

ISSN 1995-2511

ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2

2020



НИЖЕГОРОДСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ



ISSN 1995-2511



ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Периодическое научное издание

№ 2

Июнь 2020

Нижний Новгород

ББК 95; я5

П 75

ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ, № 2 (54)

Периодическое научное издание. Н. Новгород, ННГАСУ, 2020. 152 с., 9 л. цв. вклеек.

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

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

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

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

чл.-корр. РААСН, д-р арх., проф. Е. А. АХМЕДОВА; чл.-корр. РААСН, проф. В. Н. БОБЫЛЕВ; засл. деят. науки РФ, д-р техн. наук, проф. В. И. БОДРОВ; д-р техн. наук, проф. А. М. БРАГОВ; д-р техн. наук, проф. А. Л. ВАСИЛЬЕВ; д-р биол. наук, проф. Д. Б. ГЕЛАШВИЛИ; чл.-корр. РААСН, д-р арх., проф. А. Л. ГЕЛЬФОНД; д-р наук, проф. Р. ГРЭФЕ; засл. деят. науки РФ, чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф. Л. Н. ГУБАНОВ; д-р техн. наук, проф. А. И. ЕРЕМКИН; акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. В. Т. ЕРОФЕЕВ; д-р наук, проф. М. ИВЕТИЧ; засл. деят. науки РФ, акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. Н. И. КАРПЕНКО; д-р физ.-мат. наук, проф. М. М. КОГАН; д-р техн. наук, проф. Д. В. КОЗЛОВ; чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф. В. Н. КУПРИЯНОВ; д-р наук, проф. Ф. НЕСТМАНН; д-р техн. наук, проф. С. И. РОТКОВ; д-р техн. наук, проф. С. В. СТЕПАНОВ; засл. 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. Коссеэ, компьютерная верстка И. К. Красавина,
переводчик Л. Ю. Воронцов, работа со списками литературы Л. Б. Вержиковская

Подписано в печать 20.06.2020 г. Формат 70×108/16. Бумага офсетная
Печать офсетная. Усл. печ. л. 13,3 + вкл. 1,6. 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, 2020

ISSN 1995-2511



THE PRIVOLZHSKY SCIENTIFIC JOURNAL

Scientific periodical

№ 2

June 2020

Nizhny Novgorod

Scientific periodical. Nizhny Novgorod, NNGASU, 2020. 152 p., 9 p. of colour illustrations.

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

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

The Privolzhsky Scientific Journal is included into the list of leading peer viewed journals and publications where basic scientific results of doctoral and candidate dissertations are to be published of scientific specialties 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 28.12.2018.

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

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

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

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

Signed for publishing on 20.06.2020. Format 70×108/16. Offset paper.
Offset printing. Ref. publ. p. 13.3 + illust. 1.6. 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.ннґасу.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

- Хазов П. А., Шишова М. А., Сатанов А. А.** Анализ сейсмостойкости проектируемого высотного здания в г. Владивостоке..... 9
- Лихачева С. Ю., Кожанов Д. А., Хазов П. А., Анущенко А. М., Онищук Е. А., Лобов Д. М.** Устойчивость центрально-сжатых прямолинейных упругих стержней переменного сечения..... 15
- Григорьев Ю. С., Фатеев В. В.** Усиление грунтового основания монолитного железобетонного резервуара буроинъекционными сваями..... 23
- Шеховцов Г. А., Раскаткин Ю. Н.** Теоретические основы и результаты моделирования координатного способа контроля подкранового пути полярного крана..... 34

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

- Суворов Д. В.** Воздействие внешнего электрического поля на пропан-бутановую смесь при турбулентном режиме ее горения..... 44

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

- Федосов С. В., Голованов В. И., Лазарев А. А., Торопова М. В.** Проблемы совершенствования мониторинга при строительстве малоэтажных жилых зданий..... 50
- Корнеева Е. В.** Тампонаж с использованием вторичного минерального сырья..... 56

ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

- Соболь С. В.** Примеры монофрактального анализа физических процессов, сопутствующих существованию водохранилищ..... 66
- Марков И. С., Февралев А. В.** Влияние температуры воды водохранилища на уровень нижнего бьефа гидроузла в криолитозоне..... 79
- Февралев А. В.** Обоснование каскада прудов в г. Лысково Нижегородской области..... 86

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

- Каракова Т. В., Данилова А. В.** Художественная перфорация в архитектуре и дизайне..... 93
- Шумилкин С. М.** Нижегородский пассаж братьев Блиновых: история реставрации... 99
- Лисицына А. В., Захарова И. С.** Городской квартал как структурный элемент историко-архитектурной среды (на примере города Павлово)..... 104
- Худин А. А.** Идеологема просвещения в архитектуре модернизма и постмодернизма. 109
- Зобова М. Г.** Творческий метод гражданского инженера, епархиального архитектора Т. С. Хилинского..... 117
- Филиппов В. Д.** Отто Хеслер – пионер «Нового строительства»..... 123
- Аль-Шайбани А. А., Шило А. В.** Проблемы формирования жилой среды в Ираке (на примере г. Наджаф)..... 129

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- Прохожев Н. О.** Методы анализа каркасных систем жилых зданий из тонкостенных металлических конструкций..... 138



ИНФОРМАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ

Юбилей профессора В. Н. Бобылева..... 143

Перечень требований и условий, предоставляемых для публикации в периодическом научном издании «Приволжский научный журнал»..... 146

НА ОБЛОЖКЕ: Первый и второй учебные корпуса Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская



CONTENTS

BUILDING CONSTRUCTIONS, BUILDINGS AND STRUCTURES

- Khazov P. A., Shishova M. A., Satanov A. A.** Seismic resistance analysis of a high-rise building under design in Vladivostok..... 9
- Likhachyova S. Yu., Kozhanov D. A., Khazov P. A., Anuschenko A. M., Onischuk E. A., Lobov D. M.** Stability of centrally compressed straight-lined elastic rods of variable cross-section..... 15
- Grigorev Yu. S., Fateev V. V.** Reinforcement of a soil base of a cast-in-situ reinforced concrete tank by screw injection piles..... 23
- Shekhovtsov G. A., Raskatkin Yu. N.** Theoretical fundamentals and results of modeling the coordinate method for controlling the crane path of a polar crane..... 34

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

- Suvorov D. V.** Effect of an external electric field on propane-butane mixture under turbulent combustion of the mixture..... 44

CONSTRUCTION MATERIALS AND PRODUCTS

- Fedosov S. V., Golovanov V. I., Lazarev A. A., Toropova M. V.** Problems of improvement of monitoring at construction of low residential buildings..... 50
- Korneeva E. V.** Cementation with the use of secondary mineral raw materials..... 56

HYDRAULIC ENGINEERING CONSTRUCTION

- Sobol S. V.** Examples of monofractal analysis of physical processes related to the existence of reservoirs..... 66
- Markov I. S., Fevralyov A. V.** Effect of reservoir water temperature on the hydrosystem's downstream level in the permafrost..... 79
- Fevralyov A. V.** The justification of the cascade of ponds in Lyskovo of the Nizhny Novgorod region..... 86

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

- Karakova T. V., Danilova A. V.** Artistic perforation in architecture and design..... 93
- Shumilkin S. M.** The Nizhny Novgorod passage of the Blinovs brothers: history of restoration 99
- Lisitsyna A. V., Zakharova I. S.** Urban quarter as a structural element of the historical and architectural environment (by the example of the city of Pavlovo)..... 104
- Khudin A. A.** Ideology of enlightenment in the architecture of modernism and postmodernism 109
- Zobova M. G.** The creative method of civil engineer and Diocesan architect T. S. Khilinsky.... 117
- Filippov V. D.** Otto Haesler – a pioneer “of Neuesbauen” 123
- Al-Shaybani A. A., Shilo A. V.** Problems of formation of residential architecture in Iraq (by the example of the city of Najaf)..... 129

ARCHITECTURE OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS. CREATIVE CONCEPTS OF ARCHITECTURAL ACTIVITY

- Prokhozhev N. O.** Methods of analysis of frame systems of residential buildings of thin-walled metal structures..... 138



INFORMATION SECTION

Jubilee of professor V. N. Boblyov..... 143

List of requirements for publication in the scientific periodical “Privolzhsky Scientific Journal” 146

COVER PAGE: The first and second academic buildings of the Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, Ilinskaya street, Nizhny Novgorod

УДК 699.841(571.63)

KHAZOV Pavel Alekseevich¹, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of theory of structures and technical mechanics; SHISHOVA Maria Aleksandrovna¹, student; SATANOV Andrey Andreevich, graduate student², 2-nd category design engineer³

SEISMIC RESISTANCE ANALYSIS OF A HIGH-RISE BUILDING UNDER DESIGN IN VLADIVOSTOK

¹Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering 65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-96, e-mail: khazov.nngasu@mail.ru, borisova.masha96@yandex.ru

²Institute for Problems of Mechanical Engineering of the Russian Academy of Sciences 85, Belinsky St., Nizhny Novgorod, 603024, Russia. Tel.: +7 (831) 432-05-76; e-mail: andrewsatanov@gmail.com

³JSC “Souzstalkonstruktsiya”

262, Gorky St., Nizhny Novgorod, 603155, Russia. Tel.: +7 (831) 422-12-23;

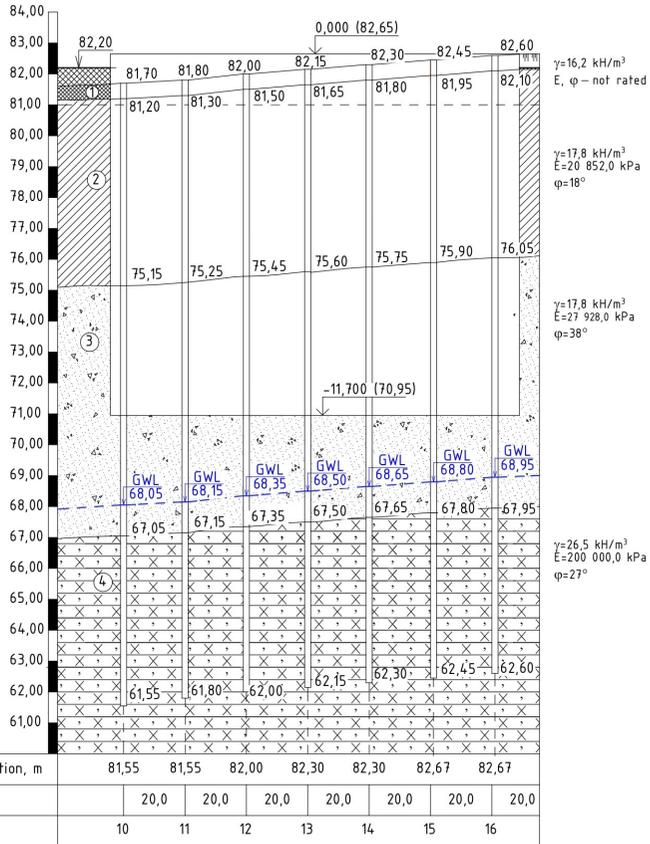
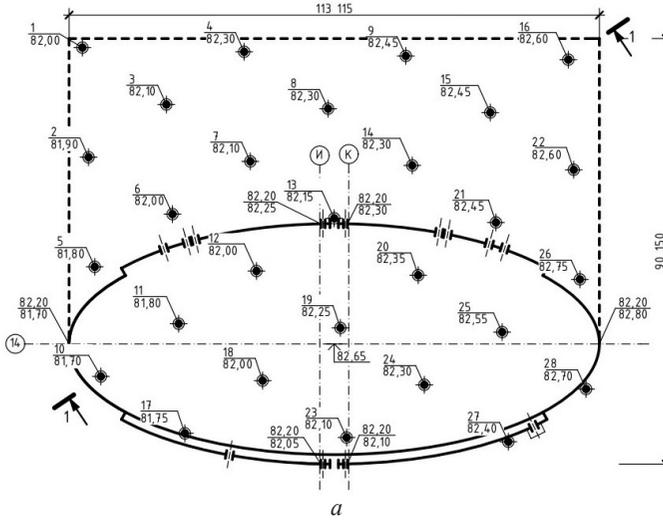
e-mail: satanov_soyzstal@mail.ru

Key words: frame building, earthquake resistance, seismic vibrations, natural frequency, seismic load, design-basis earthquake, maximum credible earthquake.

The article provides an analysis of the earthquake resistance of a building under design upon the occurrence of a maximum credible earthquake (frequency period –1 time per 1,000 years). The main feature in this case is the possibility of non-compliance with the classic requirements of regulatory documents. It is shown that despite some fairly serious damage to the load-bearing structures, the building's earthquake resistance is ensured.

The theory of seismic resistance covers a wide range of scientific fields such as seismology and volcanology, buildings and structures, structural mechanics, foundations and underground structures, solids mechanics, wave dynamics, oceanology and so on. The worldwide development of unique construction (including seismically dangerous regions) makes research in this field quite relevant [1–6].

This article presents a study of a unique 218 m height building (Fig. 1, 2 of the color appendix), designed in the city of Vladivostok for the maximum credible earthquake (MCE). The main bearing structures are steel I-shaped columns connected by a system of beams with a cast-in-place reinforced concrete stiffening core. The floor and roof slabs are made of cast-in-place reinforced concrete using leave-in-place formwork from profiled sheeting. Outrigger floors are arranged to ensure horizontal stiffness, transmitting part of the loads from the core to the outer columns in terms of building height. The load-bearing construction leans on the cast-in-place foundation slab. Ground conditions of the construction site are represented by semi-hard clay, medium-density gravel sand and rocky ground – aleurolite (Figure). The ground water level (GWL) is located at a depth of 13,65 m from the ground surface.



b

Ground conditions of the construction site: *a* – site survey diggingslay out; *b* – geological profile on the line 1-1



Seismic impacts are related to special loads and are considered in special load combinations (SP20.13330.2016). According to current normative documents [7], there are 2 main types of earthquakes that should be taken into account while designing buildings and structures in seismically dangerous regions: a design-basis earthquake (DBE, frequency period – once in 100 years) and the maximum credible earthquake (MCE, frequency period – once in 1000 years). The main differences in design approaches for these types of earthquakes consist of:

- choosing the estimated seismicity rate of the construction area according to [7], namely, choosing the seismic zoning plan;
- choosing the used design model of the building or structure;
- assigning the limit states to be used in the calculation.

Calculation for the design-basis earthquake is carried out on the maps of general seismic zoning A, B [7], and the design model of the building, as well as the accepted limit states do not differ from those used in the basic combinations of loads.

At calculation of the MCE, the building model may cause serious damage of non-bearing structures, and checks for the second limit states may not be performed in case of not affecting human life and health. The first limit states can also be ignored if it does not lead to a direct collapse of the building during an earthquake: serious cracks, yield hinge, destruction of the shutdown links, plastic deformations of load-bearing elements, etc. are allowed. In this case, the structures that may be exposed to the described influences must pass a mandatory verification calculation.

After any medium or high intensity earthquake, the building must be dynamically certified to clarify its current dynamic characteristics and readiness for use. As a result 4 principal conclusions can be drawn:

1. The building can be used without any changes to the construction.
2. The building is in an accidental condition, but restoration works can be carried out without evacuation of people.
3. The building is in an accidental condition, but restoration works can be carried out with the obligatory evacuation of people.
4. The building is in an accidental condition and must be demolished.

Concerning a design-basis earthquake calculation, points 1, 2 and in exceptional cases – 3 may be allowed. As for MCE design, all points are acceptable, although points 1 and 2 are unlikely.

To analyze seismic resistance, the finite-element model of the building (Fig. 2 of the color appendix) was calculated for self-induced and seismic vibrations. The load-bearing structures of the building and the foundation slab were modeled in the SCAD Office software, the ground conditions of the construction site were designed in the Kross satellite program. This mechanical system has many degrees of freedom, bending oscillations corresponding to the first and second forms are predominant. The dynamic characteristics of the building are determined simplistically according to the method described in [8]. Seismic load was determined by spectral method according to [7]. Dynamic characteristics, forms of self-induced vibrations and seismic loads are given in the table.

The analysis of the stress-strain state under seismic impact has shown that the strength of ground load-bearing structures (columns, slabs, core stiffness) is assured, that meets the requirements for calculation of the MCE.

The maximum horizontal displacements of the building (Fig. 3 of the color appendix) at near-resonant frequencies of the first form of self-induced vibrations are about 3 m and exceed the limits established for the second limit state, which, however, does not contradict the requirements for calculation of the MCE.

**TO THE ARTICLE BY P. A. KHAZOV, M. A. SHISHOVA, A. A. SATANOV
“SEISMIC RESISTANCE ANALYSIS OF A HIGH-RISE BUILDING UNDER
DESIGN IN VLADIVOSTOK”**



Fig. 1. The high-rise building being designed

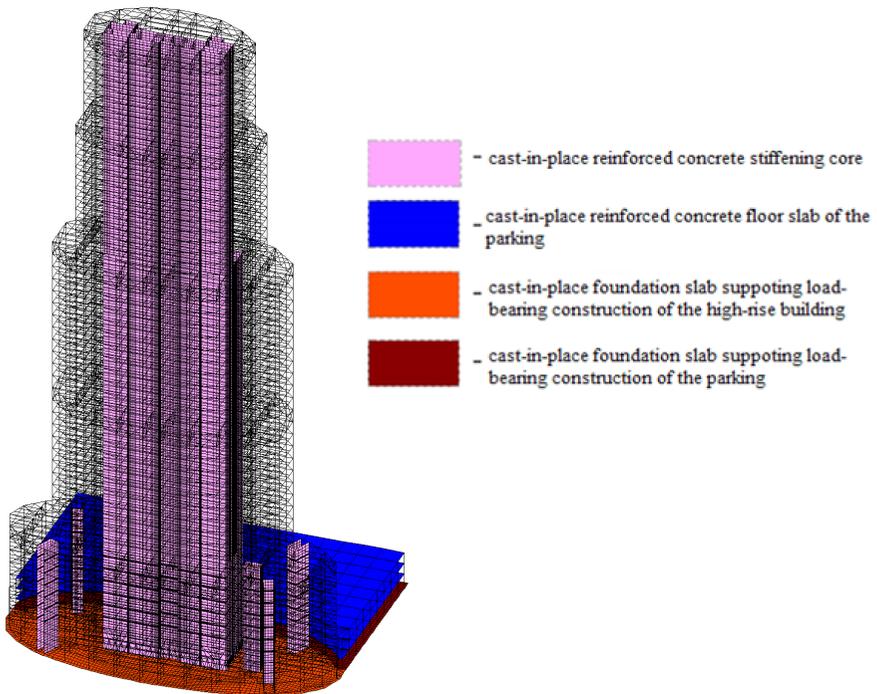
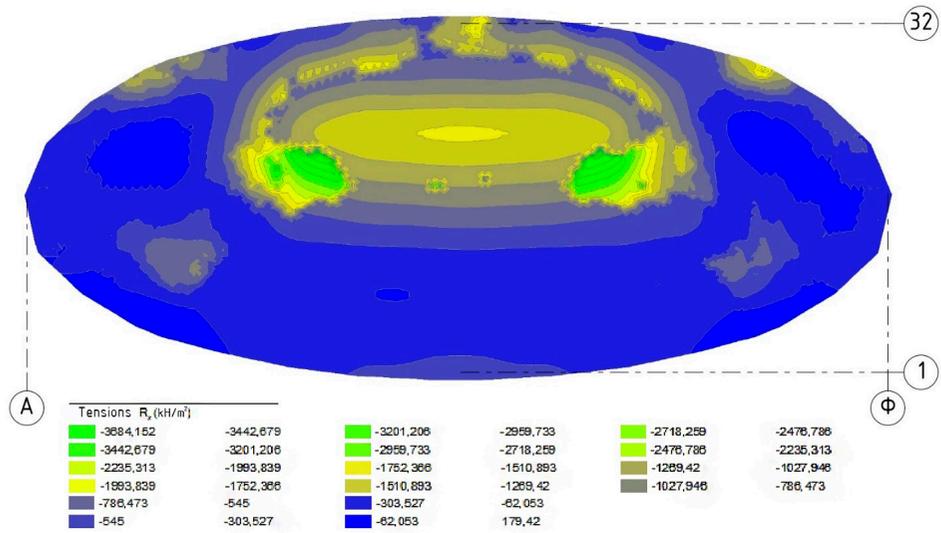
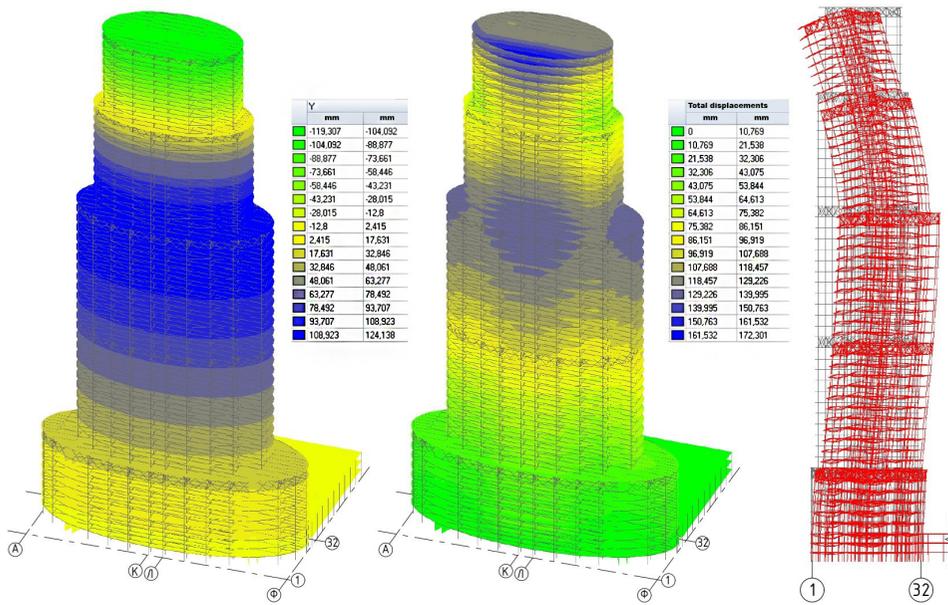


Fig. 2. Calculation model of the building under design

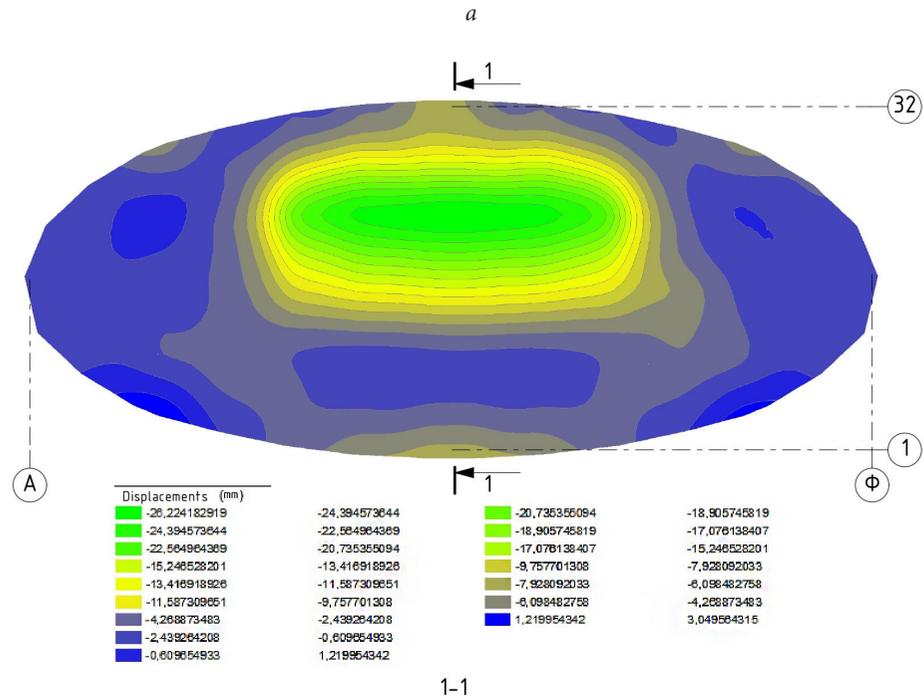
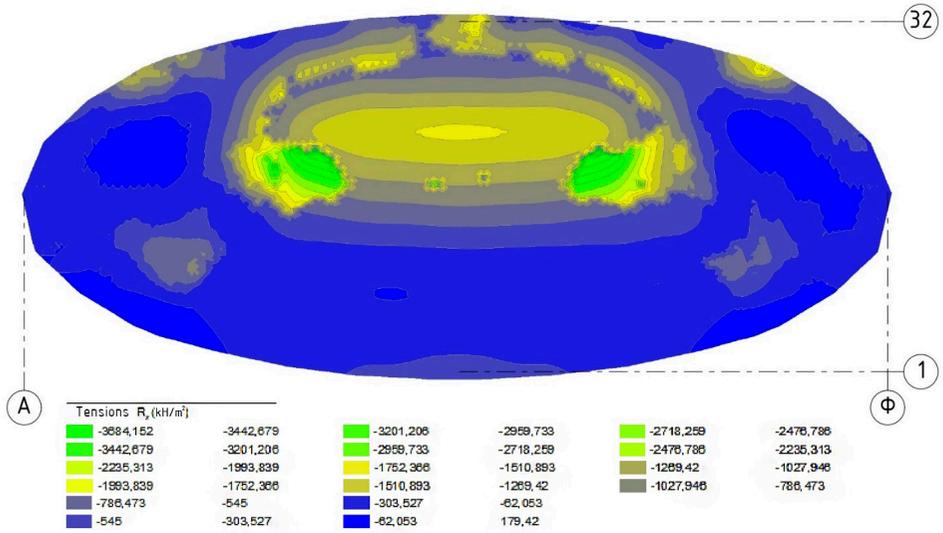


a

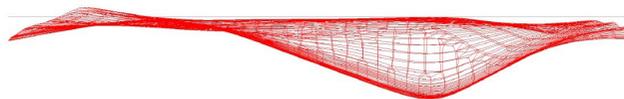


b

Fig. 3. Horizontal and total displacements of the building (mm) from seismic impact, the deformation scheme during the earthquake: *a* – the first form of self-induced vibrations; *b* – the second form of self-induced vibrations



1-1



b

Fig. 4. Reactive pressure (*a*) and vertical displacement (*b*) fields below foundation base

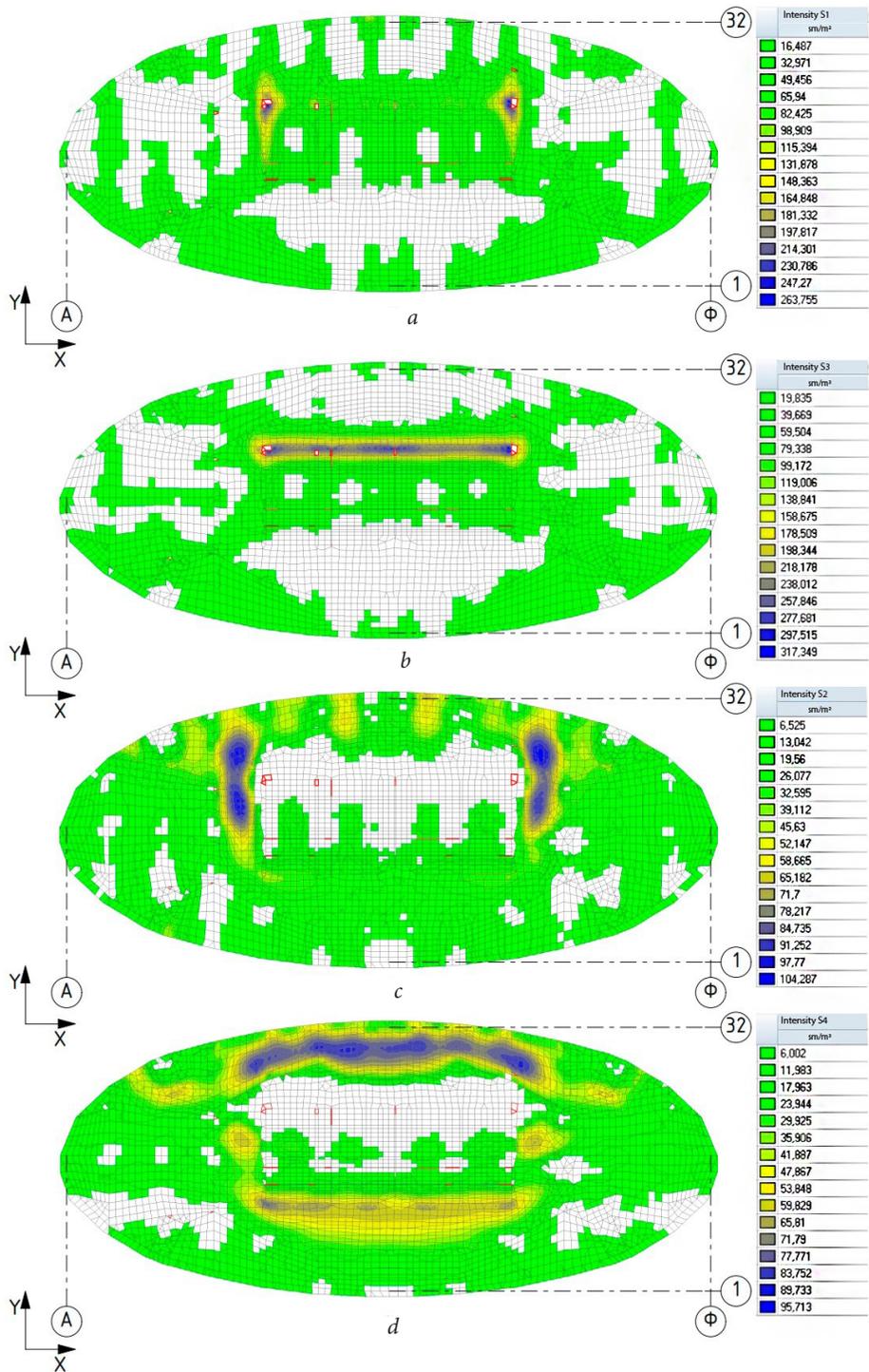
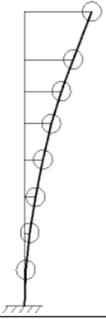
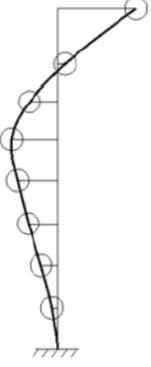


Fig. 5. Reinforcement isofields of the foundation slab: *a* – lower in OX axis; *b* – lower in OY axis; *c*– upper in OX axis; *d* – upper in OY axis

The greatest deterioration at the MCE will be obtained by a foundation slab, (its calculation results are shown in Fig. 4, 5 of the colored appendix). Fig. 4b of the colored appendix illustrate that local separations can occur in the slab at full coincidence of frequencies, however it will not lead to the collapse of the building.

Fig. 5 of the colored appendix shows the selection results of the foundation slab reinforcement. In this case, there are local zones (red contours), in which stresses in the reinforcement will exceed the yield strength of steel leading to minor plastic deformation.

The forms of self-induced vibrations

The first form of self-induced vibrations			
$\omega_1, \text{rad/sec}$	f_1, sec^{-1}	T_1, sec	S_{i1}, kH
1,39263	0,22176	4,509	
$\varphi_{11} = 1$			$S_{11} = 71\,759,4$
$\varphi_{21} = 0,724$			$S_{21} = 71\,234,4$
$\varphi_{31} = 0,549$			$S_{31} = 53\,925,7$
$\varphi_{41} = 0,400$			$S_{41} = 51\,124,7$
$\varphi_{51} = 0,276$			$S_{51} = 36\,074,6$
$\varphi_{61} = 0,167$			$S_{61} = 21\,858,8$
$\varphi_{71} = 0,080$			$S_{71} = 10\,470,8$
$\varphi_{81} = 0,022$			$S_{81} = 71\,759,39$
The second form of self-induced vibrations			
$\omega_2, \text{rad/sec}$	f_2, sec^{-1}	T_2, sec	S_{i2}, kH
4,699	0,748	1,336	
$\varphi_{12} = 1$			$S_{12} = -56\,158,4$
$\varphi_{22} = 0,094$			$S_{22} = -7\,230,95$
$\varphi_{32} = -0,357$			$S_{32} = 27\,409,21$
$\varphi_{42} = -0,586$			$S_{42} = 58\,655,85$
$\varphi_{52} = -0,512$			$S_{52} = 52\,315,18$
$\varphi_{62} = -0,374$			$S_{62} = 38\,214,6$
$\varphi_{72} = -0,212$			$S_{72} = 21\,661,75$
$\varphi_{82} = -0,072$			$S_{82} = 12\,788,57$

Note: dynamic characteristics of the building: ω_k, f_k, T_k – circular frequency, technical frequency and free k-form period; φ_{ik}, S_{ik} – deviation ratio and seismic load for i-mass at k-form of self-induced vibrations

A general analysis of the seismic resistance of the designed building showed the following:

- reliability of the load-bearing structures of the building in the first and second limit states at the DBE is provided;
- reliability of the ground load-bearing structures of the building in the first limit state at the MCE is provided;



– maximum horizontal displacements of the building exceed the maximum allowable ones, but do not lead to destruction of the main load-bearing structures, which does not contradict the requirements for the MCE;

– local separation as well as local plastic deformations occurring in the foundation slab are acceptable under the MCE.

