видов $S$	35	29	30
Индекс разнообра- зия Шеннона $\overline{H} = -\sum \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N}$	3,349	3,231	3,203



Окончание табл. 5

Показатель	Экосистема		
	пойменная дубрава	пойменный луг	заросли кустарника
Индекс Пиелу $e = \frac{H}{\ln S}$	0,942	0,959	0,942
Индекс видового богатства $D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$	6,985	5,923	6,383
Индекс доминирования Бергера-Паркера $d = \frac{N_{\max}}{N}$	0,115	0,071	0,085
Вид доминант	<i>Scheloribates laevigatus</i>	<i>Tropocarus carinatus</i> ; <i>Scheloribates laevigatus</i>	<i>Galumna obvia</i>

Наибольшее число видов отмечено в сообществе микроартропод пойменной дубравы – 35, тогда как сообщество зарослей кустарника складывается из 30 видов, а сообщество пойменного луга – 29 видами (табл. 5).

Значение индекса Шеннона во всех сообществах довольно высокое и изменяется незначительно в пределах от 3,203 до 3,349. Выравненность видов также приблизительно одинаковая: в сообществах дубравы и зарослей кустарника она составляет 0,942, а сообществе луга – 0,959. Это говорит о равно представленности большей части видов (табл. 5).

Видовое богатство, оцениваемое с помощью индекса Маргалефа, коррелирует с общим числом обнаруженных видов: самое высокое отмечено в сообществе микроартропод пойменной дубравы – 6,985; несколько ниже в сообществе зарослей кустарника – 6,383; самое низкое на пойменном лугу – 5,923. Доминирующие виды обладают различной долей в сообществе микроартропод: 11,5 % – составляет доминант в сообществе дубравы; 8,5 % в сообществе зарослей кустарника и 7,1 % – в биотопе пойменного луга (табл. 5).

### Выводы

1. На территории района исследования в составе наземных насекомых отмечено доминирование отряда *Coleoptera* (43 %). В составе этого отряда отмечен вид, занесенный в Красную книгу Нижегородской области – майка черная (*Meloe proscarabaeus*).

2. Максимальная плотность насекомых отмечена для экосистем пойменных лугов – 7 150 особей на 1 га, в пойменных дубравах этот показатель составил 4 200 особей на 1 га, минимальная плотность зарегистрирована в зарослях кустарника – 2 940 особей на 1 га территории.



3. Наибольшее число видов также отмечено для экосистем пойменного луга ( $S = 47$ ), это же сообщество характеризуется и самым высоким биологическим разнообразием ( $H = 3,730$ ) и видовым богатством ( $D = 10,622$ ). В экосистемах пойменных дубрав индекс разнообразия Шеннона оказался несколько ниже (3,351). Еще более низким биологическим разнообразием обладают заросли кустарника ( $H = 3,043$ ). Индекс Пиелу, характеризующий структурное разнообразие, во всех сообществах оказался довольно высоким и изменялся в пределах от 0,957 до 0,969. Это свидетельствует об устойчивости сообществ насекомых на территории исследования.

4. Всего в районе исследования собрано и определено 2 554 экземпляра микроартропод, относящихся к 36 видам панцирных клещей и двум родам коллембол. Средняя численность микроартропод на 1 м<sup>2</sup> почвы луговых экосистем составила 4 400 особей. Средняя плотность на 1 га – 44 000 000 особей. В биотопах пойменных дубрав средняя численность микроартропод на 1 м<sup>2</sup> почвы составила 5 200 особей, что несколько выше, чем в луговых экосистемах, а средняя плотность их на 1 га составила 52 000 000 экземпляров. Численность микроартропод в зарослях кустарников составила 3 760 особей на 1 м<sup>2</sup>, а плотность на 1 га территории составила 37 600 000 особей.

5. В составе жизненных форм этой группы животных преобладают поверхностные и неспециализированные, в меньшей степени были представлены скважинные, гидробионтные и подстилочные. Несмотря на высокую степень доминирования не крупных неспециализированных видов, число поверхностных морфо-экологических типов преобладает.

6. Коллемболы представлены в меньшей степени. Средняя численность их на 1 м<sup>2</sup> в почвах трех типов экосистем составила 2 800 экземпляров, а плотность на 1 га территории 28 000 000 особей. По жизненным формам обнаруженные виды относятся к верхне- и нижнеподстильным (около 20 %), верхне- и нижнепочвенным – 80 %. Индекс Шеннона во всех трех типах экосистем отличается незначительно и находится в пределах 3,203–3,349. То же характерно и для других экологических индексов. Таким образом, сообщества микроартропод района исследования обладают довольно высоким биологическим и структурным разнообразием.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современное состояние и прогноз функционирования фито- и зооценозов ООПТ «Дубрава у города Городца» при строительстве Нижегородского низконапорного гидроузла и создаваемого им водохранилища на р. Волге / Д. Б. Гелашвили, А. И. Дмитриев, М. В. Сидоренко, М. Е. Безруков, А. А. Нижегородцев, И. Н. Маркелов // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2016. – № 1. – С. 97–104.
2. Современное состояние и оценка вреда животному и растительному миру Волжской поймы на участке Городец – Нижний Новгород при строительстве Нижегородского низконапорного гидроузла и создаваемого им водохранилища на реке Волге / Д. Б. Гелашвили, А. И. Дмитриев, М. В. Сидоренко, М. Е. Безруков, А. А. Нижегородцев, И. Н. Маркелов // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2016. – № 2. – С. 121–129.
3. Горностаев, Г. Н. Определитель отрядов и семейств насекомых фауны России / Г. Н. Горностаев. – Москва : Логос, 1999. – 176 с.
4. Грюнталь, С. Ю. Организация сообществ жуков (Coleoptera, Carabidae) лесов Восточно-Европейской (Русской) равнины / С. Ю. Грюнталь. – Москва : Галлея-Принт, 2008. – 484 с.



5. Систематический список жуужелиц (Carabidae) России [Электронный ресурс] / К. В. Макаров, О. Л. Крыжановский, И. А. Белоусов, А. С. Замотайлов, И. И. Кабак, Б. М. Катаев, В. Г. Шиленков, А. В. Маталин, Д. Н. Федоренко. – Режим доступа : [http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/car\\_rus.htm](http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/car_rus.htm).
6. Мамаев, Б. М. Определитель насекомых Европейской части СССР : учеб. пособие для студентов биол. специальностей пед. ин-тов / Б. М. Мамаев, Л. Н. Медведев, Ф. Н. Правдин. – Москва : Просвещение, 1976. – 304 с.
7. Определитель жесткокрылых Среднего Поволжья. Ч. 1 Agerphaga и Muxophaga. – Ульяновск, 2002. – 70 с. – (Серия «Природа Ульяновской области»).
8. Плавильщиков, Н. Н. Определитель насекомых / Н. Н. Плавильщиков. – Изд. 3-е. – Москва : Тоикал, 1994. – 544 с.
9. Определитель обитающих в почве клещей. – Ленинград : Наука, 1977. – 718 с.

**DMITRIEV Aleksandr Ivanovich<sup>1</sup>, doctor of biological sciences, professor of the chair of biology, chemistry and biological and chemical education; KRIVONOGOV Denis Mikhaylovich<sup>2</sup>, candidate of biological sciences, associate professor, dean of the natural-geographical faculty; VASYUKOVA Ekaterina Aleksandrovna<sup>1</sup>, undergraduate student of the chair of biology, chemistry and biological and chemical education; GELASHVILI David Beganovich<sup>2</sup>, doctor of biological sciences, professor, holder of the chair of ecology**

#### **ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF INSECT AND ARACHNIDA COMMUNITIES IN THE AREA OF THE PROPOSED CONSTRUCTION OF A LOW-PRESSURE HYDROELECTRIC COMPLEX AT THE CONSTRUCTION SITE “DAM” IN NIZHNY NOVGOROD REGION**

<sup>1</sup>Kozma Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University  
1, Ulyanov St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7-920-291-24-89;  
e-mail: Dmitriev-50@mail.ru

<sup>2</sup>National Research Lobachevsky State University  
23, Gagarin Ave., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7-905-012-27-14;  
e-mail: deniskrivonogov@mail.ru

*Key words:* community, biological diversity, insects, microarthropods.

*The article gives a current assessment of the condition of insect and arachnida communities on the territory of the Volga floodplain, projected for construction of a low-pressure hydroelectric complex.*

#### **REFERENCES**

1. Gelashvili D. B., Dmitriev A. I., Sidorenko M. V., Bezrukov M. E., Nizhegorodtsev A. A., Markelov I. N. Sovremennoe sostoyanie i prognoz funktsionirovaniya fito- i zootsenozov OOPT «Dubrava u goroda Gorodtsa» pri stroitelstve Nizhegorodskogo nizkonapornogo gidrouzla i sozdavaemogo im vodokhranilisha na r. Volge [Current state and forecast of phyto- and zoocenoses functioning of the specially protected natural area “Dubrava u goroda Gorodtsa” during construction of a Nizhny Novgorod low-head hydrounit and created by it reservoir on the Volga river]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2016. № 1. P. 97–104.
2. Gelashvili D. B., Dmitriev A. I., Sidorenko M. V., Bezrukov M. E., Nizhegorodtsev A. A., Markelov I. N. Sovremennoe sostoyanie i otsenka vreda zhivotnomu i rastitelnomu miru Volzhskoy poymy na uchastke Gorodets-Nizhniy Novgorod pri stroitelstve Nizhegorodskogo





nizkonapornogo gidrouzla i sozdavaemogo im vodokhranilischa na reke Volge [Current state and evaluation of harm to flora and fauna of the Volga floodplain on the Gorodets – Nizhny Novgorod section when building a Nizhny Novgorod low-head hydrounit and creating by it a reservoir on the Volga river]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2016. № 2. P. 121–129.

3. Gornostaev G. N. Opredelitel otrядov i semeystv nasekomykh fauny Rossii [The identifier of the insect group and families of Russian fauna]. Moscow: Logos, 1999, 176 p.

4. Gryuntal S. Yu. Organizatsiya soobshchestv zhuzhelits (Coleoptera, Carabidae) lesov Vostochno-Evropeyskoy (Russkoy) ravniny [Organization of ground beetle communities (Coleoptera, Carabidae) in the forests of the East-European (Russian) plain]. Moscow: Galleya-Print, 2008, 484 p.

5. Sistematicheskiy spisok zhuzhelits (Carabidae) Rossii [Systematic list of ground beetles (Carabidae) of Russia]. [Elektronyy resurs]. Makarov K. V., Kryzhanovskiy O. L., Belousov I. A., Zamotaylov A. S., Kabak I. I., Kataev B. M., Shilenkov V. G., Matalin A. V., Fedorenko D. N. Rezhim dostupa: [http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/car\\_rus.htm](http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/car_rus.htm).

6. Mamaev B. M., Medvedev L. N., Pravdin F. N. Opredelitel nasekomykh Evropeyskoy chasti SSSR [The identifier of insects of the European part of the USSR]. Uchebnoye posobie dlya studentov biol. spetsialnostey ped. in-tov. Moscow: Prosveschenie, 1976, 304 p.

7. Opredelitel zhyostkokrylykh Srednego Povolzhya. Ch. 1 Agephaga i Myxophaga [The identifier of coleoptera of the Middle Volga region. Part 1 Agephaga and Myxophaga]. Ulyanovsk, 2002, 70 p. (Seriya «Priroda Ulyanovskoy oblasti»).

8. Plavil'shchikov N. N. Opredelitel nasekomykh [The identifier of insects]. Izd. 3-e, Moscow: Topikal, 1994, 544 p.

9. Opredelitel obitayuschikh v pochve kleshchey [The identifier of soil ticks]. Leningrad: Nauka, 1977, 718 p.

© А. И. Дмитриев, Д. М. Кривоногов, Е. А. Васюкова, Д. Б. Гелашвили, 2018

Получено: 13.10.2018 г.

УДК 72.01(470.341)

**А. Л. ГЕЛЬФОНД**, чл.-кор. РААСН, д-р архитектуры, проф., зав. кафедрой архитектурного проектирования; **А. В. ЛИСИЦЫНА**, канд. архитектуры, доц. кафедры архитектурного проектирования

### **ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДРЕВНИХ ГОРОДОВ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

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:* история, природа, общество, потенциал, город, общественное пространство.

---

*Рассмотрена актуальная проблема – выявление историко-культурного потенциала древних городов Нижегородской области, основанных более 500 лет назад, на основе предложенной ранее модели эволюции общественных пространств исторических поселений. Рассматриваются древние города Городец, Нижний Новгород и Лысково.*

---

В рамках заявленной темы ключевым является понятие «потенциал». В этой связи обратимся к теоретической модели эволюции общественных пространств исторического поселения, предложенной в 2013 г. и прошедшей за эти годы апробацию [1].

Эволюция общественных пространств исторического поселения складывается на основе реального и потенциального взаимодействия Природы, Истории, Общества и определяется типом их отношений с Человеком – Адресатом. Прежде всего, обратимся к потенциальной части модели, в которой также заключены Природа, История, Общество и, в свою очередь, четвертая потенциальная составляющая. С этой позиции, историко-культурный потенциал включает в себя природные, исторические и социально-экономические возможности развития исторического поселения.

При пространственно-временном подходе к работе с наследием главным объектом охраны и использования становится историко-архитектурная среда, качество которой во многом определяют общественные пространства, трактуемые как пространства общения и социальной активности [2]; причем не каждое отдельное общественное пространство, а их взаимосвязанный каркас, драматургия движения по городу или его историческому ядру. В древних городах этот каркас в большой степени задают объекты культурного наследия (ОКН), сохранившаяся планировочная структура и объемно-пространственная композиция застройки.

Тема историко-культурного потенциала изложена на материале древних городов Нижегородской области, основанных более 500 лет назад – Городца, Нижнего Новгорода, Лыскова. Составляющие теоретической модели раскрываются в конкретных материальных проявлениях, характерных именно для рассматриваемых городов:

1. Природа (географическая среда) – лес, река, гора.
2. История (человеческой деятельности) – кремль, посад, храм.

3. Общество (коллективный труд) – торговля, промыслы (промышленность), туризм.

Средневековое норманнское название Руси – Гардарика, страна городов. Слово «город» в данном случае сохраняло изначальный этимологический смысл как место, обнесенное укреплениями, острог, крепость. Таковы были и древние города нижегородской земли – Городец (третья четверть XII в.), Нижний Новгород (1221 г.), Лысково (1410 г.). Последовательность их возникновения отражала исторический процесс продвижения русских с запада на восток, вниз по течению Волги. Нижегородское Поволжье находится на стыке трех крупных физико-географических районов – Центральной России, Верхнего Поволжья и Среднего Поволжья. В «пограничности» Нижегородского Поволжья сохраняется глубокий исторический смысл и память о том, что до середины XVI в. оно было восточным рубежом русских земель [3]. Первоначальная функция у трех анализируемых городов была одинаковой (военные крепости), но в дальнейшем пути их развития разнились. Нижний Новгород быстро стал городом в полном смысле слова; в настоящее время крупнейший город с населением 1 млн 268 тыс. чел. Городец потерял этот статус в начале XV в., развиваясь до начала XX в. как село; Лысково оставалось селом до начала XX в. Сейчас это малые города (население соответственно 30,6 тыс. чел. и 21,4 тыс. чел.). В 1970–2010 гг. (Лысково – с 1990 г.) имели статус исторических городов.

Природа как первооснова формирования города задает его базовые, наиболее устойчивые характеристики. Несмотря на неповторимость природного ландшафта каждой местности, можно выявить общие черты архитектурного пейзажа рассматриваемых городов, расположенных на северном краю Приволжской возвышенности. Все они стоят на высоком берегу Волги, их «частью» являются панорамы великой реки.

**Городец:**

- единственное место на низинном левобережье Волги, где рельеф приподнимается и образует прибрежные кручи Кирилловых гор;
- сложный пересеченный рельеф с отдельными «горами» и «кручами», разделенными глубокими оврагами;
- затон, образованный крупным островом на Волге, с давних времен использовался для судостроения;
- панорама реки, сооружений Горьковской ГЭС, молодого промышленного города Заволжье.

**Нижний Новгород:**

- две крупные реки Волга и Ока, большое количество малых рек;
- контраст высокого и низкого берегов;
- уникальная просматриваемость заречных просторов и далей;
- богатый ландшафт высокого правого берега с живописными овражно-балочными территориями.

**Лысково:**

- широкая двухуровневая долина на стыке массивов правобережных прибрежных высот – Фадеевых и Больших Лисьих гор, Оленья гора с запада и Лысая гора с востока;
- обширная пойма с лугами и озерами, шириной около 2,5 км, отделяющая город от Волги;
- река Сундовик и ее притоки: Валава, Большая Медянка, Малая Медянка;
- живописные панорамы с Оленьей и Лысой гор.

История как результат антропогенной деятельности, основанной на логике



следования природе, также богата. Каждый исторический этап оставил в городской среде свой след: это крепостные сооружения, церковные и монастырские ансамбли, торговые и промышленные комплексы. Отметим наиболее яркие особенности историко-архитектурной среды древних городов Нижегородского Поволжья.

**Городец:**

- масштабные земляные укрепления посада древнерусского города Городца второй половины XII – начала XV вв.;
- церкви начала XVIII – начала XX вв., Феодоровский монастырь;
- целостная историко-архитектурная среда XIX – начала XX вв., сложившаяся на сочетании развитого рельефа, нерегулярной планировки и застройки классицизма, эклектики, модерна;
- своеобразное деревянное зодчество, обусловленное богатыми художественными традициями городецкой земли, эстетически выразительная глухая или пропильная резьба [4].

**Нижний Новгород:**

- деревянный, а затем каменный Кремль начала XIII – начала XVI вв. на выраженном рельефе;
- Печерский и Благовещенский монастыри как форпосты с востока и запада, церковные ансамбли XVII – начала XX вв.;
- сочетание разных типов планировочных структур: радиально-полукольцевой средневековой и прямоугольной конца XVIII в.;
- наличие разновременной застройки смешанного типа: исторический город, социалистический город, постсоветский город [5].

**Лысково:**

- земляные укрепления второй половины XIV – середины XVII вв. на Оленьей горе;
- церкви начала XVIII – XIX вв., уникальный по целостности и художественной выразительности ансамбль Макарьевского монастыря XVII в. на противоположном берегу Волги, классицистический ансамбль церкви Вознесения первой половины XIX в.;
- сочетание регулярной прямоугольной планировки начала XIX в. с участками нерегулярной средневековой планировки;
- целостная историко-архитектурная среда XIX – начала XX вв. [6].

Общество как отображение коллективного труда людей в исторической перспективе складывалось на основе преобладающих занятий населения. Наличие крупной реки, выполнявшей роль коммуникации между западом и востоком, обусловило развитие торговли. Скудные нечерноземные почвы, наличие лесных массивов определили возникновение промыслов, на основе которых постепенно формировалась промышленность. К началу XX в. Нижегородская губерния превратилась в один из преуспевающих торгово-промышленных регионов Поволжья. В настоящее время богатое природное и культурное наследие составляют базу развития туризма.

**Городец:**

- в начале XVII – начале XX вв. – важный пункт поволжской торговли зерном и хлебом, центр судостроения и пароходства;
- центр разнообразных художественных промыслов – корабельной и домовой деревянной резьбы, городецкой росписи, золотного шитья;
- в настоящее время – один из наиболее востребованных в аспекте туризма городов региона.



**Нижний Новгород:**

- в начале XIX – начале XX вв. – третья торговая столица России, место проведения Нижегородской ярмарки, крупнейшей в стране;
- важный транспортный узел, совмещавший речной порт и железнодорожную станцию;
- в советский период и в настоящее время – крупнейший промышленный город (предприятия военно-промышленного комплекса, машиностроения и металлообработки).

**Лысково:**

- в начале XVII – начале XIX вв. – место проведения Макарьевской ярмарки (совместно с уездным городом Макарьевом);
- в начале XVII – начале XX вв. – крупное торговое село, важный пункт поволжской торговли зерном и хлебом;
- сейчас – транспортный узел на федеральной трассе М-7 «Волга».

В соответствии с установками средового подхода каждый город в настоящее время рассматривается как уникальная, сложная и многоплановая пространственная система. Историко-культурный потенциал, включая историю и культуру, должен базироваться на «духе места и времени»:

- диалог с природой – характер акватории, рельефа, растительности;
- диалог с историей – планировочная структура и характер застройки исторического центра, наличие архитектурных доминант;
- диалог с обществом – традиции торговли, народных промыслов, промышленности, организация туризма;
- поиск потенциального адресата ревитализации историко-архитектурной среды древних городов.

Представим себе историко-культурный потенциал как некий архитектурный объект с функцией, конструкцией и формой. Авторская позиция формулируется следующим образом: теоретическая модель, основанная на этих типологических составляющих и призванная обеспечить жизнеспособность объекта, должна содержать четвертую потенциальную составляющую в виде этих же позиций, раскрывающихся во времени. Это обеспечивает устойчивость объекта на протяжении жизненного цикла.

Функциональный потенциал места – диапазон потенциальных возможностей территории при изменении функций на основе принципа смены функциональных приоритетов. Конструктивный потенциал места – диапазон потенциальных возможностей территории при сохранении морфологической структуры, соотношения свободных, застроенных, озелененных пространств. Композиционно-художественный потенциал места – диапазон потенциальных возможностей территории при сохранении ОКН и исторически ценных градоформирующих объектов.

Функция, конструкция и форма в применении к историко-архитектурной среде – это соответственно ее функциональные, морфологические, композиционно-художественные и стилевые характеристики [7]. Обретая потенциальную составляющую, основанную на культурной преемственности, древние города имеют основание стать полноценными объектами наследия, сохраняя устойчивость в современных условиях.

Городец, Нижний Новгород и Лысково – древние города на великой реке, поэтому неразрывная связь природного и антропогенного начал, лежащая в основе их историко-культурного потенциала, обеспечит востребованность наследия древности сегодняшним и завтрашним адресатом.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гельфонд, А. Л. Эволюция общественных пространств исторического поселения (на примере Нижнего Новгорода) / А. Л. Гельфонд // Вестник Волжского регионального отделения : сб. науч. тр. / Рос. акад. архитектуры и строит. наук, Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2014. – Вып. 17. – С. 121–130.
2. Гельфонд, А. Л. Архитектурное проектирование общественных пространств : учеб. пособие для вузов / А. Л. Гельфонд ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2013. – 265 с.
3. Лисицына, А. В. Историко-архитектурная среда «пограничных» городов Нижегородского Поволжья / А. В. Лисицына // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2016. – № 2 (36). – С. 39–48.
4. Городецкий район : ил. кат. памятников истории и культуры / Правительство Нижегород. обл., Упр. гос. охраны объектов культур. наследия Нижегород. обл. ; отв. ред. А. В. Лисицына. – Нижний Новгород : Кварц, 2011. – 500 с. : ил. – (Объекты культурного наследия Нижегородской области).
5. Нижний Новгород : ил. кат. объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) федерального значения, расположенных на территории Нижнего Новгорода : в двух книгах. Кн. 1 / [отв. ред. А. Л. Гельфонд]. – Нижний Новгород : Кварц, 2017. – 376 с.
6. Иллюстрированный каталог объектов культурного наследия (памятников истории и культуры), расположенных на территории Лысковского района Нижегородской области / [отв. ред. А. Л. Гельфонд]. – Нижний Новгород : Кварц, 2016. – 520 с.
7. Гельфонд, А. Л. Торговая улица малого города как общественное пространство (на примере Нижегородской области) / А. Л. Гельфонд, А. В. Лисицына // Academia. Архитектура и строительство. – 2018. – № 1. – С. 17–27.

**GELFOND Anna Lasarevna, corresponding member of RAACS, doctor of architecture, professor, holder of the chair of architectural design; LISITSYNA Aleksandra Vladislavovna, candidate of architecture, associate professor of the chair of architecture design**

## HISTORICAL AND CULTURAL POTENTIAL OF ANCIENT CITIES OF THE NIZHNY NOVGOROD REGION

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering  
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83;  
e-mail: gelfond@bk.ru

*Key words:* history, nature, society, potential, city, public space.

---

*The article is devoted to an actual problem – identification of the historical and cultural potential of ancient cities of the Nizhny Novgorod region, founded more than 500 years ago. The theme is revealed on the basis of a previously proposed model of the evolution of public spaces of historical settlements. The ancient cities of Gorodets, Nizhny Novgorod and Lyskov are considered.*

---

## REFERENCES

1. Gelfond A. L. Evolyutsiya obschestvennykh prostranstv istoricheskogo poseleniya (na primere Nizhnego Novgoroda) [Evolution of public spaces of a historic settlement (by the example of Nizhny Novgorod)]. Vestnik Volzhskogo regionalnogo otdeleniya [Bulletin of the Volga regional branch]: sb. nauch. tr. Ros. akad. arkhitektury i stroit. nauk, Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2014. Vyp. 17. P. 121–130.



2. Gelfond A. L. Arkhitekturnoe proektirovanie obschestvennykh prostranstv [Architectural design of public spaces] : ucheb. posobie dlya vuzov. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2013. 265 p.
3. Lisitsyna A. V. Istoriko-arkhitekturnaya sreda "pogranichnykh" gorodov Nizhegorodskogo Povolzhya [Historical-architectural environment of "boundary" cities of the Nizhegorodskoe Povolzhe]. Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta [News of Kazan State University of Architecture and Civil Engineering]. 2016. № 2 (36). P. 39–48.
4. Gorodetskiy rayon [Gorodets district] : il. kat. pamyatnikov istorii i kultury. Pravitel'stvo Nizhegor. obl., Upr. gos. okhrany obektov kultur. naslediya Nizhegor. obl.; otv. red. A. V. Lisitsyna. Nizhny Novgorod : Kvarts, 2011. 500 p.: il. – (Obekty kulturnogo naslediya Nizhegorodskoy oblasti).
5. Nizhny Novgorod: il. kat. obektov kulturnogo naslediya (pamyatnikov istorii i kultury) federal'nogo znacheniya, raspolzhenykh na territorii Nizhnego Novgoroda [Nizhny Novgorod: illustrated catalogue of cultural heritage (historic and cultural memorial sites) of federal importance located on the Nizhny Novgorod territory] : v dvukh knigakh. Kn. 1. [otv. red. A. L. Gelfond]. Nizhny Novgorod : Kvarts, 2017. 376 p.
6. Illyustrirovanny katalog obektov kulturnogo naslediya (pamyatnikov istorii i kultury), raspolzhenykh na territorii Lyskovskogo rayona Nizhegorodskoy oblasti [Illustrated catalogue of cultural heritage (historic and cultural memorial sites) located on the territory of Lyskovo district of Nizhny Novgorod region] [otv. red. A.L. Gelfond]. Nizhny Novgorod : Kvarts, 2016. 520 p.
7. Gelfond A. L., Lisitsyna A. V. Torgovaya ulitsa malogo goroda kak obschestvennoe prostranstvo (na primere Nizhegorodskoy oblasti) [Trade street of a small town as a public space (by the example of Nizhny Novgorod region)]. Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo [Academia. Architecture and construction]. 2018. № 1. P. 17–27.

© А. Л. Гельфонд, А. В. Лисицына, 2018

Получено: 14.09.2018 г.

УДК 72.01

Г. Ф. ГОРШКОВА, д-р архитектуры, доц., проф. каф. архитектурного проектирования

## ПРОЕКЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ В АРХИТЕКТУРНОЙ ГЕОМЕТРИИ ГОРОДА

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:* архитектурная проекция пространства, территориальные границы города, геометрия линейных очертаний.

---

*Представлена геометрическая модель на примере двух широко известных городов, объясняющая координатную систему трехмерного пространства как проекционную запись пространственно-временного взаимодействия на Земле. В этой системе каждая точка городской территории на протяжении исторического времени изменяет местоположение в границах виртуального проекционного пространства и вместе с этим обретает иное смысловое значение.*





Город, будучи основным современным феноменом архитектурной реальности, предстает в геометрической структуре проекционного пространства как абстрактная фигура в виде очертаний своих линейных границ. Эта абстракция дает возможность представить пространственно-временные изменения конфигурации линейных очертаний территории как своего рода жизненную запись невидимого процесса дыхания городского организма в масштабе столетий или десятилетий.

Проекционная система пространства – это система пространственных координат, в которых через геометрию плана зашифровывается не только виртуальное, т. е. не наблюдаемое в действительной реальности воздействие, но также результат фактического взаимодействия всех элементов трехмерного пространства земного бытия. Здесь соединяются две сферы жизненного пространства человечества – Земля и Небо, которые органично соединяются между собой, будучи вписанными в границы проекционного пространства в виде двух взаимно пересекающихся геометрических фигур: 1) плоского квадрата земной поверхности, символизирующего ту часть жизненного пространства, которая жестко структурирует планы бытийного пространства; 2) круга воздушной сферы, сопряженного с квадратом общими точками касания границ трехмерного пространства и олицетворяющего собой возвышающую сферу духовной жизни. При этом в геометрической структуре проекционного пространства проявляются невидимые в реальности горизонтальные, вертикальные и диагональные связи в виде проекционных линий, в пересечении которых выстраиваются определенные точки пространственно-временных отношений, которые, в свою очередь, фиксируются в формальных очертаниях материализованного объекта. Преобладают в этой системе линейных отношений Горизонтالي и Вертикали как символы основной направленности развития пространственного бытия человечества: снизу-вверх (от плана земли к высоте неба), т. е. с низшего горизонтального плана бытия к высшему плану духовного развития.

Территория города в схеме пространственно-временных отношений, согласно современному словарному толкованию, воспринимается двояко: во-первых, как плоскостная объективная форма в виде линейных очертаний или как внешнее фигуральное выражение какого-либо внутреннего содержания; во-вторых, как граница, т. е. линейное очертание формы, характеризующее актуальное (действительное на момент времени) состояние сложно организованного объекта (предмета или организма).

На примере *Москвы* [1] можно проследить, как и насколько тесно связаны время и пространство между собой в актуализации жизни города. Эта взаимосвязанность прослеживается: а) в формировании границ; б) во взаимодействии с природной средой; в) в синхронизации событийной жизни.

Москва – очень характерный пример территориального развития городского организма и его временной трансформации. Город возник и развивался как политический и смысловой центр исторического территориального образования нашей страны. Ведущая роль здесь исторически принадлежит Кремлю. Территория Кремля как бы дрейфует в модельном пространстве-времени вместе со всем городским организмом. При этом территориальные очертания города устремляются попеременно то в одну сторону света, то в другую.

На рис. 1 цв. вклейки показаны пять веков территориальной трансформации Москвы. Здесь восемь исторических примеров городской территории демонстрируют, что во временном потоке происходит иногда длительное, иногда скачкообразное изменение пространственной конфигурации территории.

**К СТАТЬЕ Г. Ф. ГОРШКОВОЙ  
«ПРОЕКЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ В  
АРХИТЕКТУРНОЙ ГЕОМЕТРИИ ГОРОДА»**

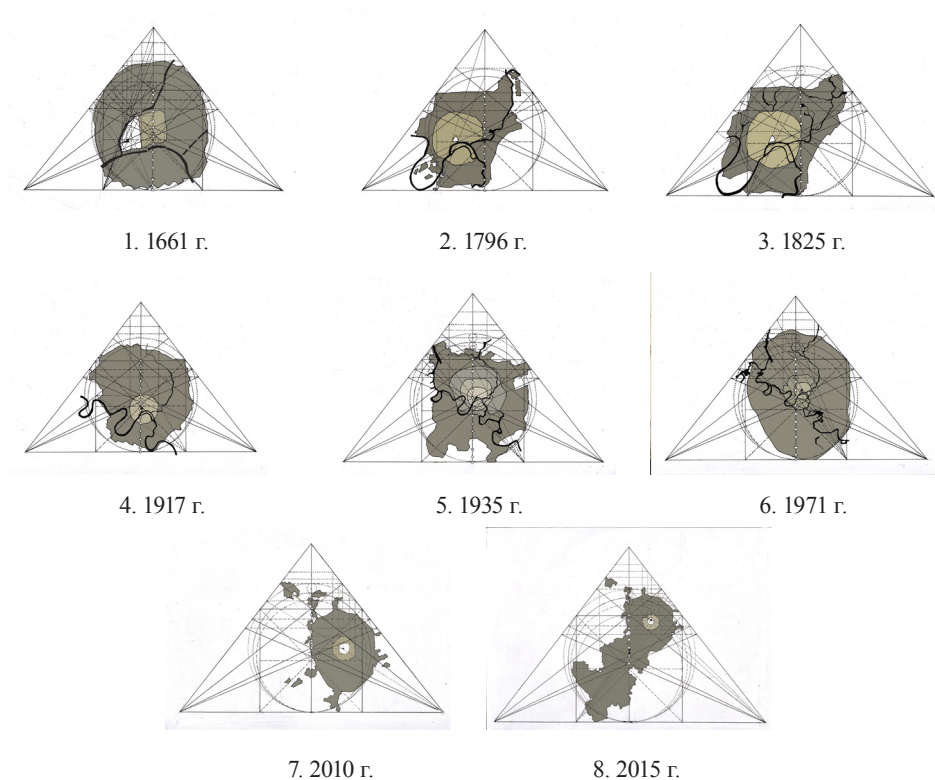


Рис. 1. Пять веков территориальной трансформации Москвы

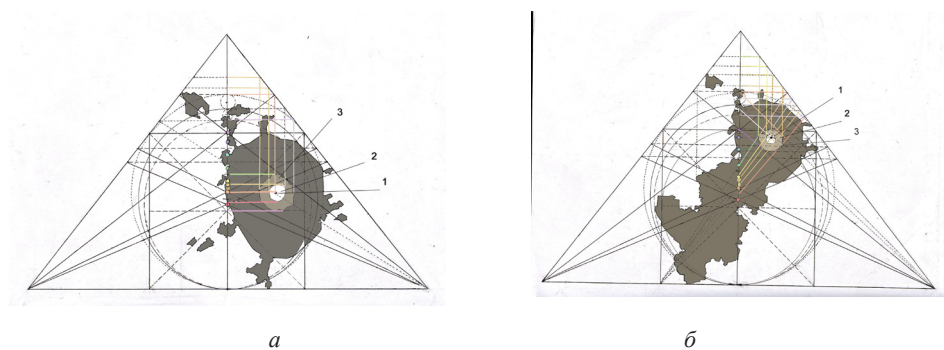


Рис. 2. Территория Москвы: а – 2010 г.; б – 2015 г.

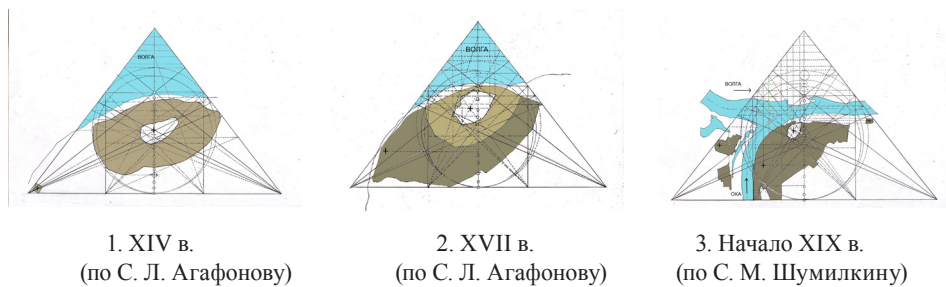


Рис. 3. Нижний Новгород: пять веков территориального развития

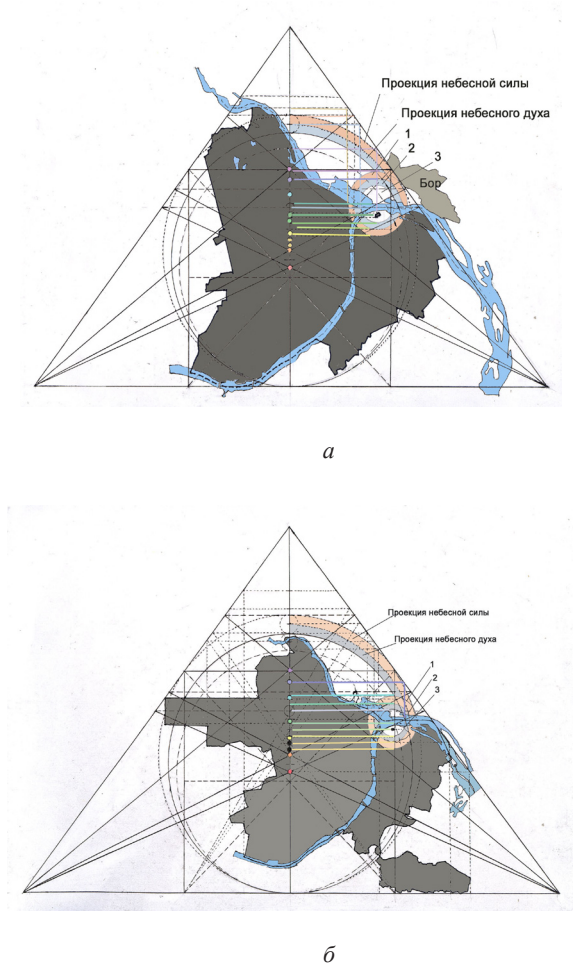


Рис. 4. Территория современного Нижнего Новгорода: а – до 2008 г.; б – после 2008 г.

**Верхний ряд** (рис. 1 цв. вклейки, поз. 1, 2, 3) показывает, как формируется, развивается и перемещается смысловое ядро будущего города:

– **XVII в.** (рис. 1 цв. вклейки, поз. 1). Город своими верхними территориальными очертаниями практически достигает уровня запредельной высоты небесной сферы, управляющей божественной гармонизацией пространства на земле, и поэтому пределы его «земного тела» стремятся к идеальной конфигурации, как бы окружая произвольно сложившуюся сердцевину геометрически правильной фигурой небесного круга. Местоположение и геометрия Кремля, будучи связанными с исходной природной данностью, т. е. совпадая с очертаниями рек на плане Земли, на невидимом «вышнем» плане находится под влиянием уровней более высокого пространства, и это кодируется в судьбоносную матрицу будущего города как осознание своей сакральной локализации на Земле.

– **XVIII–XIX вв.** (рис. 1 цв. вклейки, поз. 2, 3). С течением времени и территориальным ростом Москвы некоторые монастыри постепенно оказывались внутри города. Стены Белого города были разобраны, и на их месте были созданы бульвары. В закольцованном ими пространстве стало складываться историческое ядро будущей Москвы. В начале XIX века был срыт Земляной вал, и возникло Садовое кольцо. Так сформировалась кольцевая система, в которой проявилась органичная взаимосвязанность земного и небесного влияния, проявляя в круговой геометрии очертаний сакральную значимость исторического ядра Москвы.