Thus, the general safety of people in the building at the MCE is ensured and the building can be approved for use after obtaining permission from design and research organizations specializing in antiseismic construction and having the appropriate authority. The question of the possibility of operating the building after the MCE remains open and this conclusion can only be accepted on the basis of field examination of the emergency facility.

The authors express gratitude to Prof. Schyogolev D. L. and senior teacher Skvortsov S. Ya. for their help in conducting architectural design and calculations.

The work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (grant № 18-08-00715).

REFERENCES

1. Nazarov Yu. P., Zhuk Yu. N., Poznyak E. V., Panasenko Yu. V., Kurnavin V. V. Teoriya i praktika raschyotov stroitelstva sooruzheniy na seysmostoykost po akselerogrammam [The theory and practice of calculating building structures for earthquake resistance according to accelerograms] // Tezisy dokladov XI Rossiyskoy natsionalnoy konferentsii po seysmostoykomu stroitelstvu i seysmicheskomu rayonirovaniyu (s mezhdunarodnym uchastiem) [Abstracts of the XI Russian National Conference on Earthquake Engineering and Seismic Zoning (with international participation)]. Moscow, 2015. P. 131–132.
2. Poznyak E. V. Ob otsenke vliyaniya seysmicheskikh rotatsiy na dinamiku stroitelnykh konstruktсий [On the assessment of the effect of seismic rotations on the dynamics of building structures]. Spravochnik. Inzhenerny zhurnal s prilozh. [Directory. Engineering Journal with app.]. 2017. № 9 (246). P. 14–23.
3. Pavlenko O. V. Modelirovanie akselerogramm zemletryaseniya 13.11.1993 g. (M_Z = 7,0, N = 54 km) na seysmostantsiyakh “Petropavlovsk”, “Institut vulkanologii” i “Nikolskaya” (g. Petropavlovks-Kamchatskiy) [Accelerogram modeling of the earthquake of November 13, 1993 (M_W = 7.0, H = 54 km) at the seismic stations Petropavlovsk, Institute of Volcanology and Nikolskaya (Petropavlovks-Kamchatskiy)]. Vestnik KRAUNTs. Nauki o zemle [Herald KRAUNZ. Earth sciences]. № 14, issue № 28. Moscow, 2015.
4. Nikitina E. A., Khazov P. A., Krytsovkina A. V., Generalova A. A. Analiz sobstvennykh izgibno-krutilykh kolebaniy mnogoetazhnykh zdaniy [Analysis of own bending-torsion oscillations of multi-floor buildings]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal] / Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2018. № 3. P. 10–16.
5. Khazov P. A., Generalova A. A., Vorobyova A. E. Rezonansny analiz karkasnogo zdaniya pri seysmicheskikh vozdeystviyakh razlichnykh chastotnykh diapazonov [Resonance analysis of a frame building with seismic effects of different frequency ranges]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal] / Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2019. № 4. P. 56–64.
6. Voronina E. V. Osobennosti seysmotektonicheskikh napryazheniy i deformatsiy pered silnymi zemletryasenyami [Features of seismotectonic stresses and deformations before strong earthquakes]. Protessy v geosredakh [Processes in geological environment], 2016. № 5. P. 5–11.
7. SP 14.13330.2018 Stroitelstvo v seysmicheskikh rayonakh [Construction in seismic areas]. Svod pravil.: izd. ofitsialnoe: utv. Prikazom M-vastr-vaizhillsch.-kommunal. khoz-va Ross. Fed. ot 24 maya 2018 g. № 309/pri vved. v deystvie s 25 noyabrya 2018 : data vved. 2018-11-25 : aktualizirivannaya redaktsiya SNIIP II-7-81*. Moscow, 2018, 170 p.
8. Khazov P. A., Molodushnaya N. I., Lamps B. B., Schyolokova Yu. D., Anuschenko A. M.



Sravnienie dinamicheskikh raschyotnykh modeleypriopredeleniichastoti form sobstvennykh kolebaniy bolsheprolyotnoy stalnoy fermy pokrytiya zdaniya velodroma [Comparison of dynamic computational models in determining frequencies and forms of natural vibration of the large-span steel truss of the velodrome building roofing]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal] / Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2019. № 2. P. 16–25.

П. А. ХАЗОВ¹, канд. техн. наук, доц. кафедры теории сооружений и технической механики; **М. А. ШИШОВА¹**, студент; **А. А. САТАНОВ²**, аспирант², инж.-проектировщик 2-й категории³

АНАЛИЗ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ПРОЕКТИРУЕМОГО ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ В Г. ВЛАДИВОСТОКЕ

¹ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-96;
эл. почта: khazov.nngasu@mail.ru, borisova.masha96@yandex.ru

²ФГБУН «Институт проблем машиностроения Российской академии наук»
Россия, 603024, г. Н. Новгород, ул. Белинского, д. 85. Тел.: (831) 432-05-76;
эл. почта: andrewsatanov@gmail.com

³ООО «Союзстальконструкция»
Россия, 603155, г. Н. Новгород, ул. Горького, д. 262, оф. 250. Тел.: (831) 422-12-23;
эл. почта: satanov_soyzstal@mail.ru

Ключевые слова: каркасное здание, сейсмостойкость, сейсмические колебания, собственная частота, сейсмическая нагрузка, проектное землетрясение, максимальное расчетное землетрясение.

Приводится анализ сейсмостойкости проектируемого здания при наступлении максимального расчетного землетрясения (период повторяемости – 1 раз в 1000 лет). Основной особенностью при этом является возможность несоблюдения ряда классических требований нормативных документов. Показано, что несмотря на некоторые достаточно серьезные повреждения несущих конструкций, сейсмостойкость здания обеспечивается.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Теория и практика расчетов строительных сооружений на сейсмостойкость по акселерограммам / Ю. П. Назаров, Ю. Н. Жук, Е. В. Позняк, Ю. В. Панасенко, В. В. Курнавин. – Текст : непосредственный // Тезисы докладов XI Российской национальной конференции по сейсмостойкому строительству и сейсмическому районированию (с международным участием). – Москва, 2015. – С. 131–132.

2. Позняк, Е. В. Об оценке влияния сейсмических ротаций на динамику строительных конструкций / Е. В. Позняк. – Текст : непосредственный // Справочник. Инженерный журнал с приложением. – 2017. – № 9 (246). – С. 14–23.

3. Павленко, О. В. Моделирование акселерограмм землетрясения 13.11.1993 г. (MW = 7.0, H = 54 км) на сейсмостанциях «Петропавловск», «Институт вулканологии» и «Никольская» (г. Петропавловск-Камчатский) / О. В. Павленко. – Текст : непосредственный // Вестник КРАУНЦ. Науки о земле. – Петропавловск-Камчатский, 2015. – Т. 28, № 4. – С. 231–242.

4. Анализ собственных изгибно-крутильных колебаний многоэтажных зданий / Е. А. Никитина, П. А. Хазов, А. В. Крыцовкина, А. А. Генералова. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2018. – № 3. – С. 10–16.

5. Хазов, П. А. Резонансный анализ каркасного здания при сейсмических воздействиях различных частотных диапазонов / П. А. Хазов, А. А. Генералова, А. Е. Воробьева. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2019. – № 4. – С. 56–64.



6. Воронина, Е. В. Особенности сейсмоструктурных напряжений и деформаций перед сильными землетрясениями / Е. В. Воронина. – Текст : непосредственный // Процессы в геосредах. – Москва, 2016. – № 5. – С. 5–11.

7. СП 14.13330.2018. Строительство в сейсмических районах : свод правил : издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 24 мая 2018 г. № 309/пр и введен в действие с 25 ноября 2018 : дата введения 2018-11-25 : актуализированная редакция СНиП II-7-81*. – Москва, 2018. – 170 с. – Текст : непосредственный.

8. Сравнение динамических расчетных моделей при определении частот и форм собственных колебаний большепролетной стальной фермы покрытия здания велодрома / П. А. Хазов, Н. И. Молодушная, Б. Б. Лампси, Ю. Д. Щелокова, А. М. Анущенко. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2019. – № 2. – С. 16–25.

© П. А. Хазов, М. А. Шишова, А. А. Сатанов, 2020

Получено: 15.02.2020 г.

УДК 624.046

С. Ю. ЛИХАЧЕВА¹, канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры теории сооружений и технической механики; **Д. А. КОЖАНОВ¹**, канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры теории сооружений и технической механики; **П. А. ХАЗОВ¹**, канд. техн. наук, доц. кафедры теории сооружений и технической механики; **А. М. АНУЩЕНКО¹**, студент; **Е. А. ОНИЩУК²**, магистрант кафедры строительной и теоретической механики; **Д. М. ЛОБОВ¹**, ст. преп. кафедры строительных конструкций

УСТОЙЧИВОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТЫХ ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ УПРУГИХ СТЕРЖНЕЙ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ

¹ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-96; эл. почта: khazov.nngasu@mail.ru, pbk996@mail.ru, aleksander.anusch@yandex.ru, kafgbk@nngasu.ru, lihsvetlana@yandex.ru

²ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26. Тел.: (495) 287-49-14; эл. почта: e.onischuk@yandex.ru

Ключевые слова: стержень переменного сечения, центральное сжатие, устойчивость, ANSYS, конечно-элементное моделирование, эксперимент.

Для стержней переменного сечения в условиях центрального сжатия получена аналитическая формула для определения критической силы с помощью подхода Л. Эйлера; выполнено моделирование изменения напряженно-деформированного состояния стержня переменного сечения при его нагружении до момента потери устойчивости в программном комплексе ANSYS; проведены экспериментальные исследования, результаты которых сопоставлены с результатами численного моделирования.

В результате рассмотрения вопросов о возможности снижения материалоемкости рамных каркасов, которые нашли широкое применение в сфере, было

принято решение о целесообразности использования элементов переменного сечения, позволяющее обеспечить наиболее равномерное распределение напряжений. Возведение рамных каркасов переменной жесткости показало, что помимо экономии материала, они обеспечивают минимизацию затрат не только на стадии строительства, но и в эксплуатационный период, а также весьма технологичны с точки зрения изготовления элементов, их сборки и монтажа. В настоящее время данной тематике уделяется весьма большое внимание [1–9]. Одним из наиболее успешных трудов признана монография В. В. Катюшина [1], изданная в 2005 году и посвященная в основном стальным каркасам переменного сечения.

Несмотря на наличие целого ряда преимуществ, применение данного типа конструкций в России ограничено в связи с отсутствием эффективных методик расчета. Широкие зарубежные исследования сложно адаптировать к российской практике проектирования вследствие существенной разности исторически сложившихся подходов к расчетам.

Одной из главных проблем в настоящее время является отсутствие инженерных способов проверки устойчивости элементов переменного сечения, необходимой для обеспечения их безопасной эксплуатации и предотвращения возможных разрушений. В связи с этим теоретические, экспериментальные и численные исследования пространственной устойчивости стержней переменной жесткости являются актуальными для строительной механики.

В данной работе рассматриваются различные способы определения критического усилия, при котором стержень переменного сечения (рис. 1) теряет устойчивость. В качестве граничных условий принимается шарнирное закрепление (рис. 2а).

Для теоретического определения критической силы целесообразно применить подход Л. Эйлера [9], состоящий в предположении нахождения стержня в критическом состоянии безразличного равновесия, при котором возможны как исходная (рис. 2а), так и отклоненная формы (рис. 2б).

Если придать стержню малое отклонение, то кривизна изогнутой оси будет уменьшаться по мере увеличения сечения стержня. Это означает, что максимальное отклонение оси стержня от исходного положения y_{\max} будет возникать в сечении с координатой $x_{\max} < l/2$ (рис. 2б).

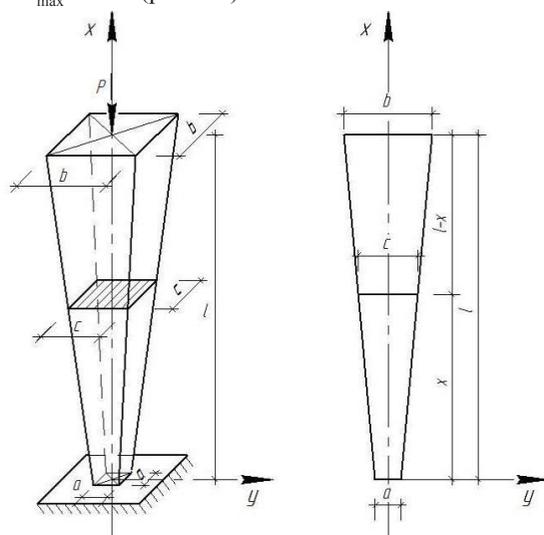


Рис. 1. Центрально-сжатый стержень переменного сечения. Общий вид

Кривизна оси стержня в шарнирах полностью отсутствует ввиду равенства нулю изгибающих моментов. Учитывая, что перемещения точек по краям стержня отсутствуют, уравнение изогнутой оси $y(x)$ должно удовлетворять совокупности условий:

$$\begin{cases} y(0) = 0; \\ y(l) = 0; \\ y''(0) = 0; \\ y''(l) = 0; \\ x_{max} < \frac{l}{2}. \end{cases} \quad (1)$$

Согласно принципу возможных перемещений Лагранжа, сумма работ всех внешних и внутренних сил на любом возможном перемещении равна нулю:

$$\sum A_{внешн.} + \sum A_{внутр.} = 0. \quad (2)$$

В бесконечно малом элементе стержня, выделенном на расстоянии x от начала координат (рис. 3), возникает изгибающий момент $M(x)$, который совершает элементарную работу:

$$dA_{внутр.} = M(x)d\varphi. \quad (3)$$

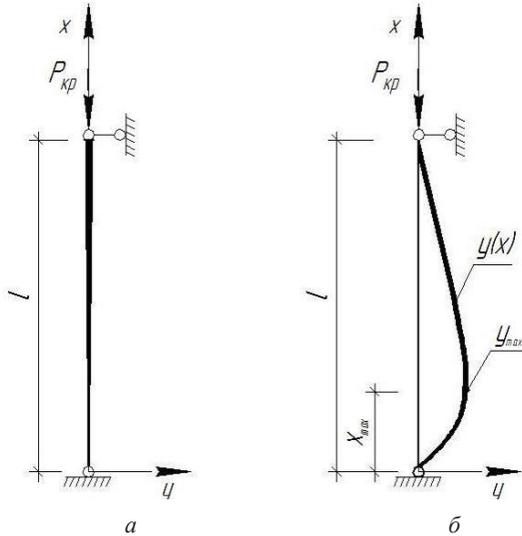


Рис. 2. Расчетная схема стержня переменного сечения: а – исходная форма равновесия; б – отклоненная форма равновесия

Выражение (3) может быть преобразовано к виду:

$$A_{внутр.} = \int_0^l EJ(y''(x))^2 dx, \quad (4)$$

где E – модуль упругости изучаемого материала, J – осевой момент инерции стержня.

Работа внешних сил определяется выражением:

$$A_{внешн.} = P_{кр.} \Delta, \quad (5)$$

где Δ – сближение концов стержня:

$$\Delta = l - \int_0^l dx, \quad (6)$$

dx – проекция малого элемента ds на ось x (рис. 3).

**К СТАТЬЕ С. Ю. ЛИХАЧЕВОЙ, Д. А. КОЖАНОВА, П. А. ХАЗОВА,
А. М. АНУЩЕНКО, Е. А. ОНИЩУК, Д. М. ЛОБОВА
«УСТОЙЧИВОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТЫХ ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ
УПРУГИХ СТЕРЖНЕЙ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ»**

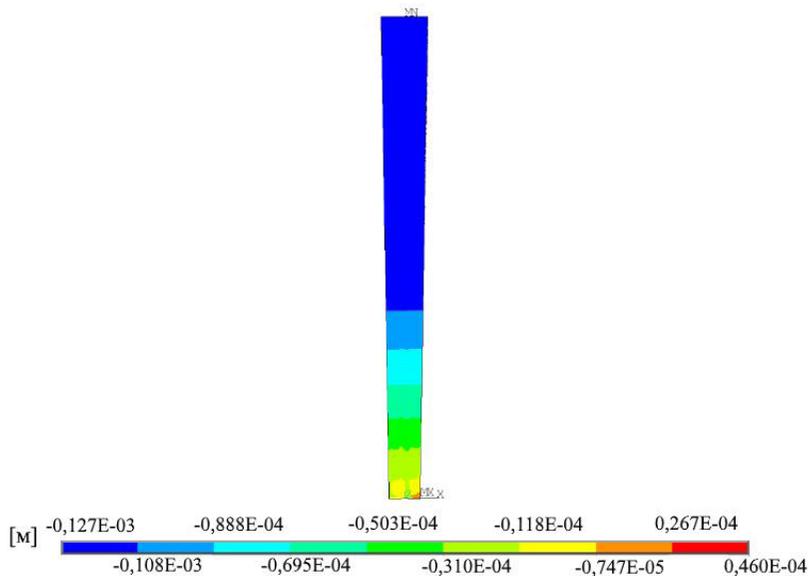


Рис. 1. Величина горизонтальных перемещений в момент перед потерей устойчивости

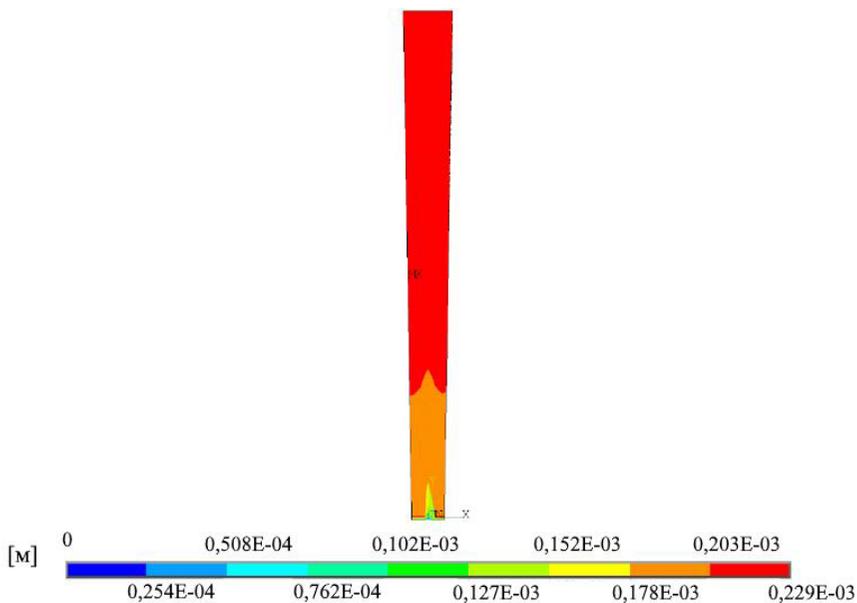


Рис. 2. Суммарные перемещения стержня в момент перед потерей устойчивости

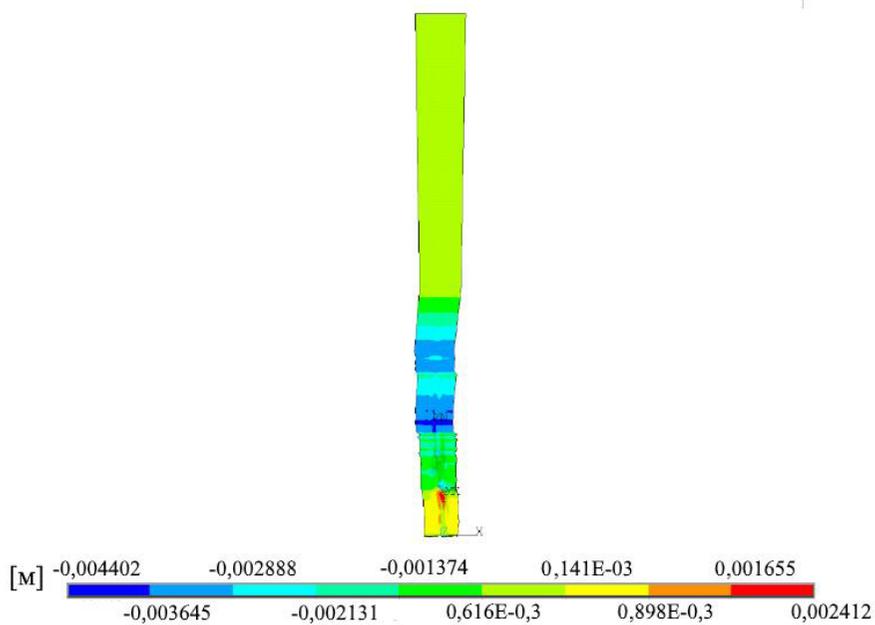


Рис. 3. Величина горизонтальных перемещений в момент потери устойчивости

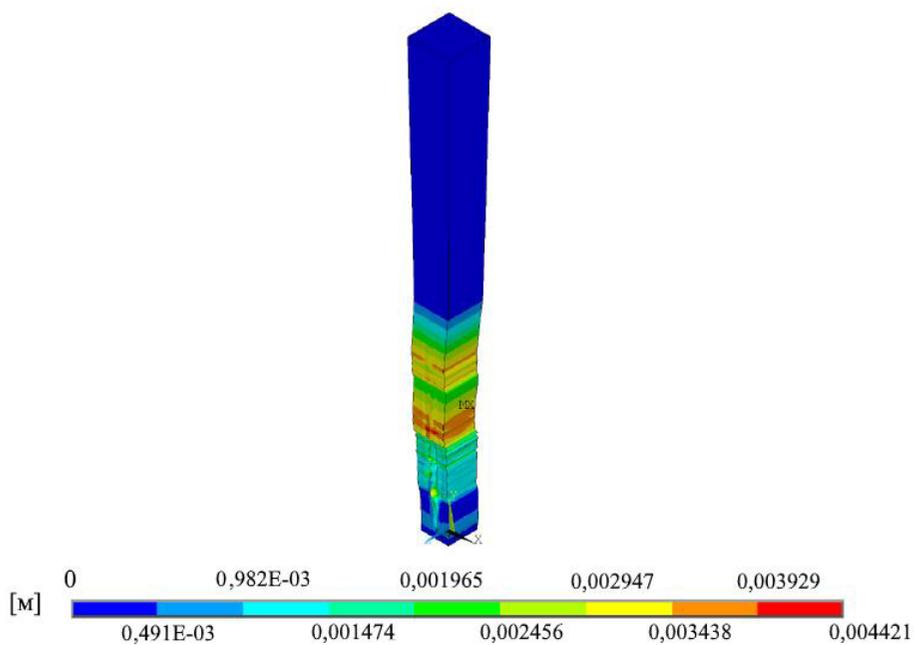


Рис. 4. Суммарные перемещения стержня в момент потери устойчивости

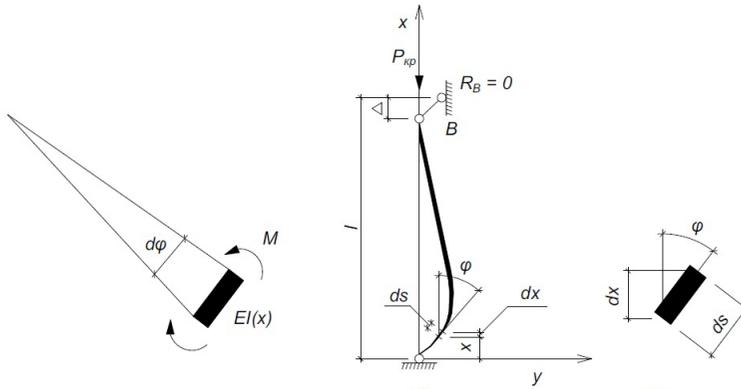


Рис. 3. Расчетная схема стержня переменного сечения для определения критической силы

В несжимаемом стержне длину l можно определить как длину изогнутой оси:

$$l = \int_0^l ds. \quad (7)$$

С учетом (6), (7), после ряда математических преобразований, получаем:

$$\Delta = \int_0^l \frac{2 \sin^2 \frac{\varphi}{2}}{\cos \frac{\varphi}{2}} dx, \quad (8)$$

где φ – угол наклона касательной к оси стержня (рис. 3).

Учитывая, что в момент потери устойчивости $\sin \frac{\varphi}{2} = \frac{\varphi}{2}$, $\cos \varphi = 1$,

$\varphi = y'$ выражение для работы внешних сил приобретет следующий вид:

$$A_{\text{внешн.}} = \frac{1}{2} P \int_0^l (y'(x))^2 dx. \quad (9)$$

Окончательное выражение для критической силы с учетом (4) и (9):

$$P_{\text{кр}} = \frac{\int_0^l EI(x) \cdot (y''(x))^2 dx}{\int_0^l (y'(x))^2 dx}.$$

Получено выражение для определения критического усилия, приводящего к потере устойчивости стержня переменного сечения. Ввиду необходимости проведения операций интегрирования и дифференцирования его использование в инженерной практике весьма затруднительно и требует разработки упрощенных формул. Дополнительную сложность вносит то, что на данный момент не найдено в общем виде аппроксимирующей функции, удовлетворяющей совокупности условий (1).

В рамках работы осуществлялось численное моделирование процесса потери устойчивости стержня переменной жесткости в программном комплексе ANSYS (лицензия ANSYS Customer Number: 1051709). Создание конечно-элементной модели (рис. 4) производилось с применением 20-узлового 3D-элемента SOLID-186. По результатам расчета было определено напряженно-деформированное состояние элемента до потери устойчивости (рис. 1, 2 цв. вклейки) и в момент потери устойчивости (рис. 3, 4 цв. вклейки); была определена величина критической силы $P_{\text{числ.}}$.



Рис. 4. Конечно-элементная модель стержня, задаваемая в программном пакете ANSYS

Результаты численного моделирования сравнивались с полученными экспериментально. Образцы для натуральных испытаний изготавливались из древесины (параметры образцов сведены в табл. 1), помещались в рабочую зону прессы ИП-100 и доводились до потери устойчивости путем ступенчатого приложения сжимающего усилия. В ходе эксперимента фиксировалась величина критической силы $P_{\text{крит}}$ (табл. 2).

Таблица 1

Параметры изготовленных для испытания образцов стержней переменного сечения

Номер образца	Меньшее основание		Большее основание		Длина, мм
	a_1 , мм	a_2 , мм	b_1 , мм	b_2 , мм	
1	19,25	20,00	29,00	29,50	298,0
2	16,00	16,00	28,50	32,00	330,0
3	17,00	17,50	28,50	30,25	300,0
4	18,00	18,00	29,00	30,00	300,0
5	19,00	19,50	30,90	31,25	290,0
6	19,00	19,00	28,00	28,50	300,0
7	17,00	17,00	29,50	30,00	290,0
8	16,00	16,20	27,00	27,00	310,0
9	18,00	18,10	28,00	28,00	290,0
10	17,00	17,05	27,00	27,50	290,0
11	19,25	20,00	29,00	29,50	298,0
12	17,60	18,00	29,20	32,00	300,0
13	17,00	17,40	29,00	30,00	300,0
14	19,50	20,00	29,50	30,05	300,0
15	18,00	18,00	29,45	30,00	310,0
16	19,00	19,00	28,50	28,80	300,0
17	18,90	19,20	29,50	30,00	310,0
18	18,80	19,30	27,00	27,05	300,0
19	20,00	20,60	29,60	29,90	310,0
20	19,00	19,00	29,00	29,00	300,0



Сравнение результатов численного расчета с экспериментами приводится в табл. 2.

На рис. 5 представлено графическое сравнение численного и экспериментального исследований. По графикам можно сделать вывод, что численный метод дает несколько завышенное значение критической силы. Очевидно это происходит по причине того, что реальный материал в момент потери устойчивости находится в упругопластическом состоянии, тогда как в программном комплексе предполагается, что потеря устойчивости происходит в упругом состоянии. Тем не менее максимальное относительное расхождение, наблюдаемое при испытании № 13, составляет $14,36/12,67 = 11,8\%$, что при реальном проектировании компенсируется обязательным введением коэффициента надежности по материалу и коэффициента условий работы.

Таблица 2

Результаты численного моделирования и экспериментального испытания образцов стержней переменного сечения

Номер образца	$P_{исп}$, кН	$P_{числ}$, кН	Δ , %
1	14,78	14,36	2,92
2	13,00	14,36	10,46
3	12,70	14,36	11,56
4	13,89	14,36	3,27
5	15,20	14,36	5,85
6	14,27	14,36	0,63
7	12,87	14,36	10,38
8	12,65	14,36	11,91
9	12,78	14,36	11,00
10	13,02	14,36	9,33
11	15,02	14,36	4,60
12	12,78	14,36	11,00
13	12,67	14,36	11,77
14	14,56	14,36	1,39
15	14,02	14,36	2,37
16	14,92	14,36	3,90
17	14,23	14,36	0,91
18	14,04	14,36	2,23
19	14,28	14,36	0,56
20	14,41	14,36	0,35

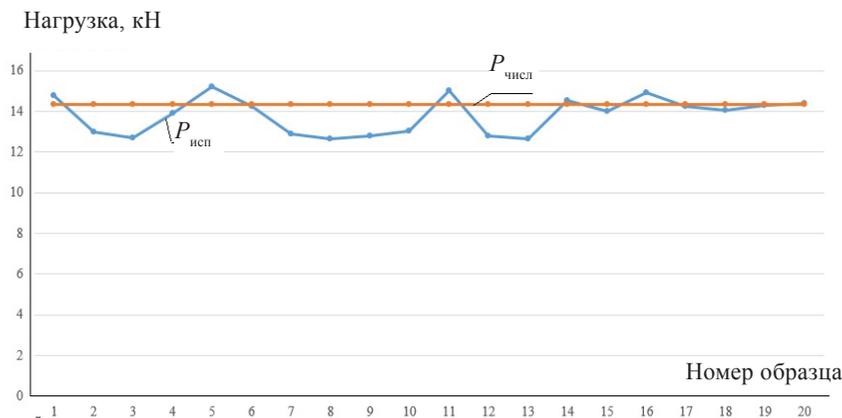


Рис. 5. Графическое сравнение экспериментальных и численных результатов

Для расчетов конструктивных элементов переменного сечения могут быть использованы данные как физических экспериментов, предполагающих разрушение опытных образцов, так и данные численного моделирования с проведением соответствующей верификации результатов за счет введения поправочных коэффициентов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Катюшин, В. В. Здания с каркасами из стальных рам переменного сечения (расчет, проектирование, строительство): монография / В. В. Катюшин. – Москва: Стройиздат, 2005. – 656 с. – ISBN 5-274-02030-5. – Текст : непосредственный.
2. Аскинази, В. Ю. Пространственная устойчивость элементов стальных рамных конструкций переменной жесткости : специальность 05.23.01 : автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук / Аскинази Владимир Юрьевич. – Санкт-Петербург, 2017. – 26 с. – Текст : непосредственный.
3. Никора, Н. И. Продольный изгиб стержней переменной жесткости с учетом деформаций ползучести и температурных воздействий : специальность 05.23.17 : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Никора Надежда Игоревна. – Ростов-на-Дону, 2016. – 120 с. – Текст : непосредственный.
4. Богданович, А. У. Устойчивость стержня переменного эллиптического сечения при продольном сжатии / А. У. Богданович, А. А. Абдюшев. – Текст : непосредственный // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – Казань, 2006. – № 2(6) – С. 38–41.
5. Богданович, А. У. Продольное сжатие тонкостенного стержня переменного сечения при различных вариантах закрепления торцов / А. У. Богданович, И. Л. Кузнецов. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Строительство. – Москва, 2005. – № 10. – С. 19–25.
6. Беляева, С. Ю. Исследование несущей способности элементов стальной рамы переменного сечения при ошибках сборки и монтажа / С. Ю. Беляева, Д. Н. Кузнецов, И. А. Ковылина. – Текст : непосредственный // Современное строительство и архитектура. – 2016. – № 1 (01). – С. 22–26.
7. Блюмин, С. Л. Решение задачи устойчивости сжато-изгибаемых жестко опертых стержней переменной жесткости / С. Л. Блюмин, В. В. Зверев, И. В. Сотникова, А. С. Сысоев. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2015. – № 5. – С. 18–27.
8. Галкин, А. В. Задача устойчивости сжато-изгибаемых стержней со ступенчатым изменением жесткости / А. В. Галкин, А. С. Сысоев, И. В. Сотникова. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2015. – № 2. – С. 38–44.



9. Лампси, Б. Б. Устойчивость центрально сжатого стержня переменного сечения / Б. Б. Лампси, П. А. Хазов, Н. А. Кириллова. – Текст : непосредственный // Вестник Волжского регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. – 2018. – № 21. – С. 139–142.

LIKHACHYOVA Svetlana Yurevna¹, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the chair of theory of structures and technical mechanics; KOZHANOV Dmitry Aleksandrovich, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the chair of theory of structures and technical mechanics; KHAZOV Pavel Alekseevich¹, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of theory of structures and technical mechanics; ANUSCHENKO Aleksandr Mikhaylovich¹, student; ONISCHUK Elena Andreevna², undergraduate student of the chair of structural and theoretical mechanics; LOBOV Dmitry Mikhaylovich¹, senior teacher of the chair of building structures

STABILITY OF CENTRALLY COMPRESSED STRAIGHT-LINED ELASTIC RODS OF VARIABLE CROSS-SECTION

¹Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: (831) 430-54-96;
e-mail: khazov.nngasu@mail.ru, pbk996@mail.ru, aleksander.anusch@yandex.ru, kafgbk@nngasu.ru, lihsvetlana@yandex.ru

²Moscow State (National Research) University of Civil Engineering
26, Yaroslavskoe ave., Moscow, 129337, Russia. Tel.: +7 (495) 287-49-14;
e-mail: e.onischuk@yandex.ru

Key words: rod of variable cross-section, central compression, stability, ANSYS, finite element modeling, experiment.