**Средний ряд:** весь XX в. (рис. 1 цв. вклейки, поз. 4, 5, 6). Положение Кремля обнаруживается на другой стороне от центральной вертикали, которая проецирует собой время в пространство города. Причем именно на плане 1917 года (рис. 1 цв. вклейки, поз. 4) видно, что центральная часть города опускается на нижние уровни земного пространства, связанные с воздействием бессознательного. Можно сказать, что Кремль погружается в нижние этажи земного пространства, а точнее – в его подсознание. Революционные события 100-летней давности исторически обозначали синхронизацию территориальной трансформации, связанную с изменениями в социальной и бытийной жизни столичного города и страны.

В советский период территория города (рис. 1 цв. вклейки, поз. 5) как бы переосмысливает, перестраивает свою сердцевину, наращивая ее кольцевую систему, во внешнем контуре оставаясь хаотичной фигурой, не преодолевая при этом небесного уровня. Этот этап в истории страны совпадает с сильными трансформациями в социальном и градостроительном организме города.

В принятой концепции (1971 г.) в Генеральном плане Москвы (рис. 1 цв. вклейки, поз. 6) было предусмотрено: 1) совершенствовать сложившееся звездообразное построение городского плана и систему зеленых клиньев; 2) превратить городской центр в ведущую часть плана города и его полицентрической системы при сохранении доминирующей роли Кремля. Действительно, город, обретя внешний контур в границах МКАД, снова стремится к геометрической цельности и при этом достигает уровня небесной гармонизации. При этом историческое ядро своим местоположением в модельной матрице соединяет в себе земной, рационально-логический и небесный уровни бытийного сознания, а сам Кремль обретает смысл как единый центр земного и небесно-духовного управления.

**Нижний ряд:** XXI в. (рис. 1 цв. вклейки, поз. 7, 8). На рубеже 90-х годов прошлого века возникла и продолжалась «пространственная экспансия городской территории за пределы «правильно геометрически сформированного» организма». Поэтому современные границы территории представлены очертаниями очень сложной конфигурации: основной массив с радиально-кольцевой структурой



и разбегающиеся от него по многим направлениям хаотичные образования («отростки»).

После 2010 года Москва решением государства получает 2,5 кратный прирост своей территории (рис. 2а, б цв. вклейки). При этом город резко изменяет очертания своей территории, и это задает качественно новый импульс пространственного развития городского организма.

Сообразно проекционной схеме Кремль вместе с историческим центром столицы поднимается на более высокие уровни пространственной матрицы, сообщая городскому пространству новые смыслы. Будучи прежде центром средоточия небесной силы, Кремль получает смысловой статус интеллектуального центра, соответствующего уровню небесной гармонизации. Очевидно, что такой качественно значимый скачок в пространственной иерархии найдет для Москвы отражение в событийной и исторической картине на грядущие годы.

Другой пример территориального развития – Нижний Новгород. По авторскому выражению С. Л. Агафонова [2], он «с первых лет был призван возглавить обширный край, раскинувшийся по обоим берегам Волги, край, который, в свою очередь, питал город неиссякаемой животворной силой».

За первые пять веков территориального развития Нижний Новгород (рис. 3 цв. вклейки) прошел многовековой путь своего территориального развития и имеет, как и любое поселение, собственную конфигурацию «дыхания» в системе «пространство-время». Из поз. 1 и 2 на рис. 3 цв. вклейки видно, какую значительную часть в проекционном пространстве занимает «речное зеркало» Волги (по С. Л. Агафонову), в котором отражается небесная сфера, взаимодействующая с телесной поверхностью Земли. Только в начале XIX века (рис. 3, поз. 3) с перенесением торговой ярмарки из села Макарьева на место слияния Оки и Волги происходит вхождение речного зеркала в территориальную и планировочную структуру Нижнего Новгорода. Притом русло Волги в своем фарватере становится образной основой формирования городского организма, а Кремль занимает положение религиозного и духовного места, в которое проецируется сила небесной сферы.

Недавно разработанный и утвержденный новый (2008 г.) Генеральный план Нижнего Новгорода расширяет и видоизменяет существующие территориальные границы города и тем самым предопределяет некоторые изменения в его дальнейшей судьбе. Сравнение двух проекций (рис. 4 цв. вклейки), фиксирующее различие пространственно-временных моментов, позволяет определить субъективную ценность города и объективную направленность в его будущем развитии как уникального архитектурного и социального явления.

Так, из схемы (рис. 4а цв. вклейки) видно, что в Нижнем Новгороде проекция высокого «Неба» очерчивает не только целостность городской территории или фиксирует ее геометрический центр в системе пересекающихся проекционных линий, но также указывает постоянное местоположение смыслового центра развивающейся территории, который был зафиксирован еще в исторический момент зарождения города строительством храма.

Здесь проекция небесной сферы проявляется как локальная концентрическая окружность, объединяющая земную, воздушную и водную стихии в единую систему, проявленную для Нижнего Новгорода как его “genius loci”, или «дух места». В этом малом небесном круге сосредоточена душа города, воплощенная в линейном соединении земного острия Стрелки с фарватером Волги. Три слоя небесной сферы на план земной поверхности означают: 1) пределы проекции небесной сферы на смысловой центр городской земли; здесь фокусируется



познавательная система управления пространством; 2) область небесного духа, включая саму Стрелку и практически всю территорию, очерченную как зона историко-культурного наследия; это место предназначено для его сакрального осмысления; 3) кремлевский холм и речное русло как зона эмоционально-образной выразительности.

Нижегородский Кремль в этой системе занимает местоположение, являясь сердцем городского организма и, следовательно, определяющего ритмическую пульсацию не только природной, но и социальной жизнедеятельности. Естественно, что в сознании современных горожан Кремль до сих пор мыслится и понимается как главный центр общественного пространства города.

На следующей схеме (рис. 46 цв. вклейки) видно, что Нижний Новгород в рамках нового утвержденного Генерального плана (2008 г.) получает незначительный прирост городской территории. Приращение новых частей не сильно изменяет общую направленность территориальных очертаний. Однако содержательно изменяются смысловые акценты двух важнейших элементов, пространственно закрепляющих память нижегородской земли – Кремля и Стрелки. Первый занимает место религиозного центра, а вторая переходит на сердечный уровень жизненного пространства, который включает речное русло Волги.

Те же три круга (рис. 46 цв. вклейки) смысловой проекции небесной сферы на план земной поверхности фиксируют предназначенность данного места в конкретный отрезок времени как: 1 – познание образной гармонизации земного пространства; 2 – логику божественной гармонизации пространства; 3 – управление дыханием, или центр души городской земли.

Из сопоставления двух графически зафиксированных моментов становится очевидным, что в будущем предстоит ролевое смещение вышеназванных главных мест городского организма, поскольку каждый из них переходит на иной уровень пространственной иерархии. Так, уровень сердечной линии от центра кремлевской земли переходит к месту Стрелки, которая, слившись с траекторией волжского фарватера, теперь будет задавать временную пульсацию всем событиям и проявлениям общественной жизни города. Территория Кремля же переходит на уровень сакрализации и обретает смысловой статус культового центра.

Все возможные изменения в проекционных координатах для каждой части городской территории предполагают также их одновременные проявления в объективной действительности. Но прежде чем эти изменения могут актуализироваться в реальности, они уже начинают проявляться на знаковом уровне в виде названий новых объектов или перспективных разработок. Так, недавно возникший в районе Мещерского озера жилой комплекс стал известен под логотипом «Седьмое небо», а торговый комплекс на площади Лядова под логотипом «Небо». Оба находятся в территориальных пределах небесного проекционного круга, изображенного на схемах. Примечательно, что все чаще озвучиваются проектные предложения по восстановлению на территории Кремля когда-то существовавших культовых построек.

Таким образом, можно утверждать, что время как экзистенциальная основа бытия предопределяет событийную, социальную, а также архитектурную и градостроительную политику пространственного жизнеустройства человечества. Архитектура, по своей сути, есть проекция времени в пространстве Земли, и линейное начертание фиксированных моментов этой проекции есть язык для смыслового описания этого непрерывного процесса развития городской территории.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Посохин, М. В. Город для человека / М. В. Посохин. – Москва : Прогресс, 1980. – 219 с. : ил.
2. Агафонов, С. Л. Горький. Балахна. Макарьев / С. Л. Агафонов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Искусство, 1987. – 327 с. : ил. – (Архитектурно-художественные памятники городов СССР).

**GORSHKOVA Galina Fyodorovna, doctor of architecture, associate professor, professor of the chair of architectural design**

## PROJECTIVE SYSTEM OF SPACE AND TIME IN THE CITY ARCHITECTURAL GEOMETRY

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:* architectural projection of space, territorial borders of the city, geometry of linear outlines.

---

*On the example of two widely known cities a geometrical model explaining the coordinate system of three-dimensional space as a projective record of existential interaction on the earth is presented. In this system each point of an urban area throughout historical time changes location in the borders of a virtual projective space and together with it finds other semantic value.*

---

## REFERENCES

1. Posokhin M. V. Gorod dlya cheloveka [Gorod for a person]. Moscow, Progress, 1980. 219 p.: il.
2. Agafonov S. L. Gorky. Balakhna. Makarev. 2-e izd., ispr. i dop. Moscow, Iskusstvo, 1987. 327 p. (Arkhitekt.-khudozh. pamyatniki gorodov SSSR).

© Г. Ф. Горшкова, 2018

Получено: 28.09.2018 г.

УДК 721. 01(470.341-25)

**С. В. НОРЕНКОВ**, д-р филос. наук, проф. кафедры архитектурного проектирования; **О. Н. ЧЕБЕРЕВА**, канд. архитектуры, доц. кафедры рисунка и живописи; **Е. С. КРАШЕНИННИКОВА**, канд. филос. наук, доц. кафедры туризма и сервиса

## ТЕКТОЛОГИЯ АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АНСАМБЛЯ НИЖЕГОРОДСКОЙ СТЕЛКИ

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

*Ключевые слова:* тектология, архитектурно-градостроительное проектирование, ансамбль, Нижегородская Стелка.





*Архитектурно-градостроительное проектирование ансамбля Нижегородской Стрелки соотносится с многогранным пониманием реконструкции сверхсложных исторических объектов, особо значимых для современной России. Тектология как наука об общих связях и закономерностях универсально обеспечивает системные историко-культурные научно-художественные исследования, ориентированные на проектирование подобных пространств. Интеграционная аналитика, опирающаяся на междисциплинарные подходы иерархической архитектоники, позволяет не упускать из поля внимания суть важнейших сторон феномена ансамбля Нижегородской Стрелки.*

Нижегородская Стрелка – сакральное место силы России как Отечества. Нижний Новгород расположен на стрелке диалога российской суперэтнической культуры с иными цивилизациями. Символика единения людей на месте слияния двух великих рек имеет континентально-тектоническую природу общеевропейского значения. По транссибирскому пути, по бассейну Волги и по воздуху через Нижний Новгород пройдет новый «Шелковый путь». В хронотопах Стрелки есть исполнение миссии духовного спасения русского мира [1].

Тектология в качестве системообразующей дисциплины, связывающей фундаментальные и прикладные науки, художественно-эстетические и культурно-цивилизационные составляющие целостной концепции, обеспечивает ее гармоничную и всестороннюю обусловленность. В архитектурно-градостроительном проектировании ансамбля Нижегородской Стрелки в качестве собирательного начала может быть продуктивным культурфилософский подход. Конечно, основу его ценностно-целевой целостности задает историко-культурная канва [2–6].

Истоки мест притяжения на Стрелке были намечены еще Александром Невским. По преданию, Собор на Стрелке был построен на месте шатра Александра Невского на средства нижегородского ярмарочного купечества по повелению Александра II. Дальние перспективы открывают возможность обзора, который был подвластен нашим великим предкам: Иван Грозный (паломнические храмы), Козьма Минин и Дмитрий Пожарский (народное восстание 1612 г., Ярмарка на пути из Балахны в Нижний), А. М. Горький и Ф. И. Шаляпин, бывавшие на Нижегородской ярмарке, располагавшейся в районе Стрелки.

Из истории Нижегородского края известно много важных опорных позиций для ансамблевой активизации мест силы на Стрелке. Потенциально возможные для дальних обзоров канатные дороги могли бы пройти от Кремля до Ярмарки через Стрелку и от отеля «Азимут» до «Железного острова» и Стрелки. Они способны символизировать высоту и мощь русского духовного пути. Множество верных осей дальних обзоров, транспортные и пешеходные связи (наземные, водные, воздушные) есть начало всех начал выявления доминант и подчиненных, обусловленных ими элементов и компонентов ансамбля Стрелки.

Конструкции двух изящных структурно выверенных павильонов как фрагменты Главного здания всероссийской промышленной Выставки 1896 г. масштабно, но одиноко вписались в ансамбль Стрелки. Побывавшие и на Ходынском поле в Москве в 1882 г., они занесены на эту территорию благодаря экономному нижегородскому купечеству еще в конце XIX в. как склады волжских ярмарочных пристаней.

Планировка Стрелки содержит воспоминания о ярмарочной улице Кулибина (площадь в жилом массиве) и о Нижегородской художественно-промышленной выставке 1896 г. Вполне возможно замощение парковых дорожек и площадок в

**К СТАТЬЕ С. В. НОРЕНКОВА, О. Н. ЧЕБЕРЕВОЙ,  
Е. С. КРАШЕНИННИКОВОЙ «ТЕКТОЛОГИЯ АРХИТЕКТУРНО-  
ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО АНСАМБЛЯ НИЖЕГОРОДСКОЙ СРЕЛКИ»**

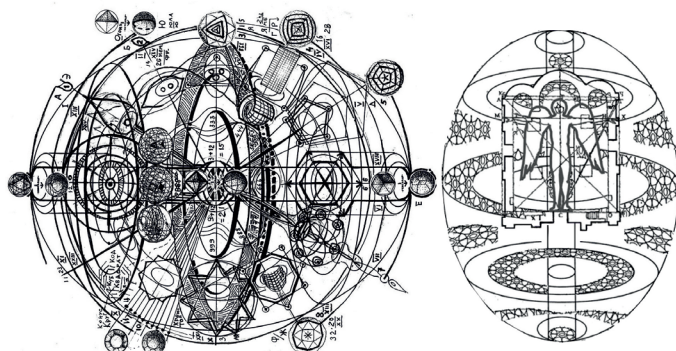


Рис. 1: *а* – композиционный компас Стрелки на основе ЭЛТОР (сфероидально-эллиптической торсионной формы); *б* – русский «модуль» из 12 саженей в позиционировании с «очертанием» храма

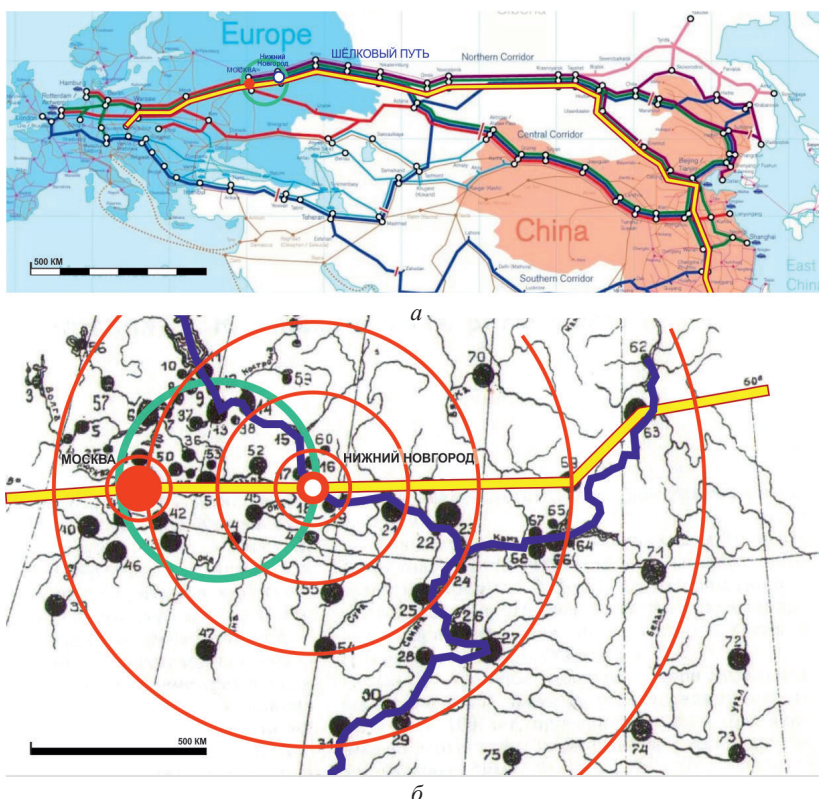


Рис. 2. Концептуальные и композиционные «ключи» к проекту группы С. В. Норенкова в аспектах транспортных путей: *а* – реконструкция шелкового пути; *б* – водные транспортные артерии агломерации с центром в Н. Новгороде

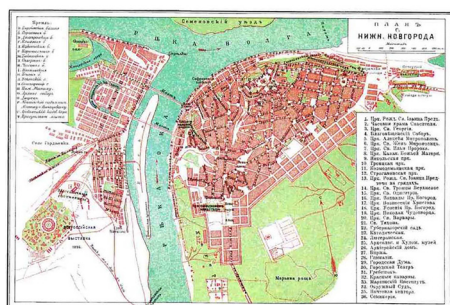


Рис. 3. Всероссийская выставка и Нижегородская ярмарка, выходящая на территорию Стрелки на плане Н Новгорода по материалам Энциклопедии Брокгауза и Эфрона



Рис. 4. Концепт русского «моря-окияна» с геометрическим центром в месте слияния рек Оки и Волги

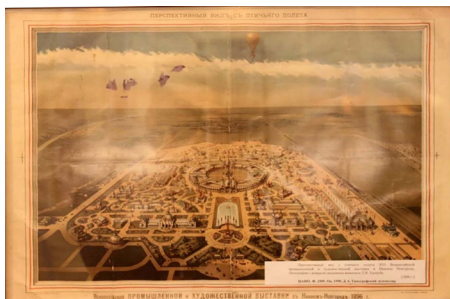


Рис. 5. Перспектива XVI Всероссийской промышленной и художественной выставки в Н. Новгороде с птичьего полета. Литография с акварели Л. Я. Урлауба



Рис. 6. План Всероссийской промышленной и художественной выставки 1896 г., составленный в 1894 г. академиком архитектуры В. П. Цейдлером в Нижнем Новгороде с привязкой к месту

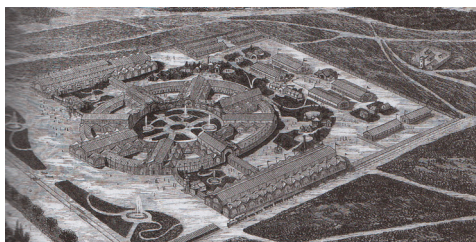


Рис. 7. Общий вид Главного здания Выставки 1896 г. Гравюра [5, с. 35]

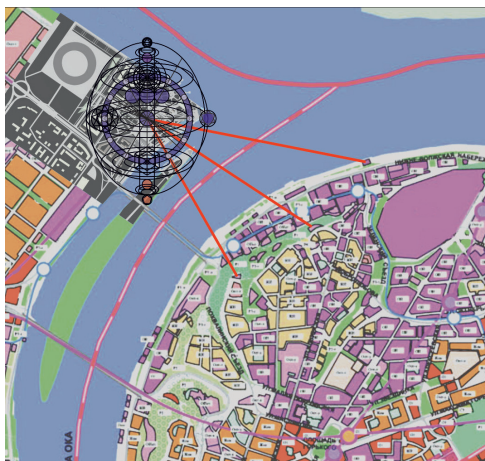


Рис. 8. Ситуационный план Стрелки с наложением композиционного компаса на основе ЭЛТОР и трассировкой туристических фуникулеров к важным объектам соответствующей инфраструктуры верхней части



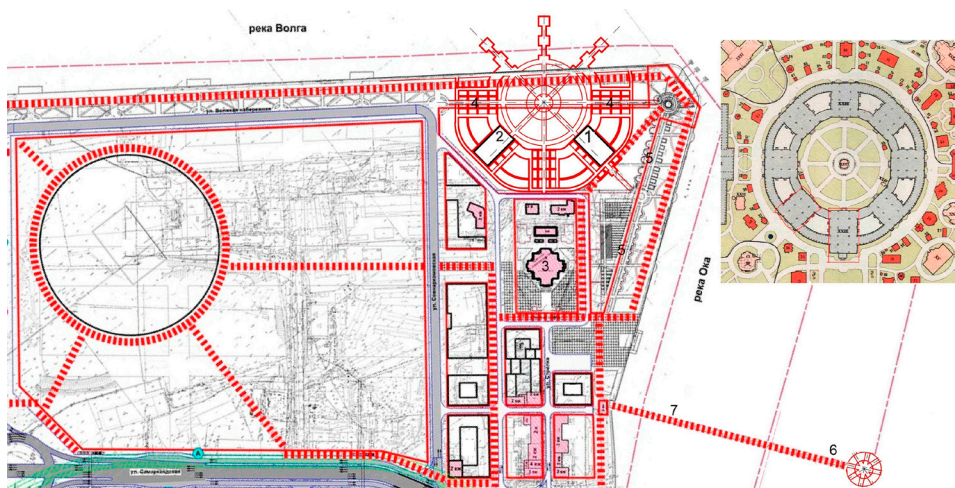


Рис. 9. Сравнение масштаба стадиона и главного здания Всероссийской промышленной и художественной выставки 1896 г. для использования его структуры как «Воспоминания о выставке 1896 г.» в конкурсном проекте с экспликацией:

- |                                      |                      |
|--------------------------------------|----------------------|
| 1, 2. Пакгаузы                       | 6. «Железный остров» |
| 3. Собор Александра Невского         | 7. Мост «в будущее»  |
| 4. «Воспоминание о выставке 1896 г.» |                      |
| 5. Аллея Славы                       |                      |

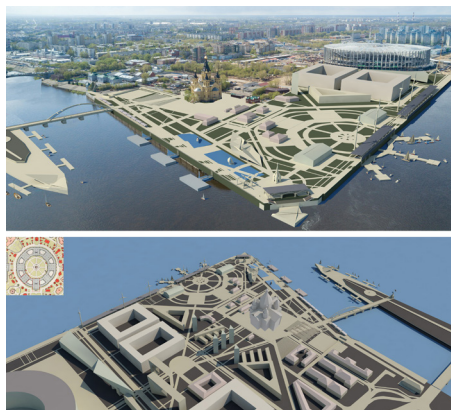


Рис. 10. Перспектива «с птичьего полета»  
Арх. Норенков С. В., Чеберева О. Н.,  
Куликова А. О. при участии Фоминой Н.



Рис. 11. Выставка конкурсных проектов организации территории Стрелки в Политехническом университете Милана, 2018 г.



Рис. 12. Первая Премия. Архитектурное бюро «Архслон»: Осецкая Т. Ю., Салов А. Д., Ваучская К. И., Юдина Т. В., г. Москва



Рис. 17. Диплом. ООО АПМ «Проспект»: Рыбин Е. О., Тарасов Б. Г., г. Н. Новгород



Рис. 13. Вторая Премия. Архитекторы Асс: Асс Е. В., Аистова О. А., Тинякова Е. И., Демина Е. Е., Бунятова А. В., г. Москва



Рис. 18. Диплом. Арх.: Bellotti M., Dutsev M., Fazzini C., Caliarì P. F., Gentilini C., Bottelli A., Donati G., Russo I. L., Florin D. A., Италия, Россия, Румыния



Рис. 14. Третья Премия. Проектное бюро «БАДР 5»: Мишурин С. А., Васильев П. И. при участии Носовой Н. А., Капатун Е. С., г. Москва

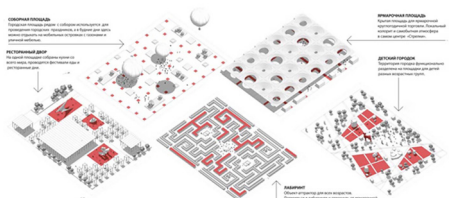


Рис. 15. Третья Премия. «DREAM TEAM»: Бикнин И. И., Щерблякина Е. С., Игушкина С. А., г. Санкт-Петербург



Рис. 16. Диплом. Арх. Д. Г. Малков, Е. О. Михалева. Н. Новгород



Рис. 19. Диплом. Арх.: Бутусов А. В., Кузнецов А. С., Шумакова А. Н., г. Москва

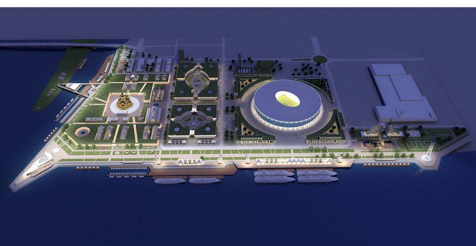


Рис. 20. Диплом. ТМ «Arco projekt»: П. Арсич, Д. Арсич, А. Вириевич, Сербия



виде схематичной планировочной структуры Главного здания XVI Всероссийской промышленной и художественной выставки в масштабе 1:1. Эта вновь формируемая планировочная структура почти совпадает с масштабом стадиона, с размещением в части этой структуры вдоль р. Волги сохранившихся конструкций павильонов здания. Важно поддержать зону брендов православной и царской державой Российской империи.

Вероятно, следует не потерять и воспоминания о советской России – экспонировочные бассейны для размещения судов на подводных крыльях, связи исторической и современной России, конструкции исторических мест защищают часть набережной Волги и трибуны плавучей сцены стрелообразной формы, указывающей на сердце города – Кремль.

«Железный остров» способен вновь проявиться с сохранением своего бывшего предназначения и с идеей «моста в будущее». Композиция с включением исторических «калек» и футуристические геометрии символизирует связь времен и духовно-историческую преемственную важность места Стрелки в жизни города и страны.

Приведем основные технико-экономические показатели (ТЭП), наиболее важные для конкретных проектных решений (рис. 1–8 цв. вклейки):

1. Культурно-исторический ансамбль «Стрелка» расположен в границах бывшего порта, проектируемого парка и собора Александра Невского на территории в 30 га, на слиянии двух великих рек – Волги и Оки.

2. Экономические показатели содержат официально открытые кадастровые данные площадей зданий по всем четырем историческим объектам (суммарная площадь пакгаузов – 14,5 тыс. кв. м.).

3. Потенциально значимые для единого ансамбля Стрелки «Железный остров» и зона брендов согласно авторскому проекту, вероятно, следует в перспективе развивать на территории в 10 га (рис. 9–11 цв. вклейки).

4. Снос двух «пакгаузов Советской России» общей площадью до 10 000 кв. м считать не вполне законным, возбудить расследование и просмотреть возможность фрагментарного или частичного восстановления.

5. Намерение по сносу или переносу двух исторических объектов Царской России (достоверно установлено их отношение к Нижегородской художественно-промышленной выставке в Нижнем Новгороде 1896 года) общей площадью до 5 000 кв. м считать незаконным и преступным.

6. Дополнительно за счет «Железного острова», зоны брендов, территория наращивается, и в общей сложности площади ансамбля Стрелки доходят и превосходят территорию в 50 га.

7. В качестве связующего «моста+канатки» между Нижегородским кремлем и Нижегородской Ярмаркой островная часть Стрелки обеспечит ряд дополнительных связей в нескольких направлениях.

8. Общие затраты к 2021 году (800-летие Нижнего Новгорода) по укрупненным подсчетам составят 5 млрд рублей, а во второй очереди реконструктивно восстановительных работ – еще на 5 лет – до 10 млрд руб.

9. При государственно-частном партнерстве возможно несколько вариантов расчетов в зависимости от долевого участия государства, области, города, отечественных и зарубежных инвесторов.

10. Главным критерием цены реконструкции Стрелки после повторного Международного конкурса (60 работ, представленных на «Эко-Берег», предлагается считать «пробой сил») должен стать коллегиально обоснованный



профессиональный бизнес-план на 5 лет развития ансамбля общегосударственной значимости как важного в общественной жизни МЕСТА СИЛЫ ОТЕЧЕСТВА российского суперэтноса.

В Нижнем Новгороде в 2017 году завершился архитектурный фестиваль «Эко-берег», который был посвящен концепции развития Нижегородской Стрелки – места, где соединяются две реки Ока и Волга. Первое место получило архитектурное бюро ARCHSLON (Москва), второе присудили Архитекторам Асс (Москва), а третье разделили между собой проектное бюро «БАДР 5» (Москва) и команда «DREAM TEAM» (Санкт-Петербург). Дипломами наградили: МАО СРЕДА (Москва), ООО АПМ «Проспект» (Нижний Новгород), ТМ Arco projekt DOO (Сербия, Белград) и еще 3 авторских коллектива из Италии и России (Нижний Новгород, Москва), см. рис. 12–20 цв. вклейки [8–9].

#### **Выводы:**

1. Стрелка, с позиций идеологической и проектно-концептуальной выверенности, прежде всего должна корреспондироваться с Нижегородским Кремлем. Вместе с Кремлем и Нижегородской Ярмаркой Стрелке в качестве собирающего, объединяющего, интегрирующего тотально гостеприимного портового начала предстоит образно скоординироваться на ассоциациях с венчающим статусом главных брендов нижегородского края и Нижнего Новгорода.

2. В плане формирования целостного культурно-исторического ансамбля, расположенного в границах порта, парка и храма на 30 гектарах, на слиянии двух великих рек Волги и Оки, Стрелка обозначает один из символов исходного, изначального «нулевого» континентального Евразийского отсчета. Она указывает движение с Запада на Восток: от Санкт-Петербурга через Москву и Нижний Новгород на Урал (Екатеринбург), Сибирь (Новосибирск), Дальний Восток (Владивосток).

3. Предстоит сохранить все исторические объекты; сформировать в интерьерах и экстерьерах общественно-выставочные, культурно-коммуникативные и парково-рекреационные функциональные пространства.

4. Важно не утратить исторически сложившийся контекст 3 главных зон ансамбля Стрелки: «ПРАВОСЛАВИЕ=Христианская Россия» (СОБОР Александра НЕВСКОГО), «САМОДЕРЖАВИЕ=Царская Россия» (2 объекта /литеры: по р. Волге), «НАРОДНОСТЬ=Советская Россия» (2 объекта /литеры по р. Оке/, на их месте дать две водные чаши со стеклянными структурами, выявляющими суда на подводных крыльях Ростислава Алексеева как передовые образцы современной техники).

5. К Стрелке от Собора между двумя историческими зонами предстоит выделить достойное место, которое отводится Аллее СЛАВЫ с обозначением выдающихся фигур нижегородчины средствами монументального искусства, архитектурного дизайна и ландшафтной архитектуры.

6. На Стрелке, в соответствии с проработанным конкурсным заданием, устанавливается символически значимая вертикаль (часовня-храм): светомаяк и колокол (в «переключке» с острием «Железного острова» возможен аналог «Алых парусов»).

7. Парк как относительно целостное ансамблевое пространство важно осмысливать в качестве объединяющего начала для всех элементов территории Стрелки в качестве «ПОРТА-5 морей».

8. В состав архитектурно-градостроительных доминант может войти Сцена им. Ф. И. Шаляпина (великого певца и близкого друга А. М. Горького) как элемент:





сценическая площадка могла бы быть завершением возвышающегося холма на Стрелке.

9. Канатные дороги предлагается провести на Стрелку через благоустроенный «Железный остров»: № 1 – через р. Оку к школе им. Ломоносова на наб. Федоровского (первая очередь), № 2 – по фарватеру рек Оки и Волги к Кремлю с возможностью подъема на территорию кремля. В перспективе вторая канатная дорога может быть продолжена и связана с канаткой, ведущей через Волгу на город Бор. В перспективе данные канатные дороги обеспечат прекрасные обзоры исторических частей Нижнего Новгорода и сформируют дополнительные потоки для граждан города и туристов.

10. Срок реализации первого этапа архитектурно-градостроительных и дизайнерских проработок с рабочей документацией и фрагментарной реализацией вполне может подойти к 2021 г. – 800-летие Нижнего Новгорода.

11. Важно удержать от сноса и «переноса» все сохранившиеся исторические объекты, а ансамбль «Нижегородской Стрелки» в проектируемых границах расширить до улицы Бетанкура.

12. В процессе продвижения частно-государственного проекта «СТРЕЛКА» следует задействовать максимальное число нижегородских, российских и зарубежных инвестиционно способных брендовых организаций, коллективных и индивидуальных спонсоров.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гельфонд, А. Л. Стрелка: функциональный потенциал места / А. Л. Гельфонд // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2017. – № 2. – С. 213–217.
2. Виноградова, Т. П. Глазами очевидца. Всероссийская промышленная и художественная выставка 1896 года / Т. П. Виноградова. – Нижний Новгород : Кварц, 2016. – 184 с. : ил.
3. На рубеже двух веков : Нижегородское Поволжье и Волга в фотографиях М. П. Дмитриева. – Горький : Волго-Вят. кн. изд-во, 1988. – 255 с. : ил.
4. Нижний Новгород, 1896 : город, ярмарка, выставка : путеводитель. – Нижний Новгород : Нижегород. гум. центр, 1996. – 286 с. : ил.
5. Никитин, Ю. А. Выставочная архитектура России XIX – начала XX в. / Ю. А. Никитин. – Санкт-Петербург : Коло, 2014. – 416 с. : ил.
6. Филатов, Н. Ф. Нижний Новгород. Архитектура XIV – начала XX в. / Н. Ф. Филатов. – Нижний Новгород : Нижполиграф, 1993. – 255 с. : ил.
7. Храмцовский, Н. И. Краткий очерк истории и описание Нижнего Новгорода / Н. И. Храмцовский. – Нижний Новгород : Нижегород. ярмарка, 1998. – 608 с. : ил.
8. ЭКО-БЕРЕГ : междунар. архитектур. фестиваль 2017. – Москва : TATLIN. – 124 с.
9. Работы всех лауреатов ЭКО-БЕРЕГ 2017. Нижний Новгород, Стрелка [Электронный ресурс]. – Режим доступа : uag.ru/news/423.

**NORENKOV Sergey Vladimirovich, doctor of philosophic sciences, professor of the chair of architectural design; CHEBEREVA Olga Nikolaevna, candidate of architecture, associate professor of the chair of drawing and painting; KRASHENINNIKOVA Evgenia Sergeevna, candidate of philosophic sciences, associate professor of the chair of tourism and service**

#### TECTOLOGY OF ARCHITECTURAL AND URBAN DESIGN OF THE ENSEMBLE OF THE NIZHNY NOVGOROD STRELKA



Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering  
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83;  
e-mail: snorenkov@yandex.ru

*Key words:* tectology, architectural and urban design, ensemble, Nizhny Novgorod Strelka.

---

*Architectural and urban design of the Nizhny Novgorod Strelka ensemble correlates with a multifaceted understanding of reconstruction of highly complex historical objects, especially important for modern Russia. Tectology as a science of general relations and regularities provides for a universal system of historical and cultural scientific and artistic research focused on the design of such spaces. Integration analytics, based on interdisciplinary approaches of hierarchical architectonics, allows not to miss the essence of the most important aspects of the phenomenon of the Nizhny Novgorod Strelka ensemble.*

---

#### REFERENCES

1. Gelfond A. L. Strelka: funktsionalny potentsial mesta. [Strelka: functional potential of the place.]. Privolzhskiy nauchny jurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2017, № 2. P. 213–217.
2. Vinogradova T. P. Glazami ochevidtsa. Vserossiyskaya promyshlennaya i khudozhestvennaya vystavka 1896 goda [By the eyes of a witness. The All-Russian industrial and art exhibition of 1896]. Nizhny Novgorod: Quartz, 2016. 184 p., il.
3. Na rubezhe dvukh vekov: Nizhegorodskoe Povolzhe i Volga v fotografiyakh M. P. Dmitrieva [At the turn of two centuries: The Nizhny Novgorod Povolzhe and Volga in photos by M. P. Dmitriev]. Gorky, Volgo-Vyat. kn. izd-vo, 1988. 255 p., il.
4. Nizhny Novgorod, 1896: gorod, yarmarka, vystavka [Nizhny Novgorod, 1896: city, fair, exhibition]: putevoditel. Nizhny Novgorod: Nizhegor. gum. tsentr. 1996. 286 p., il.
5. Nikitin Yu. A. Vystavochnaya arkhitektura Rossii XIX – nachala XX v. [Exhibition architecture of Russia of the XIX – early XX century]. Saint-Petersburg: Kolo, 2014. 416 p.: il.
6. Filatov N. F. Nizhny Novgorod. Arkhitektura XIV – nachala XX v. [Nizhny Novgorod. Architecture of the XIV – early XX century]. Nizhny Novgorod, Nizhpolygon. 1993. 255 p., il.
7. Khrantsovsky N. I. Kratkiy ocherk istorii i opisanie Nizhnego Novgoroda [Brief history and description of Nizhny Novgorod]. Nizhny Novgorod: Nizhegor. yarmarka. 1998, 608 p., il.
8. EKO-BEREG [ECO-SHORE]. Mezhdunar. arkhitektur. festival 2017. Moscow. TATLIN, 124 p.
9. Raboty vsek laureatov EKO-BEREG 2017 [Works of all the winners of the ECO-SHORE 2017]. Nizhny Novgorod, Strelka [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: uar.ru/news/423.

© С. В. Норенков, О. Н. Чеберева, Е. С. Крашенинникова, 2018

Получено: 28.09.2018 г.



УДК 725.4.012

**А. А. ЯКОВЛЕВ**, д-р архитектуры, проф. кафедры архитектурного проектирования; **И. О. ОСИПОВ**, аспирант кафедры архитектурного проектирования

### **ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ НА СЛОЖНОМ РЕЛЬЕФЕ**

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:* сложный рельеф, промышленная архитектура, промышленное строительство, промышленность и рельеф, освоение сложного рельефа.

---

*Рассмотрен вопрос актуальности освоения сложного рельефа в промышленном строительстве. Выявлены и обоснованы основные внешние факторы, влияющие на формирование архитектурных решений промышленных зданий на сложном рельефе, учет которых необходим для наиболее эффективного его освоения.*

---

Освоение все новых территорий в градостроительстве неминуемо ведет к истощению равнинных земель как наиболее удобных для строительства. В сложившейся ситуации возникает необходимость в освоении сложного рельефа, который является определенным территориальным резервом. Опыт жилищного строительства на сложном рельефе в большей мере накоплен за рубежом (рис. 1 цв. вклейки), где истощение удобных территорий произошло гораздо раньше [1], однако современные инфраструктурные изменения требуют реализации новых подходов и в промышленном строительстве.

Для размещения промышленных предприятий в условиях сложного рельефа необходимо выявить внешние факторы, влияющие на формирование архитектурных решений промышленных зданий на сложном рельефе.

К *внешним факторам* относятся:

- градостроительные (размещение в городе, размеры генерального плана, условия зрительного восприятия, эстетические требования со стороны города, градостроительное единство);
- социальные (занятость и обслуживание населения, повышение эстетического уровня застройки);
- экологические (характер выбросов, используемый транспорт, организация разрывов от жилья и санитарно-защитных зон);
- природно-климатические (рельеф местности, инженерно-геологические условия, температурно-влажностный и ветровой режимы, инсоляция);
- экономические (экономичность производственных процессов, экономичность объемно-планировочных, конструктивных, архитектурно-художественных решений, характер инвестирования, рентабельность производства малых предприятий).

В связи с высокой стоимостью земли в городах и ее дефицитом строительство и расширение предприятий связано с большими трудностями, вызванными необходимостью увеличения плотности и компактности застройки промышленных зданий. В сравнении с пологими участками, земли со сложным рельефом

обладают более низкой себестоимостью, освоение которых при комплексном подходе позволит решить существенную **градостроительную** проблему с дефицитом территорий в городской черте. К факторам, влияющим на увеличение плотности застройки, можно отнести: блокирование зданий (рис. 2 цв. вклейки); использование подземного пространства (рис. 3 цв. вклейки); многоэтажное строительство; блок-секционный метод застройки; вынос за пределы предприятия зданий и сооружений, в которых размещаются технологические процессы, требующие значительных санитарных разрывов от основного производства, вынос объектов культурно-бытового обслуживания; обеспечение возможности развития и расширения, соблюдение очередности строительства и архитектурной законченности на каждом этапе [2].

**Социальные** факторы оказывают влияние на формирование архитектурных решений промышленных зданий, эстетическую организацию производственной среды, определяют внутренние и внешние аспекты. К внешним аспектам можно отнести: социальные особенности взаиморасположения жилья и предприятия, организацию снабжения населения изготавливаемой продукцией; к внутренним – требования к квалификации работников, новые формы культурно-бытового обслуживания и организации труда, социально-утилитарную функцию облика предприятий.

Размещая промышленные районы и отдельные предприятия, необходимо стремиться к максимально возможному приближению мест труда к местам жительства трудящихся с соблюдением необходимых санитарно-гигиенических условий [3]. Рассматривая особенности взаиморасположения жилья и предприятия, можно сделать вывод, что освоение территорий со сложным рельефом в городах и на окраинах позволит дать множество рабочих мест в городской черте, значительно снизить расходы на создание социальной инфраструктуры (организацию дополнительных транспортных сетей и маршрутов для трудящихся), снизить ежедневные миграции работающего населения и общее время на дорогу, обеспечить контакт будущего предприятия с научно-исследовательскими центрами. Социально-культурный аспект, доказывающий эффективность размещения производственных предприятий в городской черте, также может включать: ускоренное внедрение нововведений в производственный процесс, большую интенсивность обмена информацией, упрощение контакта с управляющими звеньями производственной цепи, более высокий культурный уровень рабочей среды [4].

Основные причины **экологических** проблем следующие: несоблюдение экологических и градостроительных требований, уменьшение площадей зеленых насаждений, пренебрежение необходимым учетом реальной экологической ситуации при проектировании промышленности и жилых районов, приоритет в сторону промышленности при выборе участков застройки городской территории, перегрузка транспортными средствами дорог в жилых районах и многие другие.

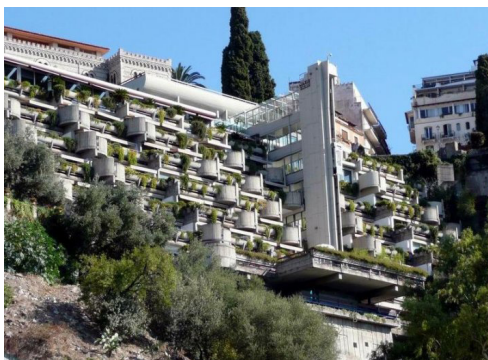
Можно выделить следующие экологические предпосылки для развития предприятий: строительство многоэтажных промышленных зданий, использование подземных пространств, террасной застройки, применение многоэтажных складов с целью экономии территории под застройку; использование площадей кровель, террас, боковых поверхностей ограждений производственных зданий для озеленения (рис. 4 цв. вклейки), поглощения избыточного тепла, пыли и шума, понижения грунтовых вод на промышленных территориях; использование на предприятиях вентиляционно-утилизационных установок, обеспечивающих



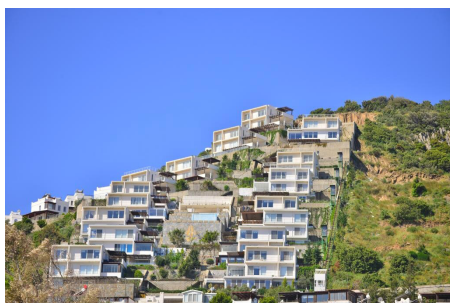
**К СТАТЬЕ А. А. ЯКОВЛЕВА, И. О. ОСИПОВА**  
**«ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ**  
**АРХИТЕКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ**  
**НА СЛОЖНОМ РЕЛЬЕФЕ»**



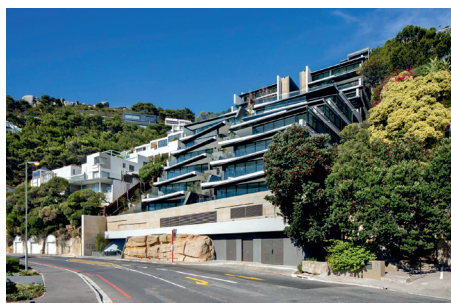
*а*



*б*



*в*



*г*

Рис. 1. Зарубежный опыт жилищного строительства на сложном рельефе: *а* – жилой комплекс «Рокко» (арх. Тадао Андо, 1999 г.); *б* – отель «Монте-Тауро» (арх. А. Гатти, 1970 г.); *в* – Пентхаус в Ялыкаваке (арх. бюро Bodrum, 2012 г.); *г* – отель «Clifton Terraces» (арх. Филипп Олмесдаль, 2016 г.)

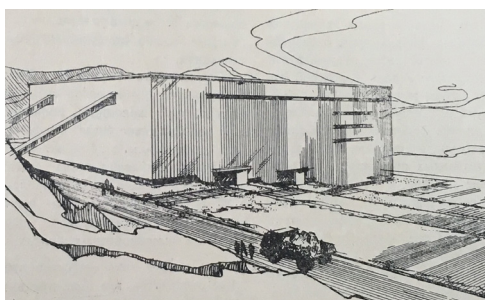
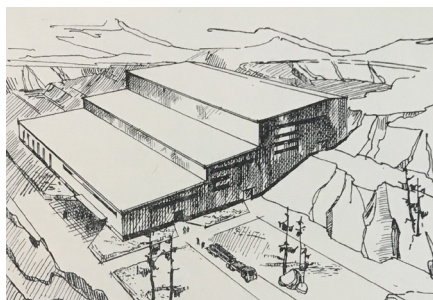
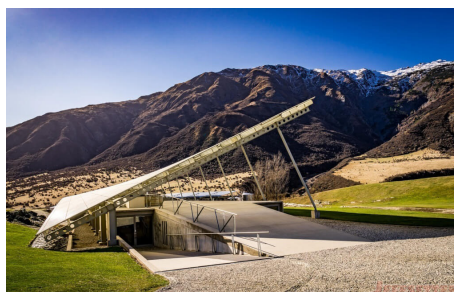


Рис. 2. Блокированные промышленные здания на сложном рельефе: *а* – вариант обогатительной фабрики оловянной промышленности (арх.: М. А. Шерстнева, А. И. Финогенов, 1973 г.); *б* – вариант алмазодобывающей фабрики (арх.: М. А. Шерстнева, А. И. Финогенов, 1973 г.)



*a*



*б*



*в*

Рис. 3. Использование подземного пространства в промышленном строительстве: *a* – винодельческое предприятие «Топлицкие виноградники» (арх. Хавьер Родригес, 2006 г.); *б* – винзавод «Peregrine Winery» (арх. К. Келли, 2009 г.); *в* – автомобильный завод «McLaren» (арх. бюро Foster + Partners, 2011 г.)



*a*



*б*

Рис. 4. Применение озеленения кровель промышленных зданий: *a* – водоочистные сооружения Эдинбурга (арх. BDP group, 2012 г.); *б* – завод в Прэци (арх. Enzo Eusebi, Nothing Studio, 2015 г.)





значительное снижение выбросов токсичных газов и пыли в атмосферу; локализация вредного производства внутри заводской территории; внедрение современных безотходных технологий; внедрение электроники и робототехники.

К **природно-климатическим** факторам относятся: климат, инженерно-геологические условия и рельеф местности. Рельеф во многом определяет формирование ряда других компонентов ландшафта (поверхностные и подземные воды, грунт, микроклимат и т. д.), влияющих на проектирование и строительство. При строительстве на сложном рельефе большое внимание следует уделить отводу поверхностных вод во избежание эрозии почвы. Экологические свойства рельефа проявляются в формировании не только почвенных и гидрологических условий, но и температурного и ветрового режимов. Экспозиция и крутизна склонов влияют на количество и распределение солнечной радиации. Степень инсоляции склона южной ориентации по отношению к равнинной территории выше, при северной ориентации, наоборот – ниже. По схожему принципу формируется и ветровой режим.

Борьба с инсоляцией в производственных помещениях сводится к: устранению слепящего воздействия солнечных лучей; защите помещений от перегрева; максимальному использованию природной ультрафиолетовой радиации для повышения гигиенического качества помещений. Защита достигается устройством горизонтальных, вертикальных или комбинированных экранирующих устройств, солнцезащитных и теплопоглощающих стекол.

**Экономические** факторы, направленные на снижение стоимости, можно условно разделить на две группы: пассивные (объемно-планировочные решения, наличие готовой инженерной инфраструктуры), отражающие единовременные затраты на строительство объекта, и активные, обеспечивающие экономический эффект в течение длительного периода эксплуатации зданий (снижение расходов на отопление, вентиляцию и кондиционирование подземных пространств, использование возобновляемых источников энергии и т. д.), включая суммы строительных затрат на реконструкции и технические перевооружения. Объемно-планировочные решения – рациональная геометрическая форма (в этом случае появляется возможность разместить дополнительное оборудование; увеличить выпуск продукции; сократить эксплуатационные затраты; снизить площадь застройки; повышается степень гибкости технологической организации; сокращается общая строительная материалоемкость; протяженность всех видов сетей и коммуникаций; снижаются расходы тепла на отопление и др.), планировка и большая величина поэтажной площади в результате блокирования становятся одними из самых действенных средств повышения экономической эффективности строительства и эксплуатации.

Сложный рельеф является наиболее трудным для освоения. Необходимо учитывать все выявленные факторы, оказывающие значительное влияние на формирование архитектурных решений промышленных зданий на рельефе с целью наиболее эффективного его освоения. Первостепенными задачами являются должная оценка природно-климатического фактора, включающего особенности рельефа (уклон, инженерно-геологические условия, экспозиция склона, условия отведения стекающих со склона вод, скапливание их у подножия, а также множество других) и грамотно разработанный проект строительно-земляных работ. Выявленные факторы можно считать специфическими. Они являются основой для разработки критериев оценки проектных решений и предпроектного анализа промышленных зданий на сложном рельефе.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калабин, А. В. Малоэтажные жилые дома на сложном рельефе в условиях Урала. Рекомендации по проектированию. Ч. 1 / А. В. Калабин // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2013. – № 2. – С. 28–34.
2. Быков, В. В. Предприятия пищевой промышленности / В. В. Быков, М. Б. Розенберг. – Москва : Стройиздат, 1982. – 136 с.
3. Леонтович, В. В. Вертикальная планировка городских территорий / В. В. Леонтович. – Москва : Стройиздат, 1985. – 119 с.
4. Бочаров, Ю. П. Производство и пространственная организация городов / Ю. П. Бочаров, Г. И. Фильваров. – Москва : Стройиздат, 1987. – 256 с.

**YAKOVLEV Andrey Aleksandrovich, doctor of architecture, professor of the chair of architectural design; OSIPOV Ivan Olegovich, postgraduate student of the chair of architectural design**

## THE INFLUENCE OF EXTERNAL FACTORS ON THE FORMATION OF ARCHITECTURAL SOLUTIONS OF INDUSTRIAL BUILDINGS ON COMPLEX TERRAIN

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:* complex relief, industrial architecture, industrial construction, industry and relief, development of complex terrain.

---

*The article considers the urgency of developing the complex relief in industrial construction. The main external factors influencing the formation of architectural solutions of industrial buildings on a complex relief, which should be taken into account for its effective development are identified and substantiated.*

---

## REFERENCES

1. Kalabin A. V. Maloetazhnye zhilye doma na slozhnom relefe v usloviyakh Urala. Rekomendatsii po proektirovaniyu (Ch. 1) [Low-rise apartment buildings on a complex relief in the Urals. Recommendations on designing (Part 1)]. Akademicheskij vestnik UralNIIProekt RAASN [Academic Bulletin of Ural Scientific Research Institute of RAASN]. 2013. № 2. P. 28–34.
2. Bykov V. V., Rosenberg M. B. Predpriyatiya pischevoy promyshlennosti [Enterprises of the food industry]. Moscow, Stroyizdat, 1982, 136 p.
3. Leontovich V. V. Vertikalnaya planirovka gorodskikh territoriy [Vertical planning of urban areas]. Moscow, Stroyizdat. 1985, 119 p.
4. Bocharov Yu. P., Filvarov G. I. Proizvodstvo i prostranstvennaya organizatsiya gorodov [Production and spatial organization of cities]. Moscow: Stroyizdat. 1987, 256 p.

© А. А. Яковлев, И. О. Осипов, 2018

Получено: 28.09.2018 г.



УДК 725.4.012

**А. А. ЯКОВЛЕВ**, д-р архитектуры, проф. кафедры архитектурного проектирования; **И. О. ОСИПОВ**, аспирант кафедры архитектурного проектирования

## **К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА СЛОЖНОМ РЕЛЬЕФЕ**

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:* сложный рельеф, промышленная архитектура, промышленное строительство, промышленность и рельеф, классификации сложного рельефа.

---

*Рассматриваются вопросы освоения сложного рельефа в промышленности. Анализируются существующие классификации рельефа. Приводятся классификации отраслей промышленности и типов зданий по степени пригодности их размещения в условиях сложного рельефа.*

---

Понятие сложный рельеф определяет совокупность форм земной поверхности, существенно влияющих на функционально-бытовые, санитарно-гигиенические, архитектурно-эстетические и технико-экономические характеристики городского строительства и хозяйства и обуславливающих применение специальных приемов планировки, застройки и благоустройства [1, 2].

Для разработки рекомендаций по формированию архитектурных решений промышленных зданий на сложном рельефе необходимо разработать характерные классификации: *по отраслям промышленности, типу зданий, рельефу местности.*

При формировании архитектурных решений промышленных зданий в процессе анализа места необходимо учитывать следующие характеристики рельефа: *крутизна склона, ориентация склона по сторонам света, состав грунта, визуальные характеристики.*

Приемы застройки сложного рельефа (склонов, оврагов, балок и т. д.) и формообразование самих зданий в основном зависят от величины уклонов площадки. Существует множество классификаций рельефа по уклону местности, характерных для жилищного строительства, например, в работах:

– Лиховой Л. Ф., Лицкевича В. К. – селитебные территории в зависимости от уклонов *условно* классифицируются следующим образом [3]: уклон менее 3 % – равнина; от 3 до 8 % – малый уклон; от 8 до 20 % – средний уклон; от 20 % и выше – крутой уклон;

– Маминаишвили Б. А. – уклон от 15 до 30 % и выше классифицируется как сильный [4];

– Кузнецовой И. Н. – классификация уклонов территорий жилых районов и микрорайонов, следующая [5]: меньше 0,5 % – очень малый; от 0,5 до 2,5 % – малый; от 2,5 до 5 % – средний; от 5 до 10 % – относительно большой; от 10 до 20 % – большой; свыше 20 % – очень большой;

– Крогиуса В. Р. [1, 2] – уклон менее 1,66 % – пологий, от 5 до 10 % – умеренный; от 20 % – сильный; от 22 до 33 % – крутой; от 50 до 100 % – очень крутой;

– Даунинга, Бибби и Мак'Кея [1, 2, 6] – уклон менее 1,5 % – слабый; от 1,5 до 10 % – умеренный; от 10 до 20 % – сильный; от 20 до 33 % – крутой; от 33 до 100 % – очень крутой.

Расхождение данных свидетельствует о том, что не существует четкой классификации крутизны склонов. Более того, существующие классификации не применимы для промышленного строительства в связи с необходимостью в более крупных строительных площадках. По данным Лукьянова В. И., при уклонах местности свыше 3 % и наличии оврагов глубиной до 3 м возникают трудности при размещении промышленности на рельефе. Данные территории относятся к категории ограниченно пригодные, а при уклонах свыше 5 % – непригодные [7]. Расположение предприятий на ограниченно пригодных и непригодных территориях допустимо при проведении необходимых мероприятий по инженерной подготовке (осушение, защита от оползней, вертикальная планировка или организация поверхности и т. д.). Однако наметившиеся тенденции в современной промышленности, выявленные в результате анализа зарубежного опыта проектирования и строительства предприятий на сложном рельефе, позволяют сделать вывод, что освоение рельефа возможно и при более неблагоприятных условиях (рис. 1 цв. вклейки). Поэтому актуальная *классификация рельефа по величине уклонов* принимает вид:

- до 5 % – уклон малый (3° – возможность размещения типовых объектов при бестеррасной планировке);
- от 5 до 20 % – небольшой (3–11°);
- от 20 до 45 % – средний (11–24°);
- от 45 % – большой.

Для каждого принятого диапазона уклонов характерны определенные (оптимальные) объемно-пространственные решения промышленных зданий. Характер рельефа местности и инженерно-геологические условия определяют уровень сложности проекта и предстоящие затраты на строительство.

При изучении *отраслей промышленности* особенно важным является вопрос выявления направленности технологического процесса для каждого вида производств с целью разработки классификации. *Горизонтальный технологический процесс* характерен отраслям черной и цветной металлургии (за исключением обогащательных фабрик), тяжелого машиностроения, некоторым отраслям строительной, химической и пищевой промышленности. *Вертикальный технологический процесс* широко применяется на предприятиях легкой промышленности, некоторых отраслях пищевой и химической промышленности, точного машиностроения, некоторых отраслях строительной промышленности. *Смешанный технологический процесс* применяется в металлургии (горнодобывающей, обогащательной промышленности), некоторых отраслях химической, пищевой и строительной промышленности, большей части топливно-энергетической.

Наличие рельефа при вертикальной и смешанной схемах технологического процесса является значительным преимуществом. Он позволяет упростить и удешевить применение внутрицехового транспорта за счет использования гравитационных технологий при перепадах высот. При горизонтальном технологическом процессе, наоборот, создает трудности. Таким образом, *классификация отраслей промышленности* по возможности размещения на сложном рельефе в зависимости от направленности технологического процесса принимает вид (рис. 2 цв. вклейки):

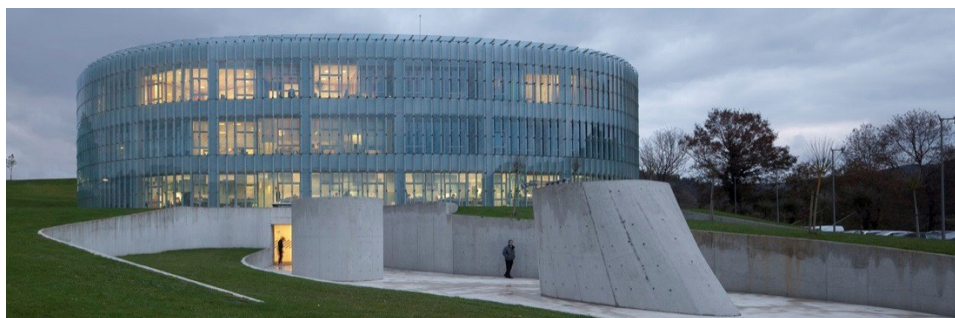
- горизонтальный (тяжелое и среднее машиностроение, металлургия, некоторые отрасли деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной и строительной) – *сложно размещать на рельефе* (нежелательно);
- вертикальный (легкая, пищевая, химическая, точное и среднее



**К СТАТЬЕ А. А. ЯКОВЛЕВА, И. О. ОСИПОВА  
«К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ОБЪЕКТОВ НА СЛОЖНОМ РЕЛЬЕФЕ»**



*а*



*б*



*в*



*г*

Рис. 1. Классификация сложного рельефа по величине уклона: *а* – малый (винодельня «Фаустино». Арх. бюро Foster + Partners, 2010 г.); *б* – небольшой (завод программного обеспечения и биотехнологий. Арх. бюро Coll-Barreu Arquitectos, 2006 г.); *в* – средний (винный завод «Encuentro Guadalupe». Арх. Jorge Gracia, 2011 г.); *г* – большой (завод по очистке воды «Levanto». Архит. бюро ММАА, 2016 г.)



*a*



*б*



*в*



*г*



*д*



*е*

Рис. 2. Классификация промышленных зданий на сложном рельефе по отраслям: *a* – точное машиностроение (мануфактура по производству часов «Jaquet Droz». Арх. Atelier oï, 2010 г.); *б* – целлюлозно-бумажная (комплекс по производству пищевой упаковки «Teda-MM», 2011 г.); *в* – пищевая (винодельня «Encuentro Guadalupe». Арх. Роберто Бенавенте, 2007 г.); *г* – энергетическая (ГЭС «Val-Jalbert Belvedere». Архит. Atelier Pierre Thibault, 2014 г.); *д* – пищевая (мясной завод в Прэци. Арх. Enzo Eusebi, Nothing Studio, 2015 г.); *е* – машиностроительная (автомобильный завод «McLaren». Арх. бюро Foster + Partners, 2011 г.)





машиностроение, некоторые отрасли строительной и целлюлозно-бумажной) – *легко размещать на рельефе*;

– смешанный (легкая, пищевая, химическая, топливно-энергетическая) – *легко размещать на рельефе* (возможны сложности размещения горизонтальных процессов).

Промышленные предприятия состоят из зданий, предназначенных для реализации производственно-технологических процессов, прямо или косвенно связанных с выпуском определенного вида продукции. Независимо от отрасли промышленности выделяют *типы зданий*: производственные здания, подсобно-производственные, энергетические, транспортные, складские, санитарно-технические, вспомогательные и другие.

Приспособление промышленных зданий к сложному рельефу напрямую зависит от их занимаемой площади. Здания небольшого размера в плане можно без особых трудностей размещать на малых и средних уклонах, террасах, в подземном пространстве, частично заглублять, располагать консольно или на опорах. При сложном рельефе необходимо максимально эффективно использовать участки небольшого уклона и равнины (при их наличии на площадке) с приоритетом для крупных зданий. На основе выводов была разработана *классификация типов зданий* по приспособляемости к рельефу:

- *легко приспособливаются* (энергетические, складские, санитарно-технические, вспомогательные (административно-бытовые, общественного питания, здравоохранения, профессионального обучения));
- *с возможными сложностями* (транспортные);
- *трудно* (производственные, подсобно-производственные).

Выявленные классификации не являются исчерпывающими. Планируется более детальное изучение организации функционально-технологических процессов и композиционных особенностей промышленных зданий на сложном рельефе.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крогиус, В. Р. Градостроительство на склонах / В. Р. Крогиус, Д. Эббот, К. Поллит. – Москва : Стройиздат, 1988. – 328 с.
2. Крогиус, В. Р. Город и рельеф / В. Р. Крогиус. – Москва : Стройиздат, 1979. – 128 с.
3. Лихова, Л. Ф. Проектирование жилых домов с учетом рельефа местности / Л. Ф. Лихова, В. К. Лицкевич. – Москва : Госстройиздат, 1960. – 60 с.
4. Маминаишвили, Б. А. Опыт проектирования и строительства жилых районов в условиях сложного рельефа / Б. А. Маминаишвили. – Москва : ЦНТИ по граждан. стр-ву и архитектуре, 1974. – 27 с.
5. Кузнецова, И. Н. Вертикальная планировка городских территорий / И. Н. Кузнецова. – Омск : СибАДИ, 2011. – 98 с.
6. Downing, M. F. Landscape Construction / M. F. Downing. – London : Spon, 1977. – 247 p.
7. Лукьянов, В. И. Планировка городских промышленных районов: Основные положения / В. И. Лукьянов. – Москва : Стройиздат, 1965. – 130 с.

**YAKOVLEV Andrey Aleksandrovich, doctor of architecture, professor of the chair of architectural design; OSIPOV Ivan Olegovich, postgraduate student of the chair of architectural design**

#### TO THE ISSUE OF CLASSIFICATION OF INDUSTRIAL OBJECTS ON A COMPLEX RELIEF



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:* complex relief, industrial architecture, industrial construction, industry and relief, classification of complex terrain.

---

*The article deals with the problems of development of a complex relief in industry. The existing relief classification is analyzed. Classifications of industries and types of buildings are presented according to the degree of their suitability for being located in the conditions of complex terrain.*

---

#### REFERENCES

1. Krogus V. R., Ebbot D., Pollit K. Gradostroitelstvo na sklonakh [Urban planning on the slopes]. Moscow: Stroyizdat. 1988, 328 p.
2. Krogus V. R. Gorod i relief [City and relief]. Moscow: Stroyizdat. 1979, 128 p.
3. Likhova L. F., Litskevich V. K. Proektirovanie zhilykh domov s uchyotom relefa mestnosti [Designing residential houses taking into account the terrain topography]. Moscow: Gosstroyizdat, 1960, 60 p.
4. Maminaishvili B. A. Opyt proektirovaniya i stroitelstva zhilykh rayonov v usloviyakh slozhnogo relefa [Experience of design and construction of residential areas in a complex terrain]. Moscow: TsNTI po grazhdan. str-vu i arkhitekture, 1974, 27 p.
5. Kuznetsova I. N. Vertikalnaya planirovka gorodskikh territoriy [Vertical planning of urban areas]. Omsk: SibADI. 2011, 98 p.
6. Downing M.F. Landscape Construction. London: Spon, 1977. 247 p.
7. Lukyanov V. I. Planirovka gorodskikh promyshlennykh rayonov: Osnovnye polozheniya [The layout of urban industrial areas: General]. Moscow: Stroyizdat, 1965, 130 p.

© А. А. Яковлев, И. О. Осипов, 2018

Получено: 28.09.2018 г.

УДК 711.553.17

**Л. Н. ОРЛОВА**, д-р техн. наук, проф. кафедры архитектурного проектирования;  
**Е. А. КОЧЕТКОВА**, магистрант кафедры организации и экономики строительства

#### **МОДУЛЬНЫЕ БЫСТРОВОЗВОДИМЫЕ РОТОРНЫЕ ПАРКОВКИ: СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СТОЯНОК АВТОМОБИЛЕЙ**

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

*Ключевые слова:* автоматизированные паркинги, парковки роторного типа, расчет парковочных мест, проектные мероприятия.



*Рассмотрены проектные мероприятия по размещению модульных быстровозводимых роторных парковок при дефиците парковочных мест на жилых территориях. Проектом предусмотрено использование системы роторных парковок на 10 машино-мест, расположенных на земельном участке объекта проектирования.*

В современном городе уровень автомобилизации – количество автомобилей на 1000 человек – увеличивается ежегодно [1]. Так, на 2016 г. в среднем по России он составлял 285, в 2017 г. – 288. Причем в зависимости от региона значения разнятся: самый высокий на Камчатке – 472, в Приморском крае – 437, в Московской области и в Москве – 347 и 308 соответственно. В других регионах: Тюменская область – 311, Самарская – 309, Татарстан – 307, Ростовская – 292, Челябинская – 291, Башкортостан – 277, Нижегородская – 276, Волгоградская – 261 [1]. Одновременно увеличивается плотность застройки в городах [2], что приводит к дефициту парковочных мест, в том числе на жилых территориях.

Для более компактного размещения автомобилей рекомендуется использовать удобные в эксплуатации механизированные и полумеханизированные паркинги и парковки, в том числе модульные быстровозводимые – роторные [3–6]. Первая полуавтоматическая система была построена в Париже на территории гаража Рюде-Понтье (Garage Rue de Ponthieu) в 1905 г. Установленный внутри бетонного здания лифт поднимал автомобиль на верхний уровень, где обслуживающий персонал парковал машину. Автоматизированная парковка впервые появилась в США в Нью-Йорке: компания Kent Automatic Garages в 1928 г. построила 25-этажную парковку на 1000 автомобилей. Полностью автоматическая парковка (без участия человека) построена в Вашингтоне в 1951 г.: время от момента высадки из автомобиля до парковки составляло 15 секунд, столько же затрачивалось и на подачу автомобиля. Лидером по количеству автоматизированных парковок в настоящее время является Япония, где таким способом регулярно размещается более 1,7 млн автомобилей [7].

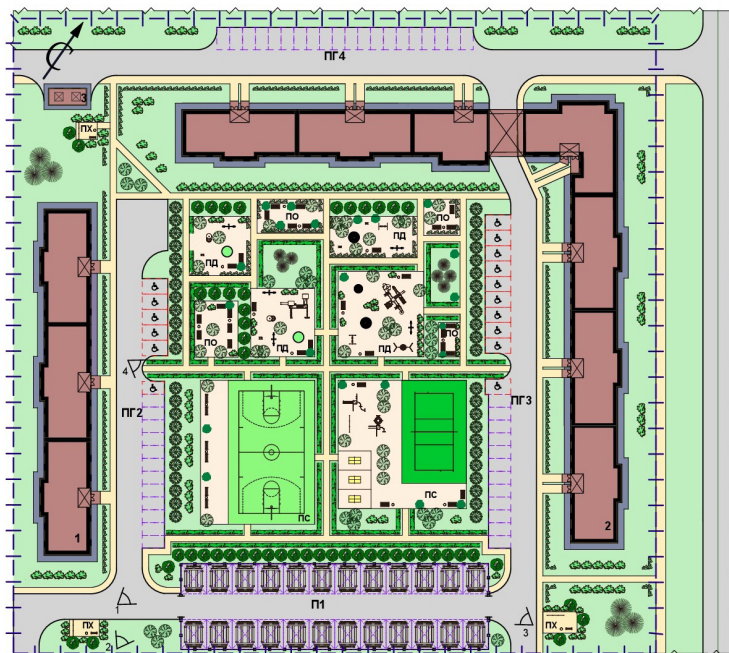
В России первый автоматизированный комплекс появился в 1994 г. на Скаковой улице, следующий – только в 2009 г. возле телецентра Останкино в Москве. Со временем такие парковки были построены и в других крупнейших городах: Санкт-Петербурге, Новосибирске, Новокузнецке [9].

Роторные парковки способствуют решению проблемы организации парковочного пространства в стесненных условиях современного города. Роторный тип паркинга самый компактный из всех известных стоянок массового применения. На площади, занимаемой двумя автомобилями (не более 30 м<sup>2</sup>), они позволяют организовать от 8 до 16 парковочных мест, что делает их применение весьма целесообразным на территории дворов.

Несомненными достоинствами роторной парковки являются:

- создание в десять раз больше парковочных мест на единицу площади;
- простота: не являясь объектом капитального строительства, не требует длительных согласований;
- малое энергопотребление;
- мобильность: за десять дней установку можно демонтировать, перевезти, собрать и запустить в другом месте;
- автоматизация: не требует постоянного оператора, плата с водителей взимается автоматически;
- безопасность: бережное хранение машин, снижение риска угона, вандализма и аварий;

**К СТАТЬЕ Л. Н. ОРЛОВОЙ, Е. А. КОЧЕТКОВОЙ**  
**«МОДУЛЬНЫЕ БЫСТРОВОЗВОДИМЫЕ РОТОРНЫЕ ПАРКОВКИ:**  
**СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ**  
**СТОЯНОК АВТОМОБИЛЕЙ»**

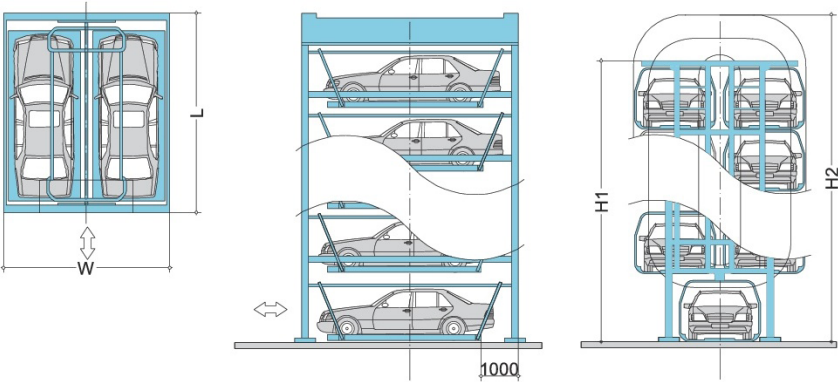


**ЭКСПЛИКАЦИЯ**

№ п/п	Наименование	Номер типового проекта	Примечание
<b>Здания и сооружения</b>			
1	5 этажный 60 квартирный жилой дом	86-04/1 Ш	проектир.
2	9 этажный 282 квартирный жилой дом	Э-600	проектир.
3	Трансформаторная подстанция	407-3-349.84	проектир.
<b>Площадки</b>			
ПО	для отдыха взрослых	инд. проект	проектир.
ПД	для игр детей	инд. проект	проектир.
ПС	спортивные площадки	инд. проект	проектир.
ПХ	хозяйственные площадки	инд. проект	проектир.
<b>Парковки</b>			
П1	роторная парковка на 260 м/мест	инд. проект	проектир.
ПГ2	гостевая парковка на 18 м/мест	инд. проект	проектир.
ПГ3	гостевая парковка на 22 м/места	инд. проект	проектир.

Рис. 1. Размещение роторной парковки на «Плане благоустройства и озеленения жилой группы»

# Размеры и технические характеристики автоматизированной парковочной системы ROTARY PARKING



ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	СТАНДАРТНЫЙ АВТОМОБИЛЬ
Система перемещения	Цель
Скорость движения	3,8 м/мин
Электродвигатель	5,5 кВт (до 8 машиномест) 7,5 кВт (до 12 машиномест)
Способ управления	10-кнопочная панель
Питание	Переменный ток 3 фазы, 380 В, 50 Гц, 5-проводная (R, S, T, N +(заземление) E)
Потребляемая мощность	10 кВА (до 8 машиномест) 15 кВА (до 12 машиномест)

ВМЕСТИМОСТЬ (МАШИНОМЕСТ)	СТАНДАРТНЫЙ АВТОМОБИЛЬ			
	ШИРИНА W (ММ)	ДЛИНА L (ММ)	ВЫСОТА H1 (ММ)	ВЫСОТА H2 (ММ)
5	4750	6200	5840	6860
6			6740	7755
7			7490	8645
8			7990	9540
9			9320	10430
10			10220	11320
11			11110	12215
12			12000	13105

\*При обшивке системы необходимо учесть размеры W+350 мм, L+300 мм, H2+600 мм на материал.  
\*При установке в существующее здание необходимо учесть размеры W+100 мм, L+300 мм, H2+300 мм.

Рис. 2. Технические характеристики роторной парковки элеваторного типа [15]





Рис. 3. Визуализация, вид 1

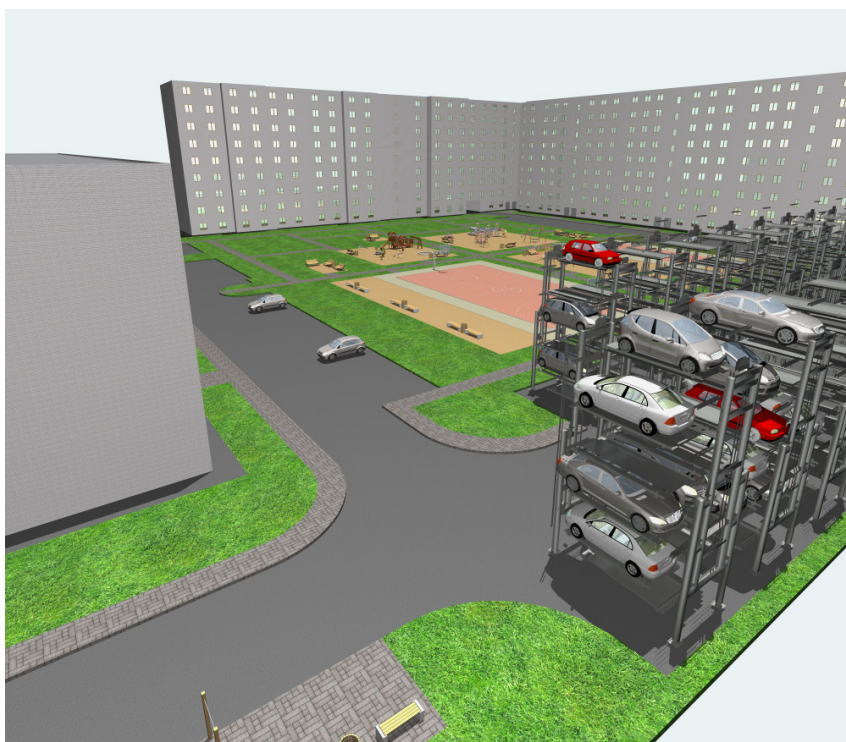


Рис. 4. Визуализация, вид 2





Рис. 5. Визуализация, вид 3



Рис. 6. Визуализация, вид 4



–капитализация: на поверхностях стен можно разместить как баннеры, так и полноценные медиафасады;

–дополнительные опции (козырек, стены, медиафасады, системы контроля доступа, системы автоматической оплаты, особый дизайн).

Согласно п. 1.1 [9] проектирование новых и реконструкцию существующих городских объектов следует осуществлять по региональным нормативам. В соответствии с п. 2.11.5 Постановления Правительства Нижегородской области от 31. 12. 2015 г. № 921 «Об утверждении региональных нормативов градостроительного проектирования Нижегородской области» [10] для проектируемых жилых домов необходимо предусматривать места для постоянного хранения автотранспортных средств жителей из расчета не менее 70 % от количества квартир, т. е. число м/мест принимается с коэффициентом 0,7 от количества квартир в проектируемых жилых домах.

Ниже приведен пример расчета и размещения автоматизированных парковок роторного типа на участке площадью 2,7 га двух жилых домов на 60 и 282 квартиры соответственно (рис. 1). Число мест для постоянного хранения составит:  $0,7 \times (60+282) \text{ квартир} = 240 \text{ м/мест}$ .

Согласно п. 2.11.7 [10] вместимость автостоянок для временного (гостевого) хранения принимается для жилых домов, кварталов и микрорайонов из расчета 25–30 % количества автомобилей, определяемого в соответствии с п. 2.11.5 [10]. Следовательно, число парковочных мест для временного (гостевого) хранения составит:

от  $0,25 \times 240 = 60 \text{ м/мест}$  до  $0,30 \times 240 = 72 \text{ м/мест}$ .

Проектом предусмотрено двойное использование парковочных мест: в дневное время – для временного (гостевого) хранения, в ночное – для постоянного хранения автотранспорта жителей. Таким образом, на территории земельного участка объекта проектирования проектом принято: 165 м/мест для постоянного хранения автотранспорта жителей в ночное время, в том числе 41 м/место для временного (гостевого) хранения на открытых площадках (уширениях) проездов и 121 м/место на роторных стоянках.