An analytical formula to determine the critical force with the help of the L. Euler approach is obtained for centrally compressed rods of variable cross-section; changes in the stress-strain state of a rod of variable cross-section being loaded until the moment of loss of its stability in the ANSYS software package are simulated, the results of experimental studies are compared with the results of numerical modeling.

REFERENCES

1. Katyushin V. V. Zdaniya s karkasami iz stalnykh ram peremennogo secheniya (raschyot, proektirovanie, stroitelstvo) [Buildings with steel frames of variable section (calculation, design, construction)]: monografiya. Moscow, Stroyizdat, 2005, 656 p. ISBN 5-274-02030-5.

2. Askinazi V. Yu. Prostranstvennaya ustoychivost elementov stalnykh ramnykh konstruksiy peremennoy zhyostkosti [Spatial stability of steel frame elements of variable stiffness]: spetsialnost 05.23.01: avtoreferat na soiskanie uchyonoy stepeni kan. tekhn. nauk. Saint-Petersburg, 2017, 26 p.

3. Nikora N. I. Prodolnoye izgib sterzhney peremennoy zhyostkosti s uchuyotom deformatsiy polzuchesti i temperaturnykh vozdeystviy [Longitudinal bending of rods of variable stiffness with allowance to creep deformations and temperature effects]: spetsialnost 05.23.17: diss. na soiskanie uchyonoy stepeni kan. tekhn. nauk. Rostov-on-Don, 2016, 120 p.

4. Bogdanovich A. U., Abdushev A. A. Ustoychivost sterzhnya peremennogo ellipticheskogo secheniya pri prodolnom szhatii [Stability of a rod of variable elliptical section under longitudinal compression]. Izvestiya Kazan. gos. arkhitektur.-stroit. un-ta [News of KSUACE]. Kazan, 2006. № 2(6). P. 38–41.

5. Bogdanovich A. U., Kuznetsov I. L. Prodolnoye szhatie tonkostennogo sterzhnya peremennogo secheniya pri razlichnykh variantakh zakrepleniya tortsov [Longitudinal



compression of a thin-walled rod of variable cross-section for various options of ends fastening]. *Izvestiyavuzov. Stroitelstvo* [News of higher educational institutions. Construction]. Moscow, 2005. № 10. P. 19–25.

6. Belyaeva S. Yu., Kuznetsov D. N., Kovylyina I. A. Issledovanie nesuschey sposobnosti elementov stalnoy ramy peremennogo secheniya pri oshibkakh sborki i montazha [The study of the bearing capacity of elements of a steel frame of variable cross-section in case of assembly and installation errors]. *Sovremennoe stroitelstvo i arkhitektura* [Modern construction and architecture]. 2016. № 1 (01). P. 22–26.

7. Blyumin S. L., Zverev V. V., Sotnikova I. V., Sysoev A. S. Reshenie zadachi ustoychivosti szhato-izgibaemykh zhyostko opyortykh sterzhney peremennoy zhyostkosti [The solution to the problem of stability of compressed-flexible rigidly supported rods of variable stiffness]. *Vestnik MGSU* [Bulletin of MSUCE]. Moscow, 2015. № 5. P. 18–27.

8. Galkin A. V., Sysoev A. S., Sotnikova I. V. Zadacha ustoychivosty szhato-izgibaemykh sterzhney so stupenchatym izmeneniem zhyostkosti [The stability task of compressed-bent rods with a step change in stiffness]. *Vestnik MGSU* [Bulletin of MSUCE]. Moscow, 2015. № 2. P. 38–44.

9. Lampsy B. B., Khazov P. A., Kirillova P. A. Ustoychivost tsentralno-szhatogo sterzhnya peremennogo secheniya [Stability of a centrally compressed rod of variable cross-section]. *Vestnik Volzhskogo regionalnogo otdeleniya Ross. akad. arkhitektur. istroit. nauk* [Bulletin of the Volga regional branch of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences], 2018. №21. P. 139–142.

© С. Ю. Лихачева, Д. А. Кожанов, П. А. Хазов, А. М. Анущенко, Е. А. Онищук, Д. М. Лобов, 2020

Получено: 20.03.2020 г.

УДК 69.059:628.12

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

УСИЛЕНИЕ ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО РЕЗЕРВУАРА БУРОИНЪЕКЦИОННЫМИ СВАЯМИ

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

Ключевые слова: железобетонный резервуар, грунтовое основание, усиление, буринъекционные сваи.

Приведены результаты анализа способов обеспечения нормальных условий эксплуатации здания цеха озонирования водопроводной станции.

Одним из объектов водопроводной станции (ВПС) «Слудинская», построенной в 1953 году, по проекту, разработанному институтом «Гипрокоммуводоканал», является корпус водоочистки, состоящий из 4 секций, отделенных друг от друга осадочными деформационными швами, в двух из которых расположен цех озонирования (рис. 1 и рис. 1–3 цв. вклейки).

Цех озонирования состоит из 4-этажного административно-лабораторного блока, расположенного в координационных осях «2-3», и двух производственных секций: секции № 1 (в осях «3-7») и секции № 2 (в осях «7-12»). Общие размеры цеха озонирования: длина $L = 51,5$ м; ширина $B = 18$ м; высота секции № 1 $H = 13,9$ м; высота секции № 2 $H = 14,3$ м.

Стены цеха выполнены из полуторного силикатного кирпича на сложном кладочном растворе. Толщина наружных стен 51 и 64 см, внутренних – 25 и 38 см. Цокольная часть стен выполнена из глиняного одинарного кирпича. Система кладки стен – однорядная.

Покрытие секции № 1 выполнено из сборных ребристых плит марки ПНС (серия ПК-01-11), смонтированных по стропильным железобетонным фермам ФБ-18-5А (серия ПК-01-75). Покрытие секции № 2 – из сборных ребристых плит марки ПНС, смонтированных по двухскатным стропильным железобетонным балкам марки 2БСД 18-2-1-11 (серия 1.462.1-16).

В секции № 2 размещались: вентиляционная камера, помещение сухого реагента и помещение синтеза озона. В секции № 1 расположены контактный резервуар и резервуар-смеситель, выполненные из монолитного железобетона (бетон М 200, арматура класса АIII, ГОСТ 5781-61).

Размеры резервуара-смесителя: $L = 5,5$ м, $B = 6,7$ м, $H = 7,6$ м. Резервуар перекрыт сборными железобетонными плитами, изготовленными по индивидуальному проекту. Размеры контактного резервуара: $L = 15,25$ м; $B = 10,2$ м; $H = 8,1$ м. Перекрытие резервуара выполнено из сборных железобетонных плит с круглыми пустотами типа ПК и ПТК. Швы между плитами замоноличены.

Проектом реконструкции цеха озонирования, разработанным ОАО «Нижегородский Сантехпроект», предусматривалось увеличение емкости контактного резервуара за счет увеличения его высоты наращиванием стен на 1,6 м.

В связи с планировавшейся реконструкцией специалистами ФГБОУ ВО «ННГАСУ» были выполнены обследования строительных конструкций цеха, в результате которых в несущих стенах были обнаружены многочисленные трещины, причиной образования которых являлись совместные неравномерные осадки грунтового основания и опирающегося на него здания (рис. 2–7, рис. 4–7 цв. вклейки).

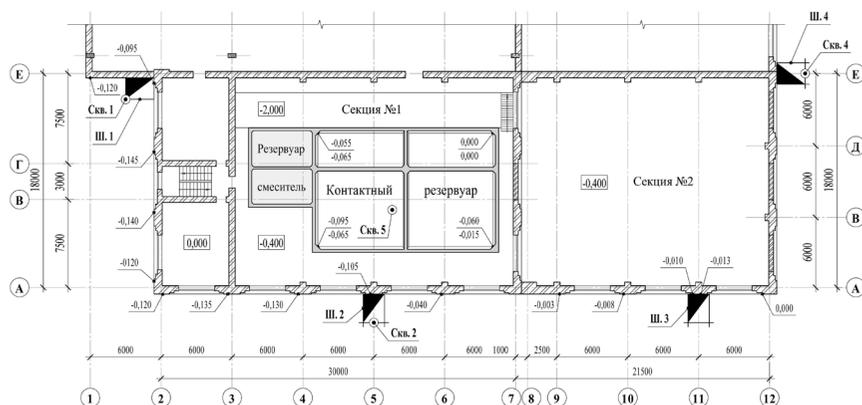


Рис. 1. Схема расположения резервуаров в цехе озонирования. На схеме показано расположение инженерно-геологических выработок и приведены результаты измерений осадки: 1) контактного резервуара (в числителе – отметки верхней плоскости стен резервуара, в знаменателе – отметки верхней плоскости монолитной плиты покрытия); 2) наружных стен цеха (отметки верхней плоскости цоколя стен)

К СТАТЬЕ Ю. С. ГРИГОРЬЕВА, В. В. ФАТЕЕВА
«УСИЛЕНИЕ ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ
МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО РЕЗЕРВУАРА
БУРОИНЪЕКЦИОННЫМИ СВАЯМИ»

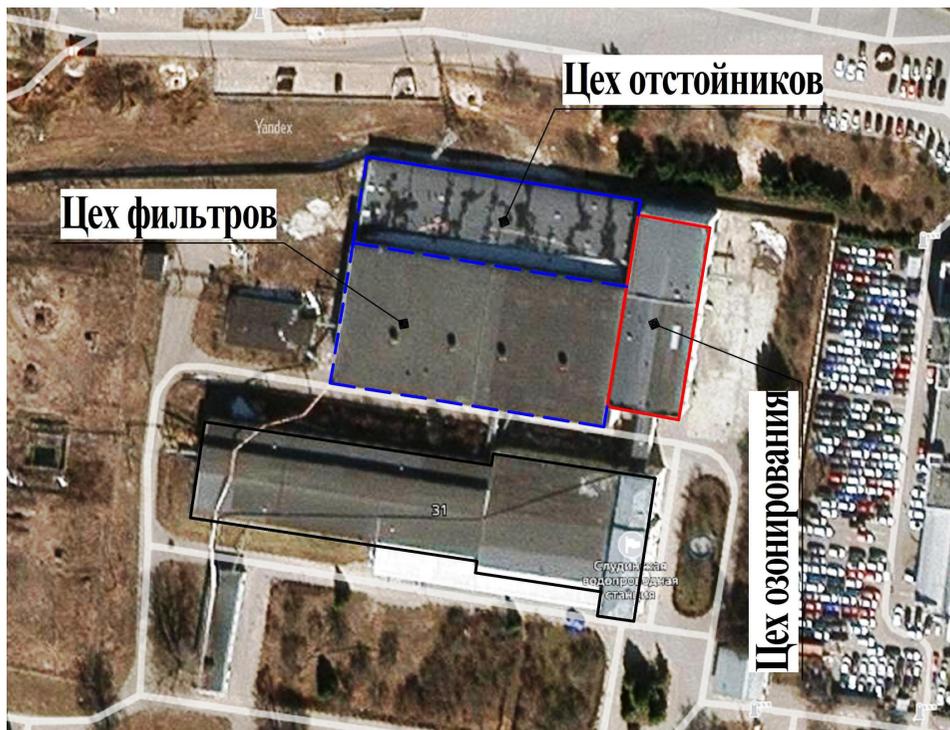


Рис. 1. Схема расположения корпуса водоочистки водопроводной станции «Слудинская»



Рис. 2. Торцовая стена секции № 1, ориентированная по оси «2»



Рис. 3. Наружные стены секций № 1 и № 2, ориентированные по оси «А»

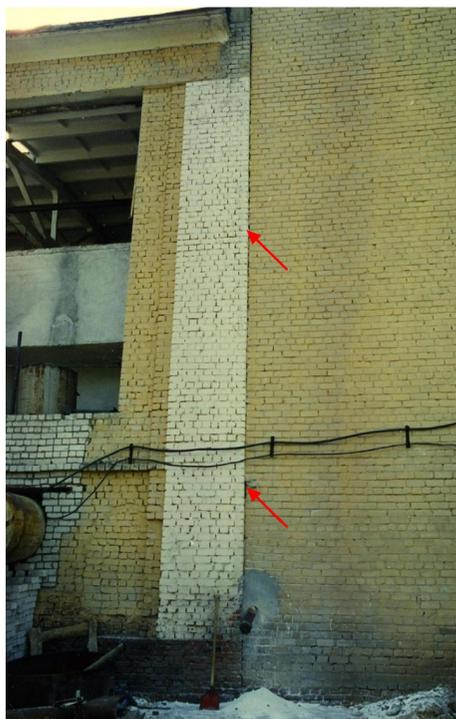


Рис. 4. Деформационный шов в наружной стене между секциями № 1 и № 2. Фрагмент восстановленной кладки на участке в осях «6-7»



Рис. 5. Раскрывшийся деформационный шов (угол, образованный стенами, ориентированными по осям «7» и «Е»)



Рис. 6. Наружная стена секции № 2, ориентированная по оси «А», на участке в осях «10-9» с трещинами в надоконном поясе кирпичной кладки



Рис. 7. Торцовая стена, ориентированная по оси «12». Трещины над оконным проемом, заложным колодезевой кладкой

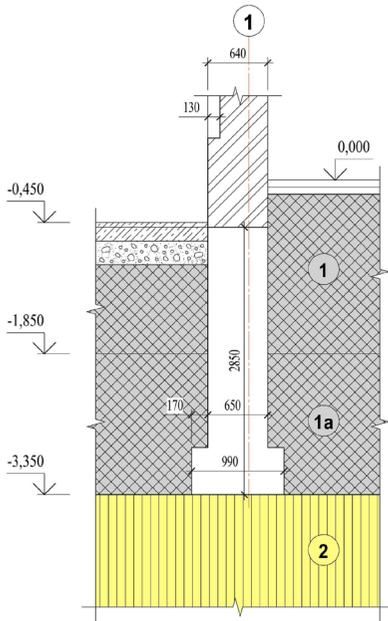


Рис. 8. Секция № 1. Шурф № 1. Фундамент под наружной стеной, ориентированной по оси «2»



Рис. 9. Секция № 2. Шурф № 3. Фундамент под наружной стеной, ориентированной по оси «А»

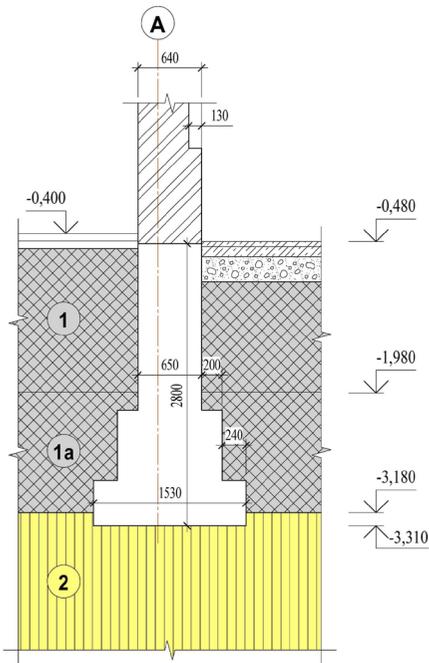


Рис. 10. Секция № 1. Шурф № 2. Фундамент под наружной стеной, ориентированной по оси «А»



Рис. 11. Секция № 2. Шурф № 4. Фундамент под наружной стеной, ориентированной по оси «12»

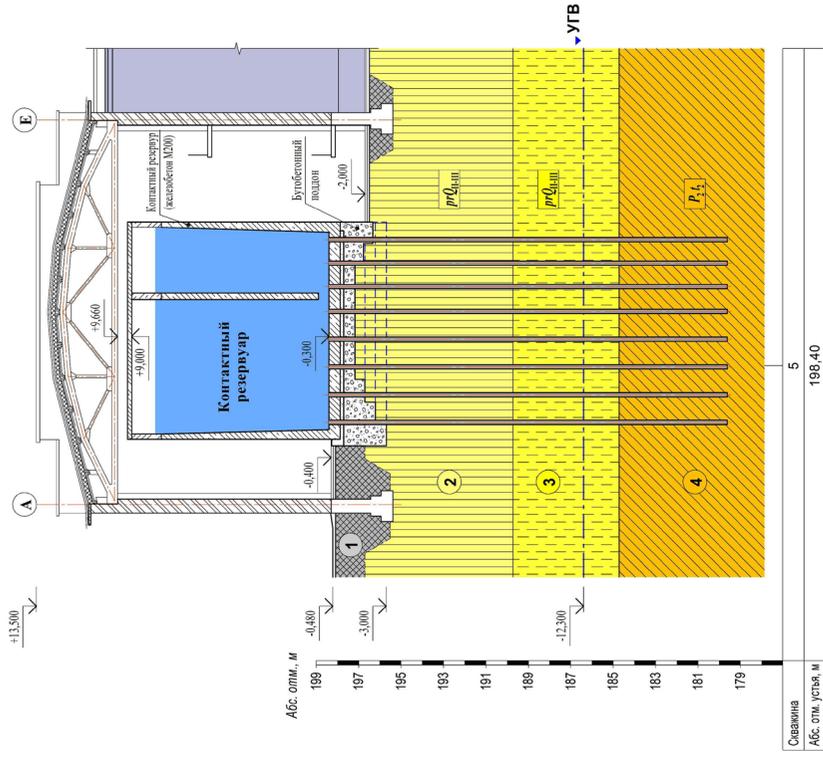


Рис. 13. Секция № 1 цеха озонирования с реконструированным контактным резервуаром, введенным в эксплуатацию, опирающимся на основание, усиленное буройнжектционными связями

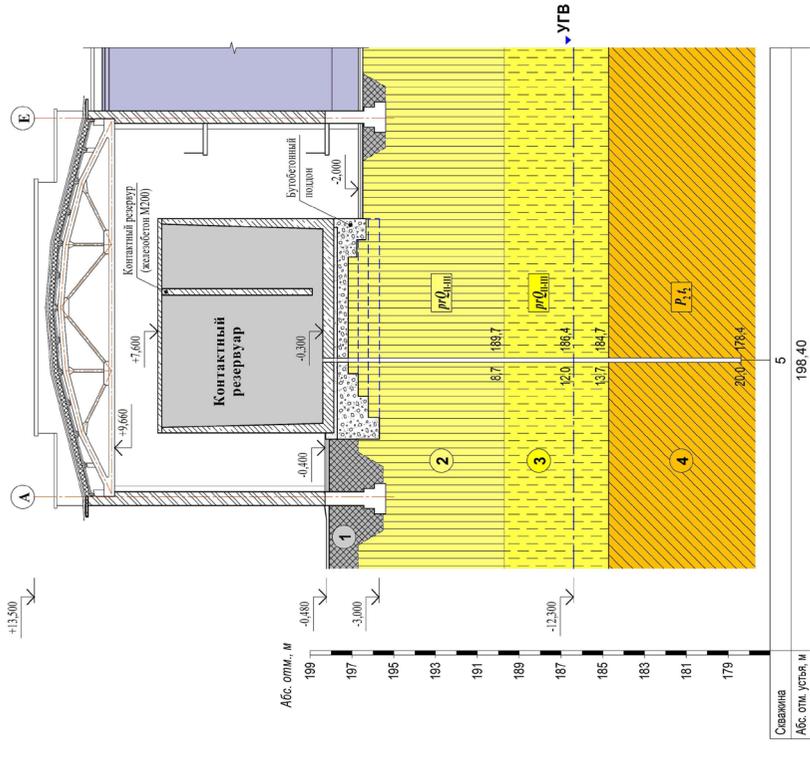


Рис. 12. Секция № 1 цеха озонирования с не эксплуатирующимся контактным резервуаром до выполнения работ по усилению его грунтового основания

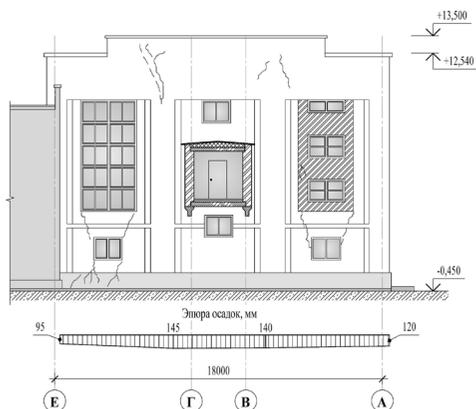


Рис. 2. Секция № 1. Наружная стена, ориентированная по оси «2»

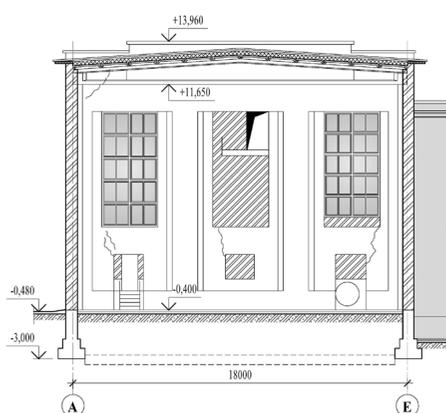


Рис. 3. Секция № 1. Внутренняя стена, ориентированная по оси «7»

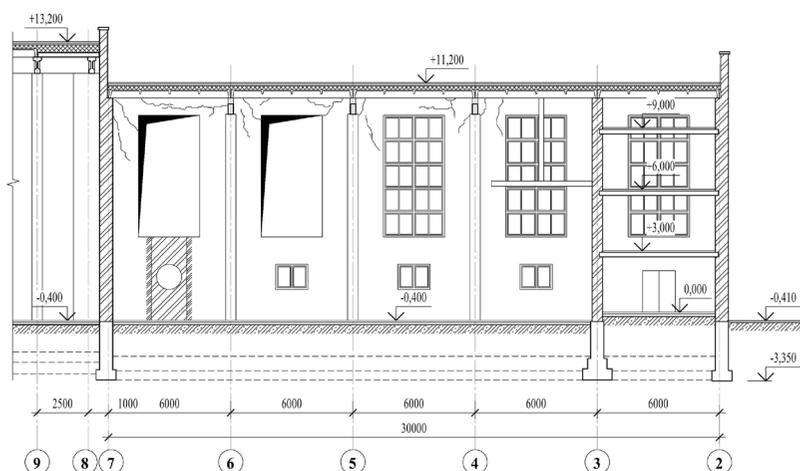


Рис. 4. Секция № 1 и административно-лабораторный блок. Наружная стена, ориентированная по оси «А»

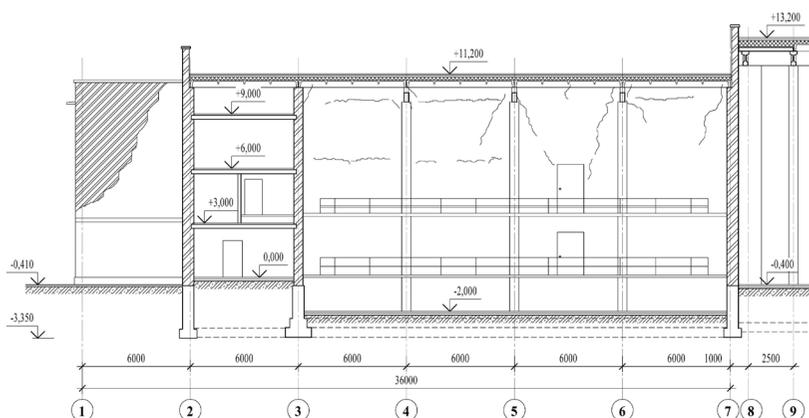


Рис. 5. Секция № 1 и административно лабораторный блок. Внутренняя стена, ориентированная по оси «Е»

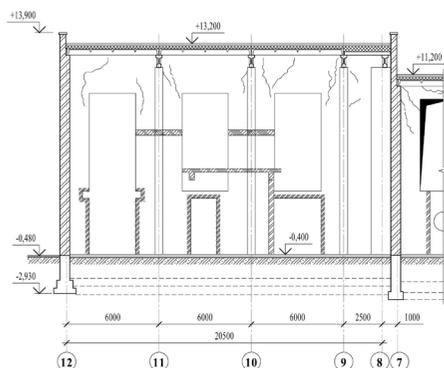


Рис. 6. Секция № 2. Наружная стена, ориентированная по оси «А»

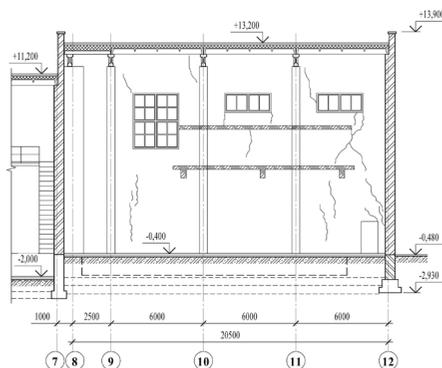


Рис. 7. Секция № 2. Внутренняя стена, ориентированная по оси «Е»

Выполненными исследованиями было установлено, что развитие неравномерных деформаций цеха обусловлено следующими причинами:

1) деформациями грунтового основания, представленного лессовидными суглинками и супесями, обладающими просадочными свойствами, в значительной мере не утраченными в процессе эксплуатации ВПС (рис. 8);

2) различной степенью обводненности основания под различными частями здания, обусловленной неравномерным замачиванием грунтов техногенной и поверхностной природной водой;

3) неравномерной нагрузкой в виде сосредоточенных сил, передающейся на ленточные фундаменты от веса простенков и опирающихся на них: верхнего пояса кирпичных стен, большепролетных железобетонных балок, ферм и плит покрытия;

4) большими оконными проемами, наличие которых существенно снизило жесткость наружных несущих стен здания;

5) пробивкой нескольких оконных проемов в наружных стенах;

6) снижением пространственной жесткости корпуса № 2 из-за разборки монолитного железобетонного перекрытия, опиравшегося на стены секции;

7) различной пространственной жесткостью отдельных секций цеха, расположенных в осях «2-3», «2-7» и «7-12», обусловленной существенными различиями их конструктивных систем (рис. 1, 4–7).

Обследованиями фундаментов цеха было установлено:

1. Фундаменты под стенами здания – ленточные, на естественном грунтовом основании, выполнены из монолитного бетона со ступенчатой уширенной подошвой, опирающейся на подготовку из щебня известняка, втрамбованного в грунт (рис. 8–11 цв. вклейки).

2. Фактическая ширина подошвы фундаментов меньше проектной, однако, эта разница отчасти компенсируется большей, по сравнению с проектной, глубиной заложения.

3. В целом техническое состояние фундаментных конструкций исправное, каких-либо значительных дефектов в виде трещин, сколов углов и ребер, каверн, раковин, полостей или непробетонированных участков при обследовании обнаружено не было.

4. Из-под подошвы фундаментов, вскрытых шурфами № 1-4 (рис. 9 цв. вклей-



ки), струилась вода техногенного происхождения, аккумулировавшаяся в щебеночной подготовке.

При обследовании секций № 1 и № 2 были обнаружены утечки воды из водонесущих коммуникаций, особенно интенсивные из трубопроводов, расположенных в приямке между резервуаром и стеной здания, ориентированной по оси «Е». Уклоны поверхности отдельных участков территории, примыкающей к зданию цеха, в совокупности с неудовлетворительным состоянием отмостки, также способствовали обводнению грунтового основания цеха и, следовательно, значительному ухудшению прочностных и деформационных свойств грунтов.

Резервуар-смеситель и контактный резервуар, расположенные в секции № 1 цеха озонирования, представляют собой единую монолитную железобетонную конструкцию, опирающуюся на естественное грунтовое основание. Однако, если резервуар-смеситель эксплуатировался с момента введения ВПС в эксплуатацию, то контактный резервуар не эксплуатировался с момента постройки ВПС в 1951 году. Замеры осадки контактного резервуара показали, что резервуар получил существенный крен в сторону функционирующего, заполняющегося водой резервуара-смесителя, что обусловлено существенным влиянием последнего на напряженно-деформированное состояние грунтового основания, не заполнявшегося водой контактного резервуара (рис. 1).

В результате инженерно-геологических изысканий, выполненных АОТ ПИИ «Гипрокомунстрой», ТОО «Изыскатель», ООО «НижегородТИСИЗ» и ФГБОУ ВО «ННГАСУ», было установлено, что в геологическом строении участка, на котором расположены сооружениями ВПС «Слудинская», принимают участие:

1. *Современные отложения (Q_{II})*, представленные: 1) почвенно-растительным слоем мощностью 0,2-0,3 м и 2) насыпными грунтами мощностью от 0,2 до 1,5 м.

2. *Нерасчлененные верхне- и среднечетвертичные покровные отложения проблематичного генезиса (prQ_{II-III})*, представленные суглинками и супесями лессовидными желтовато-коричневыми, голубовато-серыми, серыми, местами с тонкими прослойками песка. Залегают с глубины 0,2–1,5 м. Мощность лессовидных отложений 12,8–15,2 м.

3. *Отложения татарского яруса верхней перми (P_2t_2)*, представленные песчано-мергелистыми породами, состоящими преимущественно из песчаников и алевролитов слабосцементированных, с прослойками мергелей глинистых и алевролитовых. Вскрытая мощность 1,5–2,0 м.

Следует отметить, что специалисты АОТ ПИИ «Гипрокомунстрой» генетический тип верхне- и среднечетвертичных покровных отложений на рассматриваемом участке классифицировали как перигляциальные (приледниковые $prglQ_{II-III}$) лессовые отложения, полагая, что толщи типичных лессов, распространенные в полосе с умеренным климатом, формировались в ледниковые эпохи в перигляциальных зонах.

До настоящего времени среди специалистов нет единого мнения о происхождении лессовых пород. Существует ряд оригинальных теорий, по-разному объясняющих накопление и формирование лессов (эоловая, водно-ледниковая, пролювиальная, делювиальная, аллювиальная, почвенно-аллювиальная и др.), авторами которых являются такие известные специалисты, как: Кригер Н. И., Денисов Н. Я., Минервин А. В., Сергеев Е. М. и многие другие. Поэтому нижегородские инженеры-геологи, описывая покровные четвертичные лессовые и лессовидные пылевато-глинистые отложения, не определяют их генетический тип, называя проблематичными.



Исследованиями, выполненными АОТ ПИИ «Гипрокоммунстрой», было установлено, что до начала строительства и эксплуатации ВНС «Слудинская» преобладающими разностями в покровных отложениях на рассматриваемом участке являлись желтовато-коричневые суглинки твердой и полутвердой консистенции, обладающие просадочными свойствами. В целом грунтовые условия относились к I типу по просадочности. Но ко времени обследования цеха озонирования преобладающими разностями стали суглинки серых тонов, составляющие 2/3 разреза всей исследованной толщи, что нехарактерно для рассматриваемого комплекса пород, особенно с учетом их весьма высокого расположения на водораздельном плато.

Появление и возрастание мощности суглинков серых тонов произошло преимущественно за счет изменения цвета желтовато-коричневых просадочных суглинков, подвергающихся в течение длительного времени интенсивному физическому и химическому воздействию воды, в результате чего толща суглинков серых тонов с частыми тонкими прослойками водонасыщенного песка, мощностью от 8,50 до 10 м при абсолютных отметках подошвы 184,60-183,65, характеризуется наибольшей обводненностью с преобладанием в ней мягкопластичных суглинков. Тугопластичные и полутвердые грунты встречаются в ней лишь в виде линз и прослоев.

В результате исследований, выполненных АОТ ПИИ «Гипрокоммунстрой», в толще лессовых отложений было выделено несколько разновидностей лессовых суглинков, а именно: 1) суглинки полутвердые; 2) суглинки тугопластичные; 3) суглинки мягкопластичные; 4) суглинки текучепластичные – характеристики которых представлены в нижеприведенной таблице, в соответствии с которыми грунтовое основание сооружений ВПС «Слудинская» характеризуется как крайне неоднородное по своим физическим, прочностным и деформационным свойствам, отличающееся повышенной сжимаемостью. Изысканиями, выполненными ННГАСУ, было установлено также, что суглинки, слагающие несущий слой грунтового основания, несмотря на интенсивное обводнение, не утратили в полной мере просадочных свойств.

Характеристики физико-механических свойств перигляциальных суглинков (по данным АОТ ПИИ «Гипрокоммунстрой»)

Номер	Наименование грунта	Плотность ρ , г/см ³	Угол внутреннего трения φ , градус	Удельное сцепление c , кПа	Модуль деформации E , кПа
1	Твердые и полутвердые	1,95	22	30	20 000
2	Тугопластичные	1,90	14	20	15 000
3	Мягкопластичные	1,85	9	10	9 000
4	Текучепластичные и текучие	1,80	5	5	7 000

Исследованиями напряженного состояния грунтового основания под ленточными фундаментами стен цеха, выполненными ННГАСУ, были установлены зависимости расчетного сопротивления несущего слоя грунтового основания R от показателя текучести J_L суглинков, величина которого определяется степенью насыщения грунтов водой (рис. 9). Использование этих зависимостей в расчетах напряженно-деформированного состояния грунтового основания под фундаментами здания цеха и грунтового основания контактного резервуара позволило установить следующее:



1. Средние давления под подошвой фундаментов цеха не превышают расчетного сопротивления грунтов, находящихся в полутвердом и тугопластичном состояниях.