В соответствии с [11] и п. 4.2.1 [12] для автотранспорта инвалидов следует выделять 10 % от общего числа мест. Тогда для проектируемых жилых домов:  $165 \times 0,1 = 17 \text{ м/мест}$ , из них 8 м/мест размерами  $3,6 \times 6 \text{ м}$ .

Проектом предусмотрено использование системы роторных парковок на 10 м/мест [13], расположенных на открытой автостоянке земельного участка объекта проектирования (рис. 1 цв. вклейки, экспликационный номер П1).

Парковка роторного типа – «Модульная быстровозводимая стоянка автомобилей – металлическая конструкция, собранная из типовых унифицированных элементов, с возможностью демонтажа без повреждения конструкции (временное сооружение), на которой поэтажно (поярусно) размещаются парковочные места. Конструкция устанавливается на опорную железобетонную плиту или на быстровозводимый фундамент» [14].

Технические характеристики роторной парковки представлены на рис. 2 цв. вклейки [15]. На автоматизированных парковках роторного типа поддоны с автомобилями перемещаются по типу «колеса обозрения». Водитель ставит автомобиль в специальную ячейку, которая перемещает его на место хранения в автоматическом режиме. Механизмы работают по принципу ротора с логическим контроллером, самостоятельно выбирающим оптимальный вариант доставки машины, вращая в любую сторону при помощи двигателя с редуктором.



Автомобиль подается примерно за 1,5 минуты.

Парковочный модуль элеваторного типа имеет механизм подъема, представляющий собой два контура замкнутых роликовых цепей с подвешенными на них с помощью кронштейнов ячейками хранения автомобилей. Подъемное устройство – электрический грузовой подъемник. Полуавтоматическая система парковки подразумевает участие водителя не только в процессе парковки автомобиля в приемном отсеке (парковочной паллете), но и управление размещением механизированного м/места в полуавтоматическом паркинге посредством пульта управления. Парковка выполняется в виде открытого или закрытого навесом неотапливаемого объема и эксплуатируется в условиях наружной среды. Инженерные системы паркинга включают: освещение зоны въезда-выезда; системы пожаротушения и пожарной сигнализации; водосток из зоны установки модуля [15].

Роторные парковки размещены, не загромождая зону видимости из окон на расстояниях, регламентируемых [9]. При этом площадь, занимаемая 300 м/местами при открытом хранении без учета проездов и разворотных площадок, составила бы 4 680 м<sup>2</sup>, т. е. 23 % от площади участка. Одноуровневая парковка на указанное количество м/мест с учетом проездов занимает уже 10 760 м<sup>2</sup> (52 %) от площади участка в границах проектирования. Использование роторной парковки позволило существенно сократить площадь парковок до 1 722 м<sup>2</sup> (8 %) от площади участка. Таким образом, экономия территории составляет более 44 %, что весьма существенно при ее дефиците в условиях высокоплотной застройки.

Визуализация роторной парковки с различных ракурсов представлена на рис. 3–6 цв. вклейки.

Предложенные проектные мероприятия по организации роторной парковки отвечают требованиям федеральных и региональных нормативов [9–12]. Роторные системы возводятся преимущественно для населения жилой группы микрорайона (квартала). В настоящее время они существуют только в мегаполисах и весьма перспективны для жителей высоток эконом- и комфорт-класса. Высокая стоимость импортного оборудования карусельного паркинга – пока главное препятствие для их внедрения в России. Однако, несмотря на нынешние сложности, механизированные парковки в ближайшее время найдут свое место в городской среде.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. АВТОСТАТ. Аналитическое агентство [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.autostat.ru>, свободный.
2. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.gks.ru>, свободный.
3. Гнездилов, С. Г. Развитие классификации и терминологии в области механизированных автомобильных стоянок / С. Г. Гнездилов [и др.] // Подъемно-транспортное дело. – 2009. – № 5–6. – С. 12–14.
4. Жуков, А. Д. Парковки и паркинги [Электронный ресурс] / А. Д. Жуков. – Режим доступа : <https://www.stroyka.ru/Materials/>, свободный.
5. Жуков, А. Д. Системы роторных парковок [Электронный ресурс] / А. Д. Жуков, Т. В. Смирнова, А. О. Химич. – Режим доступа: <http://ms.enjournal.net/files/2013/07.pdf>, свободный.
6. Галкина, Н. Г. Исследование городских парковок [Электронный ресурс] / Н. Г. Галкина. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-gorodskih-parkovok>.



7. DRIVE2.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.drive2.ru / b/ 467975789355204849/>, свободный.
8. АВТОРЕВЬЮ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://autoreview.ru /articles/ avtomobil-i-obschestvo/stoyanka-vertikal-nogo-vzleta,>свободный.
9. СП 42.13330.2011. Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89\* : утв. М-вом регион. развития России 28.12.2010. – Москва : ЦПП, 2016. – 110 с.
10. Об утверждении региональных нормативов градостроительного проектирования Нижегородской области : постановление Правительства Нижегород. обл. от 31.12.2015 № 921 : [ред. от 31.08.2016]. – Нижний Новгород, 2015. – 50 с.
11. О социальной защите инвалидов в Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон Рос. Федерации от 24.11.1995 № 181-ФЗ : [ред. от 29.07.2018]. – Режим доступа : Консультант Плюс. Законодательство. Версия Проф.
12. СП 59.13330.2012. Свод правил. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001 : утв. М-вом регион. развития России 27.12.2011 : [ред. от 21.10.2015]. – Москва : ЦПП, 2011. – 74 с.
13. ПаркПлюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://parkplus.ru /rotornye-parkovki,> свободный.
14. СП 113.13330.2016. Свод правил. Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99\* (с изм. № 1) : утв. М-вом стр-ва России 07.11.2016. – Москва : Стандартинформ, 2017.
15. Parking Sity [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.parkingcity.ru,> свободный.

**ORLOVA Lyudmila Nikolaevna, doctor of technical sciences, professor of the chair of architectural design; KOCHETKOVA Elena Anatolevna, undergraduate student of the chair of organization and economics of construction**

#### **MODULAR PREFABRICATED ROTARY PARKING PLACES: A MODERN APPROACH TO DESIGNING PARKING LOTS**

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering  
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-37;  
e-mail: [orludm.orlova@yandex.ru](mailto:orludm.orlova@yandex.ru)

*Key words:* automated parking, rotor-type parking lots, calculation of parking spaces, project activities.

---

*The article is devoted to the project activities for the installation of modular prefabricated rotary parking at a shortage of parking spaces in residential areas. The project provides for the use of a system of rotary parking places for 10 cars located at the site of a designed object.*

---

#### **REFERENCES**

1. AVTOSTAT [AUTOSTAT]. Analiticheskoe agentstvo [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: <https://www.autostat.ru,> svobodny.
2. Federalnaya sluzhba gosudarstvennoy statistiki [Federal state statistics service]. [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.gks.ru,> svobodny.
3. Gnezdilov S. G., et al. Razvitie klassifikatsii i terminologii v oblasti mekhanizirovannykh avtomobilnykh stoyanok [Development of classification and terminology in the field of mechanized parking]. Podyomno-transportnoe delo. 2009. № 5–6. P. 12–14.
4. Zhukov A. D. Parkovki i parkingi [Parking lots and parkings]. [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: <https://www.stroyka.ru/ Materials/>, svobodny.



5. Zhukov A. D., Smirnova T. V., Khimich A.O. Sistemy rotornykh parkovok [Systems of rotary parking lots]. [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <http://ms.enjournal.net/files/2013/07.pdf>, svobodny.
6. Galkina N.G. Issledovanie gorodskikh parkovok [Research of city parking lots]. [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-gorodskikh-parkovok/>
7. DRIVE2.RU [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <https://www.drive2.ru/b/467975789355204849/>, svobodny.
8. AVTOREVIYU [AUTOREVIEW]. [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <https://autoreview.ru/articles/avtomobil-i-obschestvo/stoyanka-vertikal-nogo-vzleta>, svobodny.
9. SP 42.13330.2011. Svod pravil. Gradostroitelstvo. Planirovka i zastroyka gorodskikh i selskikh poseleniy [Restatement of rules. Town-planning. Planning and development of urban and rural settlements]. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.07.01-89\*: utv. M-vom region. razvitiya Rossii 28.12. 2010. Moscow. TsPP, 2016. 110 p.
10. Ob utverzhdenii regionalnykh normativov gradostroitel'nogo proektirovaniya Nizhegorodskoy oblasti [On establishment of regional norms of urban designing in the Nizhny Novgorod region]. Postanovlenie Pravitelstva Nizhegor. obl. ot 31.12.2015 № 921: [red. ot 31.08.2016]. Nizhny Novgorod, 2015. 50 p.
11. O sotsialnoy zaschite invalidov v Rossiyskoy Federatsii. [On social protection of disabled persons in the Russian Federation]. [Elektronnyy resurs]: feder. zakon Ros. Federatsii ot 24.11.1995 №. 181-FZ: [red. ot 29.07.2018]. Rezhim dostupa: Konsultant Plyus. Zakonodatelstvo. Versiya Prof.
12. SP 59.13330.2012. Svod pravil. Dostupnost' zdaniy i sooruzheniy dlya malomobilnykh grupp naseleniya [Restatement of rules. Accessibility of buildings and structures for people with limited mobility]. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 35-01-2001: utv. M-vom region. razvitiya Rossii 27.12. 2011: [red. ot 21.10.2015]. Moscow. TsPP, 2011. 74 p.
13. ParkPlus [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <https://parkplus.ru/rotornye-parkovki>, svobodny.
14. SP 113.13330.2016. Svod pravil. Stoyanky avtomobiley [Restatement of rules. Parking. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 21-02-99\* (s izm. №.1): utv. M-vom str-va Rossii. Moscow. Standartinform, 2017.
15. Parking City [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.parkingcity.ru>, svobodny.

© Л. Н. Орлова, Е. А. Кочеткова, 2018

Получено: 28.09.2018 г.

УДК 72.03 (470.341-25)

**Е. М. ВОЛКОВА**, канд. архитектуры, доц. кафедры стандартизации, метрологии и управления в технических системах

### **ВЛИЯНИЕ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ РЕГЛАМЕНТАЦИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНОГО ОБЛИКА УЛИЦ НИЖНЕГО НОВГОРОДА**

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:** формирование архитектурного облика улиц, градостроительные регламентации, Нижний Новгород.





*Выполнен анализ влияния градостроительных регламентаций на формирование архитектурного облика улиц Нижнего Новгорода.*

Архитектурная среда проявляется многообразно как: универсальная утилитарно-образная модель мира, составляющая материальной и духовной культуры общества; язык общения; социальная память человечества; компенсатор возможностей людей; функциональное явление и образно-прикладное преобразование действительности, где «художественное начало выступает фундаментальным критерием интеграции, определяя качества среды, авторской концепции и произведения» [1, с. 26]. В 1910 году, выступая за целостность художественного облика городов, неоклассицист Лукомский Г. К. писал: «... характерность ... города ... надо бережно и любовно сохранять как достояние, завещанное предками» [2, с. 18]. На структуру пространства города влияют изменения материальной базы из-за перемен в социальной и духовной жизни общества, что отражается на функциональной, композиционной и художественной стороне облика его улиц, для которых «составляющие облика города: природные компоненты, планировочная структура, акцентные здания и сооружения, рядовая ткань и все «наполнение» городской среды» [3, с. 63–64] будут обобщающими. Облик улицы является результатом, завершенной формой существования системы архитектурно-градостроительной деятельности по созданию его на определенном временном этапе [4, с. 89–90].

Взаимообусловленные стороны темпов качественного развития человечества в контексте связей природы и архитектуры, экологии и урбанистики периодически существуют в крайних формах – эволюции или революции. Механизмом активизации преобразований, как правило, выступают реформы, вносящие нововведения в деятельность по созданию архитектурной среды поселений. Российское градостроительное регламентирование как способ организации застройки, проходя исторические этапы, реализуется в законоположениях, строительных уставах, постановлениях, нормах, влияющих на формирование архитектурного облика городов и их улиц.

Б. К. Еремин разделил этот процесс на три основных этапа:

1) XVI – первая половина XVIII вв. – время совершенствования регламентаций, в основном направленных на защиту застройки городов от пожаров.

2) Последняя четверть XVIII – XIX вв. – появление «художественных» регламентаций на фоне утилитарных, влияющих на облик городов; зарождение охраны исторических памятников.

3) Начало XX в. – по настоящее время: охрана памятников архитектуры – самостоятельная ветвь строительного законодательства [5].

Эти и другие причины отразились на формировании облика Н. Новгорода, в 1221 году – опорного пункта на восточных рубежах Владимирского княжества при слиянии Волги и Оки, в 1350–1392 годах – столицы Нижегородско-Суздальского княжества. Для выживания населения посадов при военных действиях тогда строились фортификационные сооружения – кремли, укрепленные цитадели-монастыри. В начале XVI века в «царственно поставленном городе» был возведен каменный кремль, запечатленный А. Олеария (рис. 1), в XVII веке посетившим Н. Новгород уже после освобождения Москвы от интервентов нижегородским ополчением, собранным К. Мининым под Ивановской башней кремля. На гравюре волжская панорама Н. Новгорода показывает гармоничную взаимосвязь





элементов природного и антропогенного ландшафта, ярусную композицию метроритмических силуэтов ансамблей кремля, храмов и малоэтажной застройки Верхнего и Нижнего посадов на улицах-тропах, на фоне выраженного рельефа, влияющего на восприятие архитектурного облика поселения.



Рис. 1. Нижний Новгород. Рисунок XVII в. А. Олеария [6]

Поскольку жители посадов были прикреплены к месту жительства в связи с государственными повинностями (Соборное уложение 1649 г.), в нач. XVI – первой половине XVIII веков целью градостроительных регламентаций была защита застройки от пожаров, например, запрещалась постройка печей вплотную к соседним строениям. Н. Новгород к началу XVIII века был крупным торгово-промышленным центром России, силуэт его улиц определялся полихромными пятиглавыми, шатровыми и многоярусными каменными церквями на фоне малоэтажной жилой среды. На развитие облика улиц повлиял указ 1714 года о запрещении каменных работ в России, изданный в связи со строительством Санкт-Петербурга, разрешалось возводить постройки из дерева по «образцам». Учрежденная в Санкт-Петербурге в 1724 году канцелярия от строений, с 1737 года – Комиссия, впервые разработала строительные нормы и правила с требованиями к конструктивной прочности зданий, применению образцовых проектов, противопожарной защите, городскому благоустройству, расширению и спрямлению улиц.

С 1719 года Н. Новгород – центр губернии, «карман России» с Макарьевской ярмаркой. Пожары наносили большой урон облику его деревянной застройки, часто горел Нижний посад с улицей Рождественской. Екатерина II, посетившая его в 1767 году, отметила: «... сей город ситуацией прекрасен, но строением мерзок» [7, с. 314]. Как и другим городам, регулярные планы которых были созданы в этот период, Н. Новгороду потребовались архитектурно-планировочные преобразования. С 1775 года при казенных палатах были организованы строительные экспедиции для надзора за реализацией регулярных планировок в рамках Екатерининских реформ.

Первый профессиональный план Н. Новгорода 1769 года (рис. 2) зафиксировал его нерегулярную живописную планировку: улицы-тропы, расходящиеся по рельефу Дятловых гор от кремля (XVI в.), контуры деревоземляных укреплений (XIII в.), малый и большой остроги, Печерский, Благовещенский, Крестовоздвиженский монастыри, храмы, усадьбы. Согласно указу Екатерины II, на его основе был создан первый подтвержденный план города (1770 г.). Сравнивая планы 1769 и 1770 годов, можно отметить смену планировочных морфотипов застройки: хаотично расставленные постройки заменялись усадьбами вдоль «красных линий» улиц. Однако Верхний посад в конце XVIII века по разным

причинам застраивался без соответствия плану 1770 года; в 1804 году был подтвержден новый план, отразивший уже возведенные постройки. Перед кремлем была организована Благовещенская площадь, от нее проложены радиальные улицы: Б. Покровская, Алексеевская, Варварская, застраивавшиеся не только деревянными, но и каменными зданиями. В 1817 году в Н. Новгород была перенесена ярмарка из Макарьева, в связи с этим было отмечено быстрое развитие застройки улиц его заречной части, рост численности населения. После пожара 1819 года улица Рождественская получила регулярную планировку (план 1824 г.) с преимущественно каменной застройкой, ее облик выделялся по сравнению с другими улицами, так как был создан практически одновременно.



Рис. 2. Н. Новгород. План 1769 г. землемера Ф. Баранова, подтвержденный 1770 г., наложение планов 1769 г. и 1770 г. [8, с. 63–65]

Анализ планов города после выполненных перепланировок выявил следующие особенности: произошло выпрямление улиц участками; упорядочение застройки вдоль красных линий; максимальное сохранение их исторической структуры. Планировочный каркас нагорной части города развивался от кольцевой к радиально-полукольцевой схеме (сохранившейся и сегодня), плавно переходя в регулярную и смешанную. Градостроительные регламентации изменили архитектурный облик города, сделав дисперсную застройку улиц преимущественно деревянной, поэтому для защиты от пожаров было увеличено количество противопожарных водоемов, при уплотнении фасадов улиц – брандмауэрных кирпичных стен.

Пространственно-видовой каркас нагорной части Н. Новгорода с кон. XVIII до кон. XIX – нач. XX вв. был сформирован гармоничной метроритмической композицией на контрасте вертикальных акцентов – культовых зданий и дисперсной малоэтажной жилой среды на фоне выраженного рельефа Дятловых гор. Особенности формирования облика улиц определяли: разреженная постановка или фиксация границ одиночными зданиями (дисперсный или узловый тип); уплотнение фасадов по фронту улиц (брандмауэрный или осевой тип); расширение пространств улиц вглубь кварталов, периметральная застройка (сетевой тип); трансформация визуальных связей между архитектурными объектами, замена обветшавших строений новыми, усложнение силуэта доминантами, создание курдонеров [4, с. 88].

С 1812 года комиссиями по строению, экспедициями, комитетами при министерстве внутренних дел создавались правила застройки поселений, размещения заводов, военных крепостей, с 1826 года образцовое проектирование было внедрено в культовое зодчество. С 1827 года губернаторы контролировали сбор сведений об историко-архитектурных памятниках, требования к охране ценных объектов национального зодчества вошли в Свод законов Российской



империи 1830 года, в 1835 году в его IV части впервые появился Строительный устав. Облик городов середины XIX века приводился к единообразию, характерному для классицизма, регламентировались ширина улиц, назначение площадей, высота домов, структура застройки, характер озеленения, окраска зданий по номенклатуре цветов.

К середине XIX века Н. Новгород был благоустроен, общественные здания, жилая застройка выполнены в духе классицизма, улицы получили плотную застройку по периметру деревянными домами с хозяйственными постройками в глубине. По данным 1855 года [9, с. 175–180] в городе проживало более 30 тысяч жителей, фактически он делился на верхнюю, нижнюю и заокскую части, официально на четыре: Кремлевские 1 и 2, Рождественскую и Макарьевскую с ярмаркой; каменных церквей было 40, из них: соборов – 3; монастырей – 3; домов каменных – 254, деревянных – 2089, всего 2343; улиц и переулков – 128, главные улицы: Рождественская, Ильинская, Большая и Малая Покровские, Дворянская, Алексеевская, Варварская, Большая и Малая Печерские, Осыпная; 3 набережных: Нижняя, Благовещенская, Верхняя; 9 площадей кроме кремлевских (6 в верхней части, 3 в нижней); 5 мощеных съездов; 7 дамб; плашкоутный мост через Оку в сторону ярмарки. Н. Новгород середины XIX века – «один из лучших городов приволжских, первый между ними по красоте местоположения и самый замечательный из всех городов внутренней России по своей ярмарке» [9, с. 175].

Период второй половины XIX века – время социально-экономических, политико-правовых преобразований, которые тонко чувствовал нижегородец Н. А. Добролюбов (1836–1861), заставший переустройство родного города эпохи классицизма [10]. Реформы государственных институтов, общественных отношений привели к переменам в архитектурном творчестве. Расцвет классицистического зодчества, результатом которого стали значительные ансамбли Санкт-Петербурга, Москвы и других городов России [11, с. 271], сменился процессом его переосмысления, зарождением новых ценностных ориентиров [12, с. 51], появилось новое восприятие города как территории, на которой действуют различные правопользователи [13, с. 204]. Реформы городского самоуправления второй половины XIX века дали большие права по организации хозяйственной жизни городским обществам по вопросам градорегулирования, городского хозяйства, строительства и благоустройства городов [14, с. 74]. В 1858 году указ, разрешавший отходить при строительстве от образцовых проектов, подвел итог развитию «художественных» регламентаций. Согласно указу 1864 года, разрешения на возведение новых домов и ремонт старых теперь выдавались на местах.

Характерная тенденция второй половины XIX века – смена функций усадебного хозяйства, теряющего сельские черты: укрупнение этажности построек, уплотнение их по фронту, появление лавок в первых этажах домов, например, на торговых улицах Н. Новгорода (Б. Покровской, Рождественской), что привело к морфологическим изменениям зданий. К концу XIX века облик улиц сочетал сплошную и усадебную застройку, дисперсный тип трансформировался в линейно-осевой, на Рождественской также появилась плотная застройка по периметру кварталов (сетевой тип).

Интенсивно Н. Новгород развивался после отмены крепостного права (1861 г.), к 1877 году здесь было 56 промышленных предприятий по берегам Оки и Волги (преимущественно в Заречье), что обеспечивало дешевые транспортные услуги, превосходство по количеству пассажирских и грузовых пристаней над другими



городами Поволжья [15, с. 15]. Развитие промышленности привело к социальным контрастам облика центра и окраин: комфортная верхняя часть с административно-деловой функцией и жилой для богатых, заречная (Сормово и Кунавино) – для пролетариев.

Подготовка к Всероссийской художественно-промышленной выставке 1896 года улучшила внешний облик Н. Новгорода: были построены здания театра, окружного суда на Б. Покровской, биржи на Сафроновской площади, отреставрирована Дмитриевская башня кремля. Выставка способствовала расширению застройки заречной части города, открытию трамвайного движения, устройству электрического освещения, но окраины оставались неблагоустроенными. Застройка того времени была разной по капитальности: деревянной, деревянной оштукатуренной, каменной. «В 1897 году в Н. Новгороде проживало около 98,1 тыс. человек, в том числе 2,5 тыс. рабочих, 2,7 тыс. человек без постоянного крова» [15, с. 21].

Градостроительные преобразования 1894–1896 годов подтолкнули развитие города: в 1904 году для центра была спроектирована канализация, построен ансамбль Государственного банка (1911–1913 гг., арх. В. А. Покровский) на улице Б. Покровской [16, с. 145]. Надо отметить, что до 1917 года архитектурный облик исторических улиц был целостной метроритмической композицией, масштабной человеку, где 2-3-этажные здания сочетались с выразительными по силуэту культовыми постройками.

До начала XX века охрана историко-архитектурных памятников и социальное переустройство поселений регламентировались земскими властями, уже в 1911 году на съезде русских зодчих был поднят вопрос о целостности облика городов [17, с. 114]. С 1917 года принципы охраны культурного наследия выделились в самостоятельную ветвь законодательства. В 1920-30-е годы культовые здания обмерялись, часто перед разрушением, что регламентировалось государством, потеря композиционных доминант нарушала целостность облика улиц. Идея возрождения городов комплексно рассматривалась после Второй мировой войны, в 1946 году появился список исторических поселений СССР, с 1990 года в него вошло более 400 городов.

Целью градостроительной деятельности СССР было удовлетворение потребностей граждан в комфортной городской среде: поддерживалась санитарно-гигиеническая и экологическая ситуации, сохранность ценной природной и историко-культурной среды, защищенность от опасных природных и техногенных воздействий, обеспеченность местами проживания, труда, отдыха [18]. СССР ратифицировал Конвенцию «Об охране Всемирного культурного и природного наследия» [19], регламентировавшую защиту и сохранение городов, исторических центров, улиц с самобытными ценностями поколений. Архитектурный облик улиц городов с историческим прошлым неминуемо трансформируется, поэтому при реконструкции «все исторические города России оправданно рассматривать как феноменальную составляющую ее национального культурного достояния» [20, с. 7].

Сегодня численность Нижегородской агломерации – около 3 миллионов человек, Н. Новгород – административный центр Приволжского региона с населением 1,3 миллиона, в силу природно-географических, историко-культурных, экономических предпосылок с начала XVIII века он является яркой доминантой системы Верхнего Поволжья на границе со Средним Поволжьем [21, с. 77], сохранившей большую часть своего культурного наследия (кремль, монастыри, храмы, облик исторических улиц).



Облик главной пешеходной улицы Н. Новгорода – Б. Покровской – поэтапно менялся под влиянием градостроительных регламентаций, графический анализ ее фрагмента показан на рис. 3:

1) 1833 год – дисперсная усадебная застройка стиля классицизм; возведение кирхи классических форм – доминанты облика.

2) 1866 год – появление колокольни, смена морфотипов зданий – перестройка 1-этажного классического особняка в 5 окон с мезонином в 2-этажное здание в 7 окон с вальмовой кровлей в стиле эклектика.

3) 1880 год – увеличение этажности особняка до 3 этажей, окон – с 7 до 9, ограничение брандмауэром; перестройка 1-этажного дома в 5 окон в стиле эклектика; уплотнение фасада застройки.

4) 1995 год – снос кирхи (1960-е гг.), возведение кинотеатра «Октябрь» (1960-е гг.), здания «Художественных промыслов» (рационализм 1960-х гг.) [4, с. 50], объединение особняков в стиле эклектика в единый фасад.

Изменение облика фрагмента исторической улицы Б. Покровской (начало XIX – конец XX вв.), проходившее в традициях российской архитектуры – характерный пример влияния на него градостроительных регламентаций.

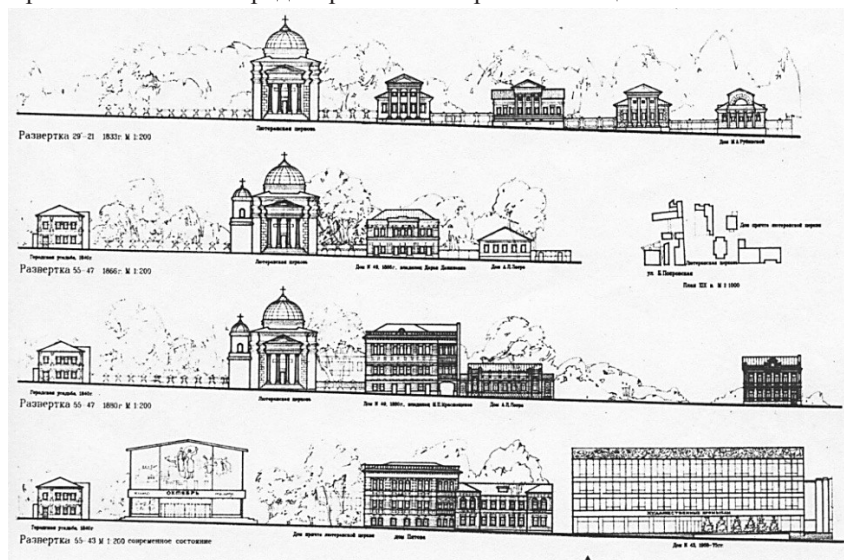


Рис. 3. Н. Новгород. Фрагмент ул. Б. Покровской с домами №№ 55–43 (с 1833 г., 1866 г., 1880 г. по 1995 г.). Реконструкция Е. М. Волковой [4, с. 164]

Сегодня благодаря комплексному подходу к реконструкции исторической среды, воссозданию утраченных памятников идет возрождение преемственности традиций архитектурного облика улиц Н. Новгорода, что должно повысить их привлекательность для жителей, туристов, инвесторов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дущев, М. В. Концепция «полей» художественной интеграции в новейшей архитектуре / М. В. Дущев // Вестник МГСУ. – 2013. – № 2. – С. 22–28.
2. Лукомский, Г. К. Мысли о художественности городов / Г. К. Лукомский // Зодчий. – 1910. – № 3. – С. 18.



3. Ранинский, Ю. В. Историко-теоретические основы преемственности в развитии архитектурного ансамбля : дис. ... д-ра архитектуры / Ю. В. Ранинский. – Москва, 1982.
4. Батюта, Е. М. Особенности формирования архитектурного облика исторических улиц Нижнего Новгорода : монография / Е. М. Батюта. – Нижний Новгород, 2010. – 232 с.
5. Еремин, Б. К. Архитектурно-планировочные регламентации и проблема преемственности в развитии города : дис. ... канд. архитектуры / Б. К. Еремин. – Москва, 1987. – Т. 1. – 158 с.
6. Олеарий, А. Описание путешествия в Московию / А. Олеарий. – Смоленск : Русич, 2003. – 480 с.
7. Смирнов, Д. Н. Очерки жизни и быта нижегородцев XVII–XVIII веков / Д. Н. Смирнов. – Горький : Волго-Вят. кн. изд-во, 1971. – 351 с.
8. Филатов, Н. Ф. Нижний Новгород. Архитектура XIV – начала XX в. Энциклопедия Нижегородского края / Н. Ф. Филатов. – Нижний Новгород : Нижегородские новости, 1994. – 256 с.
9. Храмовский, Н. И. Краткий очерк истории и описание Нижнего Новгорода / Н. И. Храмовский. – Нижний Новгород : Нижегородская ярмарка, 1998. – 608 с.
10. Волкова, Е. М. Архитектурный облик зданий Нижнего Новгорода, связанных с Н. А. Добролюбовым / Е. М. Волкова // Вестник МГСУ. – 2018. – Т. 13, Вып. 4 (115). – С 459–471.
11. Shvidkovsky, D. Russian architecture and the West / D. Shvidkovsky. – New Haven : Yale University Press, 2007. – 480 p.
12. Craft, W. A. History of Russian Architecture / W. A. Craft. – Washington : Univ. of press, 2004. – 106 p.
13. Kurbatov, J. The fate of the creative legacy in modern architecture in Russia / J. Kurbatov, V. Gorunov ; Department of Architectural Design // Bulletin of Civil Engineers. – 2013. – № 23 (13). – P. 203–206.
14. Золотарева, М. В. К вопросу регулирования архитектурно-строительного процесса в структуре городского управления (вторая половина XIX – начало XX века) / М. В. Золотарева // Градостроительство и архитектура. – 2016. – № 4 (25). – С. 74–77.
15. Бубнов, Ю. Н. Архитектура Нижнего Новгорода середины XIX – начала XX века / Ю. Н. Бубнов. – Нижний Новгород : Волго-Вят. кн. изд-во, 1990. – 176 с.
16. Орельская, О. В. Улица Большая Покровская : прогулка во времени / О. В. Орельская, С. В. Петряев. – Нижний Новгород : Бегемот, 2015. – 248 с.
17. Карпович, В. С. О сохранении художественного облика городов / В. С. Карпович // Труды IV съезда русских зодчих. – Санкт-Петербург, 1911. – С. 114.
18. Вильнер, М. Я. О регулировании градостроительной деятельности в современной России / М. Я. Вильнер // Управление развитием территории. – 2016. – № 1. – С. 41–44.
19. Roman, A. The International Charter of Historic Towns and Urban Areas / A. Roman // Ciudades Historicas. Revista Cientifico ICOMOS, 2. CIVVIN y ICOMOS. – Santiago de Compostela, 1993. – P. 179–183.
20. Крогиус, В. Р. Исторические города России как феномен ее культурного наследия / В. Р. Крогиус. – Москва : Прогресс-Традиция, 2009. – 312 с.
21. Косицкий, Я. В. Архитектурно-планировочное развитие городов : учеб. пособие / Я. В. Косицкий. – Москва : Архитектура-С, 2005. – 648 с.

**VOLKOVA Elena Mikhaylovna, candidate of architecture, associate professor of the chair of standardization, metrology and control in technical systems**

## **THE INFLUENCE OF URBAN PLANNING REGULATIONS ON THE FORMATION OF THE ARCHITECTURAL APPEARANCE OF THE STREETS OF NIZHNY NOVGOROD**

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:** formation of the architectural appearance of streets, town-planning regulations, Nizhny Novgorod.

*The article is devoted to the analysis of the influence of urban planning regulations on the formation of the architectural appearance of Nizhny Novgorod streets.*

## REFERENCES

1. Dutsev M. V. Kontsepsiya "poley" khudozhestvennoy integratsii v noveyshey arkhitekture [The concept of "fields" of artistic integration in modern architecture]. Vestnik MGSU. 2013. № 2. P. 22–28.
2. Lukomsky G. K. Mysli o khudozhestvennosti gorodov [Thoughts on the artistic nature of cities]. Zodchiy, 1910. № 3. P. 18.
3. Raninsky Yu. V. Istoriko-teoreticheskie osnovy preemstvennosti v razvitii arkhitekturnogo ansamblya [Historical and theoretical fundamentals of continuity in the development of architectural ensemble]: diss... d-ra arkhitektury. Moscow, 1982.
4. Batyuta E. M. Osobennosti formirovaniya arkhitekturnogo oblika istoricheskikh ulits Nizhnego Novgoroda [Features of formation of the architectural appearance of historic streets of Nizhny Novgorod] : monografiya. Nizhny Novgorod, 2010. 232 p.
5. Eryomin B. K. Arkhitekturno-planirovochnye reglamentatsii i problema preemstvennosti v razvitii goroda [Architectural and planning regulations and the problem of continuity in the city development] : diss... kand. arkhitektury. Moscow, 1987. Vol. 1. 158 p.
6. O'leary A. Opisanie puteshestviya v Moskoviyu [Description of the trip to Moskoviya]. Smolensk: Rusich, 2003. 480 p.
7. Smirnov D. N. Ocherki zhizni i byta nizhegorodtsev XVII–XVIII vekov [Essays on the life of Nizhny Novgorod citizens in the XVII–XVIII centuries]. Gorky: Volgo-Vyat. kn. izd-vo, 1971. 351 p.
8. Filatov N. F. Nizhniy Novgorod. Arkhitektura XIV – nachala XX v. Entsiklopediya Nizhegorodskogo kraia [Nizhny Novgorod. Architecture of the XIV – early XX centuries. Encyclopedia of the Nizhny Novgorod region]. Nizhny Novgorod: Nizhegorodskie novosti, 1994. 256 p.
9. Khramtsovsky N. I. Kratkiy ocherk istorii i opisanie Nizhnego Novgoroda [Brief history and description of Nizhny Novgorod]. Nizhny Novgorod: Nizhegorodskaya yarmarka, 1998. 608 p.
10. Volkova E. M. Arkhitekturny oblik zdaniy Nizhnego Novgoroda, svyazannykh s N. A. Dobrolyubovym [The architectural appearance of buildings in Nizhny Novgorod, associated with N. A. Dobrolyubov]. Vestnik MGSU. 2018. Vol. 13. Vyp. 4 (115). P. 459–471.
11. Shvidkovsky D. Russian architecture and the West. New Haven : Yale University Press, 2007, 480 p.
12. Craft W. A. History of Russian Architecture. Washington : Univ. of Washington press, 2004. 106 p.
13. Kurbatov J., Gorunov V. The fate of the creative legacy in modern architecture in Russia. Department of Architectural Design. Bulletin of Civil Engineers, 2013. №. 23(13). P. 203–206.
14. Zolotaryova M. V. K voprosu regulirovaniya arkhitekturno-stroitel'nogo protsessa v strukture gorodskogo upravleniya (vtoraya polovina XIX – nachalo XX veka) [On the issue of regulation of the architectural and construction process in the structure of urban management (the second half of XIX-beginning of XX century)]. Gradostroitel'stvo i arkhitektura [Urban construction and architecture]. 2016. № 4 (25). P. 74–77.
15. Bubnov Yu. N. Arkhitektura Nizhnego Novgoroda serediny XIX – nachala XX veka [Architecture of Nizhny Novgorod in the mid XIX early XX century]. Nizhny Novgorod: Volgo-Vyat. kn. izd-vo, 1990. 176 p.
16. Orelskaya O. V., Petryaev S. V. Ulitsa Bolshaya Pokrovskaya: progulka vo vremeni [Bolshaya Pokrovskaya Street: a walk in time]. Nizhny Novgorod: Begemot, 2015. 248 p.
17. Karpovich V. S. O sokhranении khudozhestvennogo oblika gorodov [On the preservation of the artistic image of cities]. Trudy IV sezdа russkikh zodchikh [Proceedings of the IV congress



of Russian architects]. Saint-Petersburg, 1911. P. 114.

18. Vilner M. Ya. O regulirovanii gradostroitelnoy deyatel'nosti v sovremennoy Rossii [About regulation of town-planning activity in modern Russia]. Upravlenie razvitiem territorii [Management of territory development]. 2016. № 1. P. 41–44.

19. Roman A. The International Charter of Historic Towns and Urban Areas. Ciudades Historicas. Revista Cientifico ICOMOS, 2. CIVVIH y ICOMOS/ Espanol, Santiago de Compostela, 1993. P. 179–183.

20. Krogus V. R. Istoricheskie goroda Rossii kak fenomen eyo kulturnogo naslediya [Historical cities of Russia as a phenomenon of its cultural heritage]. Moscow: Progress-Traditsiya, 2009. 312 p.

21. Kositsky Ya. V. Arkhitekturno-planirovochnoe razvitie gorodov [Architectural and planning development of cities]: ucheb. posobie. Moscow: Arkhitektura-S, 2005. 648 p.

© **Е. М. Волкова, 2018**

Получено: 28.06.2018 г.

**УДК 711.424 (470.43)**

**С. Г. МАЛЫШЕВА, канд. архитектуры, доц., декан факультета дизайна;  
К. О. КАЛАШНИК, магистрант кафедры реставрации и реконструкции  
архитектурного наследия**

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ САМАРСКОЙ КРЕПОСТИ НАЧАЛА XVIII ВЕКА**

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Академия строительства и архитектуры

Россия, 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 194. Тел.: (846) 242-16-17;  
эл. почта: f.design@mail.ru, k.o.kalashnik@gmail.com

*Ключевые слова:* деревянное зодчество, оборонительные сооружения, крепость, архитектурное наследие.

---

*Проведен анализ археологических, графических и архивных материалов, характеризующих облик крепости Самара 1706 года, фрагменты которой были обнаружены в 2013 г. археологами на территории Хлебной площади. На основе литературы и архивных материалов в статье систематизируются предпосылки и этапы строительства крепости. Рассматриваются варианты деревянных укреплений и их месторасположение в современной сетке города. Помимо этого, проведен анализ деревянных оборонительных крепостных сооружений, датированных XVI–XVIII вв.*

---

Проблема восстановления исторических объектов имеет большое значение как для понимания истории, так и для установления достоверности этапов развития веками сложившихся поселений. Фортификационные сооружения, послужившие началом появления многих городов, вызывают интерес у историков, архитекторов, краеведов и археологов. Сложности проведения исторической реконструкции деревянных оборонительных сооружений и понимания их архитектурно-планировочных особенностей нередко связаны с малым количеством располагаемого исторического материала. Осенью 2013 года в истории Самары произошло событие, имеющее значение как для истории родного края, так и для понимания развития города Самары и Самарского региона в целом. На территории Хлебной площади были обнаружены фрагменты второй деревянной Самары



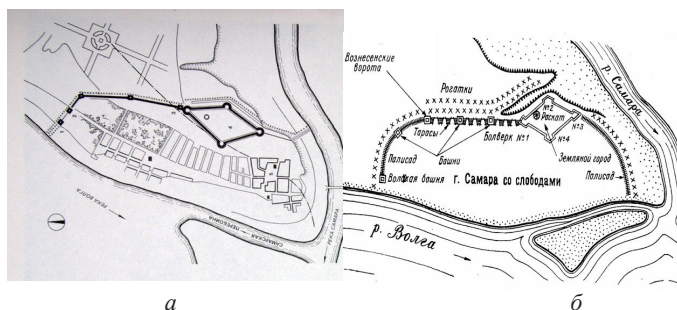
начала XVIII в., что позволило провести аналогию относительно конструктивных особенностей фортификационных сооружений изученного периода и второй крепости Самара, благодаря чему становится возможным воспроизвести составляющие элементы визуального облика оборонительного сооружения.

Самара начала свое существование 430 лет назад как крепость с оборонительной функцией, которая в конце XVI века защищала границы Руси от кочевников. В исторических документах есть упоминание о более раннем периоде существования поселения, но официально значение Самары как крепости было закреплено с 1586 года. В этом году князем Григорием Засекиным, по Указу царя Федора Иоанновича, была возведена первая крепость Самара. Деревянная крепость неоднократно горела и после пожара 1703 г. больше не восстанавливалась. Вторая деревянная крепость была построена в 1706 г. на 200 метров восточнее расположения первой крепости, тем самым сместила общественный центр города на новое место [1–4]. Несмотря на различия в архитектурно-планировочном решении, крепости имели сходство, их конструкции были выполнены из деревянных материалов, не отличающихся прочностью, что и привело к утрате крепостей как архитектурных объектов. О первой крепости XVI века сохранилось достаточно исторического материала для того, чтобы иметь представления об ее архитектурном облике. По крепости XVIII века ситуация намного сложнее: кроме фрагментов фундамента, найденных археологами, сохранились несколько ее описаний, зарисовки планировочной структуры и ни одного графического изображения архитектурного облика, что и послужило поводом для проведения дополнительных исследований.

Основное представление о деревянном строительстве складывается из летописных источников, археологических раскопок, архивных записей и зарисовок путешественников, сохранившихся до наших дней. Открытие фрагментов фундамента второй крепости способствовало началу нового этапа исследования данной крепости. Для исторической реконструкции архитектурного облика крепости отсутствует графический материал, но при изучении сохранившихся описаний крепостей и сопоставлении с аналогичными фортификационными постройками того времени есть возможность определить, как выглядела вторая крепость XVIII века, и воссоздать один из возможных вариантов ее внешнего вида.

Для выполнения этой задачи были использованы различного типа материалы, в первую очередь старинные описания крепости, отраженные в трудах [5, 6] путешественников Палласа и Корнелия де Бруин, проплывавших мимо города по реке Волге. Сохранилось описание крепости Кушниковым, воеводой, имеющим опыт в возведении фортификационных сооружений, который в 1755 г. был командирован в Самару. Также к рассмотрению были приняты работы самарских историков, археологов и краеведов: Гурьянова, Дубмана, Синельника и Ширманова, уже осветивших эту тему в своих трудах [7–10]. Для сравнительного фортификационного анализа за основу были приняты труды Архангельского, Косточкина, Ласковского, а также Раппопорта и Рычкова [11–15].

К определению общей схемы укреплений деревянных крепостей детальной всего подошли самарские краеведы Е. Ф. Гурьянов и А. К. Ширманов. Одним из результатов их исследований стали наиболее достоверные карты-схемы укреплений крепости (рисунок). Историками отмечено, что в XVIII веке, помимо основной крепости, которая имела форму ромба, также были сооружены дополнительные системы укреплений, проходившие от одной из башен вдоль жилой застройки до реки Волги [7, 10].



Карты-схемы укреплений крепости:

а – реконструкция Е. Ф. Гурьянова; б – схема крепости А. К. Ширманова

Анализируя исторические описания крепости, можно сделать вывод, что при наложении плана крепости на современную сетку улиц кварталов углы ромбовидного плана «замка» попадают на следующие перекрестки: западный угол – на ул. Казанскую (современное название ул. А. Толстого в пересечении с ул. Крупской), южный – почти доходил до ул. Духовной (ул. Кутякова/ул. Карбюраторная), северный – попадал на ул. Успенской в пересечении с ул. Вознесенской (ул. Комсомольской / ул. Ст. Разина). Восточная часть крепости выходила за линию ул. Вознесенской (ул. Ст. Разина / ул. Крупской) [8].

**Из истории строительства второй крепости в Самаре.** В 1645 году царем Алексеем Михайловичем был подписан указ об усилении границ государства крепостями с целью уберечь их от набегов. В список вошла и крепость Самара, имеющая расположение вблизи новоосваемых земель в ближайшем соседстве с кочевыми племенами, которая не раз подвергалась натиску и осаде кочевыми племенами еще до строительства второй крепости, предназначенной для усиления оборонительных функций: «Самара, за неимением на Волге с луговой стороны другого города, для удержания калмыцких, башкирских, а наипаче казачьих орд и каракалпаков» [13, ч. III, с. 9–16].

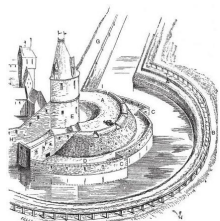
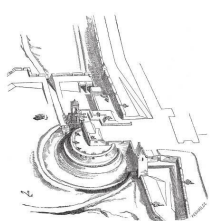
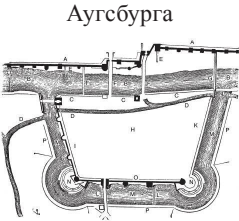
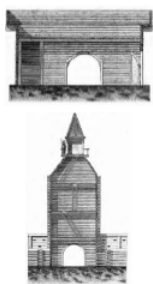

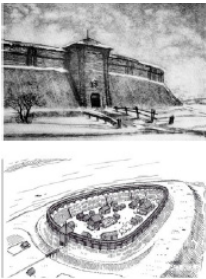
В этот период времени крепостные сооружения, обладающие оборонительной функцией, достигли пика своего развития в качестве деревянно-земляных укреплений.

Пожар 1700 года унес с собой половину города и часть деревянных стен первой крепости, о чем свидетельствуют архивные документы, а также записи путешественника Корнелия де Бруин [6]. Существует легенда, что этот большой пожар привел к взрыву подземного порохового склада и разрушению подземной системы. О разрушительном пожаре 1703 года мы можем судить по записям воеводы Кушников: «кремль и палисад сгорели без остатку» [16]. Сгорели не пострадавшие в предыдущем пожаре башни и бастионы. Так как при пожаре пострадала значительная часть не только укреплений, но и внутренних сооружений, было принято решение о возведении новой более сильной и современной степени защиты и построении второй крепости на новом месте, на 200 м восточнее первой. Об этом свидетельствуют записи Палласа: «Сначала была в городе деревянная крепость; но как она в 1703 году сгорела, то в 1704 году сделана на восточной стороне, между Волгою и Самарой, на низком увале правильная земляная крепость с дефилями, которая еще и ныне видна...» [5]. Таким образом, с 1704 по 1706 гг. возведены новые укрепления, которые были разработаны согласно новейшим достижениям европейского фортификационного строительства. Разработчики руководствовались книгой военного инженера Вобана, который считал, что самые

лучшие укрепления – земляные [17].


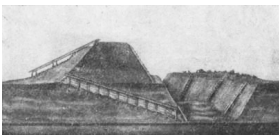
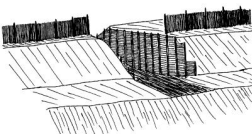


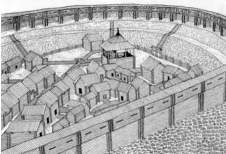

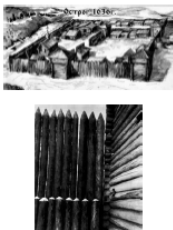
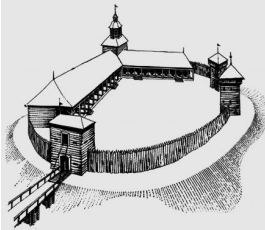
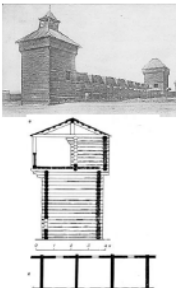
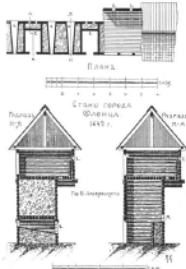

В соответствии с царским указом от 1645 года об усилении оборонительных сооружений города Самары в 1704 году на восточной стороне города, не защищенной реками, по приказу комиссара А. Сергеева был сооружен высокий земляной вал с простирающимся у его подножья рвом [15]. Земляная крепость, называемая «замок», имела форму вытянутого равностороннего четырехугольника в плане с круглыми выступами с бруствером – бойверки, для размещения артиллерийского оружия [13]. План крепости, подобный европейским образцам, получил свою форму благодаря естественному рельефу; имеющийся с одной из сторон крепости овраг приобрел функцию рва [12]. По углам ромбовидного плана находились бастионы. Бастионы были характерны в XVIII веке для строительства каменных крепостей. По форме были более распространены пятиугольные и треугольные бастионы [18]. В Самарской крепости бастионы возводились по системе Вобана, а по своей круглой форме напоминали укрепления бастионов Аугсбурга или крепости Меце (таблица) [19]. В «замке» четыре бастиона соединялись земляными валами высотой 4,5–5,0 м, они венчались срубами артиллерийских казематов с бревенчатыми накатами – покрытиями [9]. Поверху валов стояли заборалы – рубленые в столбах парапеты с бойницами. Заборалы являлись одними из самых ранних типов деревянных ограждений, обычно устанавливались на вершине вала и не имели специального прикрытия для защиты войск. Таким же типом стен были обустроены Бердский острог, Обоянский острог 1595 г., Ярополч Залесский XVI в., Минск XIII–XV вв. (таблица) [20, 21, 22]. Перед западной стороной «замка» рва не было. Внутри крепости, ближе к северному бастиону, стояла восьмиугольная рубленая башня с шатровой тесовой крышей, называлась она «раскат», по всей видимости, башня имела дозорную функцию.

### Объемно-планировочные решения

Бастионы	<p>Аугсбург</p> 	<p>Крепость Меце</p> 	<p>План бастионов Аугсбурга</p> 
Ворота	<p>Красноярск</p> 	<p>Минский замчище</p> 	<p>Переславль-Залесский XIII в</p> 



Окончание таблицы

Тайнишные ворота	Чарторыйск XIII в. 	Киевская Русь, г. Юрьев 	Янтиковское городище 
Заборалы	Фрагмент стены Обоянского острога 	Бердский острог 	Минск XIII–XV вв. 
Полисад	Алазейский острог 	Братский острог XVII в. 	Свислочь, XVII в. 
Тарасы	Якутск 	Оленца XVII в. 	Красноярск 

По описанию воеводы, ворот из крепости всего было трое: «...Из него проезжие двое ворота, сосновые тесаны из бревен; в тех воротах, в затворех вделано железных по пять пробоев. Одни ворота тайнишные, ветхие ...». Тайнишные ворота находились у южного бастиона с восточной стороны, о чем свидетельствуют материалы раскопок археологов 2013 года. Паллас упоминал о крепости с дефилеями, что на военном языке обозначает узкий проход между возвышенностями, что может быть тоже отнесено к тайнишным воротам. Также в укреплениях Киевской Руси применяли выходы на места рек и оврагов, которые получили названия «тайники». Тайники могли иметь укрепленный подземный ход, скрытый от противника, функциональное назначение таких ходов было для подноса воды или быстрого ухода войск. Такой вид проходов использовался





Ярославом Мудрым у основанного им г. Юрьева [23]. Похожие укрепления более позднего времени отмечены как въездные ворота в Чарторыйск XIII века и на примере проезда в Янтиковском городище (таблица) [24].

Исследуя дополнительные укрепления, идущие от земляной крепости к востоку и северу, анализируем описание воеводы Кушникава: «от того города, от первого болворика около слободы, обнесено крепостью; от стены к Волге-реке построены сосновые заборы в столбах с перерубами, что называются «тарасы», и до проезжих Вознесенских ворот по мере 267 сажен. На той крепости построены для караулов две сосновых четырехугольных башни без верхов. На проезжих Вознесенских воротах нарублена вновь для караула башня сосновая бревенная ... От Самары-реки крут всего одного земляного города и заборов остановлено рогатками...» [17]. Опираясь на описание воеводы, делаем вывод, что на север от крепости стояли три глухие рубленые башни, соединяемые стенами-тарасами, которые шли к Вознесенским воротам и сторожевой башне, к Волге тарасы сменял забор-полисад, укрепления заканчивались Вольской рубленой башней, от стен стояли ряды с рогатками [14]. Такой тип стен, как полисад или частокол, отличался простотой конструкции и быстротой возведения, подобный тип стен использовался при построении Свислочи (XVII в.), Братского острога (XVII в.), Ярославля (XIII в.) или же Алазейского острога (1641 г.) (таблица) [25, 26]. Тарасы же были более сложной конфигурации и в плане имели вид параллельных срубных стенок, разделенных на небольшие отсеки врубками прямоугольной, трапециевидной или треугольной формы. В них располагались воины. Укрепления подробно описаны в книгах Ласковского и были отстроены в городах: Якутск, Оленц (1649 г.), Красноярск (таблица) [13].

Точно не описано как Вознесенские ворота располагались по отношению к башне, мы можем предположить, что ворота находились непосредственно в башне, и башня являлась проездной, или же ворота находились рядом с башней. Оба типа ворот применялись при построении в крепости Красноярск (таблица) [13].

**Выводы:** При отсутствии графических изображений исторических объектов описательная часть исторического материала дает нам многовариантность архитектурного образа исследуемого строения. Для принятия решения по визуальному образу и архитектурно-планировочным характеристикам Самарской крепости начала XVIII века были использованы сохранившиеся материалы аналогичных фортификационных сооружений в соответствии с существующими описаниями Самарской крепости. Принятая гипотеза определения архитектурно-планировочных особенностей Самарской крепости начала XVIII века является авторской концепцией, а также исследовательской интерпретацией исторического материала.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Малышева, С. Г. Реновация Самарской крепости 1586 года в проекте по повышению инвестиционной привлекательности территории региона / С. Г. Малышева // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2015. – № 3 (35). – С. 151–160.
2. Malysheva, S. Wooden fortresses of the 16th-18th centuries / S. Malysheva, E. Shlienкова // The Concept of historical renovation of the center of Samara and its media mythology «WORLD HERITAGE and DEGRADATIO. Smart Design, Planning and Technologies»: XIV Forum Internazionale di Studi Le Vie dei Mercanti. – Капри, Италия, 2016. – С. 1574–1581.
3. Малышева, С. Г. Проектирование туристических комплексов на основе исторического контекста / С. Г. Малышева // Научное обозрение. – 2015. – № 9. – С. 335–337.



4. Малышева, С. Г. Пространственное преобразование территорий в комплексной стратегии г. о. Самара до 2025 г. / С. Г. Малышева // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре : сб. материалов 70-й юбил. Всерос. науч.-техн. конф. по итогам НИР 2012 года / Самар. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Самара, 2013. – С. 20–27.
5. Паллас, П. С. Путешествие по разным провинциям Российского Государства / П. С. Паллас. – Санкт-Петербург : Император. Акад. Наук, 1773–1788.
6. Бруин, Корнелий де. Путешествие через Московию Корнелия де Бруина / Корнелий де Бруин ; пер. с фр. П. П. Барсова, провер. по гол. подлиннику О. М. Бодянским. – Москва : [б. и.], 1873. – 293 с.
7. Гурьянов, Е. Ф. Древние вехи Самары: Очерки по истории градостроительства / Е. Ф. Гурьянов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Куйбышев, Кн. изд-во, 1986. – 134 с. : ил.
8. Дубман, Э. Л. Историческая записка к археологическим работам на территории Самары [Электронный ресурс] / Э. Л. Дубман. – Режим доступа : <http://archsamara.ru> (дата обращения: 25.04.2017).
9. Синельник, А. К. Градостроительная история самарского края / А. К. Синельник. – Самара : Офорт, 2000. – 192 с.
10. Ширманов, А. К. Из истории оборонительных сооружений города Самара в XVI–XVIII веках / А. К. Ширманов // Краеведческие записки. – Куйбышев, 1971. – Вып. 2.
11. Архангельский, Н. А. Исторический очерк г. Самара / Н. А. Архангельский. – Самара : [б. и.], 1924.
12. Косточкин, В. В. Оборонительные системы русских крепостей XIV – начала XVI вв. / В. В. Косточкин // Советская археология. – 1957. – № 1. – С. 133–142.
13. Ласковский, Ф. Материалы для истории инженерного искусства в России / Ф. Ласковский // Опыт исследования инженерного искусства в царствование Петра Великого. – Санкт-Петербург, 1861. – С. 529.
14. Раппопорт, П. А. Древние русские крепости / П. А. Раппопорт ; Акад. наук СССР, Ин-т археологии. – Москва : Наука, 1965. – 87 с.
15. Рычков, П. И. Топография Оренбургская, то есть обстоятельное описание Оренбургской губернии, сочиненное коллежским советником и императорской Академии наук корреспондентом Петром Рычковым / П. И. Рычков. – Санкт-Петербург : при Император. Акад. наук, 1762. – Ч. 1, 2.
16. Павлович, И. Л. Тайны и легенды волжских подземелий / И. Л. Павлович, О. В. Ратник. – Самара : НТЦ, 2003. – 251 с. – (Современные мифы Поволжья).
17. Блог Самарских Краеведов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.kraeved-samara.ru/> (дата обращения: 25.04.2017).
18. Эжен Эмманюэль Виолле-ле-Дюк. Крепости и осадные орудия. Средства ведения войны в Средние века / Эжен Эмманюэль Виолле-ле-Дюк ; пер. Е. В. Ламанова. – Москва : Центрполиграф, 2007. – 254 с.
19. Мак-Нил, Уильям. В погоне за мощью. Технология, вооруженная сила и общество в XI–XX веках / Уильям Мак-Нил ; пер. с англ. Т. Ованнисяна ; предисл. Г. Дерлугьяна ; науч. ред. и послесл. С. А. Нефедова – Москва : Территория будущего, 2008. – 454 с. : ил.
20. Резун, Д. Я. Летопись сибирских городов / Д. Я. Резун, Р. С. Василевский. – Новосибирск : Новосиб. кн. изд-во, 1989. – 304 с.
21. Носов, К. С. Русские крепости и осадная техника, VIII–XVII вв. / К. С. Носов. – Санкт-Петербург : Полигон, 2002. – 176 с.
22. Загорюльский, Э. М. Возникновение Минска / Э. М. Загорюльский. – Минск : Изд-во БГУ, 1982. – 24 с.
23. Шперк, В. Ф. История фортификации (главы I–V) / В. Ф. Шперк. – Москва : [б. и.], 1957.
24. Губайдуллин, А. М. Фортификация городищ Волжской Булгарии : монография / А. М. Губайдуллин. – Казань : Ин-т истории АН РТ, 2002. – 232 с.
25. Крадин, Н. П. Русское деревянное оборонное зодчество / Н. П. Крадин. – Москва : Искусство, 1988. – 142 с.
26. Султанов, Н. В. Остатки Якутского острога и некоторые другие памятники деревянного зодчества в Сибири / Н. В. Султанов // Известия Императорского Археологического общества. – Санкт-Петербург, 1907. – Вып. 24. – С. 16.



**MALYSHEVA Svetlana Gennadevna, candidate of architecture, dean of the faculty of design; KALASHNIK Kristina Olegovna, undergraduate student of the chair of restoration and reconstruction of architectural heritage**

## **DETERMINATION OF ARCHITECTURAL AND PLANNING FEATURES OF THE SAMARA FORTRESS OF THE EARLY XVIII CENTURY**

Samara State Technical University, Academy of Construction and Architecture  
194, Molodogvardeyskaya St., Samara, 443001, Russia. Tel.: +7 (846) 242-16-17;  
e-mail: f.design@mail.ru, k.o.kalashnik@gmail.com

*Key words:* wooden architecture, fortifications, fortress, architectural heritage.

---

*The article deals with archeological, geographical, and archive materials characterizing the appearance of the Samara fortress of 1706, the fragments of which were discovered by archeologists in 2013 on the territory of Khlebnaya square. Based on the literary and archive materials, prerequisites and stages of construction of the fortress are systematized in the article. Variants of wooden fortifications and their location in modern grid of the city are analyzed. Besides, analysis of wooden fortified defensive installations dating to the XVI–XVIII centuries is carried out.*

---

### REFERENCES

1. Malysheva S. G. Renovatsiya Samarskoy kreposti 1586 goda v proekte po voprosam investitsionnoy privlekatelnosti territorii regiona [Renovation of Samara fortress of 1586 in the project on enhancing investment attractiveness of the region territory]. *Privolzhskiy nauchny zhurnal* [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2015, № 3 (35). P. 151–160.
2. Malysheva S., Shlienkova E. Wooden fortresses of the 16th–18th centuries. The Concept of historical renovation of the center of Samara and its media mythology "WORLD HERITAGE and DEGRADATIO. Smart Design, Planning and Technologies" XIV Forum Internazionale di Studi Le Vie dei Mercanti, Capri, Italy, 2016. P. 1574–1581.
3. Malysheva S. G. Proektirovanie turistskikh kompleksov na osnove istoricheskogo konteksta [Designing tourist complexes on the basis of historical context]. *Nauchnoye obozreniye* [Scientific review]. 2015, № 9. P. 335–337.
4. Malysheva S.G. Prostranstvennoe preobrazovanie territoriy v kompleksnoy strategii g.o. Samara do 2025 [Spatial transformation of territories in the integrated strategy of the city of Samara up to 2025]. *Traditsii i innovatsii v stroitelstve i arkhitekture* [Traditions and innovations in construction and architecture]: sb. materialov 70-y yubileynoy Vseros. nauch.-tekhn. konf. po itogam NIR 2012 goda. Samar. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Samara, 2013. P. 20–27.
5. Pallas P. S. Puteshestvie po raznym provintsiiam Rossiyskogo Gosudarstva [A trip to different provinces of the Russian State]. Saint-Petersburg. Imperator. Akad. Nauk, 1773–1788.
6. Bruin Kornely de. Puteshestvie cherez Moskoviyu Korneliya de Bruina [Cornelius de Bruin journey through Muscovy]; per. s fr. P.P. Barsova, prover. po gol. podlinniku O. M. Bodyanskim. Moscow, 1873. 293 p.
7. Guryanov E. F. Drevnie vekhi Samary: Ocherki po istorii gradostroitelstva [Ancient landmarks of Samara: Essays on the history of urban development]. 2-e izd., pererab. i dop. Kuybyshev, Kn. izd-vo, 1986. 134 p.: il.
8. Dubman E. L. Istoricheskaya zapiska k arkheologicheskim rabotam na territorii Samary [Historical note to the archaeological works on the territory of Samara]. [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <http://archsamara.ru> (data obrascheniya: 25.04.2017).
9. Sinelnik A. K. Gradostroitel'naya istoriya samarskogo kraia [Town-planning history of the Samara region]. Samara, Ofort. 2000. 192 p.



10. Shirmanov A. K. Iz istorii oboronitelnykh sooruzheniy goroda Samara v XVI–XVIII vekakh. Kraevedcheskie zapiski [From the history of the defensive structures of the city of Samara in the 16th–18th centuries. Local lore notes]. Kuybyshev, 1971. Vyp. 2.
11. Arkhangelsky N. A. Istoricheskiy ocherk g.Samara [Historical essay of the city of Samara]. 1924.
12. Kostochkin V. V. Oboronitelnye sistemy russkikh krepostey XIV – nachala XVI vv. [Defensive systems of Russian fortresses of the 14th – early 16th centuries]. Sovetskaya arkheologiya [Soviet archeology]. 1957, № 1. P. 133–142.
13. Laskovsky F. Materialy dlya istorii inzhenernogo iskusstva v Rossii. Opyt issledovaniya inzhenernogo iskusstva v tsarstvovanie Petra Velikogo [Materials for the history of engineering in Russia. Experience in the study of engineering in the reign of Peter the Great]. Saint-Petersburg. 1861. P. 529.
14. Rappoport P. A. Drevnie russkie kreposti [Ancient Russian fortresses]. Akad.nauk SSSR, In-t arkheologii. Moscow: Nauka, 1965. P. 87.
15. Rychkov P. I. Topografiya Orenburgskaya, to yest obstayatelnoe opisaniye Orenburgskoy gubernii, sochinyonnoye kollezhskim sovetnikom i imperatorskoy Akademii nauk korrespondentom Petrom Rychkovym [Orenburg topography, that is a detailed description of the Orenburg province, compiled by collegiate adviser and correspondent of the Imperial Academy of Sciences Pyotr Rychkov]. Saint-Petersburg: pri Imperator. Akad. nauk, 762. Ch. 1, 2.
16. Pavlovich I. L., Ratnik O. V. Tayny i legendy volzhskikh podzemeliy [Secrets and legends of Volga dungeons]. Samara, NTTs, 2003. 251 p. (Sovremennyye mify Povolzhya).
17. Blog Samarskikh Krayevedov [Blog of Samara local lore scientists]. [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.kraeved-samara.ru/> (data obrascheniya: 25.04.2017).
18. Eugène Emmanuel Viollet-le-Duc. Kreposti i osadnye orudiya. Sredstva vedeniya voyny v Srednie veka [Fortresses and siege weapons. Means of warfare in the Middle Ages]; per. E. V. Lamanova. Moscow: Tsentrpoligraf, 2007. 254 p.
19. McNeill William. V pogone za moschyu. Tekhnologiya, vooruzhyonnaya sila i obschestvo v XI–XX vekakh [The pursuit of power. Technology, Armed Forces and Society in the XI–XX centuries]; per. s angl. T. Ovannisyan; predisl. G. Derlugyan; nauch. red. I poslesl. S. A. Nefyodova. Moscow: Territoriya buduschego, 2008. 454 p.: il.
20. Rezun D. Ya., Vasilevsky R. S. Letopis sibirskikh gorodov [Chronicle of Siberian cities]. Novosibirsk, Novosib. kn. izd-vo, 1989. 304 p.
21. Nosov K. S. Russkie kreposti i osadnaya tekhnika, VIII–XVII vv. [Russian fortresses and siege technique, VIII–XVII centuries]. Saint-Petersburg. Poligon, 2002. 176 p.
22. Zagorulsky E. M. Vozniknovenie Minska [The Emergence of Minsk]. Minsk: Izd-vo BGU, 1982. 24 p.
23. Shperk V. F. Istoriya fortifikatsii [The history of fortification]. Moscow, 1957.
24. Gubaydullin A. M. Fortifikatsiya gorodisch Volzhskoy Bulgarii [Fortification of towns of the Volga Bulgariya]. Monografiya. Kazan: In-t istorii AN RT, 2002. 232 p.
25. Kradin N. P. Russkoe derevyannoye oboronnoye zodchestvo [Russian wooden defense architecture]. Moscow, Iskustvo, 1988. 142 p.
26. Sultanov N. V. Ostatki Yakutskogo ostroga i nekotorye drugie pamyatniki derevyannogo zodchestva v Sibiri [Remains of the Yakut prison and some other monuments of wooden architecture in Siberia]. Izvestiya Imperatorskogo Arkheologicheskogo obschestva [News of the Imperial Archaeological Society]. Saint-Petersburg. 1907. № 24. P. 16.

© С. Г. Малышева, К. О. Калашник, 2018

Получено: 28.06.2018 г.



УДК 72.726(72.03)

**Е. Ю. ЕЖИКОВА**, аспирант кафедры реконструкции и реставрации архитектурного наследия

## **АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ ОБРАЗЦОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В САМАРЕ XIX ВЕКА**

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Академия строительства и архитектуры  
Россия, 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 194. Тел.: (846) 242-17-84;  
эл. почта: ezhikova\_e@mail.ru

*Ключевые слова:* образцовые проекты, дом Каткова, дом Санина, здание Городской управы, дом Шадринной, дом Курлиной, особенности застройки.

---

*Рассматриваются особенности архитектуры города Самары XIX века, выполненной по образцовым проектам. Исследуется формирование архитектурной среды города. На примере нескольких памятников рассмотрена типичная история перестроек и изменений зданий, построенных изначально по типовым проектам. На основе архивных изысканий и анализа современного состояния застройки выявлены особенности планировочного и декоративного решения зданий.*

---

Застройку по образцовым проектам можно встретить во многих русских городах: Москве, Санкт-Петербурге, Твери, Туле, Смоленске. Самара тоже не является исключением. Использование образцовых проектов прослеживается в застройке самой старой части города по улицам: Водников, М. Горького, Крупской, А. Толстого, Пионерской, Венцека, Комсомольской. Такая застройка была массовой, поэтому она значительно влияла на образ исторической городской среды. Как отмечают исследователи: «Специфический образ архитектурно-исторической среды способен придать региону, городу, кварталу статус своеобразного бренда» [1, с. 182]. Анализ архивных материалов и современного состояния этой застройки показывает, что она отличается простотой и сдержанностью декоративной отделки, нечетным количеством окон, оштукатуренными или окрашенными по кирпичу фасадами, сочетанием желтого и белого цветов в расколеровке [2].

Ярким примером здания, построенного по образцовому проекту, является «Дом П. Каткова», расположенный по адресу: г. Самара, ул. Комсомольская 15/Водников 39. Здание находится на дворовом месте в первой части города Самары, в седьмом квартале, на углу улиц Преображенская (современная Водников) и улицы Успенской (современная Комсомольская) (рис. 1а цв. вклейки).

Здание – двухэтажное с мансардой, кирпичное, оштукатуренное, окрашенное, Г-образной формы в плане. Цоколь белокаменный, скрыт под штукатурным слоем. Архитектурное решение выполнено в стиле классицизма. Главный фасад по улице Водников имеет симметричную, пятиосевую фронтальную композицию. Оконные проемы первого этажа прямоугольные, оформлены простыми плоскими наличниками. Во втором этаже проемы окон прямоугольные, высокие, декорированы профилированными тягами, имитирующими наличник с полуциркульным завершением. Подоконный парапет украшен прямоугольными филенками. Горизонтальные и вертикальные членения фасада выполнены межэтажными, подоконными или венчающими карнизными поясами из профилированных тяг. По центральной композиционной оси фасада над венчающим карнизом расположен

фигурный аттик. Фасад по улице Комсомольской имеет пятиосевую фронтальную композицию. Декор фасада аналогичен декору фасада по улице Водников.

Для городской среды Самары середины XIX века характерна застройка улиц Вознесенская (Степана Разина), Большая (Алексея Толстого), Дворянская (Куйбышева), бывшей Набережной реки Волги (Максима Горького). Проанализировав альбомы образцовых фасадов, можно сделать вывод, что в качестве образца был взят фасад жилых домов из альбома 1838 года.

Жилой дом, расположенный по адресу: г. Самара, ул. М. Горького 85, построен по образцовому проекту в духе позднего классицизма и является для Самары достаточно ранней постройкой. Первый этаж здания имеет сильно измененный вид, часть окон утратила свое обрамление, вокруг арки во двор справа видны следы пилястры. Со временем изменена форма и остекление оконных проемов. Во втором этаже оконные проемы имеют полуциркульное завершение, обрамление плоскими пилястрами и приподнятым прямоугольным сандриком. Окна объединены подоконной тягой. Карниз – простой с декором в виде мелких сухариков (рис. 2 цв. вклейки).

Здание, расположенное по улице Куйбышева 118–120, представляет собой городской купеческий особняк И. Л. Санина, в котором проживал владелец с семьей. Угловое дворовое место с построенным в 1855 году одноэтажным каменным домом принадлежало штабс-капитану П. А. Путилову, который в 1862 году продал его купцу И. Л. Санину [2]. Объект представлял собой купеческую усадьбу, состоящую из нескольких сооружений, литер, представлявших собой ранее жилые и служебные постройки. Часть из них сдавалась внаем.

Архитектурное решение выполнено в стиле зрелого классицизма. Здание представляет собой редкий для Самары пример каменного дома с мезонином. Плоскости стен окрашены в бледно-желтый цвет, декор выделен белым. Цоколь здания оштукатурен и окрашен в серый цвет (рис. 1б цв. вклейки).

Центр главного фасада (литеры А) в основном этаже акцентирован большими арочными окнами с большими перспективными наличниками в обрамлении пилястр. Остальные окна основного этажа декорированы простыми наличниками, сандриками, подоконными нишами. На западном фасаде литеры А также имеются большие арочные окна. Окна мезонина – лучковые, декорированы плоскими наличниками, расположенными между мерным ритмом пилястр. Окна хозяйственных построек литер А1 и А2 прямоугольные, отделаны наличниками, сандриками, подоконными нишами.

По углам все фасады акцентированы филленчатыми пилястрами. Эти пилястры имеют высокую нишу в стволе и уменьшенную относительно нормального размера капитель. Такая несколько фольклоризированная трактовка ордера, «смещение форм и элементов декора» в образцовых проектах была характерна как для Самары, так и для некоторых других городов Российской провинции [3, с. 165].

Основной этаж и мезонин здания по периметру венчают перспективные с большим выносом карнизные пояса. Вход в здание с крыльцом расположен с западного (бокового) фасада по улице Л. Толстого. Входной блок размещен по центру фасада, выделен по краям филленчатыми пилястрами. Входная дверь обрамлена наличником. Над входом по центру фасада имеется небольшое лучковое окно, отделанное наличником. У здания существует цокольный этаж. По западному (дворовому) фасаду цокольной части расположены окна с приямками.

Еще одной характерной чертой каменной застройки Самары, построенной с применением образцовых проектов, является большое количество перестроек



**К СТАТЬЕ Е. Ю. ЕЖИКОВОЙ  
«АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ ОБРАЗЦОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
В САМАРЕ XIX ВЕКА»**

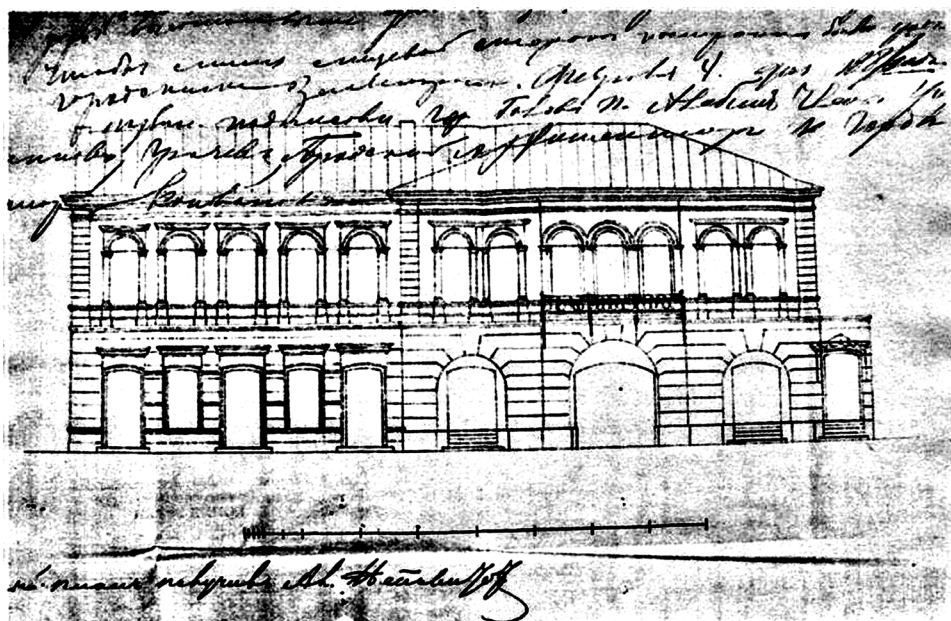


*а*



*б*

Рис. 1. Жилые дома, построенные по образцовым проектам: *а* – дом Каткова; *б* – дом Санина



a



б

Рис. 2. Жилой дом, расположенный по адресу: г. Самара, ул. М. Горького, 85: а – проект; б – общий вид





*а*



*б*

Рис. 3. Здание Городской управы: *а* – фотография начала 1905 года; *б* – современное состояние



*а*



*б*

Рис. 4. Жилые дома, построенные по образцовым проектам: *а* – дом Шадриной; *б* – дом Курлиной



этих зданий. Многие здания несколько раз перестраивались в течение XIX века.

Так, здание по адресу ул. Куйбышева 48 изначально являлось двухэтажным каменным домом П. В. Тарасова с подвалом, размерами около 6×6 саженей (12,8×12,8 м), построенным в первой половине XIX века с использованием образцового фасада в стиле архитектуры классицизма (6 композиционных осей на главном фасаде).

В 1856 году, одновременно с надворными службами, дом перестраивается после пожара. К нему возводится аналогичный по архитектуре пристрой вдоль улицы в северном направлении. Главный фасад получает дополнительно семь композиционных осей (средняя часть современного здания в 2 этажа). Его фронтальная композиция становится симметричной, трехчастной, тринадцатисековой. Композиционные оси группируются на фасаде следующим образом: IIIII-I-IIII. Ось симметрии фасада акцентируется раскреповкой неглубокого ризалита с балконом в уровне второго этажа и прямой парапетной стенкой в завершении. Здание приобретает габариты 16×6 саженей (34,1×12,8 м) [4]. Типологически это купеческий городской дом. Система планировки помещений коридорно-анфиладная. Таким образом, налицо некоторые отступления от планировки классицизма. Но главный фасад, став монументальней, сохраняет архитектурное решение в стилистике классицизма.

В 1868 году на территории усадьбы кроме дома и надворных служб располагается каменный двухэтажный флигель во дворе. В 1874 году на усадьбе располагались: крытый железом дом в два с половиной этажа на четырнадцать комнат (окон на улицу – 21; во двор – 25; 2 двери; 11 печей). Во дворе был расположен двухэтажный флигель на пять комнат (8 окон, 3 печи), внизу – кладовая, каретник, конюшни, погреба.

В 1889–1890 годах здание перестраивается уже по проекту профессионального архитектора А. А. Щербачева. К дому дополнительно пристроен еще один двухэтажный флигель. Пристрой идет вдоль улицы в северном направлении в 3 композиционные оси (северо-восточная угловая часть современного здания в 2 этажа). Также пристроен двухэтажный флигель со стороны двора, в западном направлении вдоль южной границы участка домовладения, в 5 композиционных осей на дворовом фасаде. Реконструированное здание приобретает Г-образную форму в плане и типологию общественного здания (Городской управы) [5].