2. При замачивании грунтов до полного водонасыщения, грунты несущего слоя переходят в мягкопластичное и текучепластичное состояние. В этом случае средние давления под фундаментами несущих стен цеха превышают (в ряде случаев значительно) расчетное сопротивление грунтового основания.

3. Среднее давление под контактными резервуаром, заполненным водой, превышает расчетное сопротивление водонасыщенного грунта несущего слоя, находящегося в мягкопластичном и тем более в текучепластичном и текучем состоянии.

4. Заполнение водой контактного резервуара увеличенного объема при введении его в эксплуатацию приведет к возникновению дополнительных напряжений под фундаментами наружных и внутренних несущих стен секции № 1, расположенных на очень небольших расстояниях от стен резервуаров, что повлечет за собой развитие дополнительных неравномерных осадок стен с большим раскрытием старых трещин и с образованием в них новых. Развития событий по такому сценарию допустить было нельзя.

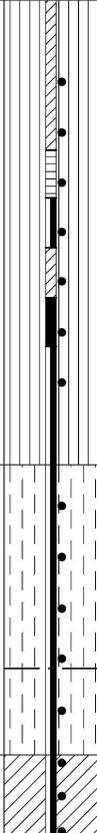
Номер слоя	Возраст	Разрез	Интервал глубин		Мощность слоя, м	Отметка подошвы слоя, м	Описание пород	Глубина отбора образца, м	УГВ, м	
			от	до					Появ.	Установ.
1	tQ_{IV}		0,00	0,50	0,50	197,90	Железобетон (днище контактного резервуара).			
2			0,50	0,70	0,20	197,70	Щебень магматических пород.			
3			0,70	1,20	0,50	197,20	Бутобетон (ложе резервуара).			
4	prQ_{II-II}		1,20	8,70	7,50	189,70	Суглинок на 1/3 толщи светло-коричневый, на 2/3 толщи серых тонов, лессовидный, просадочный, от туго- до текучепластичного.	2,20		
			3,20							
		4,20								
		5,20								
		6,20								
		7,20								
5	prQ_{II-II}	8,70	13,70	5,00	184,70	Супесь светло-коричневая лессовидная, просадочная, пластичная.	8,20			
		9,20								
		10,20								
		11,20								
		12,20								
						12,00				
						13,20		12,00	186,40	
	P_2t_2		13,70	16,70	3,00	183,70	Суглинок голубовато-серый, мягкопластичный.	14,20		
			15,20							
			16,20							

Рис. 8. Геолого-литологическая колонка скважины № 5 (см. рис. 1)

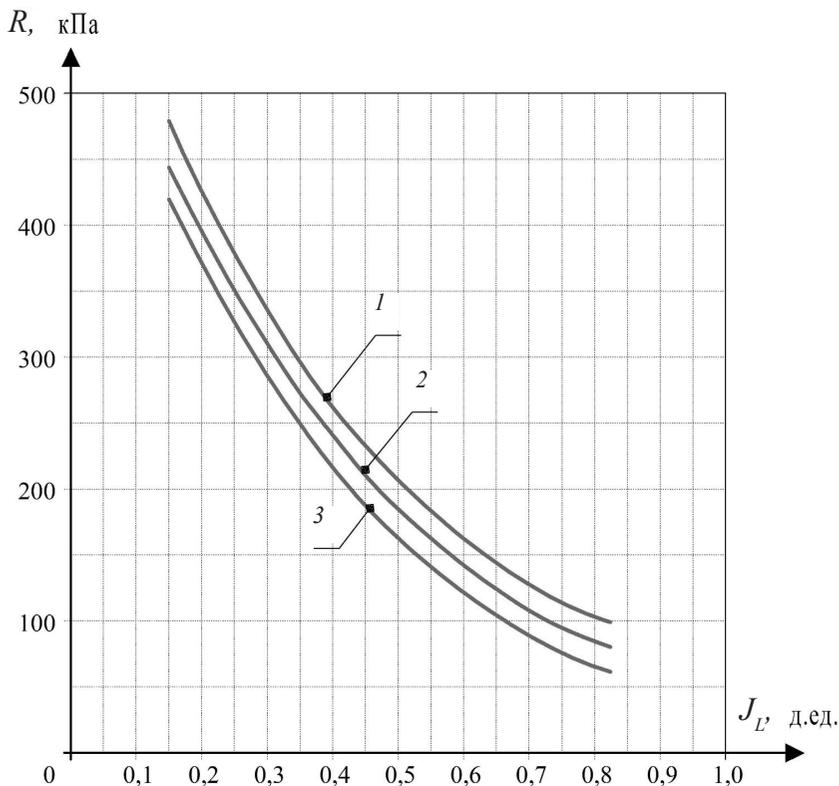


Рис. 9. Зависимости расчетного сопротивления грунта R несущего слоя основания от показателя текучести J_L под фундаментами несущих стен: 1 – на участке в осях «А/5»; 2 – на участке в осях «А/10-11»; 3 – на участке в осях «2/Е»

Для того чтобы обеспечить нормальные условия эксплуатации цеха озонирования после реконструкции, необходимо было исключить развитие дополнительных неравномерных деформаций здания. В качестве первого варианта решения этой задачи рассматривалось усиление грунтового основания с реконструкцией ленточных фундаментов под несущими стенами цеха. Однако в этом случае пришлось бы выполнить очень большой объем весьма трудоемких работ в очень стесненных условиях с отключением и даже временным демонтажом технологических трубопроводов большого диаметра, что привело бы к нарушению водоснабжения нагорной части города. Поэтому было принято решение об усилении основания контактного резервуара, работы по которому необходимо было выполнить до начала производства работ по наращиванию его стен.

В результате анализа известных способов усиления грунтовых оснований [3, 4] было решено выполнить усиление основания резервуара буроинъекционными сваями диаметром 220 мм и длиной 20 метров, нижние концы которых опираются на непросадочные мягкопластичные суглинки (рис. 10–12, рис. 12, 13 цв. вклейки). В этом случае следовало принять весьма ответственное решение по бурению 112 отверстий диаметром 220 мм в железобетонном днище резервуара. Поверочными расчетами было установлено, что такое решение не приведет к ослаблению прочности резервуара. В проекте усиления основания был разработан

весьма оригинальный узел, обеспечивающий жесткое сопряжение буринъекционных свай с днищем резервуара (рис. 13).

Кроме усиления основания контактного резервуара были разработаны и выполнены инженерные решения по увеличению прочности несущих стен и увеличению пространственной жесткости секций № 1 и № 2 с помощью преднапряженных арматурных поясов, выполненных по наружным периметрам секций.

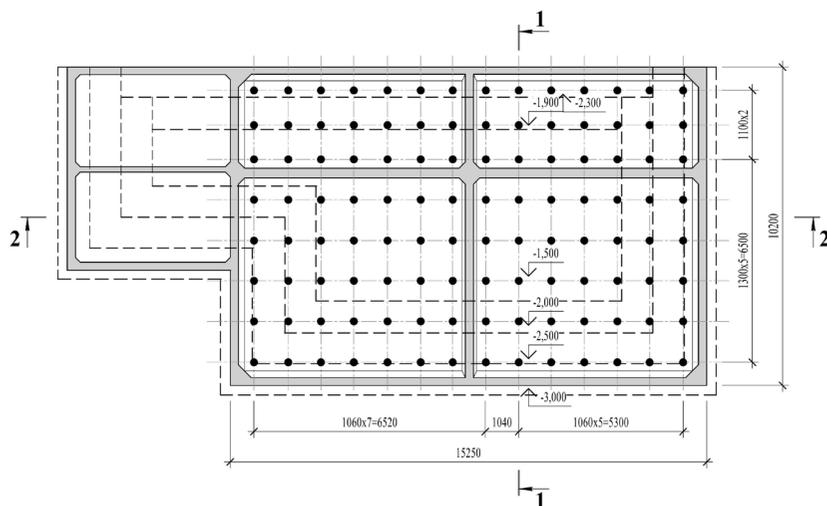


Рис. 10. Усиление основания контактного резервуара буринъекционными сваями. Схема расположения буринъекционных свай

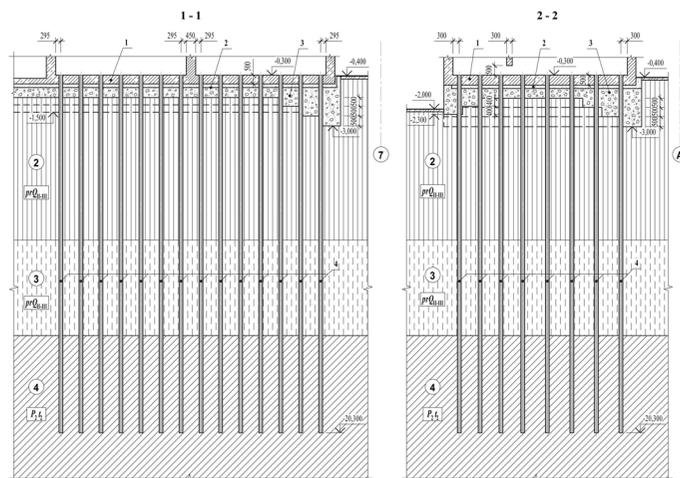


Рис. 11. Усиление основания контактного резервуара буринъекционными сваями: 1 – днище контактного резервуара; 2 – дренаж из щебня магматических пород; 3 – бутобетонный поддон. Разрезы 1-1 и 2-2 (см. рис. 10)

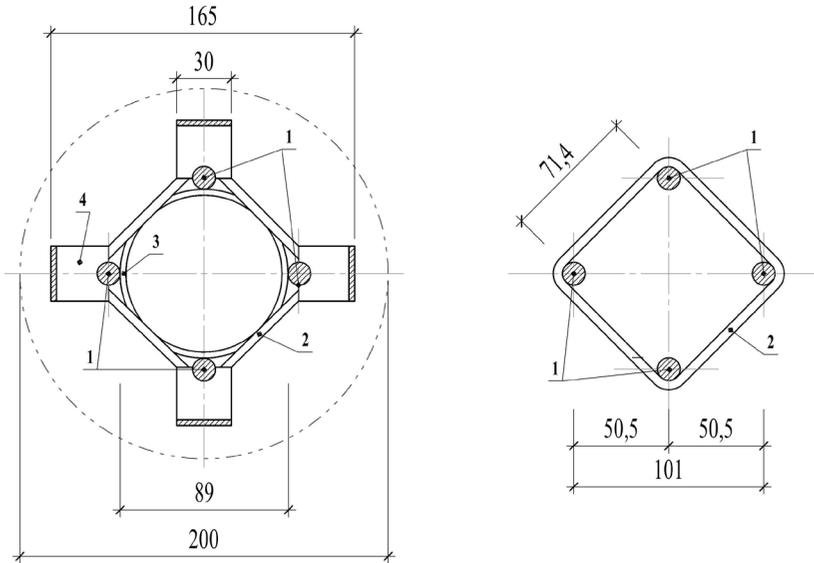


Рис. 12. Конструкция арматурного каркаса буройнъекционной сваи: 1 – продольные стержни $\text{Ø}16$ А400; 2 – поперечная арматура $\text{Ø}8$ А240; 3 – обрезок трубы с наружным диаметром 95 мм, обеспечивающий сопряжение отдельных секций арматурного каркаса; 4 – П-образные фиксаторы из полосовой стали, обеспечивающие проектную толщину защитного слоя бетона

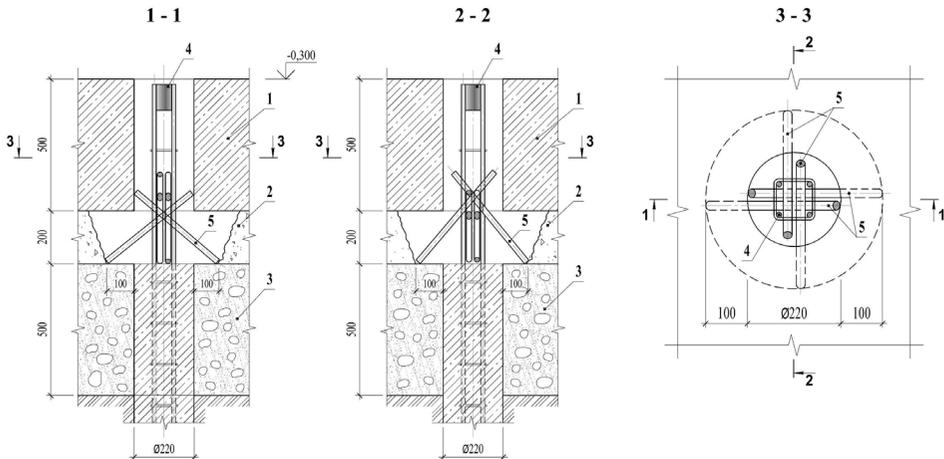


Рис. 13. Узел сопряжения буройнъекционной сваи с дном контактного резервуара: 1 – днище контактного резервуара; 2 – дренаж из щебня магматических пород; 3 – бутобетонный поддон

Результаты геотехнического мониторинга технического состояния строительных конструкций цеха озонирования и реконструированных резервуаров, расположенных в секции № 1, подтвердили правильность и эффективность принятых решений. Введение в эксплуатацию контактного резервуара увеличенного объема с усиленным основанием не привело к развитию неравномерных осадок как самого резервуара, так и здания цеха озонирования.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты : свод правил : издание официальное : утвержден Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 27.12.2010 № 786 : актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 : дата введения 20 мая 2011. – Москва, 2011. – 85 с. – Текст : непосредственный.
2. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений : свод правил : издание официальное : утвержден Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16.12.2016 : дата введ. 17.06.2017 № 970/пр : актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* : дата введения 1 июля 2017. – Москва, 2016. – 225 с. – Текст : непосредственный.
3. Основания и фундаменты резервуаров / Ю. К. Иванов [и др.] ; под редакцией П. А. Коновалова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Стройиздат, 1989. – 223 с. – ISBN 5-274-00556-X. – Текст : непосредственный.
4. Швец, В. Б. Усиление и реконструкция фундаментов / В. Б. Швец, В. И. Феклин, Л. К. Гинзбург. – Москва : Стройиздат, 1985. – 203 с. – Текст : непосредственный.

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

REINFORCEMENT OF A SOIL BASE OF A CAST-IN-SITU REINFORCED CONCRETE TANK BY SCREW INJECTION PILES

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

Key words: reinforced concrete tank, soil base, reinforcement, injection piles.

The article presents the results of the analysis of ways to ensure normal operating conditions of the building of the ozonation shop of a water supply station.

REFERENCES

1. SP 24.13330.2011. Svaynye fundamenti [Pile foundations] : svod pravil : utverzhdyon Prikazom Ministerstva regionalnogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii ot 27.12.2010 № 786 : aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.02.03-85 : data vved. 20.05.2011. Moscow. 2011, 85 p.
2. SP 22.13330.2016. Osnovaniya zdaniy i sooruzheniy [Bases of buildings and structures]: svod pravil : utverzhdyon Prikazom Ministerstva stroitelstva i zhilishno-kommunalnogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii ot 16.12.2016 : data vved. 17.06.2017 № 970/пр: aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.02.01-83* : data vvedeniya 01.07.2017. Moscow. 2016, 225 p.
3. Ivanov Yu. K., et al. Osnovaniya i fundamenti rezervuarov [Bases and foundations of tanks] / 4-e izd., pererab. i dop. – Moscow : Sroyizdat, 1989, 223 p. ISBN 5-274-00556-X.
4. Shvets V. B., Feklin V. I., Ginzburg L. K. Usilenie i rekonstruktsiya fundamentov [The reinforcement and reconstruction of foundations]. Moscow : Sroyizdat, 1985, 203 p.

© Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев, 2020

Получено: 27.03.2020 г.



УДК 528.48

Г. А. ШЕХОВЦОВ, д-р техн. наук, проф. кафедры геоинформатики, геодезии и кадастра; **Ю. Н. РАСКАТКИН**, канд. техн. наук, доц. кафедры технологии строительства

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ КООРДИНАТНОГО СПОСОБА КОНТРОЛЯ ПОДКРАНОВОГО ПУТИ ПОЛЯРНОГО КРАНА

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

Ключевые слова: диаметр, координаты, ошибка, подкрановый путь, радиус, центр.

Рассматривается методика контроля геометрических параметров замкнутого 10-звеньевого монорельсового пути полярного крана. Методика основана на определении координат осевых точек рельса с одной или нескольких станций электронного тахеометра с перевычислением координат из одной системы в другую. Выполнено знаковое моделирование, по результатам которого продемонстрирована методика вычисления диаметров кранового пути и фактических координат его центра. Показан переход от фактических координат осевых точек к нулевым координатам центра, по которым производится определение радиусов кранового пути. Описан способ вычисления с контролем отклонений осевых точек рельса от их проектного положения и приведены формулы оценки точности. Предложена геометрическая интерпретация, дающая наглядное представление о деформациях подкранового пути. Рассмотрены два варианта рихтовки, основанные на приведении рельса к номинальному или оптимальному значению диаметра.

Мостовые краны радиального действия реакторных отделений АЭС (полярные краны) устанавливаются на горизонтальном монорельсовом замкнутом пути, состоящим из отдельных рельсовых звеньев (рис. 1).

Вопросы контроля такого рельсового пути можно встретить лишь в работах [1–7], где основным методом съемки являлись рулеточные и теодолитные измерения. Однако эти методики даже с возможным применением лазерных рулеток и электронных тахеометров отличаются трудоемкостью, связанной с большим количеством линейных и угловых измерений и высокой степенью опасности для исполнителей.

Особый интерес представляет *координатный способ* контроля. Он предусматривает непосредственное определение с помощью электронного тахеометра координат осевых точек подкрановых рельсов, по которым можно вычислить расстояние D (ширину колеи) между такими диаметрально расположенными точками и радиус R рельсового пути.

В статье предлагаются теоретические основы такого координатного способа. С этой целью было произведено знаковое моделирование. В качестве модели фигурировала схема равномерно расположенных на рельсе его осевых точек 1, 2, 3, ..., 18, 19, 20 (рис. 2).

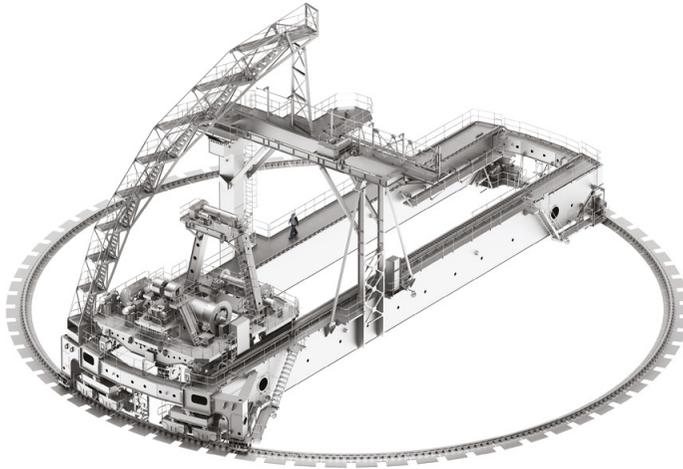


Рис. 1. Полярный кран реакторного отделения АЭС

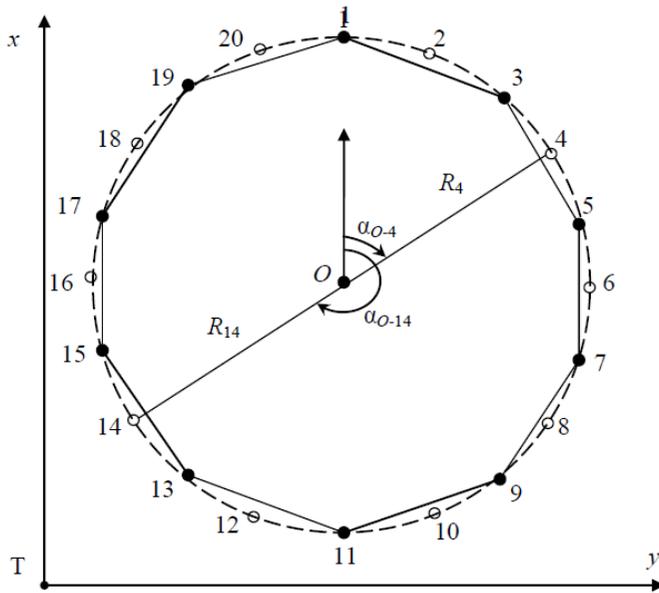


Рис. 2. Схема расположения осевых точек рельса

Количество точек выбрано из расчета, что крановый путь скомпонован из 10 отдельных дугообразных рельсовых звеньев 1-2-3, 3-4-5, ..., 17-18-19, 19-20-1.

Рассмотрим случай контроля рельсового пути по окончании его монтажа, когда все точки можно наблюдать с одной точки стояния электронного тахеометра Т. С этой точки определяют в некоторой системе xTy прямоугольные координаты x_i , y_i осевых точек рельса. Результаты измерений на модели этих координат с использованием программы *Graphisoft ArchiCAD 15* с имитацией деформаций кранового пути представлены в табл. 1 (стб. 2, 3). Все измерения и последующие вычисления



выполнены в некоторых условных непоименованных единицах.

По координатам диаметрально расположенных точек 1-11, 2-12, 3-13,4-14... уже можно путем решения обратной геодезической задачи определить ширину колеи D рельсового пути (стб. 4) и при необходимости ее дирекционный угол α . Однако равенство ширины колеи ее проектному значению не гарантирует правильного расположения этих точек относительно центра кранового пути. Для определения этого расположения необходимо знать фактические координаты x_0 и y_0 центра и расстояния от него до этих точек (радиусы R).

Таблица 1

Результаты моделирования с использованием *ArchiCAD 15*

Точка	Измеренные координаты		Ширина колеи D	Приведенные координаты		Радиус R	ΔR
	x	y		$x_{пр}$	$y_{пр}$		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	34 722	20 260	28 533	14 316,2	29,5	14 283	38
2	34 082	24 627	28 627	13 643,2	4 396,5	14 334	89
3	31 944	28 579	28 414	11 505,2	8 348,5	14 215	-30
4	28 818	31 736	28 430	8 412,2	11 505,5	14 233	-11
5	24 779	33 821	28 469	4 373,2	13 590,5	14 267	22
6	20 521	34 462	28 469	115,2	14 231,5	14 232	-13
7	15 985	33 753	28 508	-4 420,8	13 522,5	14 237	-8
8	11 945	31 629	28 411	-8 460,8	11 398,5	14 215	-30
9	8 917	28 586	28 495	-11 488,8	8 355,5	14 233	-12
10	6 911	24 629	28 539	-13 494,8	4 398,5	14 225	-20
11	6 189	20 260	28 533	-14 216,8	29,5	14 250	5
12	6 845	15 814	28 627	-13 560,8	-4 416,5	14 293	48
13	8 906	11 948	28 414	-11 499,8	-8 282,5	14 199	-46
14	12 073	8 761	28 430	-8 332,8	-11 469,5	14 196	-48
15	16 088	6 711	28 469	-5 317,8	-13 519,5	14 202	-42
16	20 390	5 993	28 469	-15,8	-14 237,5	14 238	-7
17	24 844	6 656	28 508	4 438,2	-13 574,5	14 271	27
18	28 818	8 771	28 411	8 379,2	-11 459,5	14 196	-49
19	31 944	11 802	28 495	11 505,2	-8 428,5	14 262	17
20	34 054	15 811	28 539	13 615,2	-4 419,5	14 315	70

Задача определения координат центра окружности кранового пути может решаться различными способами. Так, например, в системе *MatLab* [8] разработана программа поиска окружности, основанная на минимизации суммы квадратов расстояний имеющихся точек от этой окружности. Однако здесь оптимальные координаты центра могут не совпадать с их фактическими значениями и не минимизируется количество точек, подлежащих рихтовке.

Обратим внимание, что каждое рельсовое звено имеет по три точки с известными координатами. Поэтому для каждого звена можно вычислить координаты x_i и y_i центра его дуги и радиус R_i по приведенной методике в работе [9]. Теперь



параметры всей окружности x_0 , y_0 и R_0 можно найти как среднее арифметическое из всех троек. Но следует иметь в виду, что вытянутая конфигурация сектора отдельного звена существенно влияет на точность определения его x_i , y_i и R_i . Так, при $R = 20,5$ м изменение координат средней точки звена всего лишь на 1 мм вызывает изменение координат центра и радиуса до 25 мм.

Наиболее приемлемым считаем третий путь решения задачи, который заключается в определении фактических координат центра окружности кранового пути как среднего арифметического значения из координат осевых точек:

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}. \quad (1)$$

В данном случае точность определения координат x_0 и y_0 равна m/\sqrt{n} , где m – средняя квадратическая ошибка определения координат осевых точек рельсов, а n – количество таких точек. Расчеты показывают, что даже при $m = 3$ мм и $n \geq 10$ ошибка определения координат x_0 и y_0 не превысит 1 мм.

Подсчитанные по формулам (1) координаты центра окружности x_0 и y_0 оказались равными соответственно 20 438,8 и 20 230,5 условных единиц. Для упрощения последующих вычислений следует фактические координаты x_i и y_i осевых точек привести к координатам центра $x_0 = 0$ и $y_0 = 0$. Для этого необходимо найти разности:

$$x_{i(\text{пр})} = x_i - x_0, \quad y_{i(\text{пр})} = y_i - y_0. \quad (2)$$

Подсчитанные по формулам (2) приведенные координаты осевых точек $x_{\text{пр}}$ и $y_{\text{пр}}$ представлены в табл. 1 (стб. 5, 6). Теперь подсчитанные по формулам (1) координаты центра окружности x_0 и y_0 оказались равными соответственно 0,1 и 0,1, то есть практически равны нулю. В этом случае любой радиус R_i можно найти по теореме Пифагора:

$$R_i = \sqrt{x_{i(\text{пр})}^2 + y_{i(\text{пр})}^2}. \quad (3)$$

Результаты вычислений по формуле (3) представлены в табл. 1 (стб. 7). Примем в качестве проектной величины радиуса кранового пути среднее арифметическое значение $R_0 = 14 244,8$. Тогда отклонения осевых точек рельса ΔR (стб. 8) от их проектного положения будут равны:

$$\Delta R_i = R_i - R_0. \quad (4)$$

Теперь наглядное представление о деформациях подкранового пути можно получить, если на фактическое положение осевых точек рельсового пути наложить их проектное положение в виде окружности проектного радиуса с центром, совпадающим с центром кранового пути (рис. 3).

На этой схеме пунктиром показана окружность проектного радиуса R_0 и отклонения ΔR осевых точек рельсового пути относительно этой окружности. Причем, если эти точки расположены внутри окружности, то отклонения имеют знак плюс, вне окружности – знак минус.

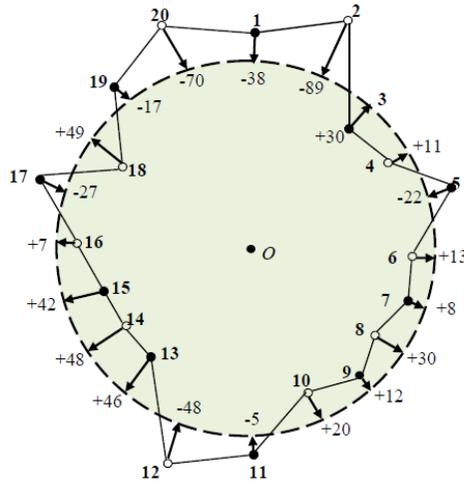


Рис. 3. Положение осевых точек рельсового пути относительно окружности проектного радиуса

Стрелками показаны направления и величина ΔR «рихтовки» рельсового пути для приведения его в идеальное состояние. Контролем такой схемы может служить равенство (5) с учетом знаков ΔR :

$$D_i + \Delta R_i + \Delta R_{i+10} = 2R_0, \quad (5)$$

где D_i – диаметры 1-11, 2-12, 3-13, ..., 9-19, 10-20, полученные путем решения обратной геодезической задачи по координатам противоположных точек сети (стб. 4, табл. 1), а ΔR_i и ΔR_{i+10} – отклонения этих точек от их проектного положения.

В геодезической литературе можно встретить различные варианты алгоритмов расчета оптимальных данных для рихтовки подкрановых путей. Применительно к полярному крану наиболее приемлемыми можно считать два варианта. Первый вариант предусматривает приведение рельса к номинальному значению диаметра. Простое решение этого варианта представлено на рис. 3.

Второй вариант предусматривает приведение рельса к оптимальному значению диаметра, обеспечивающему рихтовку в минимально возможном числе точек при соблюдении условия $\sum_{i=1}^n \Delta R^2 \rightarrow \min$. Для простого решения этого варианта достаточно уменьшить или увеличить в пределах машиностроительного допуска радиус окружности на рис. 3 на некоторую величину и получить новые значения ΔR , уменьшенные или увеличенные на эту же величину с последующим их анализом.

Так, в табл. 2 представлены отклонения ΔR осевых рельсовых точек при значениях радиуса, отличающихся от номинального значения R_0 (стб. 2) на -1, -2, -3, -4, +1, +2, +3 условных единицы (стб. 3–9).



Таблица 2

Определение оптимального значения радиуса

Точка	Отклонения ΔR при различных значениях радиуса							
	R_0	$R_0 - 1$	$R_0 - 2$	$R_0 - 3$	$R_0 - 4$	$R_0 + 1$	$R_0 + 2$	$R_0 + 3$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	38	37	36	35	34	39	40	41
2	89	88	87	86	85	90	91	92
3	-30	-31	-32	-33	-34	-29	-28	-27
4	-11	-12	-13	-14	-15	-10	-9	-8
5	22	21	20	19	18	23	24	25
6	-13	-14	-15	-16	-17	-12	-11	-10
7	-8	-9	-10	-11	-12	-7	-6	-5
8	-30	-31	-32	-33	-34	-29	-28	-27
9	-12	-13	-14	-15	-16	-11	-10	-9
10	-20	-21	-22	-23	-24	-19	-18	-17
11	5	4	3	2	1	6	7	8
12	48	47	46	45	44	49	50	51
13	-46	-47	-48	-49	-50	-45	-44	-43
14	-48	-49	-50	-51	-52	-47	-46	-45
15	-42	-43	-44	-45	-46	-41	-40	-39
16	-7	-8	-9	-10	-11	-6	-5	-4
17	27	26	25	24	23	28	29	30
18	-49	-50	-51	-52	-53	-48	-47	-46
19	17	16	15	14	13	18	19	20
20	70	69	68	67	66	71	72	73
$\Sigma \Delta R^2$	27 076	26 998	26 958	26 956	26 992	27 192	27 346	27 538

Данные табл. 2 свидетельствуют о том, что наименьшему значению $\Sigma \Delta R^2$ соответствуют два значения радиуса: $R_0 - 2$ и $R_0 - 3$.

Исследование формул (3) и (4) с позиций теории ошибок показывает, что точность определения радиуса $m_R = m$, а точность определения отклонений ΔR осевых точек рельса равна $m_{\Delta R} = m\sqrt{n} + 1/n$, где m – точность определения координат точек, число которых равно n . В свою очередь, точность m_D определения ширины колеи путем решения обратной геодезической задачи между диаметрально противоположными осевыми точками рельсов равна $m\sqrt{2}$.

Когда на рельсах установлен кран, то конструкции его моста будут препятствовать определению координат всех точек с одной станции, условно показанной на рис. 4 точкой Т.

Допустим, что тахеометром, установленным на мосту крана, при первом его положении определяют координаты точек 15, 16, ..., 1, 2 и точек 5, 6, ..., 11, 12 (рис. 5).

При втором положении моста определяют координаты ранее невидимых точек 3, 4 и 13, 14 и для контроля всех других видимых точек. По этим данным уже можно вычислить диаметр (ширину колеи) кранового пути, причем некоторые диаметры можно вычислить дважды.

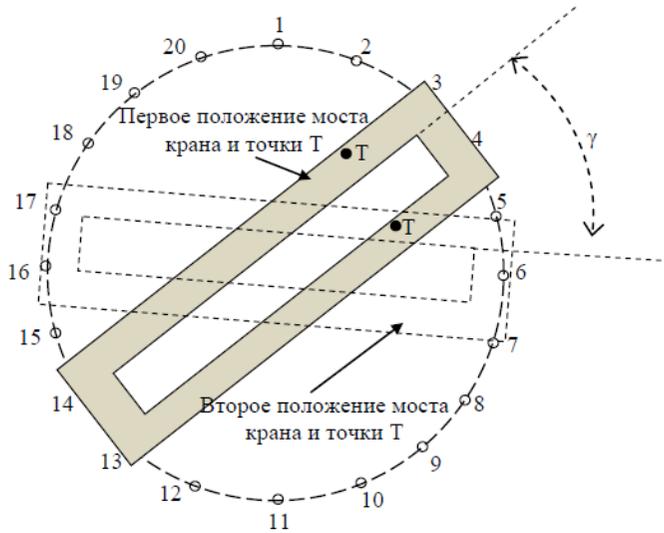


Рис. 5. Возможное расположение моста крана при съемке осевых точек рельса

Для осуществления геометрической интерпретации результатов съемки в виде рис. 4 необходимо выполнить пересчет координат точек 3, 4 и 13, 14 в систему координат точек 15, 16, ..., 1, 2 и точек 5, 6, ..., 11, 12. Этот пересчет может осуществляться следующим образом.

Пусть (рис. 6а) при первом положении моста крана определены в системе xOy координаты точки 1 (x_1 и y_1). При втором положении моста определены в другой системе $x'O'y'$ координаты точки 1 (x'_1 и y'_1) и точки 2 (x'_2 и y'_2), причем оси обеих систем взаимно параллельны.