В юго-западном дворовом пристрое размещается вторая лестница, объем которой раскрепован на северном дворовом фасаде неглубоким ризалитом. В новом пристрое вдоль улицы на втором этаже размещается высокий парадный зал Городской управы, отчего объем нового пристроя несколько выше протяженной южной части здания. Фронтальная композиция главного фасада становится асимметричной, четырехчастной, шестнадцатисековой с композиционным акцентом на повышенную северную часть здания, архитектурное решение фасада которой в стиле эклектики конца XIX – начала XX веков отличается более крупным масштабом и монументальностью. Обновленное здание Городской управы теперь представляло собой двухэтажное длинное здание из красного кирпича, облицованное штукатуркой светло-лимонного цвета, с фасада украшенное «16 окнами в богато орнаментированных наличниках». Плоские пилястры заполняли межоконное пространство второго и первого этажей, зрительно увеличивая высоту здания. Автор проекта реконструкции здания архитектор А. А. Щербачев был признанным мастером архитектуры академического русского стиля и эклектики.

В 1908 году была произведена очередная реконструкция здания, вызванная,



очевидно, расширением административного аппарата размещавшейся в нем Городской управы. По проекту архитектора Ф. А. Черноморченко протяженная (тринадцатикосая) часть здания была надстроена третьим этажом, равным по высоте двум нижним этажам. Высотная отметка объема северной (трехкосой) части здания также была повышена за счет увеличения высоты второго этажа (перекрытие перенесено вверх) и надстройки над ним третьего этажа. Эта часть здания получила завершение в виде высокой четырехскатной крыши мансардного типа. При этом Ф. А. Черноморченко радикально меняет стилистику архитектурного решения главного фасада. Если до этого эклектика А. А. Щербачева гармонично сочеталась с чертами архитектуры классицизма, то теперь в оформлении главного фасада их активно заменяют элементы архитектуры неobarocco (рис. 3 цв. вклейки).

Дом купчихи О. В. Шадринной, расположенный по адресу: г. Самара, ул. Водников 1/ул. Кутякова 6, также был видоизменен в течение своей жизни. Здание переменной этажности (2 и 3 этажа) с подвалом, кирпичное, П-образное в плане расположено на пересечении улиц Водников и улицы Кутякова, на территории бывшей усадьбы, со всеми постройками перешедшей в 1886 г. в собственность купчихи первой гильдии Шадринной Ольги Васильевны. Стены выполнены из красного керамического кирпича, оштукатурены, заново окрашены в светло-бежевый цвет. Декор окрашен в белый цвет (рис. 4а цв. вклейки).

Ярким примером дома, построенного по образцовому проекту, являются Дом Курлиной, дом П. В. Алабина (ул. Куйбышева 122) (рис. 4 цв. вклейки). Адрес здания: г. Самара, ул. Куйбышева 122 литеры А, А1 и А4. Объект построен в начале 1880-х годов, в 1887 году была проведена реконструкция с пристройкой парадного крыльца с оштукатуриванием каменного дома.

Это здание двухэтажное, прямоугольное в плане с двухэтажным ризалитом, увенчанным треугольным фронтоном по оси симметрии южного фасада, с пристройками со стороны соседнего участка № 124 и со стороны улицы Куйбышева. Объект расположен вдоль северной границы участка бывшей усадьбы по улице Дворянской (современная Куйбышева). Здание находится в квартале исторического центра города № 71 между улицей Л. Толстого и улицей Красноармейской. Архитектурное решение здания выполнено в стиле неоклассицизма. Здание отличают уравновешенные масштабные детали и пропорции в целом и в деталях. Фасады оштукатурены под руст: первый этаж – более активным квадратным рустом, второй этаж – менее рельефной порезкой под квадратный руст. Углы основного объема фланкированы рустованными пилястрами.

Стены выполнены из красного керамического кирпича, оштукатурены, окрашены в цвет желтой охры. Главный фасад основного здания со стороны улицы Куйбышева имел симметричную композицию в три окна, с парадным крыльцом (ныне утраченным). Правая часть фасада (в месте расположения парадного крыльца) закрыта поздним пристроем из силикатного кирпича.

Декоративное оформление стен здания решено крупным, имитирующим каменную кладку рустом по первому этажу и более плоским рустом по второму этажу. Горизонтальное членение фасадов осуществляется профилированным цоколем, развитым межэтажным поясом с геометрическими лепными элементами, фризом с модульонами и венчающим карнизом. Южный фасад с ризалитом увенчан треугольным фронтоном, в котором раскрыто круглое окно-люкарна, и перекрыт двускатной кровлей. Оконные проемы первого этажа – прямоугольные, второго этажа – прямоугольные со скругленными углами, в центральном ризалите на южном фасаде – с полуциркульными арочными перемычками. Окна второго этажа





декорированы профилированными тянутыми наличниками, окна первого этажа – замковыми камнями. Некоторые оконные проемы в ходе эксплуатации здания были изменены и увеличены, часть заполнений оконных и дверных проемов утрачена. Кровля здания – четырехскатная, вальмовая. Со стороны левого бокового фасада и дворового фасада, противоположного улице Куйбышева, была пристроена деревянная терраса на деревянных столбах, в настоящее время утрачена. На фасаде остались гнезда-отверстия от деревянных балок (рис. 4б цв. вклейки).

В описании дворового места за 1874 год указывается, что на нем располагались: по улице – дом деревянный с двумя парадными крыльцами и подвалом, в два этажа (наверху 6 комнат, окон на улицу – 9, во двор – 8, печей – 5, в подвальном этаже – 2 комнаты, кухня, 4 окна, 2 печи); во дворе – флигель деревянный в один этаж с антресолью (в антресоли – 3 комнаты, 5 окон, 2 печи, в этаже – 1 комната, 2 окна, 1 печь), надворные службы; все строения прочные [6].

Л. Г. Ильина осуществила постройку всех разрешенных строений, сохраняя по улице двухэтажный деревянный жилой дом. В середине 1870-х годов появляется совладелец усадьбы – Лопатин Алексей Григорьевич. 28 апреля 1877 года Л. Г. Ильина получила разрешение на строительство нового флигеля вдоль правой межи, на месте, соответствующем расположению существующего в настоящее время здания, однако, флигель, планировавшийся в 1877 году, видимо, не был построен [7].

В 1882 году владельцем усадьбы становится Петр Владимирович Алабин, потомственный дворянин, подпоручик, полковой адъютант, Городской голова, председатель Самарской губернской земской управы. Он выкупил дворовую часть усадьбы Савицкого с двухэтажным каменным домом. За два года во дворе был построен каменный двухэтажный дом, сохранившийся до настоящего времени, – дом по улице Куйбышева 122, литеры А, А1, А5. Алабин приобрел усадьбу вместе с разрешенным к постройке, но не реализованным прошлыми владельцами проектом. Вместе с тем Алабин, будучи состоятельным человеком, возвел вместо второго деревянного этажа такой же каменный, при этом был изменен и внешний архитектурный облик здания. Вместо «ропетовской эклектики» – неоклассицизм. Вновь построенная недвижимость сдавалась внаем. Одним из квартиросъемщиков был помощник делопроизводителя Самарского уездного округа Василий Владимирович де Шамборант. Сдававшиеся комнаты были меблированы. Сохранились фрагменты лепного декора оформления потолочных плафонов, высокие дверные проемы, арки [8]. Алабин разбил большой сад на участке в 160 квадратных саженей.

В 1887 году усадьба перешла в собственность Кеницера Оскара Карловича, прусского подданного, временного самарского купца, с 1882 года – владельца макаронной фабрики «Кеницер и Ко» на улице Садовой, впоследствии Торгового дома. Его первая макаронная фабрика располагалась во дворе губернской земской управы (угол Саратовской и Москательной). С 1883 года О. К. Кеницер владел складом земледельческих орудий и магазином сельскохозяйственной литературы в доме № 62 (Головачева) по улице Куйбышева [9].

30 июля 1887 года О. К. Кеницер получил разрешение Городской управы на перестройку парадного входа и оштукатуривание каменного дома. Здание было реконструировано в 1887 году по проекту архитектора А. А. Шрадера [10].

В 1889 и 1891 годах О. К. Кеницер возвел на принадлежавшем ему участке каменный сарай и новые службы при доме. Кеницер проживал в доме сам, не сдавая квартиры внаем. Таким образом, основные изменения на усадьбе произошли при владельце О. К. Кеницере, когда двухэтажное жилое здание приобрело облик в



стиле неоклассицизма.

Через 10 лет О. К. Кеницер продал дворовое место П. П. Болотову, производившему мелкий ремонт построек [11], и 3 августа 1905 года перепродавшему его К. И. Рыликову [12].

К 1907 году во дворе был двухэтажный дом на 48 квадратных саженей; двухэтажное складское помещение (сарай) в 45 квадратных саженей, конюшня с сеновалом, каретник, дворницкая с прачечной и одноэтажная с подвалом погребица. Все строения каменные, крыты железом. В доме находилась квартира владельца. Рядом – лиственный сад на 160 кв. саж. [13].

В 1910 году владельцем усадьбы числился дворянин Елачич Сергей Александрович – член совета народных университетов, издатель газеты «Волжский край». В доме располагалась редакция газеты «Волжский день», издателем которой являлся владелец усадьбы. Газета издавалась с 1914 по 1918 год [14].

После установления советской власти в доме располагалась редакция газеты «Солдат, рабочий и крестьянин» и др.

Таким образом, мы видим, что по образцовым проектам в городе Самара возводилась значительная часть каменной жилой застройки. Особенно много ее располагалось в старом центре города. На практике возведение зданий по образцовым проектам сопровождалось их уточнениями и изменениями в связи с требованиями заказчика, конкретными условиями и вкусами строителей. Характерными архитектурно-планировочными решениями жилой застройки были здания в стилистике классицизма, со второй половины века – эклектики. Показательно, что декор классицизма еще в первой половине XIX века имел фольклорные черты, развившиеся затем в стилистике эклектики.

Целый ряд объектов не дошел до нас в первоначальном своем виде. Эти здания были значительно реконструированы. Многие постройки ушли от жилой функции, были муниципализированы (такие объекты как: дом купчихи О. В. Шадиной, дом Курлиной и другие).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вавилонская, Т. В. Региональная ментальность и идентичность архитектурно-исторической среды Самарского Поволжья / Т. В. Вавилонская // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Градостроительство : сб. ст. / под ред. М. И. Бальзанникова, К. С. Галицкова, Е. А. Ахмедовой ; Самар. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Самара, 2015. – С. 181–185.
2. ЦГАСО (Центр. гос. архив Самар. обл.). Ф. 1. Оп. 12. Д. 2655.
3. Пономаренко, Е. В. Особенности барокко и классицизма в архитектуре церквей Южного Урала / Е. В. Пономаренко // Вестник Челябинского государственного университета. – 2009. – № 5 (143). – С. 66–165.
4. ЦГАСО (Центр. гос. архив Самар. обл.). Ф. 153. Оп. 1. Д. 910, 751, 636, 652.
5. ЦГАСО (Центр. гос. архив Самар. обл.). Ф. 153. Оп. 38. Д. 303. Л. 156–157.
6. ЦГАСО (Центр. гос. архив Самар. обл.). Ф. 153. Оп. 1. Д. 751. С. 880.
7. ЦГАСО (Центр. гос. архив Самар. обл.). Ф. 153. Оп. 1. Д. 739. С. 389.
8. ЦГАСО (Центр. гос. архив Самар. обл.). Ф. 170. Оп. 6. Д. 1824. С. 67.
9. ЦГАСО (Центр. гос. архив Самар. обл.). Ф. 170. Оп. 6. Д. 1528.
10. ЦГАСО (Центр. гос. архив Самар. обл.). Ф. 153. Оп. 1. Д. 746. С. 378–380.
11. ЦГАСО (Центр. гос. архив Самар. обл.). Ф. 153. Оп. 38. Д. 4.
12. ЦГАСО (Центр. гос. архив Самар. обл.). Ф. 153. Оп. 1. Д. 703.
13. ЦГАСО (Центр. гос. архив Самар. обл.). Ф. 153. Оп. 1. Д. 581.
14. ЦГАСО (Центр. гос. архив Самар. обл.). Ф. 153. Оп. 1. Д. 579.



**YOZHIKOVA Ekaterina Yurevna, postgraduate student of the chair of reconstruction and restoration of architectural heritage**

## **ARCHITECTURE OF BUILDINGS OF STANDARD DESIGN IN SAMARA OF THE XIX CENTURY**

Samara State Technical University, Academy of Construction and Architecture

194, Molodogvardeyskaya St., Samara, 443001, Russia. Tel.: +7 (846) 242-17-84;

*Key words:* standard design, house of Katkov, house of Sanin, city government building, house of Shadrina, house of Kurlina, building features.

---

*The article discusses features of architecture of the city of Samara of the XIX century performed by standard design. Formation of the city architectural environment is explored. By the example of several monuments a typical history of reconstructions and modifications of buildings built originally by standard design is considered. Peculiarities of buildings' planning and decorative solutions are revealed based on the archival research and analysis of the current status of the buildings.*

---

### REFERENCES

1. Vavilonskaya T. V. Regionalnaya mentalnost i identichnost arkhitekturno-istoricheskoy sredy Samarskogo Povolzhya [Regional mentality and identity of the architectural and historical environment of the Samara Volga region]. *Traditsii i innovatsii v stroitelstve i arkhitekture. Gradostroitelstvo* [Traditions and innovations in construction and architecture. Urban planning]: sb. st. pod red. M. I. Balzannikova, K. S. Galitskova, E. A. Akhmedovoy. Samar. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Samara, 2015. P. 181–185.
2. Tsentr. gos. arkhiv Samar. obl. [Central State Archive of the Samara Region]. F. 1. Op. 12. D. 2655.
3. Ponomarenko E. V. Osobennosti barokko i klassitsizma v arkhitekture tserkvey Yuzhnogo Urala [Features of Baroque and Classicism in the architecture of churches of the Southern Urals]. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Chelyabinsk State University]. 2009. № 5 (143). P. 66–165.
4. Tsentr. gos. arkhiv Samar. obl. [Central State Archive of the Samara Region]. F. 153. Op. 1. D. 910, 751, 636, 652.
5. Tsentr. gos. arkhiv Samar. obl. [Central State Archive of the Samara Region]. F. 153. Op. 38, 303. P. 156–157.
6. Tsentr. gos. arkhiv Samar. obl. [Central State Archive of the Samara Region]. F. 153. Op. 1. D. 751. P. 880.
7. Tsentr. gos. arkhiv Samar. obl. [Central State Archive of the Samara Region]. F. 153. Op. 1, D. 739. P. 389.
8. Tsentr. gos. arkhiv Samar. obl. [Central State Archive of the Samara Region]. F. 170. Op. 6. D. 1824. P. 67.
9. Tsentr. gos. arkhiv Samar. obl. [Central State Archive of the Samara Region]. F. 170. Op. 6. D. 1528.
10. Tsentr. gos. arkhiv Samar. obl. [Central State Archive of the Samara Region]. F. 153. Op. 1. D. 744. P. 378–380.
11. Tsentr. gos. arkhiv Samar. obl. [Central State Archive of the Samara Region]. F. 153. Op. 38. D. 4.
12. Tsentr. gos. arkhiv Samar. obl. [Central State Archive of the Samara Region]. F. 153. Op. 1. D. 703.
13. Tsentr. gos. arkhiv Samar. obl. [Central State Archive of the Samara Region]. F. 153. Op. 1. D. 581.



14. Tsentr. gos. arkhiv Samar. obl. [Central State Archive of the Samara Region]. F. 153. Op. 1. D. 579.

© Е. Ю. Ежикова, 2018

Получено: 28.06.2018 г.

УДК 728.6:502.3

А. С. А. АМЕР, аспирант кафедры архитектурного проектирования

### СТРАТЕГИИ ДОСТИЖЕНИЯ «ЗЕЛеной» АРХИТЕКТУРЫ СЕЛЬСКИХ АРЕАЛОВ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»  
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83;  
эл. почта: Ahmed.amer@sh-eng.menofia.edu.eg

*Ключевые слова:* сельское поселение ареал, устойчивое развитие, эко-архитектура, участие сообществ, «зеленая» архитектура.

---

*При архитектурном проектировании устойчивых поселений рассмотрена необходимость учета самобытности и культуры народа, традиционно использующего природные ресурсы, его опыт создания систем энергоснабжения, водоснабжения, количество и качество строительных материалов и конструкций.*

---

Перед архитектурой стоит уникальная задача в области устойчивого развития поселений в странах с жарким климатом. Проектирование зданий и сооружений должно сочетаться с инженерными дисциплинами, дополняющими друг друга, так как поселения потребляют природные ресурсы и выделяют огромное количество загрязняющих веществ и отходов. Дизайн более современных зданий и сооружений должен быть устремлен к их максимальной производительности с учетом экологических и экономических тенденций и функциональных стандартов.

Человек живет в сообществах людей и внутри организованных пространств. Есть требования предоставления ему возможности работать благополучно, а также гарантировать ему достойную жизнь, идти в ногу с текущими жизненными изменениями. Людей, испытывающих чувство принадлежности к сообществу поселения, целесообразность побуждает к работе на развитие этого сообщества, и устремляет к сохранению окружающей природной среды.

У будущих поколений возникает право на получение достойной жизни благодаря «зеленой» архитектуре. «Зеленые здания» выражают тенденцию, возникшую в конце девятнадцатого века, направленную на сохранение окружающей среды и защиту здоровья [1].

Концепция «зеленых зданий» определяется как теория методологии строительства, использующего материалы с низким уровнем отрицательного воздействия на человека, которые продлевают долговечность сооружений, уменьшают отходы и вторично используются при строительстве [2]. «Зеленое здание» конкретизируется так же как практика создания структур поселений с использованием экологических и ресурсосберегающих технологий в новейшем строительстве зданий и сооружений [3]. С точки зрения понимания архитектуры

как организованного пространства, можно трактовать «зеленую» архитектуру как совокупность сопряженных в пространство «зеленых зданий».

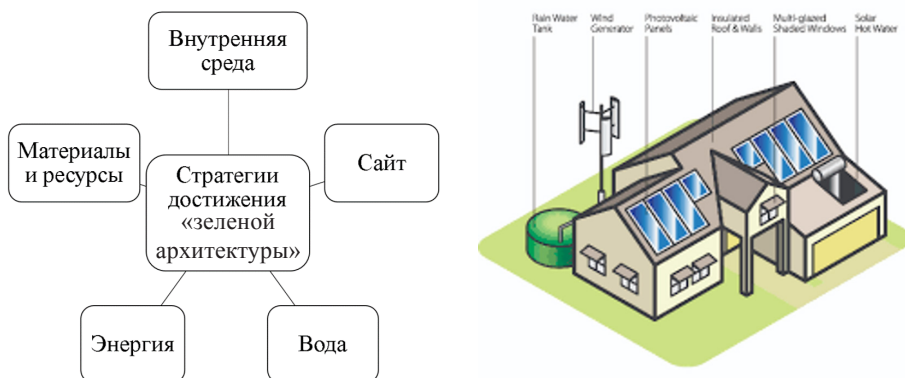


Рис. 1. Основные элементы «зеленой» архитектуры [4]

«Зеленая» архитектура помогает внедрять на практике и даже поощрять стабильный образ жизни. Как же можно спроектировать и построить здания поселений устойчивого развития, являющиеся базой экономически сильных, социально инклюзивных, стабильных сообществ жителей, уменьшая воздействия на окружающую среду? В этой части будут представлены «зеленые» стратегии, которые могут использоваться в египетском жарком климате [5].

### 1. Сайт и землепользование



Рис. 2. Сайт и землепользование

Поиск информации на сайтах должен проводиться с целью выяснения следующих данных:

- о неосвоенной территории;
- об исторических и археологических охраняемых территориях;
- о сохраняемых сельскохозяйственных угодьях;
- о территориях и землях, представляющих биоразнообразие редких растений и животных [6].

Анализ полученных данных помогает при выборе участков для проектирования зданий и сооружений.

Обобщенные данные способствуют сохранению природных условий участка

путем минимизации воздействия проекта на окружающую среду, защищают существующие природные системы, почвы, подземные воды от ущерба, содействуют биоразнообразию [7].

Проектирование поселений на используемых под застройку участках должно следовать следующим ведущим принципам:

- тщательному социально-культурному планированию участка под застройку;
- логистическому экономико-демографическому расчету подъезда общественного транспорта к нему;
- совмещению жилищного, коммерческого и рекреативного делового и административного использования зданий и сооружений.



Рис. 3. Арх. Фрэнк Ллойд Райт, Дом Милла, США, 1939 год [8]



Рис. 4. Арх. Найл Максвелл, Джеймс Макдональд Райт, частный дом, Кент, Великобритания, 2017 год, [9]

## 2. Энергия

Поскольку жаркий климат требует проектирования совмещенных компактных зданий для уменьшения их теплоизоляционных поверхностей, наиболее важным является выбор площадки, способ сборки зданий, их дизайн с учетом климатических условий. Узкие улочки и большой открытый двор с внутренним садом (дом атриумного типа) характеризуют расположение почти всех традиционных городов в арабских районах [10]. «Зеленая» архитектура направлена на использование природных ресурсов на площадке строительства с помощью таких приемов, как ориентация здания по отношению к Солнцу и ветру, посадке деревьев для улучшения климата участка и зданий, например, для предоставления теней, рассеивания инсоляции и защиты от ветра.



Рис. 5. Энергия



В качестве строительных материалов рациональнее использовать местные материалы, что позволяет снижать потребление энергии при их транспортировке. Как рекомендовал Хасан Фатхи: «Вы должны построить свои здания и сооружения из того, что находится под вашими ногами» [11].

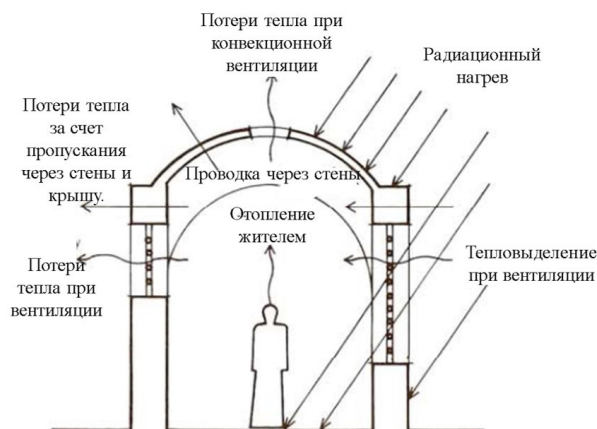


Рис .6. Принципиальная схема режимов усиления тепла и потерь в строительстве [10]

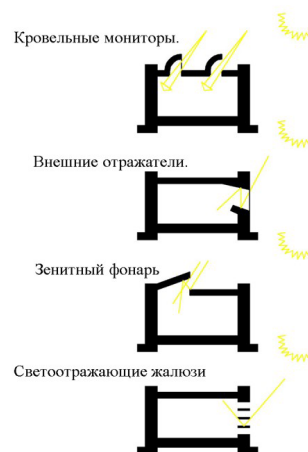


Рис .7. Естественные методы освещения

Энергия Солнца может использоваться для обогрева или охлаждения здания с учетом направления, формы и частей здания в окружающей его среде. При проектировании поселений в жарком климате перед архитекторами возникают две основные проблемы – обеспечить защиту от жары и организовать достаточное охлаждение. В конфигурации зданий и сооружений, их ориентации и расположении возникает особый микроклимат для каждого атриума. К этому нужно добавить выбор строительного материала, текстуры поверхности и цвета открытых поверхностей зданий, а также дизайн открытых пространств, улиц и садов.

Эффективному использованию энергии способствует оптимизация выбора электрического и механического оборудования в зданиях и сооружениях [12]. Возобновляемые источники энергии, используемые в домах: солнечная энергия, энергия ветра и биогаз. EPA – Агентство по Защите Окружающей Среды США – определяет «зеленую» энергию как электричество, произведенное из солнечной, ветровой, геотермальной энергии, биогаза, подходящей биомассы и малоэффективных малых гидроэлектрических источников.

### 3. Вода

Здания и сооружения являются основными потребителями внутреннего и наружного водоснабжения и негативно влияют на водную экосистему. Сокращение использования воды в зданиях может обеспечить экономию средств [13]. Это является очень важным аспектом в управлении водными ресурсами, особенно в засушливых районах. Сокращения потребления воды можно добиться за счет таких мер, как использование водопроводной арматуры с уменьшенным потоком, рециркуляции сточных вод и озеленения, сокращения потребностей в орошении и повторное использование сточных вод.



Рис. 8. Вода



Рис. 9. Повторное использование воды в озелененных фасадах [14].

#### 4. Выбор строительных материалов

Задачи, которые стоят перед всей командой проектировщиков:

- рассмотреть вопрос об использовании таких строительных материалов в течение жизненного цикла в местной среде, которые требуются для выполнения необходимых функций, а также их повторного использования и переработки.
- изучить влияние строительных материалов на глобальную природную среду; проверить их на содержание CFCs, HCFCs –хлорфторуглероды или других веществ, разрушающих озоновый слой атмосферы [15].



Рис. 10. Выбор строительных материалов

Опасно использование материалов, оказывающих отрицательное воздействие на местную природную среду, например, загрязнение воздуха и воды, отходы и другие негативные последствия. Также нужно предусмотреть затраты на строительные материалы и воздействие на экономическую среду. Немаловажный фактор – объем энергии, необходимой для исследования, добычи, производства, транспортировки, установки технического обслуживания и сноса; следует обратить внимание на строительные материалы, полученные из местных источников.

#### 5. Внутренняя среда

Внутренняя среда зданий и сооружений является одной из важных проблем, связанных с устойчивой архитектурой. Важно обеспечить высокое качество внутренней среды в зданиях с высокими эксплуатационными характеристиками для жильцов, не теряя энергии и не принося большие загрязнения и другие негативные воздействия на местную окружающую среду. Однако следует учитывать элементы внутренней среды, такие как визуальные, тепловые и акустические свойства в процессе планирования и проектирования, необходимые для достижения устойчивости. Устойчивое внутреннее пространство и дизайн внутренних помещений должны соответствовать потребностям жителей зданий, не создавая негативных воздействий на экологическую, экономическую и социальную среду.

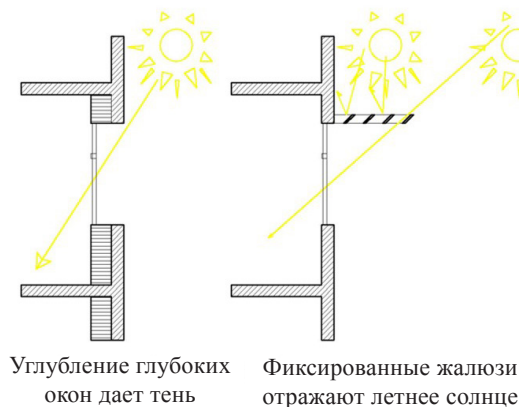


Рис. 11. Использование жалюзи и затенения окон для контроля солнечного усиления  
(Автор: Амер А. С. А.)

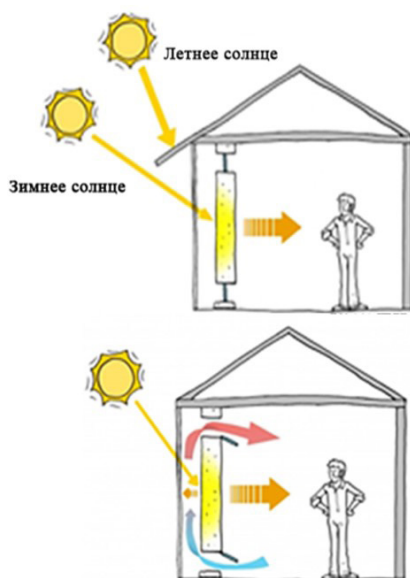


Рис. 12. Чтобы избежать перегрева в жаркие дни или горячие сезоны года, архитекторы могут использовать стены Тромба в сочетании с выступами, карнизами и другими элементами конструкции здания, чтобы равномерно распределять солнечную энергию [17]

Дизайн зданий и помещений внутреннего пространства и внутренних помещений влияет на местную природную среду, создавая как позитивные, так и негативные последствия, связанные с созданием таких действий жителей и внутренних операционных систем, как: системы освещения, системы ОВК, отделочные материалы и другие важные элементы для местной природной среды.

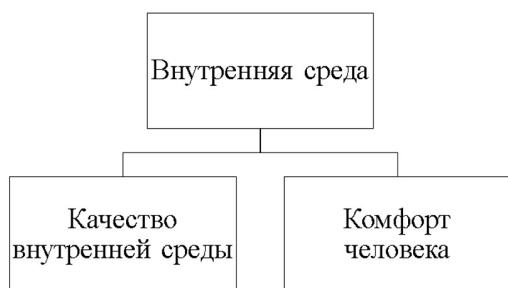


Рис. 13. Внутренняя среда



Рис. 14. «Зеленая» стена служит и биологическим фильтром

Можно сделать заключение о том, что для создания сельских зданий требуется тщательный и подробный анализ при проектировании, в котором учитываются экологические аспекты и природоподобные технологии. Стратегии профессионального архитектурного проектирования устойчивых поселений уменьшат долгосрочные издержки и приведут мировое сообщество к экологически ответственному развитию. Обычные деревни могут быть экологически безопасными, чистыми, не оставляющими нежелательный отпечаток на существующую природную среду. Также выясняется, что местное сообщество приносит пользу тогда, когда сельские поселения используют своих работников и применяют местные материалы для преодоления местной безработицы (рис. 15,16).



Рис. 15. Энергия ветра для сельских «зеленых» домов (Автор: Амер А. С. А.)



Рис. 16. Традиционный жилой дом в сельской местности (Автор: Амер А. С. А.)

### Выводы и рекомендации

Архитектурное проектирование устойчивых поселений остается доступным только для небольшого числа людей, но скоро оно может оказать судьбоносное влияние на жизнь все больших категорий поселенцев, тех, кто стал приверженным ему. Эко-архитектурное проектирование представляет собой нечто большее, чем просто обеспечение надлежащим жильем. Жители домов могут влиять на то, как они живут, обеспечивая не только пользу, но и красоту, стабильность, комфорт, гордость, достоинство и безопасность: «мы формируем наши здания, а потом наши здания формируют нас» (Уинстон Черчилль).



**«Зеленая» архитектура дает ряд преимуществ:**

1. «Зеленая» архитектура экономична. Дизайн помещений и внутренних пространств снижает эксплуатационную стоимость зданий. В условиях большого потребления энергии в системах освещения, отопления и принудительного охлаждения требуется рациональное использование природных ресурсов.
2. Рациональное проектирование, идеология «зеленой» архитектуры также закладывают экономию на строительных и отделочных материалах, особенно при их вторичном использовании.
3. «Зеленая» архитектура социально направлена. Дизайн зданий и их внутренних помещений закладывает условия функциональности зданий и сооружений, здорового, комфортного проживания, благодаря рациональному проектированию систем освещения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, загрязнений в помещениях и шума.
4. «Зеленая» архитектура обеспечивает чистую и гигиеничную жилую среду, закладывает контроль уровня влажности и достаточной вентиляции.
5. «Зеленая» архитектура обеспечивает эстетику жилищ, температурный комфорт, а также обособленность культуры проживания отдельных семей.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / REFERENCES**

1. Guy Simon, Moore Steven, Sustainable Architectures- Cultures and Natures in Europe and North America / Simon Guy, Steven A. Moore // Spon Press – Taylor & Francis. – 2005. P. 51–52.
2. Portland's OSD (Office of Sustainable Development) [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.sustainableportland.org> (data obrascheniya: 15.05.17).
3. United States Environmental Protection Agency / Definition of Green Building. [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: <https://archive.epa.gov/greenbuilding/web/html/about.html> (data obrascheniya: 10.01.18).
4. Sustainable communities and sustainable development, a review of the sustainable Communities plan / Sustainable development commission // London: Sustainable development commission [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: <https://ssrn.com/abstract=1163133> (data obrascheniya: 01.08.12).
5. El-Fiky Usama, Toward Applicable Green Architecture / Usama El-Fiky // PHD - Bouwstenen: Faculteit Bouwkunde. 2006. P. 12–15.
6. The Green Pyramid Rating System (GPRS) / The Egyptian Green Building Council // The Housing and Building National Research Center, 2011. [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: <http://eg.saint-gobain-glass.com/download/file/fid/1246> (data obrascheniya: 01.02.18).
7. Yudelso Jerry, Green Building A to Z / Jerry Yudelso // Canada: New Society. Pblishers. – 2007. – P. 166–168.
8. Fallingwater / Frank Lloyd Wright.-1935 [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: <https://www.archdaily.com/60022/ad-classics-fallingwater-frank-lloyd-wright> (data obrascheniya: 01.02.18).
9. Caring Wood / Macdonald Wright Architects.-2017 [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: <https://www.archdaily.com/874409/caring-wood-macdonald-wright-architects> (data obrascheniya: 01.02.18).
10. Fathy, H., and others, Natural energy and vernacular architecture 1986 / Hassan Fathy-Chicago // Published for the United Nations University by the University of Chicago Press. XXIII. 1986. – P. 172–175.
11. Fathy Hassan, Architecture for the Poor-An Experiment in Rural Egypt / Hassan Fathy // The University of Chicago Press-. Chicago and London. 1973. P. 36–38.
12. Passive Design Toolkit for homes // City of Vancouver [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: <https://vancouver.ca/files/cov/passive-home-design.pdf> (data obrascheniya: 05.05.18).
13. Kibert Charles. Sustainable Construction (Green Buildings Design and Delivery)/ Charles Kibert //Second Edition. New Jersey. ISBN 978-0-470-11421-6. U.S.A., 2008. P. 217–237.



14. Harmonia 57, São Paulo/ Triptyque Architects [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: <https://archinect.com/MRBarch/project/harmonia-57> (data obrascheniya: 05.05.18).

15. Environment, Denver AIA Committee. The Sustainable Design Resources Guide. The Sustainable Design Resources Guide. Denver AIA Committee on the Environment, 2007. [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.aiasdrng.org/default.htm>. (data obrascheniya: 05.05.18).

16. Roaf, S., Fuentes, M. and Thomas, S. Ecohouse: a design guide / S. Roaf., M. Fuentes, and S. Thomas // Oxford Architectural Press. 2001. P. 117–127.

**AMER Ahmed Said AbdAlla, postgraduate student of the chair of architectural design**

### **STRATEGIES FOR ACHIEVING “GREEN” ARCHITECTURE IN RURAL AREAS**

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Pjinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83;  
e-mail: Ahmed.amer@sh-eng.menofia.edu.eg, amer.ahmedsaid@gmail.com.

*Key words:* rural development, sustainable development, ecological architecture, public participation, "green" architecture.

---

*The article substantiates the necessary to take into account the originality and culture of people who use traditionally natural resources, their experience in construction of energy and water supply systems, quantity and quality of building materials and structures during architectural design of sustainable settlements.*

---

© А. С. А. Амер, 2018

Получено: 28.09.2018 г.

УДК 72.03:726.3

**Г. Е. ШАПИРО, аспирант кафедры истории архитектуры, искусств и архитектурной реставрации**

### **ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРЫ СИНАГОГ ОБЛАСТИ ВОЙСКА ДОНСКОГО И КАВКАЗСКОГО КРАЯ ПЕРИОДА ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XIX – ПЕРВОЙ ТРЕТИ XX вв.**

ФГАОУ ВО «Южный Федеральный Университет»

Россия, 344044, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, д. 105/42. Тел.: (863) 244-09-94;  
эл. почта: gshapiro@sfedu.ru

*Ключевые слова:* синагога, архитектурная типология, бима, Арон-кодеш.

---

*Рассматриваются вопросы изучения архитектуры синагог Области Войска Донского (ОВД) и Кавказского края периода второй половины XIX – первой трети XX вв. в контексте общеевропейской синагогальной архитектуры. Предложена методика исследования синагогальных построек, основанная на архитектурной типологии по ряду параметров, учитывающих особенности генезиса архитектуры синагогальных сооружений в рассматриваемых временных границах. Освещенная в данной статье методика исследования позволяет выявить общеевропейские, общероссийские и региональные особенности формирования архитектуры синагог в обозначенных географических и временных границах.*

---





Еврейское население во второй половине XIX – начале XX веков на территории ОВД и Кавказского края в силу изменения социально-политического фона в значительной степени было интегрировано в культурную и экономическую жизнь региона. В этот период формируются территории компактного проживания еврейского населения (еврейские кварталы), отдельные еврейские поселения (поселки, слободы и районы-спутники).

Синагога как неотъемлемый элемент жизни общины становится частью архитектурной среды городов и населенных пунктов ОВД и Кавказского края, что обуславливает актуальность подобных исследований.

Вопрос генезиса архитектурных форм зданий синагог в рассматриваемых географических границах является неохваченным: существуют отдельные исследования общинной жизни евреев региона, носящие преимущественно исторический характер.

С исследовательской точки зрения уникальность региона заключается в соседстве иудейских общин нескольких этнических подгрупп: ашкеназов, горских, грузинских евреев и караимов, которые имели индивидуальные особенности в совершении религиозных обрядов и организации литургического пространства (в отличие от большинства регионов Российской Империи, где проживали преимущественно ашкеназские евреи) [1]. Данная особенность определяет основную, поставленную в данной статье исследовательскую задачу: выявить общеевропейские и региональные тенденции в формировании архитектурного типа синагогальных сооружений региона.

К предпосылкам формирования региональной архитектуры синагог относятся:

1. Сакральные традиции, определяющие формирование литургического пространства, его компоненты и их взаиморасположение.
2. Социально-политический фон жизни иудейских общин.
3. Внутривнутрипрофессиональные тенденции на общеевропейском, российском и региональном уровнях.

В результате анализа историографии в области изучения синагогальной архитектуры Европы и Черты Еврейской Оседлости выявлено, что уникальными чертами, присущими синагогальному зодчеству периода второй половины XIX – начала XX вв. и определяющими особенности генезиса архитектурной формы, являются [2]:

1. Нестабильность места синагоги в структуре городов и населенных пунктов, обусловленная внешними факторами: социально-политическими и экономическими условиями.
2. Разобщенность внутреннего пространства и художественно-стилистического и композиционного решения внешнего объема.
3. Запрет на материальное воплощение божественного начала в архитектурно-художественном решении внешних форм и внутреннего пространства.

Ряд характерных особенностей синагогальной архитектуры в рассматриваемых временных границах определяет методику исследования, названную «Комбинаторной» (рис. 1 цв. вклейки). Автором при разработке методической концепции принята логическая основа типологической системы израильского исследователя Рудольфа Кляйна [3].