В этом случае координаты точки 2 (x_2 и y_2) в системе xOy будут равны:

$$x_2 = x'_1 - x'_2 - x_1, y_2 = y'_1 + y'_2 + y_1, \quad (6)$$

а точность определения перевычисленных координат точки 2 будет равна $m_{x_2} = m_{y_2} = m\sqrt{3}$, то есть при $m = 1; 2; 3$ мм эти ошибки будут 1,7; 3,5; 5,2 мм.

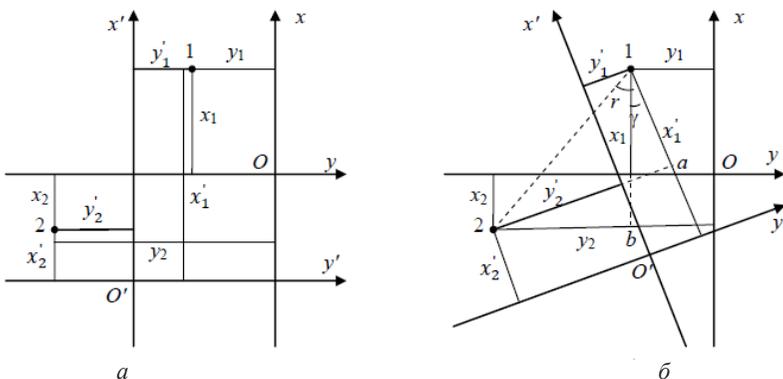


Рис. 6. Схемы к пересчету координат из одной системы в другую



Пусть во втором случае (рис. 6б) координатные оси системы $x'O'y'$ развернуты относительно системы xOy на некоторый угол γ , соответствующий углу поворота моста крана относительно его первоначального положения. Из прямоугольного треугольника 1-2- a с катетами $1-a = \Delta x'$ и $2-a = \Delta y'$ находим расстояние между точками $(1-2) = \sqrt{(\Delta x')^2 + (\Delta y')^2}$ и румб r этого направления по формуле $\text{arctg } r = \Delta y' / \Delta x'$. Из прямоугольного треугольника 1-2- b находим его катеты $(1-b) = (1-2)\cos(r-\gamma)$ и $(2-b) = (1-2)\sin(r-\gamma)$. Теперь координаты точки 2 (x_2 и y_2) в системе xOy будут равны:

$$\begin{aligned}x_2 &= (1-b) - x_1 = (1-2)\cos(r-\gamma) - x_1, \\y_2 &= (2-b) + y_1 = (1-2)\sin(r-\gamma) + y_1,\end{aligned}\tag{7}$$

а точность определения перевычисленных координат точки 2 (при обозначении $r - \gamma = \beta$) равна:

$$\begin{aligned}m_{x_2}^2 &= m^2 (2\cos^2\beta + 1) + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} (1-2)^2 \sin^2\beta, \\m_{y_2}^2 &= m^2 (2\sin^2\beta + 1) + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} (1-2)^2 \cos^2\beta.\end{aligned}\tag{8}$$

В результате вычислений установлено, что если ошибка m_β не превышает 60", а расстояние между точками 1 и 2 равно проектному значению 6,4 м, то вторыми слагаемыми в формулах (8) можно пренебречь ввиду их малости.

В заключение отметим, что предлагаемая методика контроля по сравнению с известными позволяет повысить безопасность выполнения и надежность полевых измерений. При этом значительно упрощаются вычисления геометрических параметров подкранового пути, его деформационных характеристик и обеспечивается их геометрическая интерпретация.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Литвин, Г. М. Геодезические работы при определении геометрии круговых подкрановых путей / Г. М. Литвин. – Текст : непосредственный // Инженерная геодезия : Республиканский межведомственный научный сборник. – Киев, 1988. – Вып. 31. – С. 43–45.
2. Уставич, Г. А. Методы контроля подъемного оборудования на АЭС / Г. А. Уставич, С. В. Демин. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 1988. – № 3. – С. 28–32.
3. Бурак, К. Е. Расчет оптимальных данных для рихтовки пути полярного крана реакторного отделения АЭС / К. Е. Бурак. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 1992. – № 7. – С. 23–26.
4. Бурак, К. Е. О контроле за состоянием подкранового пути полярного крана реакторного отделения АЭС / К. Е. Бурак. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 1993. – № 5. – С. 20–22.
5. Съёмка подкрановых путей полярного крана АЭС / Г. А. Уставич, А. В. Кошелев, С. И. Шестаков, П. П. Мурзинцев, А. М. Русков. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 1994. – № 10. – С. 13–15.
6. Бурак, К. Е. Геодезические работы для расчета рихтовки пути полярных кранов АЭС / К. Е. Бурак, П. Ф. Шпаковский, В. П. Малов. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 1996. – № 12. – С. 22–25.
7. Дувидович, Д. И. Опыт косвенного измерения диаметра кранового пути полярного крана АЭС / Д. И. Дувидович, Ю. И. Кирочкин, А. С. Липатов. – Текст : непосредственный //



Ремонт, восстановление, модернизация. – 2005. – № 5. – С. 22–26.

8. Кетков, Ю. Л. MatLab 7. Программирование, численные методы / Ю. Л. Кетков, А. Ю. Кетков, М. М. Шульц. – Санкт–Петербург : БХВ – Петербург, 2005. –752 с. – ISBN 5-94157-437-2. – Текст : непосредственный.

9. Шеховцов, Г. А. О координатном способе определения положения центра и радиуса звеньев рельсового пути полярного крана / Г. А. Шеховцов, Ю. Н. Раскаткин. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2020. – № 1. – С. 82–92.

SHEKHOVTSOV Gennady Anatolevich, doctor of technical sciences, professor of the chair of geoinformatics, geodesy and cadastre; RASKATKIN Yury Nikolaevich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of building technology

THEORETICAL FUNDAMENTALS AND RESULTS OF MODELING THE COORDINATE METHOD FOR CONTROLLING THE CRANE PATH OF A POLAR CRANE

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

Key words: diameter, coordinates, error, crane path, radius, center.

The article considers a method of controlling geometric parameters of a closed 10-link monorail track of a polar crane. The method is based on determining the coordinates of the axial points of the rail from one or more stations of the electronic total station with the conversion of coordinates from one system to another. A landmark simulation was performed, which demonstrated a method for calculating the diameter of the crane path and the actual coordinates of its center. The transition from the actual coordinates of the center points to the zero coordinates of the center, which are used to determine the radii of the crane path, is shown. The method of calculation with control of deviations of axial points of a rail from their design position is described and formulas of an estimation of accuracy are given. A geometric interpretation is proposed that provides a visual representation of the deformations of the crane path. Two variants of straightening are considered, based on bringing the rail to the nominal or optimal diameter value.

REFERENCES

1. Litvin G. M. Geodesicheskie raboty pri opredelenii geometrii krugovykh podkranovykh putey [Geodetic works in determining the geometry of circular crane paths] // Inzhenernaya geodeziya [Engineering geodesy]. Respublikanskiy mezhvedomstvenny nauchny sbornik, Kiev. 1988. № 3. P. 43–45.

2. Ustavich G. A., Dyomin S. V. Metody kontrolya podyomnogo oborudovaniya na AES [Methods of control of lifting equipment at nuclear power plants]. Geodeziya i kartografiya [Geodesy and cartography]. 1988. № 3. P. 28–32.

3. Burak K. E. Raschyot optimalnykh dannykh dlya rikhtovki puti polyarnogo kрана реакторного отделения AES [Calculation of optimal data for straightening the path of a polar crane of the NPP reactor department]. Geodeziya i kartografiya [Geodesy and cartography]. 1992. № 7. P. 23–26.

4. Burak K. E. O kontrole za sostoyaniem podkranovogo puti polyarnogo kрана реакторного отделения AES [About control of condition of a polar crane way of the NPP reactor department]. Geodeziya i kartografiya [Geodesy and cartography]. 1993. № 5. P. 20–22.



5. Ustavich G. A., Koshelev A. V., Shestakov C. I., Murzintsev P. P., Ruskov A. M. Syomka podkranovykh putey polyarnogo krana AES [Shooting of the crane tracks of the NPP polar crane]. Geodeziya i kartografiya [Geodesy and cartography]. 1994. № 10. P. 13–15.

6. Burak K. E., Shpakovsky P. F., Malov V. P. Geodezicheskie raboty dlya raschyota rikhtovki puti polyarnykh kranov AES [Geodetic works for calculating the straightening of the polar cranes of nuclear power plants]. Geodeziya i kartografiya [Geodesy and cartography]. 1996. № 12. P. 22–25.

7. Duvidovich D. I., Kirochkin Yu. I., Lipatov A. S. Opyt kosvennogo ismereniya diametra kranovogo puti polyarnogo krana AES [Experience of indirect measurement of the diameter of the crane track of the polar crane of nuclear power plants]. Remont, vosstanovlenie, modernizatsiya [Repair, restoration, modernization]. 2005. № 5. P. 22–26.

8. Ketkov Yu. L., Ketkov A. Yu., Shults M. M. MatLab 7. Programirovanie, chislennye metody [MatLab 7. Programming, numerical methods]. Saint-Petersburg, BKhV – Peterburg, 2005, 752 p. ISBN 5-94157-437-2.

9. Shekhovtsov G. A., Raskatkin Yu. N. O koordinatnom sposobe opredeleniya polozheniya tsentra i radiusa zvenev relsovogo puti polyarnogo krana [About a coordinate method of determination of position of the center and radius of links of a rail track of the polar crane]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [PrivolzhskyScientificJournal], Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2020. № 1. С. 82–92.

© Г. А. Шеховцов, Ю. Н. Раскаткин, 2020

Получено: 20.03.2020 г.

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

УДК 697:621.182.232

Д. В. СУВОРОВ, канд. техн. наук, ст. преп. кафедры теплогазоснабжения

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВНЕШНЕГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ПРОПАН-БУТАНОВУЮ СМЕСЬ ПРИ ТУРБУЛЕНТНОМ РЕЖИМЕ ЕЕ ГОРЕНИЯ

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

Ключевые слова: пламя, электрическое поле, теплоэнергетика, горение, котельные, энерго-эффективность, экология, продукты сгорания.

Представлены экспериментальные исследования по изменению продуктов сгорания пропан-бутановой смеси при сжигании топлива в условиях внешнего электрического поля высокой напряженности, образованного кольцевым электродом, расположенным по ходу движения газо-воздушной смеси.

В Российскую Федерацию входят 85 субъектов, которые располагаются в различных климатических условиях и многие из них нуждаются в выработке тепловой энергии длительное время года. Выработка теплоты производится в котельных установках на базе широкого ряда котлоагрегатов отечественного и зарубежного производства. Котельные для выработки тепловой энергии на нужды потребителей составляют большую часть топливно-энергетического комплекса страны, развитие которого представляет важную задачу для развития страны и снижения стоимости конечных товаров и услуг для потребителей.

Современные решения повышения эффективности котлоагрегатов применимы в большей степени к вновь разрабатываемым котлам, либо к оптимизации конвективного процесса теплоотдачи от продуктов сгорания к теплоносителю с последующим увеличением площади тепловоспринимающих поверхностей, либо снижением скорости движения продуктов сгорания для увеличения времени теплообмена между средами.

В данной статье рассмотрен новаторский способ повышения теплотехнических и экологических характеристик котлоагрегатов при помощи воздействия внешнего электрического поля на факел пламени котлоагрегата [1, 2, 3, 4]. Во многом данные исследования носят фундаментальный характер, но мы предлагаем использовать накопленные результаты человечества в прикладной отрасли теплоэнергетики для повышения эффективности выработки теплоты на нужды отопления жилых, общественных и производственных зданий и сооружений.

Решение задачи затрагивает сразу множество аспектов происходящих процессов. С физической точки зрения является квазинейтральной плазмой со сверхравновесной концентрацией заряженных частиц, что говорит о потенциале воздействия на процесс внешним электрическим полем. При этом концентрация заряженных частиц превышает равновесную ввиду активного участия процесса хемионизации, и радикалы, образующиеся при протекании реакции окисления, могут быть как ионами/катионами, так и диполями, имеющими дипольный мо-

мент, вызывающий вращение во внешнем электрическом поле. С химической точки зрения процесс является кратковременным, с переменным составом в ходе реакции и выделением тепловой энергии в результате быстротекущей экзотермической реакции окисления. При переходе топлива в продукты сгорания степень ионизации среды становится гораздо меньшей, и воздействие электрического поля на продукты сгорания не имеет столь высокого потенциала. Ввиду нестационарности процесса и одновременного пересечения физических и химических характеристик протекающего явления моделирование и решение задачи в граничных условиях не представляется возможным.

Для оценки изменений продуктов сгорания в условиях внешнего электрического поля произведены экспериментальные исследования на лабораторном стенде, представленном на рис. 1.

Камера сгорания выполнена из кварцевого стекла с расположенной в ней горелкой. В качестве горелки выбрана горелка с отдельной принудительной подачей воздуха и газа под наддувом со смешением смеси в теле горелки. Стенд закреплен на столе химическими штативами. Продукты сгорания не подвергались охлаждению, анализ проводился на высокотемпературных дымовых газах, температура которых была ниже верхнего предела измерения газоанализатора.

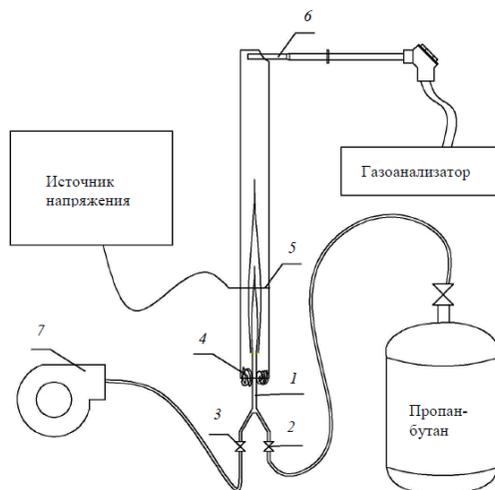


Рис. 1. Схема экспериментальной установки определения изменений продуктов сгорания пропан-бутановой смеси от наложения электрического поля на факел пламени: 1 – горелка; 2 – вентиль регулировки газовой смеси; 3 – вентиль регулировки напора воздуха; 4 – уплотнитель; 5 – закрепленный электрод; 6 – газоотборный зонд; 7 – компрессор подачи воздуха на горение из помещения

Регулировка газа, подаваемого на горение, осуществлялась винтом (2) при предварительном регулировании давления в шланге при помощи редуктора, расположенного на баллоне. Далее газ попадал в горелку, где смешивался с воздухом, подаваемым на горение в ствол горелки. Стенки камеры сгорания выполнены из кварца с внутренним сечением трубки 44 мм. В верхней точке установлена термопара для фиксирования изменения в температуре дымовых газов, а также для более точного регулирования расхода смеси. Температурные показатели снимались термопарой, расположенной на газоотборном зонде газоанализатора. Электрод (5) был установлен внутри кварцевой трубки и соединен с источником напряжения.

Крепление электрода производилось через отверстие диаметром 2 мм, проделанное в стенке кварцевой трубки. Напряжение контролировалось при помощи киловольтметра типа С 96 и подавалось по высоковольтным проводам на кольцевой электрод (5), выполненный из нержавеющей проволоки.

Ход эксперимента

Горелка поднималась в кварцевую трубку, при этом плотно прижимался уплотнитель (4) для исключения подсосов воздуха. После чего осуществлялся прогрев горелки, и стабилизация факела с калибровкой соотношения газ/воздух до уровня CO , $\text{NO}_x = 40 - 50 \text{ ppm}$ (газоанализатор при изменении CO имел достаточно длительную задержку 2–4 мин до стабилизации уровня CO , в связи с чем не удалось проанализировать значения колебательных процессов при подаче высокого напряжения на электрод). Значение CO намеренно устанавливалось завышенным для наглядного отображения влияния электрического поля на полноту сгорания исходя из неоптимальных режимов регулировки горелки. После стабилизации показаний CO подавалось напряжение на электроды и фиксировались изменения концентраций компонентов продуктов сгорания, а также температура продуктов горения. Значение при каждом напряжении снималось трижды с заземлением электродов между измерениями. Граничными условиями исследования были следующие показатели:

- нижний предел фактора воздействия электрического поля 0 кВ (т. е. без воздействия);
- максимум фактора воздействия -6 кВ (это ограничение присутствовало ввиду ограничения мощности установки генерации электрического поля).

Полученные данные представлены в графической форме на рис. 2–6.

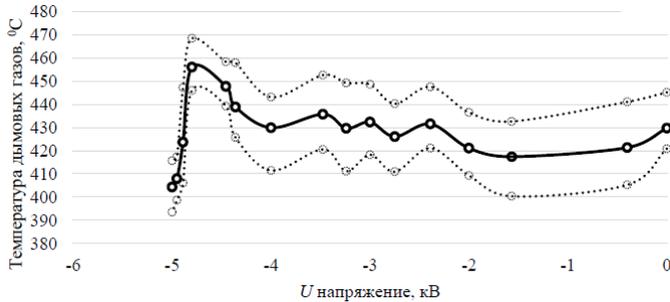


Рис. 2. Изменение температуры дымовых газов от прикладываемого напряжения при сжигании пропан-бутановой смеси

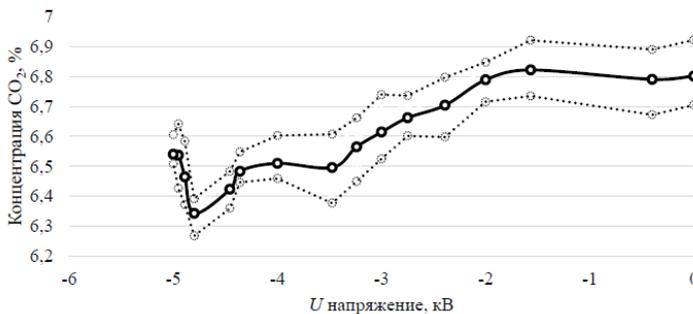


Рис. 3. Изменение CO_2 в дымовых газах от прикладываемого напряжения при сжигании пропан-бутановой смеси

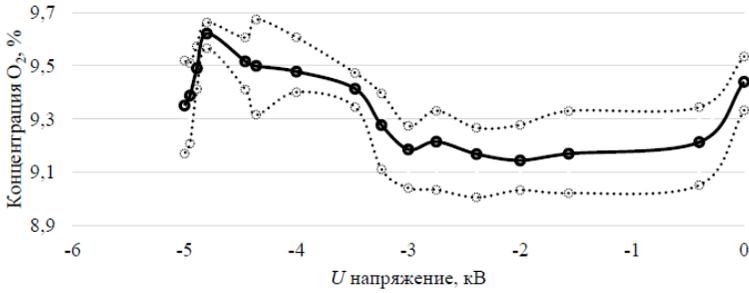


Рис. 4. Изменение O_2 в дымовых газах от прикладываемого напряжения при сжигании пропан-бутановой смеси

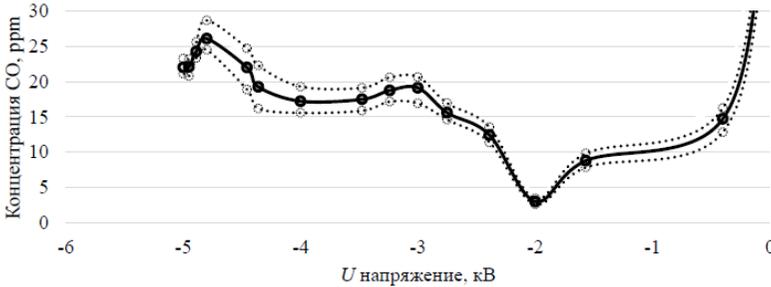


Рис. 5. Изменение CO в дымовых газах от прикладываемого напряжения при сжигании пропан-бутановой смеси

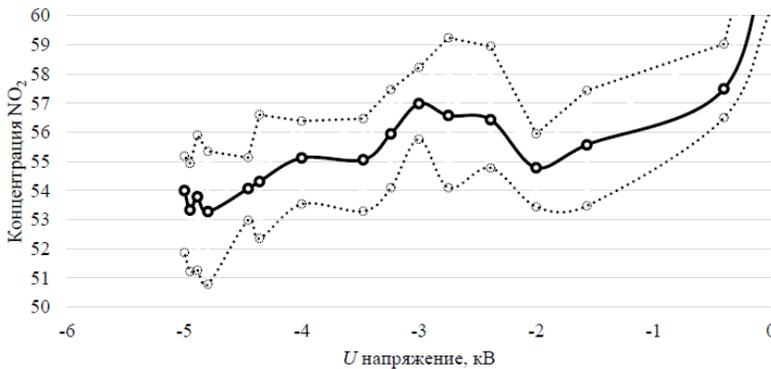


Рис. 6. Изменение NO_2 в дымовых газах от прикладываемого напряжения при сжигании пропан-бутановой смеси

Выводы:

1. В результате экспериментальных исследований производился анализ полученных данных. Форма графика выбросов CO – нелинейная, с выраженным экстремумом снижения до значения близкого к 0, при напряженности электрического поля 2 кВ, что совпадает с графиком при низком расположении электрода в тенденции снижения. Значения, достигнутые при напряжении подаваемого на электроды -2кВ, предположительно совпадают с резонансом процесса воздействия или резонансом в соответствии с геометрическими характеристиками камеры сгорания и распределением электрического поля в нем. Данные измерения находились на нижней границе чувствительности используемого газоанализатора *IMR 3000*.



2. График выбросов NO_x также отображает выраженное снижение выбросов во всем диапазоне исследуемых напряжений несмотря на локальный всплеск с 3 до 5 кВ, что подтверждает воздействие на скорость прохождения реакции, так как рост температуры влияет отрицательно на образование оксидов азота. Зависимость концентрации NO_x от увеличения скорости реакции в соответствии с механизмами, описанными Зельдовичем [5], должна положительно влиять на снижение концентрации оксидов азота в продуктах сгорания. Локальный всплеск с 3 до 5 кВ ассоциируется с переходными процессами воздействия, сменяясь дальнейшим спадом концентрации.

3. Анализируя температуру продуктов сгорания можно отметить постоянство температуры до подаваемого напряжения в 2 кВ и дальнейший рост на 6,3 % (максимум температуры соответствует 456 °С при напряжении -4,8 кВ, при начальной температуре в 429 °С).

4. Воздействие электрического поля отрицательной напряженности эффективно при снижении вредных выбросов CO , CO_2 и NO_x применительно к турбулентному пламени. Наиболее выражено снижение CO и NO_x . Снижение CO предположительно связано с ростом содержания кислорода в дымовых газах, что подразумевает возможность полноценного сгорания топлива при снижении избытка воздуха ниже стехиометрического соотношения. Результаты текущего эксперимента качественно близки к результатам эксперимента на ламинарном факеле [6, 7], что дает сделать вывод о сохранении механизма воздействия электрического поля на пламя при использовании углеводородного топлива группы C_nH_m различного состава в ламинарных и турбулентных режимах горения. Что, в свою очередь, допускает эффективное использование электрического поля в котлоагрегатах с горелками, оказывающими существенное воздействие на перемешивание и распространение топливно-воздушной смеси.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Степанов, Е. М. Ионизация в пламени и электрическое поле / Е. М. Степанов, Б. Г. Дьячков. – Москва : Металлургия, 1968. – 312 с. – Текст : непосредственный.
2. Лаутон, Дж. Электрические аспекты горения / Дж. Лаутон и Ф. Вайнберг ; перевод с английского Н. М. Вентцель [и др.]. – Москва : Энергия, 1976. – 294 с.
3. Громцев, С. А. Вепольная технология интенсификации горения твердого топлива / С. А. Громцев, А. С. Громцев. – Текст : непосредственный // Инновационные процессы и технологии в современном мире : материалы Международной научно-практической конференции (Уфа, 29-30 ноября 2013 года). – Уфа, 2013. – С. 155–165.
4. Афанасьев, В. В. Активное управление устойчивостью горения электрическим разрядом / В. В. Афанасьев. – Текст : непосредственный // Физика горения и взрыва. – 1999. – Вып. 3. – С. 43–51.
5. Кочева, М. А. Экспериментальное исследование снижения вредных выбросов CO и NO_x при наложении электрического поля отрицательной напряженности на факел пламени / Д. В. Суворов, М. А. Кочева. – Текст : непосредственный // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 10 (часть 2). – С. 233–238.
6. Зельдович, Я. Б. Теория горения и детонации газов / Я. Б. Зельдович ; редактор Н. Н. Семенов ; Академия наук СССР, Институт химической физики. – Москва : Ленинград : Издательство Академия наук СССР, 1944. – 72 с. : черт.
7. Зельдович, Я. Б. Окисление азота при горении / Я. Б. Зельдович, П. Я. Садовников, Д. А. Франк-Каменецкий. – Москва : Ленинград : Издательство Академия наук СССР, 1947. – 145 с.



SUVOROV Denis Vladimirovich, candidate of technical sciences, senior teacher of the chair of heat and gas supply

EFFECT OF AN EXTERNAL ELECTRIC FIELD ON PROPANE-BUTANE MIXTURE UNDER TURBULENT COMBUSTION OF THE MIXTURE

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Pjinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-03-82;
e-mail: unirs@nngasu.ru

Key words: flame, electric field, heat-and-power engineering, combustion, boilers, energy efficiency, ecology, combustion products.

The article presents experimental studies on the change in the combustion products of propane-butane mixture during fuel combustion under the conditions of an external high voltage electric field formed by an annular electrode located along the gas-air mixture flow.

REFERENCES

1. Stepanov E. M., Dyachkov B. G. Ionizatsiya v plamenielektricheskoe pole [Ionization in the flame and the electric field]. Moscow : Metallurgiya, 1968, 312 p.
2. Lawton J., Weinberg F. Elektricheskie aspekty goreniya [Electrical aspects of combustion] / Per. s angl. N. M. Venttsel [i dr.] // Moscow : Energiya, 1976, 294 p.
3. Gromtsev S. A., Gromtsev A. S. Vepolnaya tekhnologiya intensivifikatsii goreniya tvorodogo topliva [Su-field technology of intensification of solid fuel combustion] // Innovatsionnye protsessy i tekhnologii v sovremennom mire : materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Ufa, 29-30 noyab. 2013 g.). Ufa, 2013. P. 155–165.
4. Afanasev V. V. Aktivnoe upravlenie ustoychivosty u goreniya elektricheskim razryadom [Active control of combustion stability by the electric discharge] // Fizika goreniyai vzryva [Physics of combustion and explosion]. 1999. Vyp. 3 .P. 43–51.
5. Kocheva M. A., Suvorov D. V. Eksperimentalnoe issledovanie snizheniya vrednykh vybrosov CO i NOx pri nalozhenii elektricheskogo polya otritsatelnoy napryazhyonnosti na fakel plameni [Experimental study of reducing harmful emissions of CO and NOx by applying a negative electric field on a flame] // Fundamentalnye issledovaniya [Fundamental study] – 2017. № 10 (chast 2). P. 233–238.
6. Zeldovich Ya. B. Teoriya goreniya i detonatsii gazov [Theory of combustion and detonation of gases]; redaktor N. N. Semyonov; Akademiya nauk SSSR, In-t khimich. fiziki. Moscow : Leningrad : Izd-vo Akademiya nauk SSSR, 1944, 72 p.: chert.
7. Zeldovich Ya. B., Sadovnikov P. Ya., Frank-Kamenetsky D. A. Okislenie azota pri goreni [The oxidation of nitrogen in combustion] /Moscow : Leningrad : Izd-vo AN SSSR, 1947, 145 p.

© Д. В. Суворов, 2020

Получено: 17.01.2020 г.

УДК 691-478

С. В. ФЕДОСОВ¹, академик РААСН, д-р техн. наук, проф. кафедры технологии вяжущих веществ и бетонов; **В. И. ГОЛОВАНОВ²**, д-р техн. наук, гл. науч. сотр.; **А. А. ЛАЗАРЕВ³**, канд. пед. наук, доц. кафедры государственного надзора и экспертизы пожаров; **М. В. ТОРОПОВА⁴**, канд. техн. наук, доц. кафедры техносферной безопасности

ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МОНИТОРИНГА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МАЛОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

¹ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

Россия, 125993, г. Москва, ул. Тверская, д. 11. Тел.: (499) 183-83-65; эл. почта: fedosov-academic53@mail.ru

²ФГБУ Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий

Россия, 143903, г. Балашиха, мкрн. ВНИИПО, д. 12. Тел.: (495) 521-81-31; эл. почта: vniipo@mail.ru

³ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России»

Россия, 153040, г. Иваново, пр. Строителей, д. 33. Тел.: (4932) 34-37-09; эл. почта: kgn@edufire37.ru

⁴ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»

Россия, 153000, г. Иваново, пр. Шереметевский, д. 21. Тел.: (4932) 30-45-01; эл. почта: mators@mail.ru

Ключевые слова: пожарный извещатель, ложное срабатывание, видеонаблюдение, строительные изделия, пожарная безопасность.

Проведен анализ нормативных документов по вопросу применения строительных изделий для мониторинга малоэтажных жилых зданий. Показано, что с увеличением количества объектов, на которых осуществляется мониторинг пожарной безопасности, возрастает вероятность ложного срабатывания пожарной сигнализации. Даны практические рекомендации по снижению количества ложных срабатываний пожарной сигнализации. Приведены пути интеграции различных элементов автоматики в строительных изделиях для мониторинга малоэтажных жилых зданий.

Согласно действующему СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» автономные оптико-электронные дымовые пожарные извещатели следует устанавливать в помещениях квартир и комнат общежитий только специализированных жилых домов для престарелых и инвалидов. Наряду с этим такие же извещатели предписывается устанавливать в помещениях квартир жилых зданий высотой 3 этажа и более для жилых зданий высотой более 28 м [1]. Однако СП 54.13330.2016 «Здания жилые многоквартирные» предполагает оборудование автономными дымовыми пожарными извещателями жилых помещений квартир и общежитий (за исключением санитарных узлов, постирочных, душевых, ванных комнат, саун). Нормирование применения строительных изделий, извещающих о пожаре, вообще не предусмотрено [2]. На основании анализа вышеуказанных правил можно констатировать противоречие между социальным заказом на противопожарную защиту населения средствами автономной пожар-



ной автоматики и отсутствием обязательных требований по их повсеместной установке в жилых зданиях.

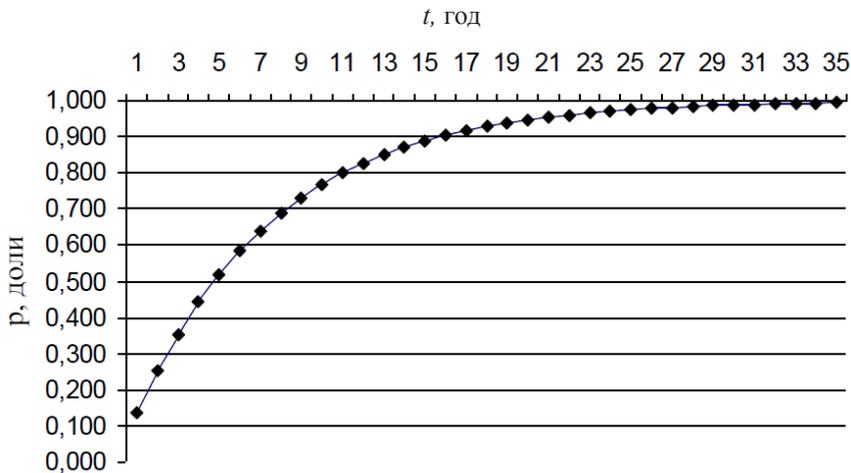
Несмотря на это, по инициативе МЧС России в целях снижения последствий пожаров автономными пожарными извещателями, оборудовано свыше 219 тысяч мест проживания многодетных семей. Значительное количество указанных извещателей установлено в Красноярском крае, Республике Башкортостан, Московской, Курганской, Тюменской, Челябинской, Иркутской, Кемеровской областях. Указанная мера в 2018–2019 годах уже позволила спасти жизни 330 человек, в том числе 173 несовершеннолетних [3].

По-прежнему дискуссионным вопросом остается необходимость мониторинга устанавливаемых в жилых помещениях пожарных извещателей. Дело в том, что в настоящее время в соответствии с частью 7 статьи 83 Федерального закона [4] дублирование сигналов системы пожарной сигнализации на пульт подразделения пожарной охраны без участия работников объекта и (или) транслирующей этот сигнал организации предусматриваются для зданий классов функциональной пожарной опасности Ф 1.1, Ф 1.2, Ф 4.1, Ф 4.2.

Вместе с тем в ряде субъектов России (Новосибирская, Кемеровская области и другие) в целях обеспечения безопасности детей при пожаре предлагается сообщение о срабатывании пожарной сигнализации в жилом малоэтажном доме (Ф 1.4.) выводить на пульт единой диспетчерской службы муниципального образования или в подразделение Федеральной противопожарной службы. Однако установка автономных пожарных извещателей с GSM-модулем требует детального изучения в силу нижеперечисленных причин.

Во-первых, данное изделие по сравнению с обычным извещателем является более дорогостоящим (в среднем до 7 раз) и более сложным в эксплуатации и обслуживании [3].