Сущность метода заключается в исследовании объекта синагоги как комбинации различных признаков в зависимости от сложившихся в данной временной пространственной ситуации условий. Согласно методической концепции, синагоги ОВД и Кавказского края периода второй половины XIX – начала XX вв. могут быть типологизированы по 8 критериям, определяющим генезис архитектурной формы:

**К СТАТЬЕ Г. Е. ШАПИРО**  
**«ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРЫ СИНАГОВ ОБЛАСТИ ВОЙСКА**  
**ДОНСКОГО И КАВКАЗСКОГО КРАЯ ПЕРИОДА ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ**  
**XIX – ПЕРВОЙ ТРЕТИ XX ВВ.»**

	A	B	C	D	E	F	G	H
1					Стены из самана или глины, конструкция перекрытия из дерева.	50->		
2					Деревянный каркас и перекрытия из дерева	50-100		
3					Кирпичные /каменные стены, перекрытие из дерева	100-200		
4					Кирпичные / каменные стены, сводчатый потолок, перекрывающий бесстолбовое пространство/ кирпичные/каменные стены в сочетании с каменными колоннами и сводчатым потолком при девятикопцевой трехфойной структуре	200-400		
5					Кирпичные / каменные стены, чугунные / стальные колонны, деревянный / стальной потолок	400-800		
6					Металлические колонны (металлический каркас в сочетании с деревянными стенами и потолком	800-1500		
7					Кирпичные стены, бетонный потолок	1500-3000		
8					(видимый) монолитный каркас, легкое заполнение	3000 <		

Рис. 1. Типологическая матрица

Пространственные фокусы молитвенного зала как основа литургического пространства

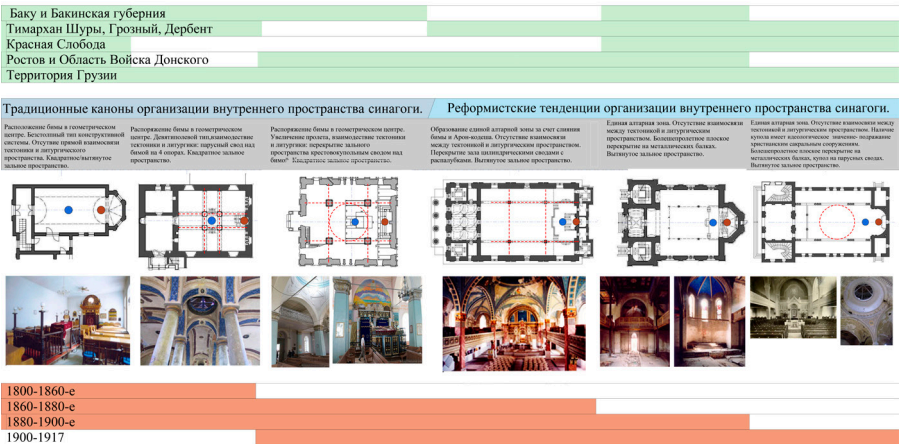


Рис. 2. Трансформация планировочной структуры

Стилистические направления синагогальной архитектуры Области Войска Донского (ОВД) и Кавказского края

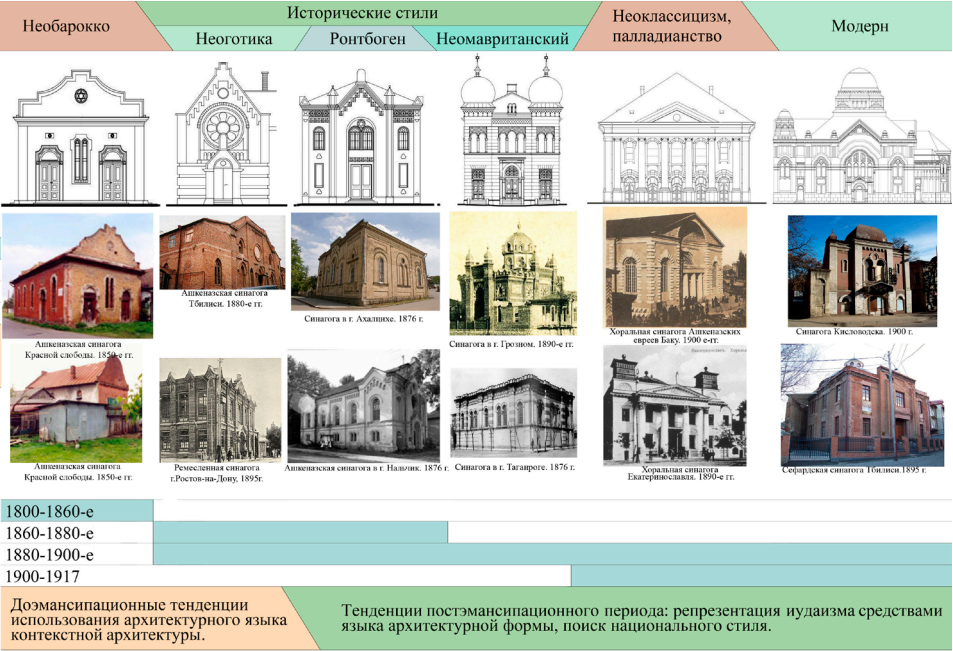


Рис. 3. Варианты стилистического решения экстерьеря



1. Расположение в градостроительной структуре на уровне города или населенного пункта (макроконтекст).
2. Расположение в градостроительной структуре на уровне квартала (микроконтекст).
3. Пространственно-композиционное решение.
4. Пространственно-планировочное решение.
5. Материал основных конструкций.
6. Вместимость молитвенного зала.
7. Художественно-стилистическое решение экстерьера.
8. Художественно-стилистическое решение интерьера.

Рассмотрим подробнее те типологические параметры, которые в большей степени определяют особенности генезиса архитектурной формы синагог.

#### **(А) Расположение в градостроительной структуре на уровне города или населенного пункта (макроконтекст)**

Данная классификационная система основана на анализе визуального взаимодействия здания синагоги с городской застройкой, существующими неиудейскими сакральными сооружениями и влиянием на городской силуэт.

Возможны следующие ситуации:

1. Вне ткани городской застройки.
2. В промежуточном пространстве между центральной частью городской застройки, окруженной стеной, и границей населенного пункта.
3. На окраине центральной части городской застройки, окруженной стеной, внутри периметра.
4. Синагога располагается в поселке или небольшом городе в пространстве между периферией и центральной частью или на границе периметра плотной застройки (на малозначимом с градостроительной точки зрения и не просматриваемом с центральных точек участка).
5. В небольших городах с двумя этнолингвистическими иудейскими группами, где одна синагога располагается на границе периметра городской застройки (без визуального контакта с главной городской площадью), вторая синагога располагается в периферийной части города.
6. В небольших городах с перераспределенными градостроительными доминантами и развивающейся еврейской общиной, интегрированной в культурную и экономическую деятельность, меньшая синагога располагается в более старой части города, а более крупная размещается в новой части в рядовой застройке, но вблизи городской площади.
7. Синагога располагается в еврейском поселении-спутнике.
8. Синагоги располагаются в каждой агломерации в случае, когда город состоит из старого центра и нескольких новых градостроительных образований, спекшихся в единый город.

#### **(В) Расположение в градостроительной структуре на уровне квартальной застройки (микроконтекст)**

Предпринята попытка классификации по типу взаимодействия с непосредственным окружением, квартальной застройкой, рядовой застройкой, включая здания еврейской общины. Выделены следующие ситуации:

1. Расположение синагоги в центре двора или квартала, не просматривается с улицы.
2. Синагога обращена продольной стороной на улицу.
3. Синагога обращена к улице западным фасадом, с которого осуществляется главный вход.



4. Крупная городская синагога, воспринимаемая с продольного фасада, формирующая со вспомогательными зданиями и сооружениями единый архитектурный ансамбль.

5. Городская синагога на угловом участке квартала, воспринимаемая с двух фасадов.

6. Крупная городская синагога на отдельном участке с западным фасадом, выходящим на площадь.

7. Синагога на берегу реки, обычно одна боковая сторона обращена к набережной, другая – к главной улице.

8. Синагога, встроенная в структуру жилого образования, занимающая полный первый этаж или первый этаж и мезонин.

#### **(С) Тип композиционно-пространственного решения здания синагог**

Классификация основывается на схожести с определенным архитектурным типом сакрального сооружения другой конфессии, гражданского здания и интеграции преемственных архитектурных форм синагог предшествующих эпох (терминология заимствована из методической концепции Р. Кляйна):

1. Тип сельского жилого дома.
2. Тип городского дома.
3. Протестантско-церковный тип.
4. Тип храма Соломона (Т-образный тип синагоги).
5. Тип фабричного сооружения с минаретами.
6. Дворцовый тип.
7. Тип католической церкви.
8. Тип византийской церкви.

Определенный интерес представляет вопрос стилистического решения экстерьерасинагог, который выступал инструментом взаимодействия с окружающим культурным ландшафтом и позволял иудейским общинам «мимикрировать» и подстраиваться под господствующие архитектурные тенденции.

Как в Европе, так и в Российской Империи рассматриваемый период в эволюционном процессе синагогальной архитектуры характеризуется внутрипрофессиональными спорами о выборе национального еврейского стиля. Исследователем архитектуры синагог (Р. Вишницер-Бернштейн) [2] обозначенным процессам дано определение «битва стилей».

В обозначенных временных и географических границах выявлены следующие примеры стилистического решения синагог (рис. 3 цв. вклейки): неоклассицизм, ронтбоген (исторический романтизм); неомавританский стиль (в 70-90-е годы XIX в. определяется как национальный иудейский); необарочный; ранний модерн; поздний модерн; неоготический; эклектичный.

Отдельное место в исследовании занимает вопрос символического комплекса синагоги. Элементы символического языка, идентифицирующего здания синагог, лишенных традиционных канонов формообразования, прослеживаются в объеме синагогальных построек вне зависимости от композиционного и художественно-стилистического решения. К ним относятся: сдвоенные оконные и дверные проемы, символизирующие скрижали завета, парные колонны главного входа – Яхин и Боаз Храма Ирода, круглое окно на восточном фасаде, барельефы и переплеты в форме звезды Давида, тетраграмматон в нишах фронтонов и аттиков.

Таким образом, в формировании архитектурной формы синагог ОВД и Кавказского края выделены следующие общеевропейские и общероссийские тенденции:





1. Общность в размещении синагогальных сооружений в градостроительной структуре на уровне населенного пункта (макроконтекст) и квартала (микроконтекст).
2. Независимость внешнего объема от внутреннего пространства.
3. Внутренне пространство, определяемое особенностями взаимосвязи основных функциональных зон: молитвенного зала, вестибюля, женского отделения, вспомогательных зон; расположением пространственных фокусов молитвенного зала (бимы, Арон-кодеша); вместимостью; вариантом перекрытия молитвенного зала, является носителем сакральной традиции (рис. 2 цв. вклейки).
4. Трансформация планировочного решения зависела от утилитарных (увеличение численности общины) и идеологических (реформистские тенденции, предписывающие перемещения бимы из центра зала в сторону Арон-кодеша; увеличение прав женщин в аспекте доступности к литургическому пространству) факторов.
5. Внешний объем, стилистика экстерьера и элементы декоративного убранства меняются в зависимости от контекста: социально-политического фона, экономических возможностей общины, господствующих стилистических тенденций. Внешний объем становится формой диалога еврейской общины с городской средой (что во многом отличается от идеологии построения архитектурной формы синагог до XIX века).
6. Художественно-стилистическое решение синагог второй половины XIX – начала XX веков отличает богатая палитра стилей: неоклассика, ориентальный стиль, романтический историзм и пр., что связано с влиянием европейских тенденций синагогального зодчества (объединенных исследователем Вишницер-Бернштейн понятием «Битва стилей») (рис. 3 цв. вклейки).

**К региональным особенностям относятся:**

1. Построение архитектурной формы синагог на основании неповторяющейся в каждом регионе комбинации вышеперечисленных признаков в зависимости от сложившихся в данной временной пространственной ситуации условий.
2. Влияние региональных тенденций гражданской архитектуры, выразившееся в распространении в 90-х годах XIX века в Кавказском крае и в 70–80-х – в ОВД кирпичного стиля в художественно-стилистическом решении синагог.
3. Влияние мусульманских традиций, выразившееся в отсутствии женской галереи в ряде синагог северного Азербайджана.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Keßler, Katrin. Ritus und Raum der Synagoge. Petersberg. 2007. 120 s.
2. Wishnitzer, R. The Architecture of the European Synagogues. Philadelphia: The Jewish Publication Society of America. 1964. 600 p.
3. Rudolf Klein. Synagogues of East-Central Europe, 2014. 560 p.
4. Rivka and Ben-Zion Dorfman. Synagogues without Jews and the Communities that built and used them. Philadelphia. 2000. 380 p.
5. Maria and Kazimierz Piechotka, Brame Nieba. Bóznice murowane na ziemiach dawnej Rzeczypospolitej. Warsaw. 1999. 138p.
6. David Kaufman. Shul with a Pool: The "Synagogue-Center" in American Jewish History. Hanover and London. 1999. 290 p.
7. Laura Rachel Felleman Fattal. American Sephardi Synagogue Architecture. Jewish Art 19-20. 1993–1994. P. 22–44.
8. Хаймович, Б. Подольское местечко : пространство и формы / Б. Хаймович // 100 еврейских местечек Украины. Исторический путеводитель. – Санкт-Петербург, 1998. – Вып. 2. Подolia. – С. 43–76.





**SHAPIRO Grigory Efimovich, post-graduate student of the chair of history of architecture, arts and architectural restoration**

**PECULIARITIES OF SYNAGOGES ARCHITECTURE OF THE DON'S TROOP REGION AND THE CAUCASIAN TERRITORY OF THE PERIOD OF THE SECOND HALF OF THE XIX – FIRST THIRD OF THE XX CENTURIES**

Southern Federal University

105/42, Bolshaya Sadovaya St., Rostov-on-Don, 344044, Russia. Tel.: + 7 (863) 244-09-94;

e-mail: gshapiro@sfedu.ru

*Key words:* synagogue, architectural typology, bima, Aron-kodesh.

---

*The article is dedicated to the architecture of synagogues of the Don's troop region and the Caucasus territory of the period of the second half of the XIX – first third of the XX centuries in the context of a pan-European synagogue architecture. The author suggests a method for studying synagogue constructions based on the architectural typology on a number of parameters that take into account the specifics of the genesis of the architecture of synagogue structures in the time boundaries under consideration. The research methodology, described in this article, makes it possible to identify all-European, all-Russian and regional features of the synagogue architecture in the designated geographical and temporal boundaries.*

---

REFERENCES

1. Keßler, Katrin. Ritus und Raum der Synagoge. Petersberg. 2007. 120 s.
2. Wishnitzer, R. The Architecture of the European Synagogues. Philadelphia: The Jewish Publication Society of America. 1964. 600 p.
3. Rudolf Klein. Synagogues of East-Central Europe, 2014. 560 p.
4. Rivka and Ben-Zion Dorfman. Synagogues without Jews and the Communities that built and used them. Philadelphia. 2000. 380 p.
5. Maria and Kazimierz Piechotka, Bramey Nieba. Bóznice murowane na ziemiach dawnej Rzeczypospolitej. Warsaw. 1999. 138 p.
6. David Kaufman. Shul with a Pool: The "Synagogue-Center" in American Jewish History. Hanover and London. 1999. 290 p.
7. Laura Rachel Felleman Fattal. American Sephardi Synagogue Architecture. Jewish Art 19-20. 1993-1994. P. 22–44.
8. Khaymovich B. Podolskoe mestechko: prostranstvo i formy [Podolsk region: the space and forms]. 100 evreyskikh mestechek Ukrainy. Podoliya [100 Jewish places of Ukraine. Podoliya]: Istoricheskii putevoditel. Jerusalem – Saint-Petersburg. 1998. Izd. 2. Vyp. 1. P. 43–76.

© Г. Е. Шапиро, 2018

Получено: 19.05.2018 г.

# АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

---

УДК 747

**Н. А. ГОГОЛЕВА, канд. архитектуры, проф. кафедры дизайн-проектирования  
и изобразительных искусств**

## ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ СРЕДЫ ИНТЕРЬЕРА ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»  
Россия, 603000, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 433-03-91;  
эл. почта: design-nngasu@mail.ru

*Ключевые слова:* дизайн, интерьер, среда, архитектура, декоративно-прикладное искусство.

---

*Рассматриваются формирование и особенности интерьера общественных зданий в зависимости от характера его взаимодействия с архитектурой сооружения.*

---

Дизайн – явление XX века – активно развивался в течение всего столетия. Сегодня этот термин характеризует архитектурно-художественное качество тотального проектирования предметно-пространственной среды жизнедеятельности человека и общества.

Формирование интерьерной среды в истории проектной культуры всегда занимало особое место, хотя представление об искусстве убранства интерьера как о самостоятельной специальности сформировалось лишь в XX веке. На протяжении веков человек создавал вокруг себя «вторую природу» – культурную среду, отвечающую его представлениям о комфорте, красоте, целесообразности, которые отразили достижения многих сфер деятельности – от архитектуры, философии, изобразительных искусств до техники, производственных технологий, сценографии и т. д.

Современный интерьер – это сложная динамическая система, которая включает в себя не только архитектурное пространство, но и облик его конструкций и произведение монументально-декоративного искусства. Все большую роль в его образе играет система вещей, инструментов и других форм оборудования, создающих условия реализации, насыщающих интерьер процессов и материализующих потоки информации, окружающей человека – всего того, что составляет его непосредственное «пространство жизни». Возникает новая взаимосвязь между человеком и созданным им окружением, в котором предметное наполнение работает на создание образа среды наравне с архитектурной ситуацией [3].

Дизайн в структуре непрерывного и многоуровневого проектирования предметно-пространственной среды интерьера определяет не только высокие художественно-эстетические качества объекта проектирования, но и высокое качество функционально-пространственных, конструктивно-технологических и декоративно-художественных решений.

Дизайн и архитектура вместе организуют основу предметно-пространственного окружения – «второй природы», которую создает вокруг себя человек. Архитектура формирует ее стабильный каркас, намечающий основные членения организованного пространства, где разворачивается человеческая жизнедеятельность. Архитектор работает с объемами и ограждениями. Метод –



визуальные комбинации объемов в пространстве, ближайшая цель – эмоциональное воздействие зрительного образа на сознание человека. Среди средств преобладают зрительные свойства поверхностей архитектурных объемов.

Не следует, однако, забывать, что архитектура – лишь одна из граней современного проектного творчества, правда самая «раскрученная».

Сегодня к ней примкнул дизайн – умение делать вещи и их комбинации, который стал ближайшим «родственником» архитектуры: оба не только связаны с пространственным восприятием (дизайн – как деталь, подробность пространства; архитектура – как оно само), но и рассчитаны на эмоционально-эстетическую реакцию зрителя. Условия жизни человека практически в равной мере зависят от взаимодействия двух «главных» искусств современности – архитектуры и дизайна. И успешно осуществлять это взаимодействие должны специалисты, обладающие знаниями и навыками как архитектора, так и дизайнера. А есть еще техника, инженерные решения, технологические процессы, и у всех средства и все пространственные. Дизайн формирует «предметное наполнение» этого каркаса – бесконечно многообразную систему предметов и их комплексов, служащих определенным процессам деятельности, из-за чего все виды проектной культуры стремятся к синтезу, воплощенному в категории «среда» [1].

Положение осложняется и обогащается тем, что рядом с архитектором и дизайнером, которые имеют как художественную, так и прагматическую ценность, находятся еще и «чистые» искусства – изобразительное творчество и скульптура. И они настойчиво и успешно тоже рвутся в этот синтез, когда целиком со своими «литературными» сюжетами, когда частями – пластикой и цветом. Сегодня категория «синтез искусств» обретает совершенно неожиданный, даже тотальный смысл – «синтезироваться», сращиваться в единый образный символ хотят и имеют право все виды человеческого творчества – визуальные и имеющие «невизуальную» основу [1].

Человек не отделим от материальной вещественности своего бытия. Планируя предметный мир, человек вместе с ним планирует свою будущую жизнь и в конечном счете – самого себя.

Функциональное и образное решение интерьера базируется на тех основных принципах и концепциях, которые диктуют современные тенденции развития объемно-пространственной композиции в архитектуре, дизайне и декоративно-прикладном искусстве. Новое время, новые материалы и технологии, расширение знаний в области психологии помогают наиболее полно решить задачу создания пространства, отвечающего требованиям комфортности, эстетики, эргономики человека. Для чего следует пересмотреть базовые приоритеты проектного процесса:

- проектировать не формы, а эмоции – именно они составляют суть нашей жизни;
- знать законы не компоновки, а композиции (она смысл и содержание категории «искусство»);
- не подчиняться «законам теории», а искать и находить их.

Правильно сформированное пространство интерьера создает все условия для жизнедеятельности человека. Функциональные и декоративные элементы помогают создать необходимую для владельца атмосферу, соответствующую его профессиональной направленности и эстетической потребности.

Искусственно созданная среда интерьера – это не только единство удобных и красивых изделий, не только материальное понятие, но и пространство, наполненное взаимоотношениями людей, сформированное всем опытом культуры человека. Это единый духовный и материальный мир, созданный творческими усилиями всех видов искусств. Сегодня уже не только специалисты, но и люди



самых различных профессий, интересующихся вопросами материальной и духовной культуры, не могут обойтись без познания в области истории стилей в искусстве, без их прочтения языком современного художника.

Средовое творчество концептуально отличается от архитектурного.

Главный продукт работы архитектора – не само здание, а его художественный (архитектурный) образ – некий идейно-нравственный идеал, эстетическое свершение, способное существовать в нашей памяти вне протекающей в данном месте деятельности [1].

Цель второго – появление архитектурного (художественного) образа, оценивающего действительность с позиции морально-этических. Среда формирует комплекс условий для оптимальной реализации протекающих здесь процессов, и архитектура лишь одно из средств для достижения этой цели. Другой слой таких средств – произведения дизайна, «вросшего» в ситуацию. Поэтому проектировщик среды использует (синтезирует) в своей работе методы обоих искусств – и пространственного, и предметного.

Художественное содержание произведений декоративно-прикладного искусства раскрывается в полной мере только в их единстве с реальной средой – в этом их близость с архитектурой. Они прекрасно дополняют пространство интерьера, становятся неотъемлемой их частью. Вот почему в последнее время распространяется практика совместного творчества архитектора, дизайнера и художника декоративно-прикладного искусства. Авторские эксклюзивные идеи необходимы для создания уникальных по своим характеристикам пространств. Это характерно как для общественной, так и для малой частной архитектуры жилых зданий.

В современном дизайне интерьера открыты широкие возможности самореализации обитателей в культуре, художественных наклонностях, темпераменте, этнических нюансах. Поэтому так важны внятные, конкретные сформулированные задачи дизайн-проекта, представленные, обобщенно говоря, сферами духовными и физическими. К первой сфере относятся задачи создания художественно полноценной, этнически выразительной, психологически комфортной обстановки, благоприятно воздействующей на чувства обитателей. Это – лицо среды. Вторая сфера – техническое обеспечение всего комплекса дизайнерских замыслов для достижения того эмоционального резонанса, что соединяет художника и зрителя (конструкции, материалы, краски), а также создание и запуск в действие невидимого механизма жизнеобеспечения, агрегат которого становится все более сложным.

Сращивание оборудования и пространства – кардинальное свойство нынешних принципов формирования среды обитания, что, в свою очередь, деформирует и перестраивает сами процессы: телевизор «отменяет» газеты и вообще чтение; транспорт сделал критерием доступности не расстояния, а время в пути; светодизайн стер разницу между днем и ночью и т. д. И каждое из этих явлений формирует новые типы интерьеров: из квартир исчезают книжные полки, в городе главным становится не улица, а интерьер станции метро или салона троллейбуса. Иначе говоря, идет колоссальный эволюционный слом всех параметров жизнеустройства: новое оборудование рождает новые пространства и формы (и наоборот), которые полностью трансформируют приемы пространственной организации средовых объектов и систем. Т. е. интерьеров «с большой буквы», что часто противоречит ментальности многих архитекторов, приученных учителями и историей искусств исследовать собственно форму, не вдаваясь в содержание событий и обстоятельств, ставших причиной их появления [3].



Главная цель дизайна – достижение эмоциональной выразительности и художественной гармонии среды обитания. Решение художественных задач дизайном среды начинается с разработки обобщенного стилистического образа пространства.

По-новому решаются элементы объемно-пространственной композиции: витражи, лестницы, люстры, элементы оборудования и мебель, текстильная пластика, металл и керамика в интерьере. Это помогает создавать образные, яркие, запоминающиеся пространственные композиции.

Архитектурное проектирование и реализация проекта выполняют задачи материальной организации функционально определенного пространства, дизайн-проект доводит творческий замысел авторов до необходимого уровня художественной выразительности и эмоционального воздействия. В случае программирования высокого тонуса психологического воздействия объекта на наблюдателя дизайнерские замыслы рождаются уже в недрах архитектурного проекта и являются его неотъемлемой частью [2].

Существуют различные приемы создания эмоционально насыщенных пространств: сознательное нарушение композиционного порядка; противопоставление рациональных и иррациональных форм в пространстве и объеме; создание сверхсложных пространственных образований; противопоставление двух композиционных систем и др.

Целостность внутренних и внешних характеристик среды позволяет полнее воплотить архитектурно-художественный образ объекта. Но далеко не всегда функциональная значимость внутренних пространств остается неизменной. Зачастую возникает вопрос изменения функции и, как следствие, реконструкция объекта.

В связи с этим можно выделить несколько подходов к решению интерьера среды общественных пространств.

**Интегрирующий.** Интерьер неотделим от формы объекта его структуры, а мебель, оборудование, декоративные украшения, фактура, цвет, освещение являются частью архитектурного образа. Это усиливает эффект монументальности. Применяется в новых зданиях, когда внутреннее и внешние пространства подчинены единому замыслу и имеют целостное решение. Этот прием хорошо использовать в реконструируемых объектах, чаще всего имеющих историческую и культурную значимость.

**Наложение.** Решение интерьера его стилистика и все оформление гибкое и легко видоизменяется, трансформируется без радикального вмешательства в саму форму и структуру архитектурного пространства, которая служит для интерьера временным вместилищем. Достаточно широко используется как в только что возведенных зданиях, так и в объектах, относящихся к сложившейся исторической среде.

**Противопоставление.** Это разрыв между архитектурной формой и внутренним пространством. Сознательный разрыв решения стилистики интерьера здания и его архитектуры и внутреннего пространства. Игра на противопоставлении нередко приводит к интересным запоминающимся решениям, позволяющим выявить новые качества объекта. Разделение между архитектурой сооружения и дизайном интерьера – реальность нашего времени. Функция в архитектуре играет немаловажную роль, но образное стилистическое решение интерьера определяет более полное общее впечатление от образа всего объекта. Главным инструментом деятельности является сопоставление композиционных структур слагаемых интерьеров – архитектурного (пространственного) каркаса, комбинацией форм и настроений дизайнерского наполнения и эмоциональной основы порождающих образ интерьера.



Здание часто создается от начала до конца самим архитектором, но объект становится более выразительным и запоминающимся, если в решении интерьера участвуют специалисты по интерьеру и декоративно-прикладному искусству, способные увидеть и придать интерьеру новые дополнительные выразительные свойства.

В решении среды общественного пространства допустимы различные подходы. Основным критерием в выборе того или иного подхода является профессионализм, стилистически грамотное концептуальное решение, позволяющее в дальнейшем освоить не только функциональный уровень, но и добиться целостности архитектурно-художественного образа объекта в целом.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шимко, В. Т. Архитектурно-дизайнерское проектирование интерьера (проблемы и тенденции) : учебник / В. Т. Шимко, М. Ф. Уткин, В. Ф. Рунге [и др.] ; под ред. В. Т. Шимко. – Москва : Архитектура-С, 2011. – 256 с. : ил.
2. Ткачев, В. Н. Архитектурный дизайн (функциональные и художественные основы проектирования) : учеб. пособие / В. Н. Ткачев. – Москва : Архитектура-С, 2006. – 352 с. : ил.
3. Ефимов, А. В. Архитектурно-дизайнерское проектирование. Специальное оборудование интерьера : учеб. пособие / А. В. Ефимов, М. В. Лазарева, В. Т. Шимко. – Москва : Архитектура-С, 2008. – 136 с. : ил.

**GOGOLEVA Natalia Arkadevna, candidate of architecture, professor of the chair of design and fine arts**

#### APPROACHES TO THE SOLUTION OF THE ENVIRONMENT OF THE INTERIOR OF PUBLIC SPACES

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering  
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 433-03-91;  
e-mail: design-nngasu@mail.ru.

*Key words:* design, interior, environment, architecture, arts and crafts.

---

*The article considers formation and features of the interior of public buildings depending on the nature of its interaction with the architecture of the structure.*

---

#### REFERENCES

1. Shimko V. T., Utkin M. F., Runge V. F., et al. Arkhitekturno-dizaynerskoe proektirovanie interera (problemy i resheniya) [Architecture and design of interior (problems and trends): uchebnik; pod red. V.T. Shimko. Moscow: Arkhitektura-S, 2011. 256 p.: ill.
2. Tkachyov V. N. Arkhitekturny dizayn (funktsionalnye i khudozhestvennye osnovy proektirovaniya) [Architectural design (functional and artistic basis of design)]: ucheb. posobie. Moscow: Arkhitektura-S, 2006. 352 p.: ill.
3. Efimov A. V., Lazareva M. V., Shimko V. T. Arkhitekturno-dizaynerskoe proektirovanie. Spetsialnoe oborudovanie interera [Architectural design. Special equipment for interior]: ucheb. posobie. Moscow: Arkhitektura- S, 2008. 136 p.: ill.

© Н. А. Гоголева, 2018

Получено: 07.09.2018 г.





УДК 747

**Н. А. ГОГОЛЕВА, канд. архитектуры, проф. кафедры дизайн-проектирования и изобразительных искусств**

## **СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВА И ВИДЕОЭКОЛОГИЯ**

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»  
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 433-03-91;  
эл. почта: design-nngasu@mail.ru

*Ключевые слова:* дизайн, пространство, восприятие, видеоэкология.

---

*Рассмотрены вопросы восприятия визуальной среды и в частности видеоэкология современного пространства интерьера; визуальная «неблагополучность» среды может повлиять на психологическое здоровье человека и ухудшить его зрение.*

---

К числу опорных способностей к дизайнерской деятельности относятся способности восприятия, поскольку именно с восприятием связаны основные психические функции личности. В дизайнерской деятельности особую значимость приобретает способность воспринимать информацию комплексно, видеть в ней главное и наиболее существенные признаки предметов (форму, пропорции, цвет, конструкцию и др.), замечать необычность, своеобразие и уникальность свойств объектов, быть свободным от предвзятости мнений. Без целенаправленного развития способностей восприятия и видения невозможно осуществление проектной деятельности в дизайне [1].

В последнее время интенсивно ведутся поиски методов оценки визуальной среды.

Визуальная среда – один из главных компонентов жизнеобеспечения человека. Этот путь поиска осложняется фактором субъективизма: различие вкусов, культурных традиций, уровня образования, мировосприятия, различия в возрасте и поле.

Сегодня у нас есть единственный выход – экологизировать все сферы и уровни жизнедеятельности и сознания, пересмотреть ценностные ориентиры и содержание всех видов деятельности, в том числе и дизайнерскую, прямо или косвенно связанных с вмешательством в естественную или искусственную природу.

Среди проблем экологии одной из актуальных является видеоэкология, изучающая взаимодействие человека с окружающей визуальной средой, с проблемой и особенностями восприятия этой среды.

Видеоэкология возникла как наука в послевоенное время. Однако сейчас она наиболее активно проявляется в практической и проектной деятельности дизайнеров, архитекторов, искусствоведов, социологов, педагогов психологов.

Величайший парадокс урбанизации – в феномене пространства. Деловые поездки переносят значительную часть жизни во внешнее пространство, в экстерьер. Он становится необъятным и разным. Новые задачи, новые маршруты. Иные улицы, дома, вещи, лица. Неожиданные ракурсы, формы, цвета, фактуры. Впечатление калейдоскопичности усиливает разноголосица городской рекламы, дизайн витрин, знаков визуальной коммуникации. Зрительное пространство становится все более дробным, а его образ уже трудно представить как порядок или гармонию. Но хаос – это всегда избитость, которая утомляет [3].

Поскольку для современного человека – «кочевника», как некоторые



называют новый тип делового человека, обычно рентабельно лишь движение, он интуитивно ищет защиты от агрессии зрительной неразберихи. Отсюда художественная простота офиса и рабочего места, лаконичные линии мебельных форм и оргтехники, сдержанная палитра аксессуаров и спокойный цветовой климат.

Зоны отдыха в нашем жилище помогут вернуть утраченное душевное и физическое равновесие ясной и даже строгой гармонией декора. Хорошо восстанавливают желтые и синие, золотистые и голубые элементы домашнего убранства. На наш взгляд, душа и тело отдыхают в общении с незамысловатыми флористическими или геометрическими мотивами в украшениях поверхностей. Симметрия и статика визуального пространства в этом случае оказывает очищающее действие. Умный, спокойный видеоряд обновляет вкус к жизни. Если проблема хаоса пространства посещает нас преимущественно вне дома, то долгое пребывание в «неочеловеченном» помещении может оказаться столь же неприятным.

Периодическое переключение внимания на нечто противоположное привычным зрительным образам позволяет с новой силой возвращаться к ним. Поэтому в интерьере, где время течет монотонно и быстро, необходимо выделение места, которое действует как «останавливающее разнообразие».

Для того чтобы изредка увеличивать и успокаивать свое время, мы всегда рассуждаем так: если в интерьере преобладают строгие силуэты небольших форм и простые фактуры рабочей атрибутики, релаксантом может быть яркая, сложная композиция из цветов и декоративных растений, либо размашистый авангард графического листа. И чем дольше созерцаем такой релаксант, тем сложнее он должен быть. Получение желаемого ощущения времени не столь сложно, как дизайн-управление энергетикой среды.

Дизайнеры с большим опытом работы по оформлению интерьеров любят прибегать к использованию классических форм. «Классика – это символ стабильности, это основательность, близость к природе, это спокойное достоинство много повидавшего человека», – так пишет архитектор Екатерина Миневрина в своей статье в журнале «LUXE интерьер». С этим можно согласиться, так как классика имеет многовековую традицию, она восходит к Древней Греции и Риму, расцветает в эпоху Возрождения и трансформируется в барокко, рококо, ампири и модерн. За этот долгий период проектировщики научились создавать комфортную насыщенную визуальную среду в интерьере, которая привлекает нас и сейчас. Прежде всего, это достигается большим числом элементов в количественном выражении и довольно большим их разнообразием.

Классика имеет большой арсенал архитектурных форм и деталей: колонны, капители, пилястры, карнизы, разнообразные архитектурные профили, купола, разнообразные розетки, каминные с накладными панелями, арки с обрамлением, дверные и оконные проемы с сандриками, ниши, вмонтированные в стену, и накладные полки и кронштейны, приемы разнообразной рустовки и т. д. Сегодня эти изделия производят из различных высококачественных полимеров, они отличаются легкостью и их можно красить в любой цвет. Классический интерьер дополняет резная с красивой обивкой мебель, красивые ткани и ковры, картины в рамах, люстры и настенные светильники, а также разнообразные элементы декоративно-прикладного искусства и фигурный наборный паркет. Такое разнообразие создает визуальную среду интерьера, достаточную для полноценной работы глаз. Помимо физической насыщенности интерьера, классический стиль предполагает соблюдение закона эстетики – «красота во всем». Все это и приближает, а может быть, и превосходит внутреннее убранство интерьера по



сравнению с природной визуальной средой, с той средой, где человек чувствует себя комфортно, надежно и уютно.

В классическом интерьере человек испытывает полноценный отдых и чувство полного расслабления. Потому что в такой визуальной среде красота и собственный режим работы глаз оказывает положительное влияние на все физиологические процессы организма: ровно дышится, размеренно работает сердце, в норме артериальное давление и т. д. [2].

Всякие попытки дизайнеров создать что-то оригинальное при оформлении общественных зданий, залов заседаний, офисов, ресторанов, клубов следует рассматривать как нечто временное, как дань моде, а она переменчива и непостоянна. Так, современная мода дизайнеров оголять стены и расчищать их до кирпича и так их оставлять – все это ведет к созданию агрессивной визуальной среды, что в конечном итоге негативно воздействует на психику человека. В офисах все заполнил евроремонт в стиле минимализма, и глазам нечего делать, не за что зацепиться, не на чем остановиться. Что в конечном итоге вызывает напряжение, раздражение и усталость как работающих, так и посетителей офисов.

В последнее время в интерьере стало модным использовать множество светящихся экранов и элегантно светлое дерево, такой стиль называют «роскошным минимализмом», и по мнению проектировщиков, он демонстрирует радикализм заказчика и его прочное финансовое положение. В таких интерьерах обычно используется большое число прямых линий и большое число однородных и агрессивных видимых полей. Такой минимализм создает неблагоприятную визуальную среду, в которой глаза фактически не могут полноценно работать, и человек быстро почувствует дискомфорт. В такой идеальной «чистоте» «выхолощена душа», а сам интерьер больше подходит не для живых людей, а для роботов [2].

Словосочетание «роскошный минимализм» легко может ввести неопытного потребителя в заблуждение, и говорить в этом случае об эстетическом минимализме нет никакого основания, он не соответствует физиологическим нормам зрения, а все что ниже физиологических норм, не может быть эстетическим. Поэтому нужно говорить о вреде минимализма в интерьере, и его следует избегать дизайнерам-проектировщикам.

Отрицательная энергия пагубно воздействует на нашу психику и зрение. Агрессивные видеополы города или интерьера зачастую возникают случайно, по преступной халатности или авторского сумасбродства архитектора или дизайнера.

Если избежать зрительного общения с визуальным агрессором в интерьере все же не удастся, то средствами дизайна можно существенно снизить его воздействие. Самый простой способ – размещение «агрессора» на подчеркнуто простом фоне или наоборот, в окружении ярких предметов. Более эффектно световое нивелирование. Берется один или несколько источников света – галогеновых или ламп накаливания с отражателями, дающими направленный световой поток. Их задача – осветить предметы, расположенные вокруг «агрессора», они должны быть весьма пластичны и выполнены из стекла, материала полированного дерева. Наиболее удачные формы в данном случае – куб, призма, пирамида. Хорошо, если они отбрасывают тень на отрицательный персонаж интерьера. Тогда он теряется в полумраке, уступая визуальное пространство, т. е. с негативной энергетикой можно справиться формой, цветом и светом, его ограничиванием во времени и в пространстве.

Поиски дизайнеров будут бесплодными, если они не учитывают физиологические нормы зрения человека и особенности зрительного восприятия.



Новое время, новые материалы и новые технологии, новые грамотные приемы в решении интерьера среды, расширение и использование знаний в области психологии и видеоэкологии помогают наиболее полно решить задачу создания пространства интерьера, отвечающего требованиям комфортности, эстетики, эргономики каждого человека и особенностям его зрительного восприятия.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арнхейм, Р. Искусство и визуальное восприятие : пер. с англ. / Р. Арнхейм. – Москва : Архитектура-С, 2012. – 392 с. : ил.
2. Филин, В. А. Видеоэкология: что для глаз хорошо, а что – плохо / В. А. Филин. – Москва : Видеоэкология, 2006. – 512 с. : ил.
3. Степанов, А. В. Архитектура и психология / А. В. Степанов, Г. И. Иванова, Н. Н. Нечаев. – Москва : Стройиздат. 1993. – 295 с.