Во-вторых, приведенные ниже на рисунке и в таблице результаты расчета показывают, что в случае массового возникновения ложных срабатываний пожарно-спасательные части не справятся с реагированием на события из потока информации большого объема.



Зависимость вероятности p ложного срабатывания пожарной сигнализации от времени ее эксплуатации



С учетом представления о пуассоновском характере потока ложных срабатываний пожарной сигнализации [5] на рисунке представлена кривая, описывающая зависимость вероятности ложного срабатывания пожарной сигнализации от времени ее эксплуатации. Указанная зависимость показывает, что чем выше срок эксплуатации пожарной автоматики, тем больше вероятность ложного срабатывания.

Рассмотрим эту проблему с учетом неравенства Чебышева [6]:

$$P\{|X - MX| \geq \varepsilon\} \leq DX/\varepsilon^2, \quad (1)$$

где X – случайная величина, ложное срабатывание пожарной сигнализации на одном объекте; MX – конечное математическое ожидание величины X ; P – вероятность отклонения случайной величины X от ее математического ожидания MX ; ε – частота появления ложного срабатывания; DX – дисперсия величины X .

Результаты определения вероятности в зависимости от продолжительности эксплуатации пожарной сигнализации

Показатель	Значение, более чем										
	год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P	0,136	0,253	0,355	0,442	0,518	0,584	0,640	0,689	0,731	0,768	
P_{100}	0,530	0,244	0,084	0,013	0,001	0,028	0,079	0,143	0,214	0,287	
P_{1000}	0,953	0,924	0,908	0,901	0,900	0,903	0,908	0,914	0,921	0,929	
P_{10000}	0,995	0,992	0,991	0,990	0,990	0,990	0,991	0,991	0,992	0,993	

На основании приведенных расчетов с использованием неравенства Чебышева (таблица) для случайных величин можно сделать вывод, что с увеличением количества объектов, на которых осуществляется мониторинг пожарной безопасности, возрастает вероятность ложного срабатывания пожарной сигнализации (для 100 объектов – вероятность P_{100} , для 1000 объектов – вероятность P_{1000} , для 10 000 объектов – вероятность P_{10000}), на которое придется реагировать пожарно-спасательному подразделению, что в итоге может привести к дисбалансу реагирования.

На основании вышеизложенного можно констатировать, что необходимы технические решения, направленные на увеличение среднего времени наработки на ложное срабатывание. С этой целью целесообразно интегрировать элементы пожарной автоматики в отдельном строительном блоке (изделии). Указанный процесс должен способствовать решению следующих основных проблем мониторинга пожарной безопасности в малоэтажных зданиях:

1. Привлечение организации, имеющей соответствующую лицензию МЧС России для монтажа систем противопожарной защиты в жилом малоэтажном доме.

2. Противодействие ложным срабатываниям систем противопожарной защиты, которые впоследствии могут привести к дезориентации действий пожарно-спасательных подразделений в результате массовости ложных вызовов.

3. Совершенствование подходов к обеспечению пожарной безопасности в малоэтажных зданиях, используемых систему «умный дом».

По первой проблеме следует уточнить, что для отсутствия предлагаемых строительных изделий в перечне элементов систем пожарной и охранно-пожарной сигнализации необходимо уточнение понятийного аппарата. При этом, вероятно,



будет достаточной добровольная сертификация указанных изделий.

По второй проблеме можно отметить, что уже накоплен достаточный опыт мониторинга пожарной безопасности на объектах с круглосуточным пребыванием людей, которые не являются жилыми домами [7]. Однако этот опыт позволяет транспонировать итоги анализа результатов мониторинга объектов защиты отдельных видов в Ивановской области на возможности применения подобных систем в жилых домах. Так, только за I полугодие 2017 года на территории Ивановской области с 1291 выведенного и обслуживаемого объекта на ПАК «Стрелец – Мониторинг» поступило 7 442 сообщения о срабатывании автоматической пожарной сигнализации. Основной причиной ложных срабатываний автоматической пожарной сигнализации на данных объектах являлось попадание в извещатель инородных предметов и постороннее механическое воздействие.

В связи с этим целесообразно подчеркнуть необходимость интегрирования в предложенный выше строительный блок (изделие) элементов пожарной автоматики с системой видеонаблюдения для принятия решения о передаче сигнала «пожар» через GSM-модуль только после сопоставления регистрируемых сигналов от пожарной автоматики и системы видеонаблюдения.

При этом для обеспечения пожарной безопасности жилого дома возможны следующие технические требования для единой централизованной системы видеонаблюдения.

Места установки камер должны выбираться исходя из необходимости наблюдения за состоянием систем пожарной автоматики, а также за входом-выходом людей и въездом-выездом автомобилей с территории объекта, но при этом, не нарушая частной жизни проживающих лиц. Обеспечению выполнения данного условия во многом могут способствовать возможности искусственного интеллекта, так как человек физически не справится с обработкой информации видеонаблюдения с нескольких тысяч объектов.

При разработке проектов систем видеонаблюдения объекта защиты необходимо выполнять множество прикладных расчетов, которые требуют определенных знаний и времени [8]. Особую трудность вызывает определение оптимального расположения камер, их взаимодействие исходя из технических возможностей. Для создания надежной системы охраны требуется учитывать следующие характеристики: вероятность обнаружения объекта в поле зрения камер, особенности эксплуатации камеры в ночном режиме, возможность определения точного значения затенения объектов, а также другие важные особенности качественного проектирования системы видеонаблюдения [8].

Реализация вышеуказанных подходов [9, 10] при разработке системы видеонаблюдения позволяет не только насторожить потенциальных злоумышленников, но и устанавливать обстоятельства пожаров.

На основании проведенных расчетов вероятностных значений установлена зависимость вероятности ложного срабатывания пожарной сигнализации в малоэтажных зданиях от количества этих зданий, на которых осуществляется мониторинг пожарной безопасности. Это позволяет говорить о невозможности массового мониторинга пожарной безопасности в жилых зданиях при помощи GSM-модуля. При этом выделены основные проблемы мониторинга малоэтажных жилых зданий, а также предложены пути по их решению. Описанные рекомендации не являются исчерпывающими. Планируется более подробное изучение функционально-технических аспектов и интеграционных особенностей строительных изделий для мониторинга малоэтажных зданий.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования : свод правил : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом МЧС России от 25 марта 2009 года № 175 : дата введения 2009-05-01. – URL: <https://base.garant.ru/195658> (дата обращения: 3 марта, 2020). – Текст : электронный.
2. СП 54.13330.2016. Здания жилые многоквартирные : свод правил : издание официальное : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 3 декабря 2016 г. № 883/пр : дата введения 2017-06-04 : актуализированная редакция СНиП 31-01-2003. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054198> (дата обращения: 3 марта, 2020). – Текст : электронный.
3. МЧС России : [сайт]. – Москва, 2020. – URL: <http://www.mchs.gov.ru/> (дата обращения: 3 марта, 2020). – Текст : электронный.
4. Российская Федерация. Законы. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федеральный закон Российской Федерации от 22 августа 2008 года № 123-ФЗ : [принят Государственной Думой 04 июля 2008 года] : [одобрен Советом Федерации 11 июля 2008 года] : [редакция от 27 декабря 2018 года]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644/> (дата обращения: 3 марта, 2020). – Текст : электронный.
5. Шепитько, Г. Е. Проблемы охранной безопасности объектов / Г. Е. Шепитько ; под ред. В. А. Минаева. – Москва : Русское слово, 1995. – 352 с. – Текст : непосредственный.
6. Письменный, Д. Т. Конспект лекций по теории вероятностей, математической статистике и случайным процессам / Дмитрий Письменный. – 4-е изд., испр. – Москва : АЙРИС-пресс, 2008. – 287 с. : ил., табл. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-8112-3340-3. – Текст : непосредственный.
7. Лазарев, А. А. Совершенствование системы мониторинга пожарной безопасности на объектах защиты Ивановской области / А. А. Лазарев, А. В. Смирнов. – Текст : непосредственный // III межвузовский научно-практический семинар / Ивановская академия Государственной противопожарной службы МЧС России. – Иваново, 2013 год. – С. 30–31.
8. Российская Федерация. Правительство. Об утверждении требований к антитеррористической защищенности мест массового пребывания людей и объектов (территорий), подлежащих обязательной охране полицией, и форм паспортов безопасности таких мест и объектов (территорий) : постановление Правительства Российской Федерации от 25 марта 2015 года № 272 : [редакция от 19 января 2018 года]. – URL: <https://base.garant.ru/70937940/> (дата обращения: 3 марта, 2020). – Текст : электронный.
9. Лукоянов, С. В., Белов С. В. Основные требования к системам физической защиты на этапе их проектирования / С. В. Лукоянов, С. В. Белов. – Текст : непосредственный // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия «Управление, вычислительная техника и информатика». – 2010. – № 2. – С. 163–171.
10. ГОСТ Р 51558-2014. Средства и системы охранные телевизионные. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 октября 2014 г. № 1371-ст : дата введения 2016-01-01. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200113776> (дата обращения: 03.03.2020). – Текст : электронный.



FEDOSOV Sergey Viktorovich¹, academician of RAACS, doctor of technical sciences, professor of the chair of binders and concretes; GOLOVANOV Vladimir Plich², doctor of technical sciences, senior researcher; LAZAREV Aleksandr Aleksandrovich³, candidate of pedagogical sciences, associate professor of the chair of state supervision and examination of fires; TOROPOVA Mariya Vladievna⁴, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of a technosphere safety

PROBLEMS OF IMPROVEMENT OF MONITORING AT CONSTRUCTION OF LOW RESIDENTIAL BUILDINGS

¹Moscow State University of Civil Engineering
26, Yaroslavskoe Rd., Moscow, 125993, Russia. Tel.: +7 (499) 183-83-65;
e-mail: fedosov-academic53@mail.ru

²All-Russian Research Institute for Fire Protection of the Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters
12, microdistrict VNIPO, Balashikha, Moscow region, 143903, Russia. Tel.: +7 (495) 521-81-31;
e-mail: vniipo@mail.ru

³Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of the Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters
33, Stroiteley Ave., Ivanovo, 153040, Russia. Tel.: +7 (4932) 34-37-09; e-mail: kgn@edufire37.ru

⁴Ivanovo State Polytechnic University
21, Sheremetevskiy Ave., Ivanovo, 153000, Russia. Tel.: +7 (4932) 30-45-01;
e-mail: gosnadzor37@gmail.com; maters@mail.ru; petr_ko@mail.ru

Key words: fire announcer, false operation, video surveillance, construction products, fire safety.

The article analyzes normative documents concerning application of construction products for monitoring fire safety in low-rise buildings. It is shown that with increase in amount of objects on which monitoring of fire safety is carried out, the probability of false operation of the fire alarm system increases. Practical recommendations about decrease in number of false operations of the fire alarm system are made. Ways of integration of various elements of automatic equipment in construction products for monitoring of complex safety in low buildings are given.

REFERENCES

1. SP 5.13130.2009. Sistemy protivopozharnoy zashchity. Ustanovki pozharnoy signalizatsii i pozharotusheniya avtomaticheskije. Normy i pravila proektirovaniya [Fire protection systems. Automatic fire alarm and extinguishing systems. Design norms and rules]: svod pravil : izdanie ofitsialnoe : utverzhdyon i vvedyon deystvie Prikazom MChS Rossii ot 25 marta 2009 goda № 175 : data vvedeniya 2009-05-01. URL: <https://base.garant.ru/195658/> (data obrascheniya: 3 marta 2020).
2. SP 54.13330.2016. Zdaniya zhilye mnogokvartirnye [Residential multi-apartment buildings]: svod pravil : izdanie ofitsialnoe : utverzhdyon prikazom Ministerstvom stroitelstva i zhilishchno-kommunalnogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii ot 3 dekabrya 2016 g. № 883/pr : data vvedeniya 2017-06-04 : aktualizirovannaya redaktsiya SNIp 31-01-2003. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054198/> (data obrascheniya: 3 marta 2020).
3. MChS Rossii: [Elektronnyy resurs]. – Moscow, 2020. URL: <http://www.mchs.gov.ru/> (data obrascheniya: 3 marta 2020).
4. Rossiyskaya Federatsiya. Zakony. Tekhnicheskij reglament o trebovaniyakh pozharnoy bezopasnosti [Russian Federation. Laws. Technical regulations on fire safety requirements]: Federalny zakon Ross. Fed. ot 22.08.2008 № 123-FZ : prinyat Gos. Dumoy 04 iyulya 2008 goda :



odobren Sovetom Federatsii 11 iyulya 2008 goda : redaktsiya ot 27 dekabrya 2018 goda. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644/> (data obrascheniya: 3 marta 2020).

5. Shepitko G. E. Problemy okhranny bezopasnosti obektov [Problems of security of objects] / Pod red. V. A. Minaeva. – Moscow : Russkoe slovo, 1995 – 352 p.

6. Pismenny D. T. Konspekt lektsiy po teorii veroyatnostey, matematicheskoy statistike i sluchaynym protsessam [Lecture notes on probability theory, mathematical statistics, and random processes] / 4-e izd., ispr. – Moscow: AYRIS-press, 2008, 287 p.: il., tabl. (Vyssee obrazovanie). ISBN 978-5-8112-3340-3.

7. Lazarev A. A., Smirnov A. V. Sovershenstvovanie sistemy monitoringa pozharной bezopasnosti na obektakh zaschity Ivanovskoy oblasti [Improving the fire safety monitoring system at the protection facilities of the Ivanovo region], III mezhvuzovskiy nauchno-prakticheskiy seminar, Ivanov. Akad. Gos. protivopozharной sluzhby MChS Rossii. Ivanovo, 2013, p. 30–31.

8. Rossiyskaya Federatsiya. Pravitelstvo. Ob utverzhdenii trebovaniy k antiterroristicheskoy zaschishchonnosti mest massovogo prebyvaniya lyudey i obektov (territoriy), podlezhashchikh obyazatelnoy okhrane politsiyey, i form pasportov bezopasnosti takikh mest i obektov (territoriy) [About the approval of requirements for anti-terrorist security of places of mass stay of people and objects (territories) subject to mandatory police protection, and forms of security passports of such places and objects (territories)] : postanovlenie Pravitelstva RF ot 25 marta 2015 goda № 272 : redaktsiya ot 19 yanvarya 2018 goda. – URL: <https://base.garant.ru/70937940/> (data obrascheniya: 3 marta 2020).

9. Lukoyanov S. V., Belov S. V. Osnovnyie trebovaniya k sistemam fizicheskoy zaschity na etape ikh proektirovaniya [The main requirements to systems of physical protection at a stage of their design] // Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika [Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Management, computer facilities and informatics]. 2010. № 2. P. 163–171.

10. GOST R 51558-2014. Sredstva i sistemy okhrannyye televizionnyye. Klassifikatsiya. Obschie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy [Systems and components of video surveillance for security applications. Classification. General requirements. Test procedures] : natsionalny standart RF : utverzhdyon i vvedyon v deystvie Prikazom Federal'nogo agentstva po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii ot 22.10.2014 № 1371-st : data vvedeniya 2016-01-01. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200113776> (data obrascheniya: 03.03.2020).

© С. В. Федосов, В. И. Голованов, А. А. Лазарев, М. В. Торопова, 2020

Получено: 14.03.2020 г.

УДК 622.257.122+691.5:658.567.1

Е. В. КОРНЕЕВА, канд. техн. наук, доц. кафедры инженерных конструкций, строительных технологий и материалов

ТАМПОНАЖ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»

Россия, 654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, д. 42. Тел.: (923) 631-93-47; эл. почта: korneev_va@list.ru

Ключевые слова: тампонажный материал, шлаки сталеплавильного производства, структура, матрица, наполнитель.



Создание тампонажных составов с использованием механоактивированного техногенного сырья на сегодняшний день актуально в составе масштабной задачи строительной-технологической утилизации техногенных образований. Статья посвящена исследованию механизма структурно-реологических превращений бесцементной системы твердеющей тампонажной смеси на основе сталеплавильного активированного сырья.

Для оценки структурных и вещественных изменений твердеющей системы были проведены комплексные физико-химические исследования: ИК-спектроскопия, термогравиметрический и рентгенофазовый анализ. Методом электронной микроскопии исследована структура камня.

В промышленных регионах России в современных условиях строительства при возросшей плотности городской застройки, увеличении этажности зданий и освоении территорий со сложным инженерно-геологическим состоянием особую актуальность приобретают специальные работы [1–3].

Одной из таких специальных работ является тампонаж (франц. *tamponnage*, от *tampon* – затычка, пробка) – процесс нагнетания специальных растворов в горные породы. Он широко используется при выполнении различных строительных работ: укреплении грунтов в основаниях зданий и сооружений, откосов и бортов котлованов и оползневых участков; строительстве подземных уличных переходов, развязок транспортных магистралей, коллекторов, тоннелей, метрополитенов неглубокого заложения, дамб хвостохранилищ и шламонакопителей, а также в гидротехническом строительстве [4, 5].

К тампонажным растворам предъявляются требования технического и технологического характера в соответствии с их назначением и геолого-техническими и геохимическими особенностями района работ. Основными для всех тампонажных смесей являются требования однородности, водостойкости, подвижности и прочности.

Использование бесцементного тампонажного состава с применением вторичных крупнотоннажных минеральных ресурсов и инновационных энергосберегающих технологий может привести не только к ресурсосберегающему, но и к значительному экономическому эффекту и отвечает потребностям современной инженерной практики [6, 7].

В России больше половины твердых минеральных отходов сосредоточено в Кузбассе, а значительная их часть (шлаки сталеплавильного производства, выпускаемые и накопившиеся в больших количествах) – на металлургических предприятиях. Дальнейшее их интенсивное пополнение представляет серьезную экологическую опасность для региона. Использование их в тампонажных составах имеет экономическую, экологическую и социальную значимость [8, 9].

Основное требование при проектировании бесцементного тампонажного состава – получение заданных показателей качества.

В результате расчета соотношения компонентов был определен состав базового тампонажного материала (табл. 1).



Таблица 1

Состав тампонажного материала

Компоненты состава		Удельная поверхность, $S_{уд}$ (плотность, ρ)	Кол-во (% мас.)
Шлак ОАО «ЗСМК»	конверторный	$S_{уд} = 340 \text{ м}^2/\text{кг}$	48 – 50
	электросталеплавильный		33 – 35
Горелая порода шахтных отвалов			10
Шлам		$\rho = 1,310 \text{ г}/\text{см}^3$	остальное

Оптимальное процентное соотношение компонентов, входящих в состав тампонажного раствора, установлено экспериментально: шлаки сталеплавильного производства (конверторный, электросталеплавильный) после магнитной сепарации с отделением металлических включений – скрапа, зерен; и горелых пород шахтного отвала – размалывали в планетарной центробежной мельнице (АГО-3) до удельной поверхности 340–350 м²/кг и тщательно перемешивали в сухом виде. Полученную смесь затворяли шламом (нейтрализованный известью отработанный электролит кислотных аккумуляторов аккумуляторных батарей промышленного транспорта). Смесь укладывали в форму для образцов-кубов со стороной 7,07 см. Образцы выдерживали в естественных условиях при температуре (20 ± 3) °С и относительной влажности воздуха (65 ± 10) %.

Результаты проведенных лабораторных исследований по определению прочности на сжатие и водостойкость тампонажных составов с различным соотношением компонентов представлены в табл. 2.

Эксперименты показали, что при добавлении горелой породы в количестве <9 % уменьшается коэффициент размягчения (состав становится не водостойким), при добавлении >11 % уменьшается прочность тампонажного камня. Прочность получается недостаточной и при добавлении шлама >8 %, а при <6 % не будет достигнута нужная консистенция смеси.

Таким образом, на основании экспериментов определен оптимальный состав тампонажного материала (состав № 4) водостойкий, с прочностью на сжатие в возрасте 28 суток 11,18 МПа (М 100).

Таблица 2

Результаты экспериментов

Номер состава	Вещественный состав, %, по массе				Прочность, МПа		Коэффициент размягчения	Примечание
	шлак		горелая порода	шлам	$R_{сух.}$	$R_{в.}$		
	конверторный	электросталеплавильный						
1	40	45	3	12	4,22	3,05	0,72	не водостойкий
2	45	40	5	10	8,43	6,12	0,72	не водостойкий
3	48	35	9	8	10,15	8,39	0,83	водостойкий
4	49	34	10	7	11,18	9,56	0,85	водостойкий
5	50	33	11	6	9,56	7,84	0,82	водостойкий



Поскольку для бесцементных тампонажных растворов из техногенного промышленного сырья не существует рекомендаций по подбору составов и технологии их приготовления с оптимальными характеристиками, использовались натурные эксперименты.

Основным требованием при проектировании составов бесцементных тампонажных растворов является получение заданных показателей качества готовой продукции в соответствии с ГОСТ 1581-96 Портландцементы тампонажные. Технические условия.

Для возможности применения полученного композиционного состава в качестве базового тампонажного материала изучались его физико-механические свойства: реологические (тампонажного раствора) и прочностные (характеристики затвердевшего камня).

Плотность тампонажного раствора определяли ареометром типа АБР-1 по методике, предусмотренной инструкцией по эксплуатации ареометра, водоотделение – на приборе ВМ-6. Реологические характеристики определялись на ротационном вискозиметре (реометр) модель 286 по методике, предусмотренной инструкцией прибора.

Время загустевания до консистенции Бердена (30 Вс), 1200–1400 мин, обеспечивает возможность выполнения всех технологических операций по его доставке и подъему на расчетную высоту.

Определение основных свойств тампонажного раствора и камня проводили при температуре (20 ± 2) °С в соответствии с ГОСТ 26798.1-96 Цементы тампонажные. Методы испытаний (табл. 3).

Таблица 3

Результаты испытаний разработанного тампонажного материала

Показатели	Результаты испытаний	Требования по ГОСТ 1581-96
Тонкость помола – удельная поверхность, м ² /кг	320	не менее 270
Водошламовое отношение	0,5	-
Плотность раствора, кг/м ³	1960	-
Плотность камня, кг/м ³	2000	-
Прочность при изгибе в возрасте 2 сут., МПа	2,79–3,98	не менее 2,7
Прочность при сжатии в возрасте 2 сут., МПа	5,22–5,68	-
Водоотделение, мл	< 1	не более 8,7
Время загустевания до консистенции 30 Вс, мин	1200–1440	не менее 90

Для определения прочности образцы размером 70×70×70 мм выдерживались при температуре (20 ± 3) °С и относительной влажности (65 ± 10) %. Испытание образцов на прочность осуществляли в возрасте 2 суток. Предел прочности камня на изгиб и сжатие замерялись на испытательной установке ПЦК-1.

Результаты экспериментов показали, что разработанный тампонажный материал на неорганической основе (из вторичных минеральных ресурсов) в результате сложных физико-химических процессов [10] превращается в тампонажный камень и удовлетворяет основным требованиям ГОСТ 1581-96. Усадка и трещины

при твердении отсутствуют.

С помощью микрорентгеноспектрального анализатора (сканирующего электронного микроскопа *JEOL JSM-6390 LV* с энергодисперсионной приставкой *JED-2300*) выполнялся химико-минералогический анализ тампонажного материала с определением количественного содержания основных оксидов и установления влияния минералов в процессе гидратации на структурообразование.

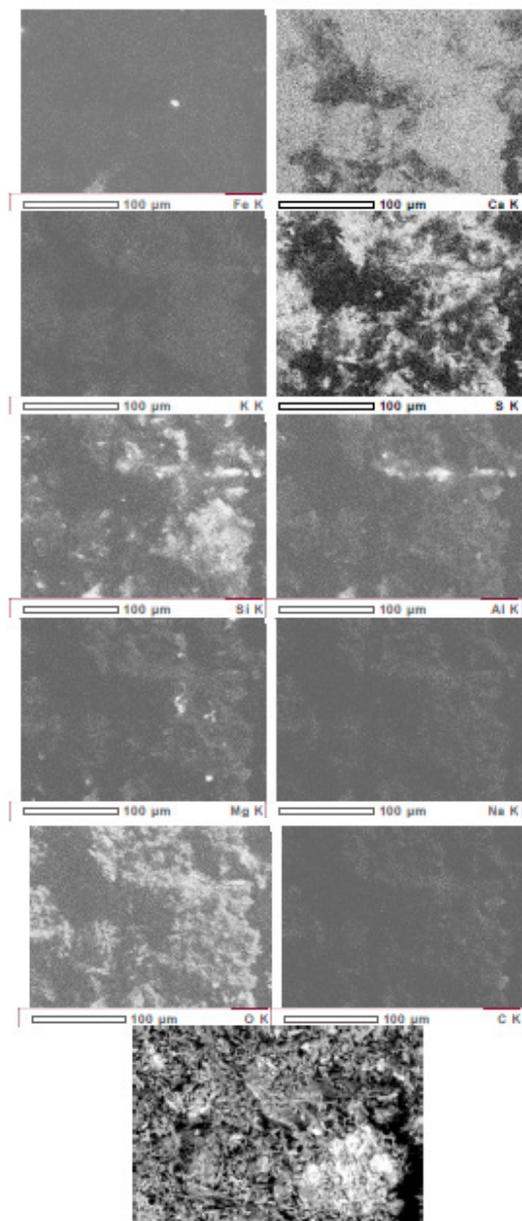


Рис. 1. Карты распределения химических элементов тампонажного камня и изображение поверхности в отраженных электронах (IMG1)

Условия проведения измерений: Регистрация спектра характеристического рентгеновского излучения пробы проводилась с участка площадью 9 мм² при ускоряющем напряжении – 20 кВ и токе зонда – 1 нА. Разрешающая способность энергодисперсионного детектора – 133 эВ. Расчет процентного содержания каждого элемента в анализируемом образце проводился по полученным спектрам с помощью программного обеспечения *Analysis Station* версии 3.62.07. компании *JEOL Engineering* с использованием бесстандартного метода *ZAF*. Картирование химических элементов проводили при ускоряющем напряжении – 20 кВ и токе зонда – 1 нА (литер справа от наименования элемента – линия спектра характеристического излучения, от которой регистрировался сигнал). Цветовая шкала слева отражает интенсивность сигнала характеристического излучения (рис. 1).

Изучение пространственного положения минеральных фаз производилось на отдельном участке поверхности, полученном на длине волны 500 мкм (рис. 2). Распределение внутри него химических элементов и соотношение слагающих их минеральных баз показано в табл. 4.

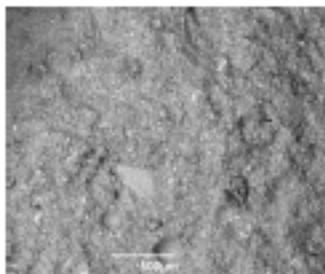


Рис. 2. Изображение участка поверхности в отраженных электронах на длине волны 500 мкм

Таблица 4

Содержание элементов на участке (рис. 2)

<i>Element</i>	<i>(keV)</i>	<i>Mass %</i>	<i>Error %</i>	<i>Mol %</i>	<i>Compound</i>	<i>Mass %</i>
<i>C K</i>	0,277	6,62	0,21	27,60	C	6,62
<i>O</i>		40,67				
<i>Na K</i>	1,041	0,14	0,21	0,15	Na ₂ O	0,18
<i>Mg K</i>	1,253	1,19	0,19	2,45	MgO	1,97
<i>Al K</i>	1,486	1,94	0,19	1,80	Al ₂ O ₃	3,66
<i>Si K</i>	1,739	5,24	0,21	9,33	SiO ₂	11,20
<i>S K</i>	2,307	13,23	0,19	20,64	SO ₃	33,02
<i>K K</i>	3,312	0,31	0,14	0,20	K ₂ O	0,38
<i>Ca K</i>	3,690	30,00	0,19	37,46	CaO	41,98
<i>Ti K</i>	4,508	0,11	0,32	0,12	TiO ₂	0,19
<i>Fe K</i>	6,398	0,55	0,46	0,25	Fe ₂ O ₃	0,78
<i>Total</i>		100		100		100

С помощью рентгенофазового анализа и электронной микроскопии (рис. 3, 4) исследовалась структура тампонажного материала на микроуровне после опреде-

ления прочности экспериментальных образцов (в возрасте 2 суток) и размола до полного прохождения через сито 0,053.

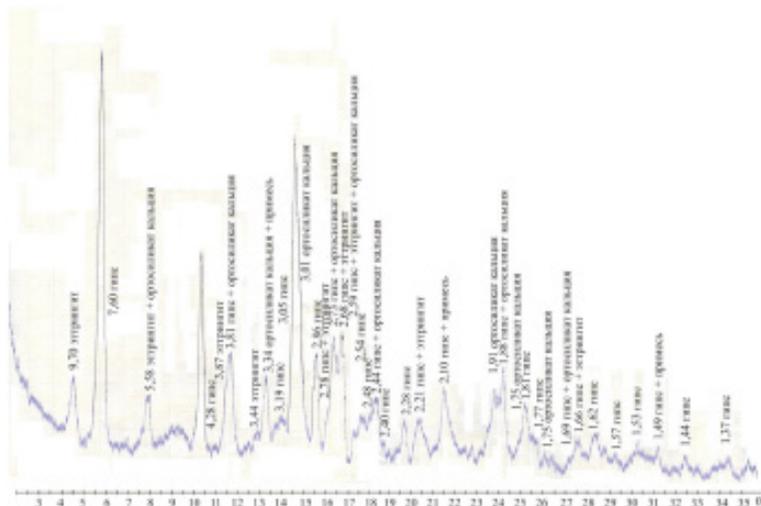


Рис. 3. Дифрактограмма тампонажного камня в возрасте 2 суток

Анализ показал, что к возрасту двое суток в тампонажном камне уже сформирована кристаллизационно-конденсационная структура: образован объемный пространственный слоисто-пакетный каркас из частиц двуводного сульфата кальция, после кристаллизации образующий прочную матрицу.

К возрасту 2 суток в материале также образовались гранулы дисперсной фазы – игольчатые кристаллы кварца, оксида магния и ортосиликата кальция. Отмечено их наслоение и формирование друз нарастания. На снимке (рис. 4) показан момент объединения гранул дисперсной фазы.

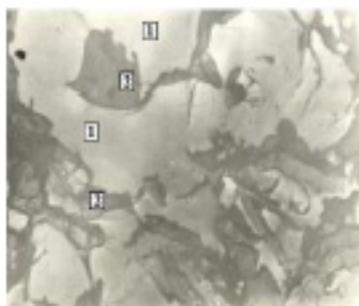


Рис. 4. Микрография структуры тампонажного камня в возрасте 2 суток (увеличение 3000^х): 1 – матрица; 2 – наполнитель

Таким образом, в результате исследовательских работ получен тампонажный композит матричной структуры. На разработанный состав получен патент [11], утвержден технологический регламент на его изготовление.

Оценка технико-экономической эффективности производства в соответствии



с функциональным назначением осуществлялось путем апробации при проведении инженерно-геологических исследований АО «Росгеология» (г. Новокузнецк) при содействии ООО «ИнТехПромИнжиниринг» (г. Кемерово), осуществляющим научные исследования и разработки в области естественных и технических наук.

При проведении апробации был выполнен комплекс мероприятий по ликвидации трех скважин, пробуренных в массиве горных пород. С целью препятствия движению по ним подземных вод и охраны от загрязнения водоносных горизонтов недр пустоты были заполнены разработанным бесцементным тампонажным раствором в объеме 10 м³.

В результате апробации было установлено, что бесцементный тампонажный состав может быть использован в шахтном и подземном строительстве в качестве самостоятельного или базового тампонажного материала, позволяя возводить сооружения с минимальными затратами, повысив эффективность изоляционных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ибрагимов, М. Н. Некоторые проблемы закрепления грунтов растворами из микроцементов / М. Н. Ибрагимов, В. В. Семкин, А. В. Шапошников. – Текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. – 2016. – № 4. – С. 114–119.
2. Современные технологии цементационного закрепления грунтов / И. Я. Харченко, В. А. Алексеев, К. А. Исафилов, А. С.-Э. Батербиев. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2016. – Том 11, № 5. – С. 552–558.
3. Игошева, Л. А. Обзор основных методов укрепления грунтов основания / Л. А. Игошева, А. С. Гришина. – Текст : непосредственный // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2016. – Т. 7, № 2. – С. 5–21.
4. Тонкодисперсное композиционное вяжущее для закрепления грунтов инъекционным способом / А. Н. Гришин, А. И. Панченко, И. Я. Харченко, М. И. Баженов. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2017. – Т. 12, № 11. – С. 1289–1298.
5. Применение шлакощелочных вяжущих в технологии струйной цементации для усиления грунтов / А. И. Харченко, В. А. Алексеев, И. Я. Харченко, А. А. Алексеев. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2019. – Т. 14, № 6. – С. 680–689.
6. Орешкин, В. Д. Экологические проблемы комплексного освоения недр при масштабной утилизации техногенных минеральных ресурсов и отходов в производстве строительных материалов / В. Д. Орешкин. – Текст : непосредственный // Строительные материалы. – 2017. – № 8. – С. 55–63.
7. Лыгина, Т. З. Техногенные отходы нерудного сырья в производстве строительных материалов / Т. З. Лыгина, В. П. Лузин, А. В. Корнилов. – Текст : электронный // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета : электронный журнал. – 2017. – № 4 (42). – С. 303–313. – URL: https://izvestija.kgasu.ru/ru/nomera-zhurnal/arkhiv-zhurnal?sod=sod4_2017&idizv=47. – Дата публикации : декабрь 2017 года.
8. Корнеева, Е. В. Использование электросталеплавильного шлака в производстве строительных материалов / Е. В. Корнеева, В. А. Корнеев. – Текст : непосредственный // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия «Строительство и архитектура». – 2016. – Вып. 45 (64). – С. 45–53.
9. Корнеева, Е. В. Использование электросталеплавильного шлака в производстве бесклнкерного вяжущего материалов / Е. В. Корнеева, Г. И. Бердов. – Текст : электронный // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Строительство и архитектура» : электронный журнал. – 2018. – Том 18, № 3. – С. 35–39. – URL: <https://vestnik.susu.ru/building/article/view/9021/7271>. – Дата публикации : декабрь 2018 года.
10. Корнеева, Е. В. Формирование бесцементных систем твердения на основе оксидосодержащих техногенных продуктов материалов / Е. В. Корнеева, Г. И. Бердов. – Текст : непо-



средственный // Глобальный научный потенциал. – 2016. – № 9 (66). – С. 118–123.

11. Патент 2642736 Российская Федерация, МПК E21B 33/138. Тампонажный раствор : № 2017106681 : заявл. 28.02.17 : опубл. 25.01.18. / Корнеева Е. В. ; заявитель Сибирский государственный индустриальный университет. – 7 с. – Текст : непосредственный.

KORNEEVA Elena Viktorovna, candidate of technical sciences, associate professor, the chair of engineering structures, building technologies and materials

CEMENTATION WITH THE USE OF SECONDARY MINERAL RAW MATERIALS

Siberian State Industrial University

42, Kirov St., Novokuznetsk, 654007, Russia. Tel.: +7 (923) 631-93-47; e-mail: korneev_va@list.ru

Key words: grouting material, steelmaking slags, structure, matrix, aggregate.

Creation of cement compositions using mechanically activated technogenic raw materials is relevant today as part of a large-scale task of utilization of technogenic formations in construction and technological processes. The article is devoted to the study of the mechanism of structural and rheological transformations of a cementless hardening system based on activated raw material of steelmaking.

To assess structural and material changes in the hardening system, comprehensive physical and chemical studies were carried out: IR- spectroscopy, thermogravimetric and x-ray phase analysis. Electron microscopy investigated the structure of the stone.

REFERENCES

1. Ibragimov M. N., Semkin V. V., Shaposhnikov A. V. Nekotorye problemy zakrepleniya gruntov rastvorami iz mikrotsementov [Some problems of soil fixation with microcement solutions]. *Academia. Arkhitektura i stroitelstvo [Architecture and construction]*. 2016, № 4. P. 114–119.
2. Kharchenko I. Ya., Alekseev V. A., Israfilov K. A., Baterbiev A. S.-E. Sovremennyye tekhnologii tsementatsionnogo zakrepleniya gruntov [Modern technologies of cementation fixation of soils]. *Vestnik MGSU. Stroitelstvo i arkhitektura [Bulletin of MGSU. Construction and architecture]*. 2016. Vol. 11. № 5. P. 552–558.
3. Igosheva L. A., Grishina A. S. Obzor osnovnykh metodov ukrepleniya gruntov osnovaniya [Overview of the basic methods of strengthening the soil]. *Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Stroitelstvo i arkhitektura [Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Construction and architecture]*. 2016. Vol. 7, № 2. P. 5–21.
4. Grishin A. N., Panchenko A. I., Kharchenko I. Ya., Bazhenov M. I. Tonkodispersnoe kompozitsionnoe vyazhushee dlya zakrepleniya gruntov inektsionnym sposobom [Fine composite binder for fixing the soil by injection]. *Vestnik MGSU. Stroitelstvo i arkhitektura [Bulletin of MGSU. Construction and architecture]*. 2017. Vol. 12. № 11. P. 1289–1298.
5. Kharchenko A. I., Alekseev V. A., Kharchenko I. Ya., Alekseev A. A. Primenenie shlakoschelochnykh vyazhuschikh v tekhnologii struynoy tsementatsii dlya usileniya gruntov [The use of slag alkali binders in jet grouting technology for soil reinforcement]. *Vestnik MGSU. Stroitelstvo i arkhitektura [Bulletin of MGSU. Construction and architecture]*. 2019. Vol. 14, № 6. P. 680–689.
6. Oreshkin V. D. Ekologicheskie problemy kompleksnogo osvoeniya nedr pri mashtabnoy utilizatsii tekhnogennykh mineralnykh resursov i otkhodov v proizvodstve stroitelnykh materialov [Environmental problems of integrated subsoil development with the large-scale utilization of technogenic mineral resources and wastes in the production of building materials]. *Stroitelnye*



materialy [Construction materials]. 2017, № 8. P. 55–63.

7. Lygina T. Z., Luzin V. P., Kornilov A. V. Tekhnogennyye otkhody nerudnogo syrya v proizvodstve stroitelnykh materialov [Technogenic waste of non-metallic raw materials in the production of building materials]. Izvestiya Kazan. gos. arkhitektur.-stroit. un-ta [News of Kazan State University of Architecture and Civil Engineering] : elektronny zhurnal. 2017, № 4 (42). P. 303–313. URL: https://izvestiya.kgasu.ru/ru/nomera-zhurnal/arkhiv-zhurnal?sod=sod4_2017&idizv=47. – Data publikatsii : dekabr 2017 goda.

8. Korneeva E. V., Korneev V. A. Ispolzovanie elektrostaleplavilnogo shlaka v proizvodstve stroitelnykh materialov [The use of steelmaking slag in the production of building materials]. Vestnik Volgograd. gos. arkhitektur.-stroit. un-ta. Stroitelstvo i arkhitektura [Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture]. 2016. Iss. 45 (64). P. 45–53.

9. Korneeva E. V., Berdov G. I. Ispolzovanie elektrostaleplavilnogo shlaka v proizvodstve besklinskernogo vyazhushego [The use of electric steelmaking slag in the production of clinker-free binder]. Vestnik Yuzhno-Uralsk. gos. un-ta. Stroitelstvo i arkhitektura [Bulletin of the South Ural State University. Construction and architecture]: elektronny zhurnal. 2018. Vol. 18, № 3. P. 35–39. URL: <https://vestnik.susu.ru/building/article/view/9021/7271>. – Data publikatsii : dekabr 2018 goda.

10. Korneeva E. V., Berdov G. I. Formirovanie bestsementnykh sistem tverdeniya na osnove oksidosoderzhaschikh tekhnogennykh produktov [Formation of cementless hardening systems based on oxide-containing technogenic products]. Globalny nauchny potentsial [Global scientific potential]. 2016, № 9 (66). P. 118–123.

11. Pat. 2642736 Ros. Federatsiya: MPK E21B 33/138. Tamponazhny rastvor [Grouting mortar]: № 2017106681 : zayavl. 28.02.17 : opubl. 25.01.18 / E. V. Korneeva; zayavitel Sibirsk. gos. industrial. un-t. 7 p.

© **Е. В. Корнеева, 2020**

Получено: 15.02.2020 г.

УДК 628.55:627.81

С. В. СОБОЛЬ, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой гидротехнических и транспортных сооружений

ПРИМЕРЫ МОНОФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, СОПУТСТВУЮЩИХ СУЩЕСТВОВАНИЮ ВОДОХРАНИЛИЩ

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

Ключевые слова: водохранилища, волны, лед, берега, наносы, мерзлота в основании, фрактальный анализ.

Рассмотрены результаты наблюдений, представляемые рядами количественных данных. Ряды наблюдаемых данных охарактеризованы как самоаффинные множества. Изложены основные положения метода Х. Е. Херста для фрактального анализа рядов данных. С использованием этого метода выполнен монофрактальный анализ наблюдаемых в конкретных ситуациях нескольких физических процессов, сопутствующих существованию водохранилищ. Сообщены результаты проведенного анализа в обобщенном виде, зафиксировавшие фрактальность рассмотренных процессов в соответствии с законом Херста и тенденции их развития.

Введение. Согласно основоположнику фрактальной теории Б. Б. Мандельброту [1], фракталы встречаются везде [2, 3, 4]. В XXI в. специалисты в разных областях, повинувшись врожденной активности, штурмуют фрактальную тему [5, 6, 7, 8]. Применительно к водному хозяйству, как и ранее [9], преобладают работы из области гидрологии [10, 11] с фрактальным анализом речных сетей [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18], береговых линий и уровней воды озер [19, 20], временных рядов гидрологических данных [21, 22, 23]. Мы, посылно участвуя в гонке за прогрессом, писали о фрактальных параметрах водохранилищ [24, 25, 26, 27] и, возможно, еще напишем. В этот раз сообщаем результаты монофрактального анализа некоторых наблюдаемых физических процессов, сопутствующих их существованию. Насколько известно, такую задачу пока никто перед собой не ставил.

Материалы и методы исследования. Использовались результаты наблюдений, которые можно было представить рядами количественных данных. Изучалась динамика таких характеристик, как показатель Херста H и фрактальная размерность D .

Проводя фрактальный анализ, например, временного ряда, предполагают, что он на некотором интервале масштабов самоподобен и, как следствие, процессы, идущие в настоящее время, определяются предыдущими состояниями. Временные ряды обычно демонстрируют самоаффинность. Самоаффинные множества характеризуются двумя значениями фрактальной размерности – локальной и глобальной. Временной ряд непосредственно характеризует локальная фрактальная размерность [3, 6].

Для анализа самоподобных временных рядов использован метод Х. Е. Херста или, как его еще называют, метод нормированного размаха и R/S – метод [28, 29, 30], воспроизведенный в публикациях [3, 6, 21, 22, 23]. Анализируется безразмер-



ное отношение R/S , где R – размах случайной величины (разность наибольшего и наименьшего значения исследуемого параметра на изучаемом отрезке времени τ), S – ее среднеквадратичное отклонение. Вычисляется показатель Херста $H = \log(R/S) / \log \tau$, затем локальная фрактальная размерность ряда $D = 2 - H$, по которым ряд получает определенную характеристику (табл. 1). Объективность характеристики ряда можно несколько повысить путем введения доверительных интервалов для H [23].

Таблица 1

**Соотношение между показателем Херста и
фрактальной размерностью временных рядов [6]**

Показатель Херста H	Фрактальная размерность ряда D	Характеристика ряда
$0 < H < 0,5$	$1,5 < D < 2$	антиперсистентный
$H = 0,5$	$D = 1,5$	без выраженной тенденции (броуновский процесс)
$0,5 < H < 1$	$1 < D < 1,5$	персистентный

Одним из преимуществ метода Х. Е. Херста называют малую чувствительность к длине ряда [6], что даже для коротких рядов (например, от 64 измерений) позволяет получить адекватные результаты [31], но понятно – чем короче ряд, тем погрешность будет выше [6, 23]. И в коротких рядах при малых значениях τ отношение R/S может быть меньше, чем для случайного процесса с независимыми приращениями [3]. Стоит заметить, что на практике большинство рядов данных, с которыми приходится иметь дело, соответствуют именно коротким временам.

Результаты и обсуждение. Ветровое волнение. В конце 1930-х годов В. А. Марьин на водохранилище ДнепроГЭС получил зависимость высоты волны h , м, от длины ее разгона L , км, по направлению господствующих ветров $h = 0,37 L$. Этой зависимостью описывалась средневысокая волна 2–10 %-ной обеспеченности в глубоководной зоне водохранилища при условии, что $L < 30$ км [32]. В отличие от исследователей волнения на других водохранилищах, В. А. Марьин поставил высоту волн в зависимость только от одного фактора, что сделало его данные (рис. 1) удобными для монофрактального анализа.

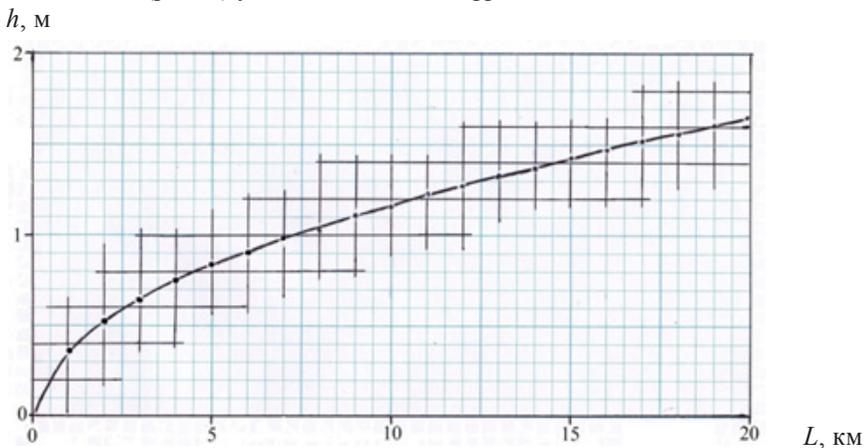


Рис. 1. График зависимости высоты волны h от длины ее разгона L на водохранилище ДнепроГЭС в натуральных координатах

Анализ проведен фрагментарно. Показатель Херста составил $H = 0,548$. Поскольку наблюдаемое значение $H > 0,5$, высота волны h ожидаемо обнаружила персистентность, т. е. будет увеличиваться с увеличением длины ее разгона L . Фрактальная размерность ряда высот волн $D = 1,452$.

Нарастание толщины ледяного покрова. Данные 67 измерений толщины льда h , см, в пункте Оханск на акватории Воткинского водохранилища аппроксимированы степенной зависимостью:

$$h = 0,907 (\sum \vartheta)^{0,553},$$

где $\sum \vartheta$ – сумма отрицательных среднесуточных температур воздуха, °С, с момента начала ледообразования [33]. Анализ ряда дал среднее значение показателя Херста $H = 0,535 > 0,5$, фрактальной размерности $D = 1,465$.

Переформирование берегов. Наибольшему переформированию на водохранилищах подвержены абразионные берега. Процесс однонаправленный. Интенсивность берегопереформирования оценивают обычно по скорости смещения бровки надводного берегового уступа в сторону суши.

В табл. 2 и на рис. 2 (для наглядности) представлены данные непрерывных ежегодных измерений отступления бровки абразионного берега Волгоградского водохранилища ξ , м/год, в одном из режимных створов за 1961–2000 гг. [34].

Для анализа методом Х. Е. Херста ряд данных делился на пяти-, десяти-, двадцатилетние интервалы. Результаты вычислений H при $\tau = 5$ лет приведены на рис. 3. При сравнении рис. 3 с рис. 2 видно, что показатель Херста отразил поведение бровки абразионного берега на временных интервалах, в т. ч. с 1980-х гг. указал персистентность процесса. Для всего рассмотренного ряда за 1961–2000 гг. получен $H = 0,481$, и здесь, видимо, проявилась ситуация с коротким рядом, на возможность которой указывалось выше [3].

Результат фрактального анализа подтвердил вывод, следовавший из результата ранее выполненного адаптивного анализа и прогноза [35] о продолжении с постепенным затуханием процесса абразионного переформирования берега Волгоградского водохранилища в рассмотренном створе (от 3,62 м/год в 1961–2000 гг. до 1,77 м/год в 2001–2020 гг.).

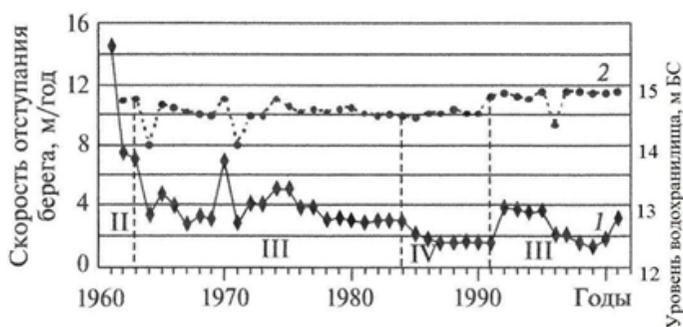


Рис. 2. Стадии переработки абразионного берега Волгоградского водохранилища: 1 – отступление бровки берега, м/год; 2 – средний уровень воды в безледоставный сезон; II – стадия интенсивного берегоразрушения; III – стадия становления берега; IV – признаки стадии динамического равновесия [34]

**Отступление бровки абразионного берега
Волгоградского водохранилища за 1961–2000 гг. [33]**

Год	Отступление бровки берега		Год	Отступление бровки берега	
	м/год	нарастающим итогом, м		м/год	нарастающим итогом, м
1961	14,5	14,5	1981	2,8	98,0
1962	7,6	22,1	1982	3,0	101,0
1963	7,1	29,2	1983	3,0	104,0
1964	3,4	32,6	1984	3,0	107,0
1965	4,5	37,1	1985	2,1	109,1
1966	4,0	41,1	1986	1,9	111,0
1967	2,8	43,9	1987	1,8	112,8
1968	3,2	47,1	1988	1,8	114,6
1969	3,1	50,2	1989	1,8	116,4
1970	7,0	57,2	1990	1,8	118,2
1971	2,9	60,1	1991	3,9	122,1
1972	4,0	64,1	1992	3,8	125,9
1973	4,0	68,1	1993	3,7	129,6
1974	5,0	73,1	1994	3,8	133,4
1975	5,0	78,1	1995	2,0	135,4
1976	4,0	82,1	1996	2,0	137,4
1977	4,0	86,1	1997	1,8	139,2
1978	3,0	89,1	1998	1,7	140,9
1979	3,1	92,2	1999	1,9	142,8
1980	3,0	95,2	2000	2,0	144,8

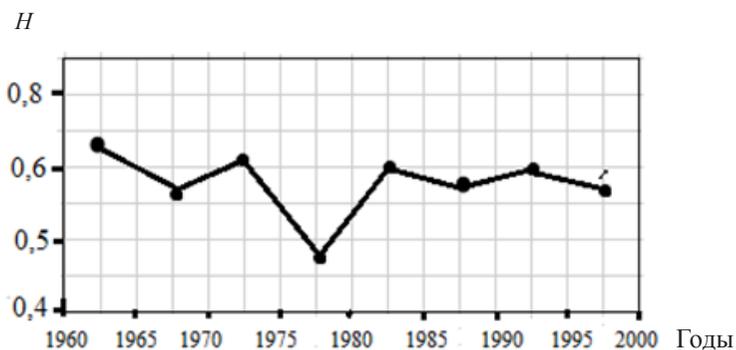


Рис. 3. Значения показателя Херста по пятилетним интервалам ежегодных значений отступления бровки абразионного берега Волгоградского водохранилища

Отложение наносов. В эксплуатационный период объем водохранилищ уменьшается из-за отложения в их чашах донных и взвешенных наносов вместе с продуктами разрушения берегов.



Мы проанализировали ситуацию за 1937–2010 гг. с потерей объема вследствие осадконакопления 10 водохранилищами Волжско-Камского каскада, за исключением Нижнекамского из-за отсутствия данных (табл. 3), заглянули в недалекое будущее. Получили, что потеря к 2011 г. составила 5,285 км³ или 3,15 % суммарного проектного объема водохранилищ каскада, а к 2030 г. составит 5,80 км³ [36].

Таблица 3

Показатели потери с возрастом полного объема водохранилищ Волжско-Камского каскада вследствие осадконакопления [36]

Водохранилище	Полный объем проектный, км ³	Период эксплуатации (возраст водохранилища), годы	Уточненный объем в конце периода, км ³	Потеря полного объема	
				км ³	%
Иваньковское	1,20	1937–1957 (20)	1,180	0,020	1,63
		1937–1968 (31)	1,178	0,022	1,76
		1937–1992 (55)	1,166	0,034	2,83
		1937–2009 (72)	1,075	0,125	10,4
Угличское	1,245	1940–1958 (18)	1,228	0,017	1,36
		1940–1992 (52)	1,224	0,021	1,68
		1940–2008 (68)	1,223	0,022	1,76
Рыбинское	25,42	1941–1955 (14)	24,834	0,586	2,30
		1941–2002 (61)	24,782	0,638	2,50
		1941–2010 (69)	24,767	0,653	2,56
Горьковское	8,82	1955–1980 (25)	8,689	0,131	1,48
		1955–1999 (44)	8,666	0,154	1,75
		1955–2009 (54)	8,588	0,168	1,91
Чебоксарское	4,60	1981–1991 (10)	4,586	0,014	0,30
		1981–2001 (20)	4,579	0,021	0,47
		1981–2006(25)	4,572	0,027	0,60
Куйбышевское	57,30	1955–1966 (11)	56,866	0,434	0,80
		1955–1983 (28)	56,198	1,102	1,92
		1955–2002 (47)	56,149	1,151	2,01
Саратовское	12,87	1967–1985 (18)	12,716	0,154	1,19
		1967–2006 (39)	12,678	0,192	1,49
Волгоградское	31,50	1958–1985 (27)	31,046	0,454	1,44
		1958–1990 (32)	31,041	0,459	1,45
Камское	12,20	1954–1966 (12)	11,50	0,700	5,73
		1954–2008 (54)	10,80	1,400	11,47
Воткинское	9,36	1961–2009 (48)	8,648	0,712	7,60
Нижнекамское	2,80	1984–	-	-	-

Затем пошли следующим путем: из данных табл. 3 с добавлением прогнозных данных за 1915 и 1920 гг. составили временной ряд в координатах «возраст водохранилища (годы) – потеря полного объема (%)»; на стадии его первичной обработки нетипичные данные отбросили, предполагая их слабое влияние на об-



шую динамику процесса; где требовалось – усреднили данные внутри года; полученный неравномерно табулированный временной ряд дополнили до равномерно табулированного посредством процедуры кусочно-линейной интерполяции. В результате таких поправок построили ряд ежегодных потерь объема (рис. 4); для него выполнили фрактальный анализ. Получили удовлетворительное согласие с законом Херста (R/S) $\sim \tau^H$ при $H = 0,517$ (рис. 5) и выявленной персистентностью ($H > 0,5$), что соответствует результату предыдущего анализа и прогноза [36].

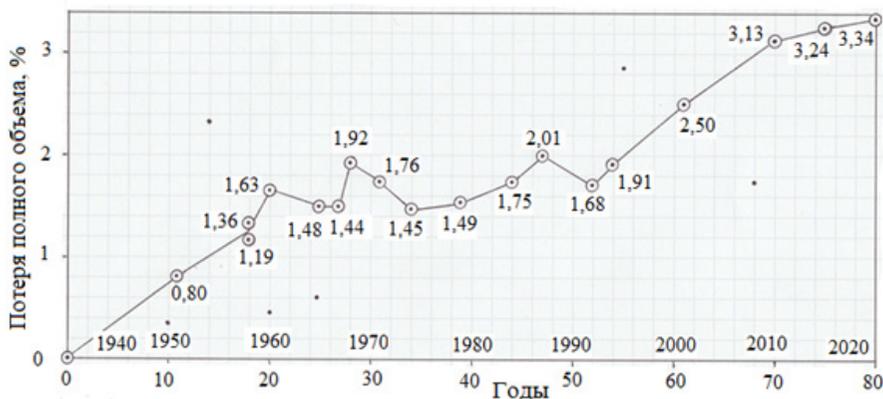


Рис. 4. Временной ряд в координатах «возраст водохранилища (годы) – потеря полного объема (%)» для водохранилищ Волжско-Камского каскада. Точками (без кружочков) отмечены нетипичные данные

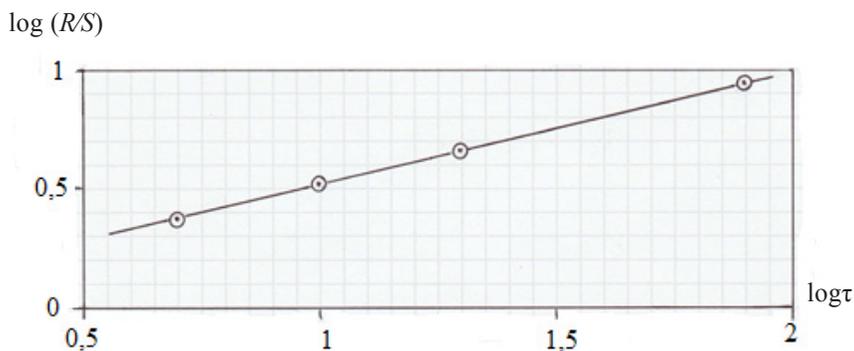


Рис. 5. Отношение R/S как функция возраста водохранилищ (в годах) для значений потерь полного объема (в %) водохранилищ Волжско-Камского каскада, $H = 0,517$

Полученное значение $H = 0,517$ для потери объема (заиления) водохранилищ Волжско-Камского каскада уложилось в диапазон данных Х. Е. Херста ($H = 0,50-0,95$) по нарастанию слоистых отложений озер [3].

Подпор подземных вод. При заполнении водохранилищ в их берегах возникает явление подпора подземных вод.

Мы воспользовались данными по наблюдательному створу с тремя режимными скважинами № 2156, № 2157, № 2158, который был заложен перпендикулярно урезу проектного НПУ в однородных песках мощностью до 40 м, подстилаемых

глинами на участке Рахинка со стороны левого берега Волгоградского водохранилища в 35 км от плотины гидроузла (рис. 6) [37].

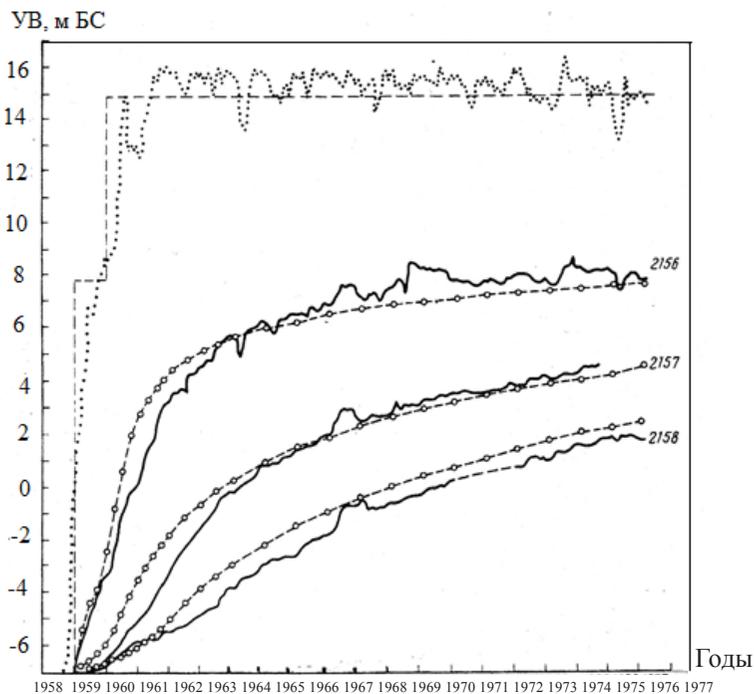


Рис. 6. Фактические (сплошные линии) и модельные (штриховые линии) кривые подъема уровня грунтовых вод в режимных скважинах № 2156, № 2157, № 2158 и гидрограф наполнения Волгоградского водохранилища (верхний график). Уровни воды даны от уровня р. Волги в декабре 1958 г. [37]

В результате R/S -анализа получен H по скважинам: № 2156 – 0,538; № 2157 – 0,520; № 2158 – 0,504, т. е. фрактальность процесса подпора проявилась по всему створу. Проявился также эффект меньших коэффициентов фрактального скейлинга в более мелких скважинах [38]. Значение $H > 0,5$ указало на то, что подъем уровня подземных вод окончательно не завершён и будет после 1977 г. ещё какое-то время продолжаться, что и наблюдалось в действительности.

Оттаивание вечной мерзлоты. Северо-восток России подвержен влиянию сурового климата и занят вечной мерзлотой. Наличие льда в дисперсных вечномерзлых горных породах предопределяет возможность проявления в основании водохранилищ термокарста – процесса таяния льдонасыщенных пород, сопровождающегося осадкой оттаявшего слоя из-за уменьшения пористости за счет оттаивания талой воды.

Расчетным путем с подтверждением натурными данными была восстановлена кривая $\xi(t) = 1,897 \cdot \sqrt{t}$ тысячелетнего процесса оттаивания 60-метрового слоя вечномерзлой супеси с учетом осадки $S(t) = 0,32 \cdot \xi(t)$ в основании большого термокарстового озера Сырдах в центральной Якутии, могущего служить аналогом водохранилища [39].

Из 100 значений глубины оттаивания $\xi(t)$ – по 10 значений в каждые 100 лет – был составлен временной ряд.

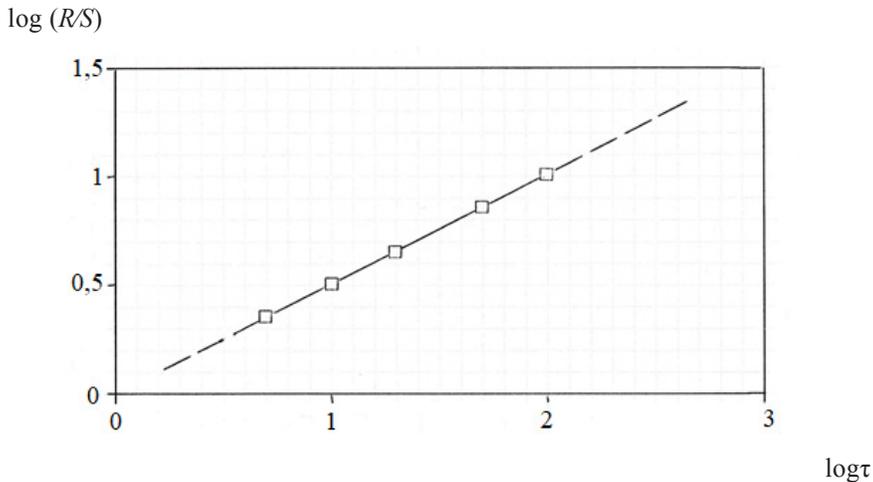


Рис. 7. Результат фрактального анализа оттаивания вечномёрзлого грунта с учетом осадки в основании термокарстового озера Сырдах, $H = 0,497$

Таблица 4

Значения показателей фрактальности для исследованных процессов, представленных рядами эмпирических данных

Процесс	Диапазон измерений	Количество измерений	Диапазон значений показателя Херста H	Среднее значение показателя Херста H	Фрактальная размерность D
Высота ветровой волны h , м, в зависимости от длины разгона L , км, на водохранилище ДнепроГЭС	$L = 0 - 20$ км	20	0,647 – 0,465	0,548	1,452
Нарастание толщины льда h , см, в зависимости от суммы отрицательных среднесуточных температур воздуха $\Sigma\Theta$, °С, на Воткинском водохранилище	$\Sigma = 0 - 2750$ °С	67	0,535 – 0,534	0,535	1,465
Отступление $\xi(t)$, м, бровки абразионного берега Волгоградского водохранилища в процессе берегопереформирования	$T = 40$ лет (1960 – 2000 гг.)	40	0,580 – 0,428	0,481	1,519
Уменьшение объема (из-за отложения наносов), %, в зависимости от возраста T , лет, водохранилищ Волжско-Камского каскада	$T = 0 - 70$ лет (1940 – 2010 гг.)	26	0,524 – 0,511	0,517	1,483



Окончание табл. 4

Процесс	Диапазон измерений	Количество измерений	Диапазон значений показателя Херста H	Среднее значение показателя Херста H	Фрактальная размерность D
Подпор (подъем уровня) подземных вод, м БС, в левобережье Волгоградского водохранилища при его заполнении	$T = 20$ лет (1958 – 1977 гг.)	20	0,538 – 0,504	0,520	1,480
Оттаивание вечной мерзлоты $\xi(t)$, м, в основании термокарстового озера Сырдах с учетом оседания ложа	$T = 1000$ лет	100	0,508 – 0,488	0,497	1,503

Анализ методом Х. Е. Херста указал на фрактальность ряда $\xi(t)$ с показателем $H = 0,497$ при диапазоне $H = 0,508 - 0,488$ (рис. 7). При этом тепловая осадка дна озера $S(t)$ характеризуется значением $H = 0,487$. Таким образом, временные ряды оттаивания $\xi(t)$ и тепловой осадки $S(t)$ вечномерзлого грунта в основании оз. Сырдах почти неотличимы от случайного процесса, хотя и демонстрируют некоторую антиперсистентность, указывающую на замедление процесса со временем.

Обобщение результатов. В табл. 4 обобщены вычисленные в наборе примеров показатели Херста и фрактальные размерности рассмотренных процессов. Они уложились в диапазоны $H = 0,548 - 0,481$, $D = 1,452 - 1,519$, указали тенденции процессов при их продолжении.

Выводы:

Выявлена фрактальность и получены значения фрактальных размерностей различных (далеко не всех) физических процессов, сопровождающих существование водохранилищ и представляемых рядами эмпирических данных.

Рассмотренные примеры отражают информативность фрактального анализа в части определения устойчивости ряда, а именно: сможет ли имеющаяся тенденция процесса продолжаться в будущем или нет?

Сегодня фрактальный методологический подход преодолевает определенный этап в направлении прикладных исследований водохранилищ. Потребуется еще время и дальнейшие усилия, чтобы в свете этого подхода окончательно осмыслить проблему на инженерном уровне и обеспечить экономическую пользу из ее перманентного решения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. У геометрии природы фрактальное лицо (памяти Бенуа Мандельброта) / Г. С. Розенберг, Е. В. Чупрунов, Д. Б. Гелашвили, Д. И. Иудин. – Текст : непосредственный // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. – 2011. – № 1. – С. 411–417.
2. Mandelbrot, B. B. Fractals: form, chance and dimension / B. B. Mandelbrot. – San Francisco : Freeman, 1977. – 365 p.
3. Федер, Е. Фракталы / Е. Федер. – Москва : Мир, 1991. – 254 с. – ISBN 5-03-001712-7. – Текст : непосредственный.