**GOGOLEVA Natalia Arkadevna, candidate of architecture, professor of the chair of design and fine arts**

#### MODERN ASPECTS OF SPACE FORMATION AND VIDEO ECOLOGY

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering  
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 433-03-91;  
e-mail: design-nngasu@mail.ru  
*Key words:* design, space, perception, videoecology.

---

*The article is devoted to the perception of the visual environment and in particular the video ecology of the modern interior space; visual "unfavorability" of the environment can affect the psychological health of a person and worsen his vision.*

---

#### REFERENCES

1. Arnheim R. Iskusstvo i visualnoe vospriyatie [Art and visual perception]: trans. s angl. Moscow: Arkhitektura-S. 2012. 392 p.: ill.
2. Filin V. A. Vidioekologiya: chto dlya glaz khorosho, a chto – plokho [Videoecology: what is good for the eyes, and what is bad]. Moscow: Videoekologiya. 2006. 512 p.: ill.
3. Stepanov A.V., Ivanova G. I., Nechaev N. N. Arkhitektura i psikhologiya [Architecture and psychology]. Moscow: Stroyizdat. 1993. 295 p.

© Н. А. Гоголева, 2018

Получено: 07.09.2018 г.

### ПАМЯТИ АКАДЕМИКА ВАЛЕНТИНА ВАСИЛЬЕВИЧА НАЙДЕНКО



7 декабря 2018 г. исполнилось бы 80 лет действительному члену Российской академии архитектуры и строительных наук, председателю ее Волжского регионального отделения, ректору Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета, доктору технических наук, профессору, Заслуженному деятелю науки и техники Российской Федерации, Лауреату государственной премии России, Почетному гражданину города Нижнего Новгорода Валентину Васильевичу Найденко. 20 октября 2005 г. его не стало. В расцвете лет и сил оборвалась жизнь выдающегося ученого, человека высокой культуры и энциклопедических знаний, общественного деятеля, гражданина и патриота.

В. В. Найденко оставил потомкам богатейшее научное наследие. Только перечисление основных составляющих его научного и практического вклада в инновационное развитие России, Волжского бассейна, города Нижнего Новгорода, Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета занимает много страниц (см. статью Кулаков А. А., Копосов Е. В., Бобылев В. Н., Палеев А. В. Жизнь, научное творчество и идеи академика В. В. Найденко (1938–2005 гг.) // Приволжский научный журнал № 4. – 2008. – С. 9–26). Успешно реализуются основанные им международные проекты. Фундаментальная двухтомная монография: В. В. Найденко. Великая Волга на рубеже тысячелетий. От экологического кризиса к устойчивому развитию. – Н. Новгород, 2003, являясь уникальным трудом, посвященным экологическим проблемам бассейна крупнейшей реки Европы, заняла видное место среди научных трудов мирового значения конца XX – начала XXI вв., стала памятником труду и творческой мысли ученого.

Имя Валентина Васильевича Найденко навсегда вписано в историческую память всемирной науки.

*Ректорат ННГАСУ, редакционная коллегия Приволжского научного журнала*

УДК 627.8

Д. Д. СЕМИНА, магистрант кафедры гидротехнических и транспортных сооружений; С. В. СОБОЛЬ, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой гидротехнических и транспортных сооружений

### О РАЗВИТИИ 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.

*Получила развитие предложенная ранее классификация водохранилищ по коэффициенту плановой формы на базе обработки топографических материалов по 100 объектам.*

В 2017 г. была опубликована [1] разработанная впервые классификация водохранилищ по коэффициенту плановой формы [2]

$$K_F = P/\sqrt{F},$$

где  $P$  – полный периметр (длина береговой линии),  $F$  – площадь водного зеркала водохранилища. Классификация (табл. 1) основывалась на базе топографических карт 1983–2003 гг. масштаба 1:500 000 (в 1 см – 5 км), доступных в электронном ресурсе [3]. Площадь зеркала и длина береговой линии (периметр) водохранилищ определялись при помощи стандартных инструментов программы AutoCAD 2015, значения  $K_F$  по вышеприведенной формуле. Коэффициенты формы  $K_F$  были вычислены для 56 водохранилищ различных размеров и плановых конфигураций в диапазоне  $K_F = 76,93$  (Братское) – 7,87 (Вышневолоцкое) [1].

Таблица 1

#### Классификация водохранилищ по сложности плановой конфигурации

Конфигурация водохранилищ в плане		Водохранилища в нижних пределах категорий
Категория	Значение коэффициента формы $K_F$	
Очень сложная	Более 40	Красноярское, $K_F = 40,76$
Сложная	От 40 до 20	Шекснинское, $K_F = 22,25$
Средней сложности	От 19 до 10	Верхнемакаровское, $K_F = 10,18$
Простая	Менее 10	–

В развитие описанной классификации [1] в данной работе количество рассмотренных тем же способом водохранилищ увеличено до 100 (табл. 2) со значениями  $K_F$  в диапазоне  $K_F = 76,93$  (Братское) – 4,20 (Вогульское). При этом собственно классификация не изменилась (см. табл. 1), но с увеличением количества водохранилищ получила более убедительную основу.





Таблица 2

**Коэффициенты плановой формы водохранилищ, определенные  
с использованием топографических карт масштаба 1:5 000 000**

Водохранилище (река)	НПУ, м БС	Пло- щадь зеркала, км <sup>2</sup>	Длина бере- говой линии, км	Коэффициент плановой формы $K_F$
1. Братское (Ангара)	394,65	5 377,4	5 641,0	76,93
2. Вилуйское (Вилуй)	249,00	2 047,7	2 637,1	58,28
3. Саяно-шусенское (Енисей)	540,00	633,0	1 364,0	54,21
4. Богучанское (Ангара)*	-	2 110,0	2 231,7	44,67
5. Веселовское (Маныч)	10,00	332,2	789,0	43,29
6. Горьковское (Волга)	84,00	1 250,8	1 446,7	40,91
7. Красноярское (Енисей)	243,00	2 175,0	1901,1	40,76
8. Усть-Илимское (Ангара)	296,00	1 837,3	1 690,6	39,44
9. Пролетарское (Западный Маныч)	13,00	880,0	1 147,9	38,70
10. Зейское (Зея)	307,00	2 626,0	1 868,2	36,46
11. Волгоградское (Волга)	15,00	3 210,6	2 023,7	35,72
12. Куйбышевское (Волга)	53,00	5 875,3	2 706,0	35,30
13. Камское (Кама)	108,50	1 591,4	1 390,3	34,85
14. Чебоксарское (Волга)	63,00	973,0	1 068,2	34,24
15. Павловское (Уфа)	140,00	106,4	348,3	33,77
16. Воткинское (Кама)	89,00	845,2	931,7	32,05
17. Ковдозерское (Ковда)	37,20	763,6	881,1	31,89
18. Вазузское (Вазуза)	177,20	82,2	281,6	31,06
19. Днепровское (Днепр)	51,40	284,0	495,8	29,42
20. Саратовское (Волга)	28,00	1 729,4	1 172,8	28,20
21. Ириклинское (Урал)*	245,00	187,5	378,1	27,61
22. Серебрянское (Воронья)	—	474,7	588,8	27,02
23. Усть-Хантайское (Хантайка)	60,00	2 117,1	1 232,8	26,79
24. Кумское (Кума)	109,00	1 702,9	1 087,2	26,35
25. Верхнетуломское (Тулума)	80,00	645,1	658,8	25,94
26. Ивановское (Волга)	124,00	269,4	386,7	23,56
27. Верхневолжское (Волга)	206,50	133,5	266,3	23,05
28. Колымское (Колыма)	450,00	454,3	487,8	22,89
29. Курейское (Курейка)	95,00	558,0	540,0	22,86
30. Угличское (Волга)	113,00	266,3	371,7	22,78
31. Истринское (Истра)	168,60	31,3	127,0	22,70
32. Шекснинское (Шексна)	113,00	1 645,7	902,5	22,25
33. Цимлянское (Дон)	36,00	2 683,7	1 027,2	19,83
34. Верхнесвирское (вкл. оз. Онежское (Свирь))	33,30	10 196,9	1 977,7	19,59



Продолжение табл. 2

Водохранилище (река)	НПУ, м БС	Пло- щадь зеркала, км <sup>2</sup>	Длина бере- говой линии, км	Коэффициент плановой формы $K_F$
35. Нижнетуломское (Тулома)*	18,00	81,2	175,0	19,43
36. Подужемское (Кемь)*	—	21,6	90,2	19,38
37. Рыбинское (Волга)	102,00	4 370,9	1 266,5	19,16
38. Бухтарминское (Иртыш)	394,84	2 429,7	1 328,9	19,12
39. Днепродзержинское (Днепр)	64,00	600,8	446,7	18,22
40. Шатское (Шат)	—	20,0	80,4	17,98
41. Нарвское (Нарова)	25,00	140,9	207,9	17,51
42. Каховское (Днепр)	16,00	2 162,3	801,3	17,23
43. Озернинское (Озерна)	182,50	24,0	84,2	17,19
44. Новосибирское (Обь)	113,50	1 183,0	586,8	17,06
45. Рузское (Руза)	182,50	35,1	97,7	16,49
46. Краснооскольское (Оскол)	72,50	99,4	158,9	15,94
47. Печенежское (Северный Донец)	100,50	75,4	138,0	15,89
48. Яузское (Яуза)	214,00	46,9	106,5	15,55
49. Пронское (Проня)	162,50	17,7	65,1	15,47
50. Новское (оз. Толванд)*	97,00	185,3	209,3	15,38
51. Чиркейское (Сулак)	335,00	41,2	93,6	14,58
52. Рефтинское Большой и Малый Рефт)*	177,00	26,9	74,3	14,33
53. Десногорское (Десна)*	193,00	26,2	73,3	14,32
54. Киевское (Днепр)	103,00	842,9	406,3	13,99
55. Уводское (Увось)*	125,00	10,9	45,8	13,85
56. Ондское (Онда)*	89,00	32,2	78,2	13,78
57. Кременчугское (Днепр)	81,00	2265,1	654,5	13,75
58. Нижнекамское (Кама)	68,00	1 030,4	436,0	13,58
59. Можайское (Москва)*	183,00	24,9	66,9	13,39
60. Иркутское, вкл. оз. Байкал (Ангара)	457,00	32775,8	2398,4	13,25
61. Нижнетулинское (Вья)*	—	9,8	40,3	12,88
62. Широковское (Косьва)*	204,00	32,6	72,8	12,76
63. Варваровское (Волго-Донской канал)*	—	13,9	47,0	12,72
64. Матырское (Матыра)*	—	31,1	70,0	12,55
65. Путкинское (Кемь)*	—	10,4	40,4	12,52
66. Белоярское (Пышма)	207,00	38,7	73,6	11,83
67. Сегозерское (Сегежа)	119,90	852,2	342,4	11,73
68. Пестовское (Москва)*	—	12,3	41,1	11,70
69. Клязьминское (Клязьма)*	—	10,4	37,1	11,50



Окончание табл. 2

Водохранилище (река)	НПУ, м БС	Пло- щадь зеркала, км <sup>2</sup>	Длина бере- говой линии, км	Коэффициент плановой формы $K_F$
70. Иреляхское (Ирелях)*	295,00	4,8	24,6	11,21
71. Кубенское (Сухона)*	—	469,6	239,6	11,06
72. Вытегорское (Вытегра)*	46,00	17,5	44,4	10,63
73. Верхнемакаровское (Зеленый лог)*	317,00	13,0	36,7	10,18
74. Воронежское (Воронеж)*	84,00	40,1	62,8	9,92
75. Новотроицкое (Егорлык)*	153,00	7,1	25,7	9,65
76. Пензенское (Сура)**	150,00	110,0	99,0	9,44
77. Старооскольское (Оскол)*	137,00	14,2	35,5	9,43
78. Мингечаурское (Кура)	71,00	592,3	216,7	8,90
79. Сытыканское (Сытыкан)*	—	10,0	28,2	8,90
80. Кривопорожское (Кемь)*	—	122,9	98,2	8,86
81. Магнитогорское (Заводской пруд)*	—	21,9	40,4	8,63
82. Краснодарское (Кубань)	33,65	399,2	172,1	8,60
83. Вышневолоцкое (Цна)	163,50	82,8	71,6	7,87
84. Корповское (Дон)*	42,00	21,5	36,3	7,83
85. Шершневское (Миасс)*	222,00	20,4	34,0	7,53
86. Омутнинское (Омутная)*	—	8,0	20,9	7,43
87. Белохолуницкое (Белая Холуница)*	—	14,9	28,2	7,30
88. Отказненское (Кума)*	249,00	9,8	22,4	7,13
89. Аятское (Аять)*	234,00	30,8	39,0	7,03
90. Гилевское (Алей)*	288,00	29,5	36,9	6,80
91. Варнавинское (Агадум)*	—	20,9	29,0	6,35
92. Береславское (Волго-Донский канал)*	—	7,1	16,5	6,19
93. Южноуральское (Кабанка)*	206,00	11,1	20,2	6,05
94. Нугушское (Нугуш)*	217,00	18,6	25,4	5,89
95. Шапсугское (Афипс)*	—	22,2	26,0	5,52
96. Черноисточинское (Каменка)*	221,00	27,3	27,6	5,28
97. Верхнетагильское (Тагил)*	—	2,2	7,7	5,27
98. Сенгилевское (Егорлык)*	230,00	21,8	24,0	5,15
99. Кубанское (Кубань)*	629,00	27,2	23,4	4,49
100. Вогульское (Тагил)*	—	3,9	8,3	4,20

Примечание: \* – по материалу данной работы; \*\* – получена по плану масштаба 1:25 000; без звездочки – из [1]

Примечательно, что в публикации [4] после определения коэффициентов плановой формы 24 озер Карелии было обращено внимание на то, что  $K_F$  являет-

ся морфометрической характеристикой, которая «может быть использована при классификации озер, поскольку учитывает такие свойства конфигурации озера, которые невозможно учесть другими средствами».

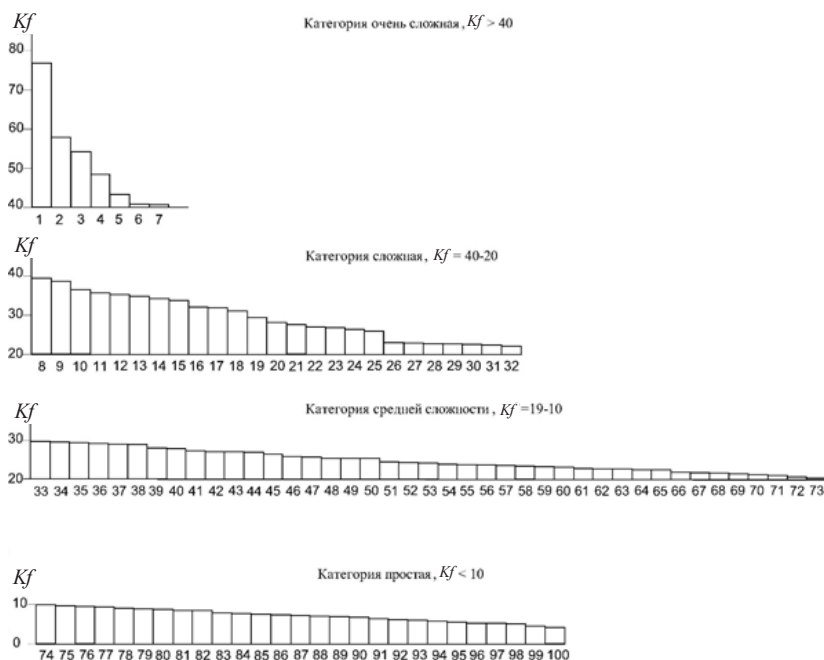


Рис. 1. Классификация водохранилищ по сложности плановой конфигурации

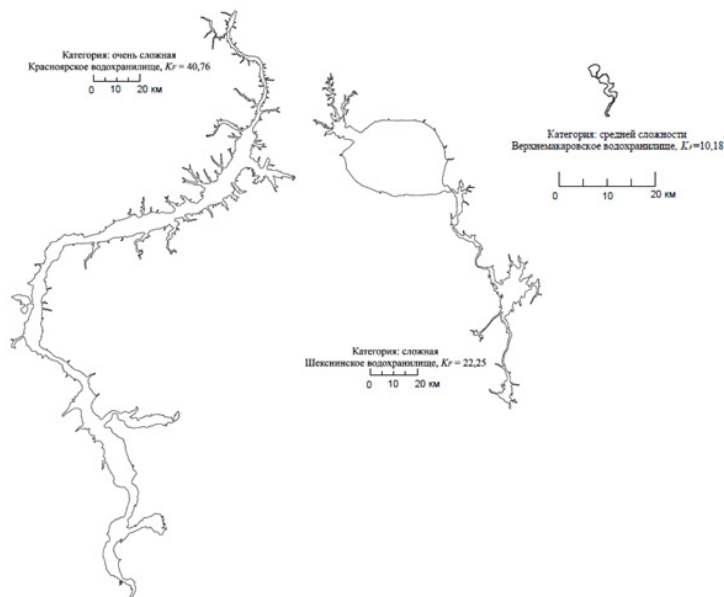


Рис. 2. Планы водохранилищ, заключающих выделенные категории в предлагаемой классификации



Если описанная классификация водохранилищ найдет апробацию (лат. approbation – одобрение, утверждение) у специалистов, сможет проследовать ее дальнейшее системное развитие с включением в нормативные документы [5], выходящее за планы и прерогативы авторов. Возможно, что его кто-нибудь и проведет. Или попытается провести. Или все останется как есть.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Соболев, С. В. О классификации водохранилищ по конфигурации в плане / С. В. Соболев, Н. Р. Зайнуллина // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2017. – № 2. – С. 116–124.
2. Фетисова, М. А. Коэффициент формы как геометрическая характеристика / М. А. Фетисова, С. С. Володин // Молодой ученый. – 2011. – № 5. Т. 1. – С. 105–107.
3. Карты всего мира [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://Loadmap.net>.
4. Меншуткин, В. В. Фрактальный анализ конфигурации озер Карелии / В. В. Меншуткин / Труды Карельского научного центра РАН. – 2015. – № 9. – С. 109–113.
5. ГОСТ 17.1.1.02-77. Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.normload.ru/Data1/4/4712/index.htm>.

© Д. Д. Семина, С. В. Соболев, 2018

Получено: 13.10.2018 г.

УДК 624.011.1:674.028.9 (470.341)

**В. Г. МИРОНОВ**, канд. техн. наук, проф. кафедры строительных конструкций;  
**Р. В. МИРОНОВ**, канд. экон. наук, дир. «ООО ИЦ Бюро строительной экспертизы»

#### АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ В ПРИВОЛЖСКОМ РЕГИОНЕ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-86;  
эл. почта: [nir@nngasu.ru](mailto:nir@nngasu.ru)

*Ключевые слова:* дом, естественное бревно, оцилиндрованное бревно, брус профилированный, брус клееный, каркас, технология домостроения.

---

*Проанализированы технологии деревянного домостроения в Приволжском регионе и Нижнем Новгороде. Рассмотрены достоинства и недостатки каждой из существующих технологий. Разработаны предложения по оценке предпочтительных вариантов для строительства в конкретных климатических и экономических условиях.*

---

В процессе научных исследований и практического проектирования, строительства, мониторинга и обследования зданий, строящихся по технологиям деревянного домостроения, в Приволжском федеральном округе и в том числе Нижнем Новгороде накопился богатый опыт деревянного домостроения. Результаты были представлены в докладе-презентации В. Г. Миронова «Сравнительный анализ технологий малоэтажного строительства в Приволжском

регионе» в выступлении на круглом столе в Торгово-промышленной палате Нижегородской области в 2018 г. (см. рисунки цв. вклейки).

По строительству деревянных малоэтажных домов наиболее часто задаются вопросами: «Какая из строительных технологий самая хорошая?», «Какой дом самый надежный и долговечный?». Практический опыт показывает, что хороший, надежный и долговечный дом возможно построить только при соблюдении на всех стадиях создания (проектирования, изготовления, возведения и эксплуатации) технологических правил, присущих именно этой технологии.

Использование древесины как строительного материала позволяет создать экологичную и комфортную среду обитания: в деревянном доме в жару прохладно, а в холода – тепло; если воздух очень сухой – деревянные стены увлажняют его; если в помещении очень влажный воздух – стены отберут из воздуха лишнюю влагу.

Деревянный дом можно построить на слабых грунтах, используя при этом легкие и малозаглубленные фундаменты. Благодаря эластичности древесины в нем не появятся трещины, даже если произойдут некоторые деформации в основании.

Древесина является самым экологичным материалом как на стадии «производства» этого материала, так и на стадии использования и утилизации, что становится особенно важным при бережном отношении к природе.

Деревянное домостроение развивается по мере совершенствования технологических решений, по пути упрощения и облагораживания работы на строительной площадке, при повышении качества и надежности готового дома.

**Основными технологиями малоэтажного домостроения в регионе можно назвать следующие:**

- 1) строительство из цельного бревна естественной влажности;
- 2) строительство из оцилиндрованного и профилированного бревна;
- 3) строительство из цельного бруса естественной влажности;
- 4) строительство из клееного бруса;
- 5) строительство из двойного и тройного «бруса»;
- 6) строительство каркасных и каркасно-панельных деревянных домов;
- 7) строительство с применением деревянных конструкций на МЗП (металлических зубчатых пластинах) для стен и крыш.

Рассмотрим эти технологии, отмечая положительные стороны, а также наиболее частые ошибки строительства, приводящие к видимым и скрытым дефектам строительства, значительно снижающим качество и долговечность здания.

### **1. Дома из естественного бревна**

Дома из натурального бревна, срубленные вручную, представляют наиболее древнюю технологию (рис. 1, 2 цв. вклейки). Несомненно, они имеют своих заказчиков, хотя проблем со строительством таких домов с учетом того, что опытных мастеров ручной рубки становится все меньше, может быть немало:

- усадка сруба по вертикали до 6 % (т. е. при высоте 2-этажного дома «в коньке» 8,0 м усадка составит порядка 50 см);
- растрескивание бревен при высыхании (усушечные трещины),
- щели между венцами при неравномерной усадке;
- неправильно вставленные окна и двери;
- неточно сработанные чашки и пазы;
- плохой или плохо уложенный прокладочный материал.



**К СТАТЬЕ В. Г. МИРОНОВА, Р. В. МИРОНОВА  
«АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЕРЕВЯННОГО  
ДОМОСТРОЕНИЯ В ПРИВОЛЖСКОМ РЕГИОНЕ»**



Рис. 1. Дом из натурального бревна

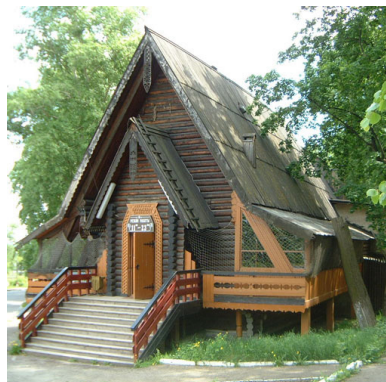


Рис. 2. Ресторан «Бурлацкая слободка»  
(Нижний Новгород, Георгиевский съезд,  
д. 1), 1957 г. строительства



Рис. 3. Качественная рубка стен  
бревенчатого дома (материал  
стен – сосна, ель; плотная под-  
гонка венцов, четко выполнен-  
ные пазы, наличие в чашках  
достаточного прокладочного  
материала, профессионально  
заглажена поверхность бревна)



Рис. 4. Формирование «стол-  
бов» в виде перерубов из  
оцилиндрованного бревна



Рис. 5. Преимущество дома  
из цельного бруса – плоская  
поверхность стен в сравне-  
нии с бревенчатым



Рис. 6. Усушка, коробление и растрескивание – это результат применения сырого бруса при строительстве. Выпучивание стен – результат набухания отдельных или всех брусьев



Рис. 7. Архитектурные возможности технологии клееного бруса

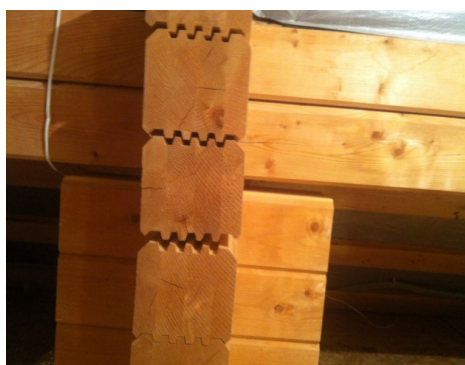


Рис. 8. Дефект некачественной сборки стен из клееного бруса



Рис. 9. Наличие утеплителя в составе стены (не менее 12 см) обеспечивает соответствие дома требованиям норм по теплосбережению (класс энергоэффективности здания «С»)





Рис. 10. Деревянный каркас дома, обшитый листами ОСП (до облицовки фасадным материалом)



Рис. 11. Фрагмент фасада каркасно-панельного дома с облицовкой кирпичом



Рис. 12. Фрагмент фасада деревянного каркасного дома, с обшивкой пластиковым сайдингом



Рис. 13. Фрагмент фасада каркасно-панельного дома в стиле хай-тэк, с плоской крышей (кровля-мембрана)



Рис. 14. Индивидуальный жилой дом в деревянном каркасно-панельном исполнении



Рис. 15. Конструкция стеновой СИП-панели



Рис. 16. Стропильные конструкции на МЗП



Рис. 17. Дополнительный этаж на производственном здании ОАО «Стромизмеритель» (г. Н. Новгород)



Рис. 18. Дополнительный третий этаж жилого дома № 9 по ул. Шапошникова (г. Н. Новгород)



Рис. 19. Дополнительный второй этаж жилого дома по ул. Володарского (г. Н. Новгород)



Рис. 20. Средняя фактическая стоимость строительства 1 м² общей площади жилых помещений во введенных в эксплуатацию жилых и нежилых зданиях в Нижегородской области. Источник: Федеральная служба государственной статистики



Из-за усадки дома внутренняя и внешняя отделка дома возможна только после обязательного технологического перерыва (длительностью 1-2 года).

Кроме того, стены такого здания, сложенные, например, из бревна диаметром 200 мм, почти в 3 раза не удовлетворяют требованиям современных строительных норм по энергоэффективности.

Основной причиной строительства дефектного дома является человеческий фактор: спешка и несоблюдение технологии с целью быстрого заработка, ошибки в выборе лесоматериала для рубки дома, ошибки при учете усадки дома (отсутствие скользящих опор для стропил, регулируемых опор на столбах, окосячек в оконных и дверных проемах). Все труднее стало находить настоящих плотников. Все больше требуется ежедневный контроль. Работа является ручной и индивидуальной (рис. 3 цв. вклейки), поэтому качественная рубка дома становится все дороже. Кроме того, лесоматериалы приходится искать за пределами Нижегородской области: севернее (Архангельская обл., Карелия, республика Коми) или восточнее (Урал, Кировская обл.).

## **2. Дома из оцилиндрованного бревна**

Технология изготовления домов из оцилиндрованного бревна пришла к нам из Скандинавии и Европы и является в настоящее время достаточно распространенной, поскольку снижает роль человеческого фактора, ускоряет и упрощает сборку дома. Однако при общей красоте оцилиндрованных бревен и высокой технологичности процесса строительства (рис. 4 цв. вклейки) долговечным и надежным такой дом получить непросто. Существует много «подводных камней», главным из которых является большое количество перерезанных и выходящих своими трубками наружу волокон (что снижает долговечность стен). Второй «камень» – оцилиндровывание кривых бревен, особенно елок, приводит к «ощетиниванию» поверхности бревен внутри помещения по мере их высыхания (особенно быстрого). Этого можно избежать только при тщательном выборе подрядчика, дорожающего своей репутацией и имеющего длительный опыт работы. В доме для комфортного постоянного проживания предпочтительнее использовать бревна диаметром не менее 26 см (хотя с точки зрения сбережения в доме тепла эти дома также не соответствуют современным строительным нормам, как и бревенчатые, и затраты на отопления дома – значительны).

## **3. Дома из цельного бруса**

Дома из бруса (рис. 5 цв. вклейки) имеют невысокую стоимость, что привлекает Заказчиков (особенно строящих свой первый дом). Однако эти дома являются наиболее проблемными в эксплуатации, поскольку требуют многолетнего доведения до нужной кондиции: усадка, конопатка, облицовка дома не ранее чем через год-полтора, щели, «гуляние» и выпирание стен (рис. 6 цв. вклейки), повторное уплотнение обшивки еще через год, так как ее все равно выпрет или она рассохнется. Такие дома должны быть как можно проще в архитектуре: без эркеров и других сложных декоративных элементов. Дом размером 6,0×6,0 м с мансардой – наиболее правильный выбор для теплой части дома.

Недостатки:

- необходимость создания профильной постели для брусьев;
- усушечные трещины в стенах;
- усадка стен (стены дома высотой 6,0 м усядут примерно на 30–40 см);
- необходимость в подвижных (скользящих опорах) для стропил;



– обязательная облицовка фасадов (брус обязательно поведет, если его влажность при возведении была не 15–18 %) и т. д.

#### **4. Дома из клееного бруса**

Это наиболее модные и респектабельные дома: красивые, технологичные, практически любых форм (рис. 7 цв. вклейки). Однако стоимость строительства качественного дома по оценкам экспертов составляет порядка 56 тыс. руб./м<sup>2</sup>.

Снижение этой стоимости возможно, например, за счет использования внутри клееного бруса самой низкосортной древесины со всеми возможными дефектами (гниль, синева, сучки табачные и выпадающие и пр.), что проверить визуально, без нарушения целостности бруса, невозможно. Из-за этого значительно снижается долговечность дома. На стоимость влияет и клей, используемый для склеивания слоев такого бруса. Наиболее дешевые клеи имеют в своем составе фенол и меламин (выделяемые в помещения в процессе эксплуатации дома). Наличие клея в стенах дома приводит к частичной потере смысла деревянного дома – дом не «дышит» всей толщей стен.

Строительство дома из клееного бруса требует высокой культуры производства работ (рис. 8 цв. вклейки). Только фирма, дорожающая своей репутацией, четко соблюдает технологию, разрабатывает качественный проект разбросовки и изготовит брус по всем правилам. С точки зрения энергоэффективности, дома из клееного бруса не отличаются от домов из цельного бруса.

#### **5. Дома из «двойного бруса»**

Применение двойного бруса обеспечивает плотное прилегание хорошо просушенных (16–18 %) деталей дома между собой за счет правильного выбора профилей соединения как продольных, так и крестовых (рис. 9 цв. вклейки). Высушенные принудительно детали дома подвержены менее значительному усыханию, а, следовательно, общая усадка дома не превышает 1 % от общей высоты строения. Это позволяет при производстве деталей венцовые пазы для крестообразного соединения исполнять точно под ответную часть. Утеплитель укладывается в два слоя, чем достигается эффект перекрытия стыков между самими плитами утепления. Влагоизоляционный слой, предотвращающий образование конденсата в утеплителе, прокладывают в этом случае с наружной стороны утеплителя.

Применение тройного бруса обеспечивает повышенные характеристики энергосбережения (достигается класс энергоэффективности «В» и выше), позволяет спрятать все коммуникации внутрь стен. Эту технологию в ПФО представляет фирма «Вайма» (г. Киров). В качестве заготовок, как правило, используется профилированная доска толщиной 50 мм, однако для повышения жесткости деревянных элементов рекомендуется использовать заготовки толщиной 90 мм.

#### **6. Каркасные дома**

Эти дома могут иметь категорию как элитных домов, так и домов эконом-класса (рис. 10 цв. вклейки). Каркасные деревянные дома имеют внутри своей группы разные технологии:

6.1. с построечным каркасом из обрезного пиломатериала (собираемым в условиях строительной площадки):

6.1.1. поэтажным;

6.1.2. на два и более этажей;

6.2. с построечным каркасом из бруса (фахверковые);





*6.3. из стеновых панелей заводского изготовления разной степени готовности (с утеплением и без, с отделкой поверхностей и без).*

Во всех технологиях прочность и жесткость конструкции обеспечивается за счет деревянного каркаса, собираемого из досок не ниже второго сорта, простроганных с четырех сторон, влажностью 15 % или нестроганных, влажностью не более 18 %), бруса (нестроганого, влажностью не более 18 %) или LVL-бруса (бруса, склеенного из однонаправленного шпона).

Каркас, собранный в заводских условиях из пиломатериалов с влажностью не более 15 %, имеет гарантии, что при правильной сборке дома древесина каркаса не сгниет, потому что при влажности древесины меньше 20 % дереворазрушающие грибы не живут, и не покоробится, не покроется трещинами, поскольку такая влажность древесины близка к «равновесной влажности», при которой древесина и не отдает, и не впитывает влагу из воздуха. Сборка каркаса ведется на усиленных завершенных гвоздях или промышленных кассетных саморезах, что обеспечивает надежность соединений.

Каркасные дома обладают повышенной энергоэффективностью, поскольку практически вся толщина стен такого дома состоит из утеплителя (классы энергоэффективности таких зданий достигают В++ и А+). Утеплителем, наиболее близким по своим свойствам к древесине, является эковата – материал на основе переработанной до волокнистого состояния макулатуры. Эковата нагнетается под давлением в каркас дома. Технология широко используется в Финляндии, Швеции, Канаде, где дома с утеплением эковатой эксплуатируются по 100 лет и более. Кроме того, возможно использование классических утеплителей из минеральной ваты.

В зависимости от облицовочного материала фасадов, каркасно-панельные дома могут иметь вид каменного, бревенчатого, брусчатого или кирпичного дома (рис. 11, 12, 13, 14 цв. вклейки). При этом толщина наружных стен каркасных домов меньше, чем у каменных, а значит, требуется меньшая площадь фундаментов, что снижает расход материалов на дом (при той же надежности) и увеличивает его площадь при одинаковых наружных габаритах.

Значительное преимущество каркасно-панельных домов в отсутствии усадки каркаса, что сокращает сроки от начала строительства и до заселения в дом.

В то же время надежная работа и долговечность каркасных домов определяется правильным подбором материалов и правильными конструктивными решениями узлов ограждающих конструкций. При нарушении технологии строительства возможны значительные дефекты.

### **7. Панельные дома из СИП-панелей (по технологии «Экопан»)**

СИП-панель представляет собой 3-слойную конструкцию, состоящую из 2 наружных листов ОСП и обрамления, заполненного пенополистиролом низкого давления толщиной 100–200 мм (рис. 15 цв. вклейки). Прочность и жесткость здания обеспечиваются совместной работой листов ОСП и среднего слоя. Основными преимуществами таких домов являются стоимость и сроки монтажа. Однако с точки зрения экологичности (как на этапе эксплуатации здания, так и на этапе производства/утилизации материалов) данная технология в сравнении с другими технологиями деревянного домостроения находится в конце списка.

Можно услышать, что этот утеплитель «дышит» и безусловно экологичен. Не очень правдивое заключение! Кроме того, мыши и крысы любят жить в пенополистироле и грызть его.



#### **8. Дома с применением деревянных конструкций на МЗП для стен, мансард и крыши**

Деревянные конструкции на МЗП изготавливаются в заводских условиях и могут использоваться в качестве стропильных конструкций и балок междуэтажного перекрытия во всех вышеперечисленных технологиях деревянного домостроения (рис. 16, 17, 18, 19 цв. вклейки). Они позволяют осуществлять реконструкцию зданий с надстройкой дополнительного этажа (без усиления фундаментов) и перекрывать пролеты без промежуточных опор до 12,0 м. Конструкции на МЗП обладают всеми преимуществами конструкций, изготавливаемых из сухих, фрезерованных досок в заводских условиях. Имеют идеальную геометрию, не гниют при правильной эксплуатации и не коробятся. Архитектурно привлекательны и позволяют воплотить в жизнь практически любые архитектурные замыслы.

Для того чтобы было проще ориентироваться в стоимостных показателях при выборе технологии строительства, приводим динамику изменения цен на строительство жилья по Нижегородской области за последние 8 лет (рис. 20 цв. вклейки).

В заключение сформулируем основные выводы:

1. Каждая технология имеет свои преимущества и недостатки и «лучшая технология деревянного домостроения» определяется для конкретных условий строительства с учетом конкретных требований к строящемуся зданию.
2. Выбирая технологию деревянного строительства для своего дома надо исходить из условий строительства, финансовых возможностей и вероятности проявления скрытых дефектов технологии при конкретных строителях, а также желаемой долговечности строения.
3. Застройщик должен знать скрытые недостатки и основные достоинства каждого из представленных видов строительства.
4. Долговечность деревянных домов во многом определяется культурой проектирования, строительства и эксплуатации.

**© В. Г. Миронов, Р. В. Миронов, 2018**

Получено: 07.09.2018 г.

## НОВЫЕ ИЗДАНИЯ



**Нижний Новгород.** Иллюстрированный каталог объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) федерального значения, расположенных на территории Нижнего Новгорода : в двух книгах / [отв. ред. А. Л. Гельфонд] – Н. Новгород, 2018. Книга 2 – 640 с. : ил.  
**ISBN 978-5-906698-77-3**

Иллюстрированный каталог объектов культурного наследия, расположенных на территории Нижнего Новгорода, состоит из двух книг. В первую книгу включен исторический очерк об архитектурно-градостроительном формировании Нижнего Новгорода и очерки о важнейших исторических территориях и достопримечательных местах, во вторую – статьи об объектах культурного наследия (памятниках истории, архитектуры и монументально-го искусства) федерального значения, расположенных на территории Нижнего Новгорода. Каталог иллюстрирован натурными и архивными фотографиями, а также архивными чертежами. Он снабжен предметным и географическим указателями, обширным списком литературы и других источников.

Для архитекторов, градостроителей, реставраторов, искусствоведов, музейных работников, сотрудников органов охраны памятников, экскурсоводов, краеведов и всех интересующихся отечественной культурой.



**Гордин, А. А.** Завод Красный Якорь: 120 лет истории / А. А. Гордин, И. Л. Дорожнова, Ю. В. Сухонина. – Н. Новгород : Кварц, 2018. – 288 с. : ил.  
**ISBN 978-5-906698-81-0**

120 лет назад было создано АО «Смеловские цепной и якорный завод и испытательная станция». Сегодня ПАО «Завод Красный Якорь» – одно из ведущих современных предприятий металлообработывающей промышленности по производству цепной, якорной и другой продукции. Авторы прослеживают историю предприятия с момента его создания на основе выявленных материалов дореволюционного, советского и постсоветского периодов; знакомят читателей с биографией основателя завода Л. Л. Зотова и историей его семьи; рассказывают о сегодняшнем предприятии и его людях.



## 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 2019 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**