4. Мандельброт, Б. Фрактальная геометрия природы / Б. Мандельброт. – Москва : Институт компьютерных исследований, 2002. – 656 с. – Текст : непосредственный.
5. Шредер, М. Фракталы, хаос, степенные законы / М. Шредер. – Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2001. – 528 с. – ISBN: 5-93972-041-2. – Текст : непосредственный.
6. Иудин, Д. И. Фракталы: от простого к сложному / Д. И. Иудин, Е. В. Копосов ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2012. – 182 с. – Текст : непосредственный.
7. Фракталы и мультифракталы в биоэкологии / Д. Б. Гелашвили, Д. И. Иудин, Г. С. Розенберг, В. Н. Якимов, Л. А. Солнцев ; Нижегородский государственный университет им. Лобачевского. – Нижний Новгород : ННГУ, 2013. – 370 с. – ISBN: 978-5-91326-246-2. – Текст : непосредственный.
8. Балханов, В. К. Основы фрактальной геометрии и фрактального исчисления / В. К. Балханов / Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова. – Улан-Уде : БГУ, 2013. – 224 с. – ISBN 978-5-9793-0549-3. – Текст : непосредственный.
9. Кучмент, Л. С. Фракталы в гидрологии / Л. С. Кучмент. – Текст : непосредственный // Юбилейный сборник ИВП. – Москва, 1999. – С. 55–64.
10. Sivakumar, B. Chaos in hydrology: bridging determinism and stochasticity / B. Sivakumar. – Sidney, BC, Canada : Springer, 2016. – 394 p.
11. Singh, V. P. Hydrologic modeling: progress and future directions / V. P. Singh // Geoscience Letters. – 2018. – № 5:15.
12. Балханов, В. К. Фрактальная размерность структуры русловой сети дельты Селенги / В. К. Балханов, Ю. Б. Башкуев. – Текст : непосредственный // Водные ресурсы. – 2004. – Т. 31, № 2. – С. 165–169.
13. Мельник, М. А. Фрактальный анализ извилистости рек (на примере Томской области) / М. А. Мельник. – Текст : непосредственный // Вестник Томского государственного университета. – 2010. – № 335. – С. 168–176.
14. Алексеевский, Н. И. Фрактальные свойства речных систем и их использование в гидрологических расчетах / Н. И. Алексеевский, А. Г. Косицкий, А. В. Христофоров. – Текст : непосредственный // Вестник Томского государственного университета. – 2013. – № 371. – С. 167–170.
15. Сидорчук, А. Ю. Фрактальная геометрия речных сетей / А. Ю. Сидорчук. – Текст : непосредственный // Геоморфология. – 2014. – № 1. – С. 3–14.
16. Hunt, A. G. Brief communication: Possible explanation of the values of Hack's drainage basin, river length scaling exponent / A. G. Hunt // Nonlin. Processes Geophysic. – 2016. – Vol. 23. – P. 91–93.
17. River networks system changes and its impact on storage and flood control capacity under rapid urbanization / L. Yang, V. Xu, L. Han, S. Song, X. Deng, Y. Wang // Hydrological Processes. – 2016. – Vol. 1. 30. – Issue 13.
18. Лепихин, А. П. К анализу структуры гидрографических сетей / А. П. Лепихин. – Текст : непосредственный // Географический вестник = Geographicalbulletin. – 2017. – № 3 (47). – С. 53–60.
19. Меншуткин, В. В. Фрактальный анализ конфигурации озер Карелии / В. В. Меншуткин. – Текст : непосредственный // Труды Карельского научного центра РАН. – 2015. – № 9. – С. 109–113.
20. Williams, Z. C. Self-affinity and surface-area-dependent fluctuations of lake-level time series / Z. C. Williams, J. D. Pelletier // Water Resources Research. – 2015. – Vol. 51. – Issue 9.
21. Калуш, Ю. А. Показатель Херста и его скрытые свойства / Ю. А. Калуш, В. М. Логинов. – Текст : непосредственный // Сибирский журнал индустриальной математики. – 2002. – Т. 5, № 4. – С. 29–37.
22. Бутаков, В. Оценка уровня стохастичности временных рядов произвольного происхождения при помощи показателя Херста / В. Бутаков, А. Грановский. – Текст : непосредственный // Computer Modeling and New Technologies. – 2005. – Vol. 9, № 2. – С. 27–32.
23. Лепихин, А. П. К применению показателя (коэффициента) Херста в гидрологии / А. П. Лепихин, Д. И. Перепелица. – Текст : непосредственный // Географический вестник =



Geographical bulletin. – 2016. – № 4 (39). – С. 36–44.

24. Соболев, И. С. Об измерении длины береговой линии водохранилищ / И. С. Соболев, С. В. Соболев, А. С. Крупинов. – Текст : непосредственный // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2014. – № 6. – С. 30–43.

25. Соболев, С. В. Фрактальные размерности береговых линий долинных водохранилищ / С. В. Соболев, Н. Р. Зайнуллина. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2017. – № 2. – С. 252–256.

26. Об оценке фрактальных параметров водохранилищ Верхней Волги / А. Н. Баринев, Д. Б. Гелашвили, В. М. Красильников, С. В. Соболев. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2019. – № 1. – С. 89–98.

27. Соболев, С. В. Фрактальные показатели действующих водохранилищ криолитозоны / С. В. Соболев, Р. В. Чжан. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2019. – № 3. – С. 82–93.

28. Hurst, H. Long term storage capacity of reservoirs / H. Hurst // Transactions of the American society of Civil engineers. – 1951. – Vol. 116. – P. 700–799.

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

30. Harold Edwin Hurst: the Nile and Equpt, past and future / J. Sutcliffe, S. Hurst, A. G. Awadallah, E. Brown, H. Named // Hydrological sciences. – 2016. – Vol. 61, № 9. – P. 1557–1570.

31. Fractal analyses for «short» time series: A re-assessment of classical methods / D. Deligniers, S. Ramdani, L. Lemoine, K. Torre, M. Fortes // Math. Psychology. – 2006. – Vol. 50. – P. 525–544.

32. Марьин, В. А. Ветровое волнение в речных озеровидных бьефах / В. А. Марьин. – Москва : Водный транспорт, 1939. – 84 с. – Текст : непосредственный.

33. Микова, К. Д. Исследование закономерностей нарастания толщины ледяного покрова на Воткинском водохранилище / К. Д. Микова, В. Г. Калинин. – Текст : непосредственный // Гидрология и гидроэкология Западного Урала : сборник научных трудов. – Пермь : Пермский государственный университет, 2006. – С. 50–54.

34. Назаров, Н. Н. Современная переработка берегов равнинных водохранилищ / Н. Н. Назаров. – Текст : непосредственный // Двадцатое межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов : доклады и сообщения. – Ульяновск, 2005. – С. 76–87.

35. Громов, Ю. А. Адаптивный метод экстраполяции данных наблюдений и прогнозирования характеристик абразии берегов эксплуатируемых водохранилищ / Ю. А. Громов, И. С. Соболев, С. В. Соболев. – Текст : непосредственный // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2013. – № 1. – С. 78–90.

36. Румянцев, И. С. Изменение объема равнинных водохранилищ на эксплуатационной фазе жизненного цикла / И. С. Румянцев, И. С. Соболев, С. В. Соболев. – Текст : непосредственный // Гидротехническое строительство. – 2014. – № 3. – С. 2–9.

37. Гармонов, И. В. Прогноз влияния равнинных водохранилищ на подпор, ресурсы и запасы подземных вод / И. В. Гармонов, Н. Б. Колотов, И. Н. Крашин. – Москва : Недра, 1984. – 157 с. – Текст : непосредственный.

38. Patterns of temporal scaling of groundwater level fluctuation / X Xu, R. Ghasemizadeh, I. Y. Padilla, D. Kaeli, A. Alsavakke // Journal of hydrology. – 2016. – Vol. 536. – P. 485–495.

39. Соболев, С. В. Водохранилища в области вечной мерзлоты : монография / С. В. Соболев ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2007. – 432 с. – ISBN 978-5-87941-483-7. – Текст : непосредственный.



SOBOL Stanislav Vladimirovich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of hydraulic and transport structures

EXAMPLES OF MONOFRACTAL ANALYSIS OF PHYSICAL PROCESSES RELATED TO THE EXISTENCE OF RESERVOIRS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St. Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel./fax: +7 (841) 430-42-89;
e-mail: gs@nngasu.ru

Key words: reservoirs, waves, ice, shores, sediments, permafrost in the base, fractal analysis.

The article considers the results of observations presented by a series of quantitative data. The series of observed data are characterized as self-affine sets. The main provisions of the H. E. Hurst method for fractal analysis of data series are presented. A monofractal analysis of some physical processes observed in specific situations and associated with the existence of reservoirs is performed with the use of this method. The results of the analysis are reported in a generalized form, which fixed fractality of the considered processes with the compliance of the Hurst method and trends of their development.

REFERENCES

1. Rosenberg G. S., Chuprunov E. V., Gelashvili D. B., Iudin D. I. U geometrii prirody fraktalnoe litso (pamyati Benua Mandelbrota [Nature geometry is of fractal face (in memory of Benoit Mandelbrot) // Vestnik Nizhegorod. un-ta im. N. I. Lobachevskogo [Bulletin of the Lobachevsky Nizhny Novgorod University]. 2011. № 1. P. 411–417.
2. Mandelbrot B. B. Fractals: form, chance and dimension / B. B. Mandelbrot – San Francisco: Freeman. 1977, 365 p.
3. Feder E. Fraktaly [Fractals]. Moscow: Mir. 1991, 254 p. ISBN 5-03-001712-7.
4. Mandelbrot B. Fraktalnaya geometriya prirody [Fractal geometry of nature]. Moscow: In-t komput. issled. 2002. 656 p.
5. Schroeder M. Fraktaly, khaos, stepennyye zakony [Fractals, chaos, power laws]. Izhevsk: Reguljarnayai khaoticheskaya dinamika. 2001, 528 p. ISBN: 5-93972-041-2.
6. Iudin D. I., Kuposov E. V. Fraktaly: ot prostogo k slozhnomu [Fractals: from simple to complex]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2012, 182 p.
7. Gelashvili D. B., Iudin D. I., Rosenberg G. S., Yakimov V. N., Solntsev L. A. Fraktaly i multifraktaly v bioekologii [Fractals and multifractals in bioecology]. Nizhegorod. gos. un-tim. Lobachevskogo. Nizhny Novgorod. 2013, 370 p. ISBN: 978-5-91326-246-2.
8. Balkhanov V. K. Osnovy fraktalnoy geometrii i fraktalnogo ischisleniya [Fundamentals of fractal geometry and fractal calculus]. Buryat. gos. un-t im. Dorzhi Banzarova. Ulan-Ude. 2013, 224 p. ISBN 978-5-9793-0549-3.
9. Kuchment L. S. Fraktaly v gidrologii [Fractals in hydrology] // Yubileyny sbornik IVP. Moscow, 1999. P. 55–64.
10. Sivakumar B. Chaos in hydrology: bridging determinism and stochasticity. Sidney, BC, Canada : Springer. 2016, 394 p.
11. Singh V. P. Hydrologic modeling: progress and future directions // Geoscience Letters. 2018. № 5: 15.
12. Balkhanov V. K., Bashkuev Yu. B. Fraktalnaya razmernost struktury ruslovoy seti delty Selengi [Fractal dimension of the structure of the riverbed of the Selenga Delta] // Vodnye resursy [Water resources management]. 2004. Vol. 31, № 2. P. 165–169.
13. Melnik M. A. Fraktalny analiz izvilistosti rek (na primere Tomskoy oblasti) [Fractal analysis of river meandering (on the example of the Tomsk region)] // Vestnik Tomsk. gos. un-ta [Bulletin of the Tomsk State University]. 2010. № 335. P. 168–176.

14. Alekseevsky N. I., Kositsky A. G., Khristoforov A. V. Fraktalnye svoystva rechnykh system i ikh ispolzovanie v gidrologicheskikh raschyotakh [Fractal properties of river systems and their use in hydrological calculations] // Vestnik Tomsk. gos. un-ta [Bulletin of the Tomsk State University]. 2013. № 371. P. 167–170.
15. Sidorchuk A. Yu. Fraktalnaya geometriya rechnykh setey [Fractal geometry of river networks] // Geomorfologiya [Geomorphology]. 2014. № 1. P. 3–14.
16. Hunt A. G. Brief communication: Possible explanation of the values of Hacks drainage basin, river length scaling exponent // Nonlin. Processes Geophysic. 2016. Vol. 23. P. 91–93.
17. Yang L., Xu V., Han L., Song S., Deng X., Wang Y. River networks system changes and its impact on storage and flood control capacity under rapid urbanization // Hydrological Processes. 2016. Vol. 1. 30. Issue 13.
18. Lepikhin A. P. K analizu struktury gidrograficheskikh setey [To the analysis of the structure of hydrographic networks] // Geograficheskiy vestnik [Geographical Bulletin]. 2017. № 3 (47). С. 53–60.
19. Menshutkin V. V. Fraktalny analiz konfiguratsii ozyor Karelii [Fractal analysis of the configuration of Karelian lakes] // Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN [Proceedings of the Karelian scientific center of the Russian Academy of Sciences], 2015, № 9. P. 109–113.
20. Williams Z. C., Pelletier J. D. Self-affinity and surface-area-dependent fluctuations of lake-level time series // Water Resources Research. 2015. Vol. 51. Issue 9.
21. Kalush Yu. A., Loginov V. M. Pokazatel Khyorsta i ego skrytye svoystva [The Hurst index and its hidden properties] // Sibirskiy zhurnal industrialnoy matematiki [Siberian Journal of Industrial Mathematics]. 2002. Vol. 5. № 4. P. 29–37.
22. Butakov V., Granovsky A. Otsenka urovnya stokhastichnosti vremennykh ryadov proizvolnogo proiskhozhdeniya pri pomoschi pokazatelya Khyorsta [Estimation of the level of stochasticity of time series of arbitrary origin using the Hurst index] // Computer Modeling and New Technologies. 2005. Vol. 9. № 2. P. 27–32.
23. Lepikhin A. P., Perepelitsa D. I. K primeneniyu pokazatelya (koeffitsienta) Khyorsta v gidrologii [To the application of the Hurst index (coefficient) in hydrology] // Geograficheskiy vestnik [Geographical Bulletin]. 2016. № 4 (39). P. 36–44.
24. Sobol I. S., Sobol S. V., Krupinov A. S. Ob izmerenii dliny beregovoy linii vodokhranilish [On measuring the length of the coastal line of reservoirs] // Vodnoe khozyaystvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie [Water management in Russia: problems, technologies, management]. 2014. № 6. P. 30–43.
25. Sobol S. V., Zaynullina N. R. Fraktalnye razmernosti beregovykh liniy dolinnykh vodokhranilish [Fractal dimensions of valley reservoirshorelines] // Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2017. № 2. P. 252–256.
26. Barinov A. N., Gelashvili D. B., Krasilnikov V. M., Sobol S. V. Ob otsenke fraktalnykh parametrov vodokhranilish Verkhney Volgi [About assessment of fractal parameters of reservoirs of the Upper Volga] // Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2019. № 1. P. 89–98.
27. Sobol S. V., Chzhan R. V. Fraktalnye pokazateli deystvuyuschikh vodokhranilish kriolitozony [Fractal indicators of existing cryolithozone reservoirs] // Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2019. № 3. P. 82–93.
28. Hurst H. Long term storage capacity of reservoirs // Transactions of the American society of Civil engineers. 1951. Vol. 116. P. 700–799.
29. Hurst H. E., Black R. P., Simaika Y. M. Long-term storage: An experimental study. London: Contable, 1965, 145 p.
30. Suteliff J., Hurst S., Awadallah A. G., Brown E., Hamed H. Harold Edwin Hurst: the Nile and Egypt, past and future // Hydrological sciences. 2016. Vol. 61. № 9. P. 1557–1570.
31. Deligniers D., Ramdani S., Lemoine L., Torre K., Fortes M. Fractal analyses for «short» time series: A re-assessment of classical methods. J. Math. Psychol., 2006. Vol. 50. P. 525–544.
32. Marin V. A. Vetrovoe volnenie v rechnykh ozerovidnykh befakh [Wind waves in river



lake-likestreams] / Moscow: Vodnytransport, 1939, 84 p.

33. Mikova K. D., Kalinin V. G. Issledovanie zakonomernostey narastaniya tolschiny ledyanogo pokrova na Votkinskom vodokhranilische [Research of regularities of ice cover thickness increase in the Votkinsk reservoir] // *Gidrologiya i gidroekologiya Zapadnogo Urala* [Hydrology and Hydroecology of the Western Urals]: sb. nauch. trudov. Perm: Perm. gos. un-t. 2006. P. 50–54.

34. Nazarov N. N. Sovremennaya pererabotka beregov ravninnykh vodokhranilisch [Modern processing of banks of lowland reservoirs] // *Dvadsatoe mezhvuz. koordinats. Soveschanie po problem erozionnykh, ruslovykh i ustevykh protsessov: dokl. i soobshch.* Ulyanovsk. 2005. P. 76–87.

35. Gromov Yu. A., Sobol I. S., Sobol S. V. Adaptivny metod ekstrapolyatsii dannykh nablyudeniya i prognozirovaniya kharakteristik abrazii beregov ekspluatiruemykh vodokhranilisch [Adaptive method of extrapolation of observational data and prediction of abrasion characteristics of the banks of exploited reservoirs] // *Vodnoe khozyaystvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie* [Water management in Russia: problems, technologies, management]. 2013. № 1. P. 78–90.

36. Rumyantsev I. S., Sobol I. S., Sobol S. V. Izmenenie obyoma ravninnykh vodokhranilisch na ekspluatatsionnoy faze zhiznennogo tsikla [Change in the volume of plain water storage at the operational phase of the life cycle] // *Gidrotekhnicheskoe stroitelstvo* [Hydrotechnical construction]. 2014. № 3. P. 2–9.

37. Garmonov I. V., Kolotov N. B., Krashin I. N. Prognoz vliyaniya ravninnykh vodokhranilisch na podpor, resursy i zapasy podzemnykh vod [Forecast of the impact of plain water storage on the backwater, resources and reserves of underground water]. Moscow: Nedra. 1984, 157 p.

38. Xu X., Ghasemizadeh R., Padilla I.Y., Kaeli D., Alsavakke A. Patterns of temporal scaling of groundwater level fluctuation // *Journal of hydrology*. 2016. Vol. 536. P. 485–495.

39. Sobol S. V. *Vodokhranilishcha v oblasti vechnoy merzloty* [Reservoirs in the permafrost region]: monografiya. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU. 2007, 432 p. ISBN 978-5-87941-483-7.

© С. В. Соболев, 2020

Получено: 27.03.2020 г.

УДК 627.81

И. С. МАРКОВ, аспирант кафедры гидротехнических и транспортных сооружений; А. В. ФЕВРАЛЕВ, канд. техн. наук, проф. кафедры гидротехнических и транспортных сооружений

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ ВОДОХРАНИЛИЩА НА УРОВЕНЬ НИЖНЕГО БЬЕФА ГИДРОУЗЛА В КРИОЛИТОЗОНЕ

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: температура воды, водохранилище, нижний бьеф, криолитозона.



Приведены уравнения температурного режима воды в водохранилище, описан процесс формирования уровенного режима в нижнем бьефе, даны результаты расчетов температуры воды водохранилищ ГЭС на реках Эбэлэх и Ваче, а также размеры полыньи и подпора уровня нижнего бьефа в зимний период.

Создание гидроузлов и водохранилищ существенно изменяет гидрологический режим рек: в результате сезонного и многолетнего регулирования происходит снижение стока в половодье и его увеличение в межень; уменьшение скорости течения вызывает выпадение наносов и заиливание водохранилища; из-за более высокой температуры воды, поступающей в нижний бьеф, в последнем изменяется температурный и ледовый режим, образуется незамерзающая в зимний период полынья.

Еще одним специфическим процессом является зимний уровенный режим нижнего бьефа, в частности, повышение уровня нижнего бьефа (УНБ). Повышение УНБ вызывается укорачиванием полыньи ниже створа гидроузла, уменьшением пропускной способности русла при льдообразовании, а также в связи с перемерзанием потока. В последних случаях расход воды, поступающей в нижний бьеф, выйдет на поверхность льда, еще более повышая уровень нижнего бьефа. Перемерзание текущего по поверхности льда потока создает новый подъем уровня воды. Таких перемерзаний за зимний период может быть несколько, результатом чего будет образование мощных наледей, а также возникновение значительного подпора со стороны нижнего бьефа.

Таким образом, УНБ зависит от длины полыньи, в том числе и от места ее промерзания. Подпор УНБ создается при образовании в нижнем бьефе льда, последний возникает на некотором расстоянии от створа сооружений – на длине полыньи. Длина полыньи зависит от многих факторов: климатических условий, температуры воды водохранилища, расхода и температуры воды, поступающей в нижний бьеф, параметров и пропускной способности русла в нижнем бьефе и др. Известны методы расчетов размеров полыньи [1, 2]. При этих расчетах особое значение имеет температура воды, выходящей из водохранилища в нижний бьеф.

Температура воды водохранилища может определяться решением уравнения [3]:

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial t} = a \cdot \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial z^2}, \quad (1)$$

где ϑ – температура воды; a – коэффициент температуропроводности воды водохранилища; z – вертикальная координата; t – время.

При отсутствии ледяного покрова граничное условие на поверхности воды может быть принято в виде:

$$-\lambda \cdot \frac{\partial \vartheta}{\partial z} = \alpha (\vartheta_3 - \vartheta_{\text{пов}}), \quad (2)$$

где λ – коэффициент теплопроводности; ϑ_3 – эквивалентная температура воздуха; $\vartheta_{\text{пов}}$ – приземная температура воздуха; α – коэффициент теплообмена.

$$\vartheta_3 = \vartheta + (S_R + S_H) / \alpha, \quad (3)$$

где S_R – радиационный баланс; S_H – теплоотдача испарением.

При наличии ледяного покрова граничное условие на поверхности воды упрощается:

$$\vartheta = 0 \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (4)$$

Граничное условие на дне водохранилища принимается:

– при отсутствии ледостава

$$\frac{\partial \theta}{\partial z} = 0, \quad (5)$$

– при наличии льда

$$\frac{\partial \theta}{\partial z} = S_{\text{дн}}, \quad (6)$$

где $S_{\text{дн}}$ – плотность теплового потока на дне.

Решение уравнений (1)–(6) в общем случае осуществляется методом конечных разностей. Для некоторых простых условий получены аналитические решения.

Изменения пропускной способности русел рек при льдообразовании определяется методами, изложенными, например, в [4, 5, 6]. Величина подъема УНБ может быть рассчитана также по методике [7]. Названные методы относятся к неперемежающимся бьефам. Для перемерзающих потоков эти методы не подходят.

В настоящей работе расчеты подпора УНБ с учетом перемерзания выполнены при некоторых условиях:

- подъем УНБ на кромке льда принимается равным толщине льда;
- выход воды на поверхность льда приурочивается к полному перемерзанию потока;
- после перемерзания потока подъем УНБ принимается как сумма предыдущего значения и глубины воды, текущей по поверхности льда.

Схема к расчету подпора УНБ при образовании льда дана на рисунке.

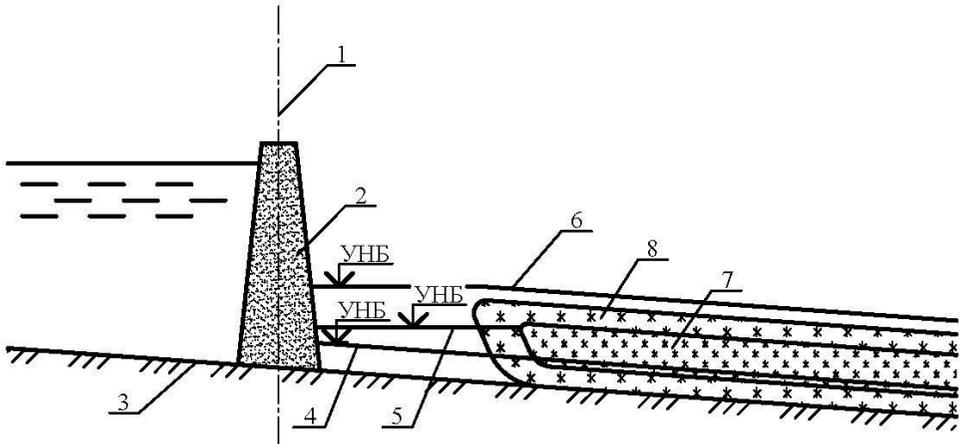


Схема возникновения подпора УНБ при образовании льда: 1 – ось напорного фронта; 2 – подпорное сооружение; 3 – дно реки; 4 – уровень воды до ледостава; 5 – уровень воды после образования ледостава; 6 – уровень воды после перемерзания потока; 7 – лед в начале ледостава; 8 – лед после перемерзания потока

При этом методика расчета подпора УНБ сводится к следующему:

а) определяется температура воды водохранилища на различной глубине в зимний период; в зависимости от уровня расположения отверстия водоприемника, уровня верхнего бьефа (УВБ) и температуры воды водохранилища назначается температура воды, поступающей в нижний бьеф;

б) изменения УВБ и, следовательно, его глубины выясняются при выполнении водохозяйственных и/или водноэнергетических расчетов;



в) рассчитывается длина полыньи с учетом температуры воды, выходящей в нижний бьеф, и ее расхода; последний определяется также водохозяйственными и/или водноэнергетическими расчетами;

г) определяется толщина льда в нижнем бьефе: по наблюдениям, по аналогам или по различным формулам, например [4, 5];

д) вычисляется длина распространения подпора ото льда; при этом кривизна поверхности воды не учитывается, а длина распространения подпора определяется как отношение подъема уровня воды на кромке льда и уклона водной поверхности при открытом русле;

е) подпор УНБ принимается во внимание, если длина распространения подпора ото льда превышает длину полыньи; подпор определяется как разность подъема уровня воды на кромке льда и естественного падения реки на длине полыньи;

ж) перемерзание потока воды в нижнем бьефе определяется толщиной льда: при равенстве последней и глубины воды при открытом русле поток считается перемерзшим.

Уровненный режим нижнего бьефа ГЭС на р. Эбэлэх. Описанная методика использована для выявления режима УНБ небольшой ГЭС на р. Эбэлэх (Республика Саха).

Водохранилище обеспечивает зимний расход ГЭС, равный $0,61 \text{ м}^3/\text{с}$ при скорости течения в нижнем бьефе $0,2 \text{ м/с}$, ширине нижнего бьефа по урезу воды 5 м , глубине воды при открытом русле $0,8 \text{ м}$, уклоне $0,0012$.

При известных параметрах водохранилища и зимнем режиме его сработки решение уравнений (1)–(6) по определению температуры воды в водохранилище выполнено по [8], результаты даны в табл. 1.

Таблица 1

Температура воды водохранилища ГЭС на р. Эбэлэх

Дата	Температура воздуха, °С	Уровень воды верхнего бьефа, м	Глубина определения температуры воды, м	Температура воды, °С
1.XI	-27,6	36,0	10,3 20,6 (дно)	0,07 0,4
1.XII	-32,1	35,6	10,0 20,0 (дно)	0,18 0,6
1.I	-35,5	34,5	9,4 18,8 (дно)	0,3 0,7
1.II	-33,2	33,6	9,0 18,0 (дно)	0,4 0,9
1.III	-28,8	33,0	8,5 17,0 (дно)	0,42 0,95
1.IV	-18,5	32,1	8,0 16,0 (дно)	0,44 1,0
1.V	-6,9	31,5	7,5 15,0 (дно)	0,5 1,03

Определение температуры воды водохранилища по глубине позволило оценить температуру воды, выходящей в нижний бьеф, и вычислить длину полыньи в нижнем бьефе (при начале ледостава 10.X) по методике [1], а также выполнить расчеты подпора уровня нижнего бьефа. Результаты расчетов приведены в табл. 2.



Таблица 2

Расчет подпора уровня нижнего бьефа ГЭС на р. Эбэлэх

Параметры реки в нижнем бьефе	Величина по датам зимнего периода						
	10.X	1.XI	1.XII	1.I	1.II	1.III	1.IV
Температура воздуха, °С		-27,6	-32,1	-35,5	-33,2	-28,8	-18,5
Температура воды, °С		0,07	0,18	0,3	0,4	0,42	0,44
Длина полыньи, м	959	61	113	137	216	290	551
Толщина льда текущего потока, м	0,1	0,27	0,66	Пр.*	0,65	Пр.*	0,67
Длина подпора ото льда, м	83	225	550	1 733	1 758	2 425	2 983
Подъем уровня на кромке льда, м	0,1	0,27	0,66	1,46	2,11	2,91	3,58
Естественное падение уровня воды, м	1,15	0,073	0,14	0,16	0,26	0,35	0,66
Подпор УНБ, м	-	0,2	0,52	1,3	1,85	2,56	2,92

Пр.* – река перемерзла

Как следует из табл. 2, к концу зимнего периода подпор уровня нижнего бьефа в створе ГЭС достиг 2,92 м, что составляет почти 20 % среднего напора ГЭС. Первый выход потока воды на поверхность льда пришелся на январь (Пр.* в табл. 2 означает, что река перемерзла), в течение января и февраля этот поток также промерз, и вода вторично вышла на лед в марте. К началу апреля в нижнем бьефе образовался ледяной покров мощностью 3,58 м, что значительно превышает такую в естественных условиях.

Уровненный режим нижнего бьефа ГЭС на р. Ваче. Аналогичные исследования были проведены для ГЭС на р. Ваче (Север Иркутской области).

Таблица 3

Температура воды водохранилища ГЭС на р. Ваче

Дата	Температура воздуха, °С	Наибольшая глубина водохранилища при сработке, м	Глубина определения температуры воды, м	Температура воды, °С
1.XI	-3,4	18	9 18	0 0
1.XII	-18,1	17	8,5 17	0,19 0,89
1.I	-25,9	15	7,5 15	0,4 1,0
1.II	-27,2	14,5	7,25 14,5	0,5 0,93
1.III	-23,5	12,5	6,25 12,5	0,55 0,99
1.IV	-14,7	11,5	5,75 11,5	0,49 0,85
1.V	-3,5	11,25	5,62 11,25	0,43 0,95



Для выявления изменений уровня режима нижнего бьефа были выполнены расчеты температуры воды водохранилища (табл. 3), длины полыньи и длины распространения подпора ото льда (табл. 4).

Таблица 4

**Длина полыньи и длина распространения подпора
в нижнем бьефе ГЭС на р. Ваче**

Дата	1.XII	1.I	1.II	1.III	1.IV	1.V
Температура воздуха, °С	-18,1	-25,9	-27,2	-23,5	-14,7	-3,5
Температура воды, °С	0,19	0,4	0,5	0,55	0,49	0,43
Длина полыньи, м	5 920	3 164	696	255	195	1 083
Длина подпора, м	6,8	22	44,8	57,5	75,7	97,5

Как следует из табл. 4, длина распространения подпора значительно меньше длины полыньи, что говорит об отсутствии подпора уровня нижнего бьефа ГЭС. Это объясняется как большой длиной полыньи, так и большим продольным уклоном реки.

Выводы:

Результаты приведенных исследований показывают, что длина полыньи и возможности ее перемерзания в криолитозоне в большей степени зависят от температуры воздуха, нежели от температуры воды водохранилища.

Однако образование и существование полыньи определяется температурой воды, выходящей из водохранилища в нижний бьеф.

Льдообразование в нижнем бьефе влияет на УНБ; это влияние значительно зависит от длины полыньи и возможности перемерзания потока воды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рекомендации по расчету длины полыньи в нижних бьефах ГЭС. – Ленинград : ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, 1986. – 39 с. – Текст : непосредственный.
2. Цыбин, А. М. Расчет конфигурации стационарной полыньи в нижнем бьефе ГЭС / А. М. Цыбин. – Текст : непосредственный // Инженерное мерзлотоведение в гидротехническом строительстве. – Ленинград, 1984. – С. 163–169.– (Материалы конференций и совещаний по гидротехнике).
3. Февралев, А. В. Математическая модель температурного режима гидротехнических сооружений в криолитозоне при глобальном изменении климата / А. В. Февралев, И. С. Марков. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2018. – № 3. – С. 188–192.
4. Донченко, Р. В. Ледовый режим рек СССР / Р. В. Донченко. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1987. – 247 с. – Текст : непосредственный.
5. Железняков, Г. В. Пропускная способность русел каналов и рек / Г. В. Железняков. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1981. – 311 с. – Текст : непосредственный.
6. Чижов, А. Н. Формирование ледяного покрова и пространственного распределения его толщины / А. Н. Чижов. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1990. – 125 с. – ISBN 5-286-



00607-8. – Текст : непосредственный.

7. Асарин, А. Е. Водноэнергетические расчеты / А. Е. Асарин, К. Н. Бестужева. – Москва : Энергоатомиздат, 1986. – 224 с. – Текст : непосредственный.

8. Рекомендации по термическому расчету водохранилищ. – Ленинград : ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, 1979. – 75 с. – Текст : непосредственный.

MARKOV Igor Sergeevich, postgraduate student of the chair of hydraulic and transport structures; FEVRALYOV Arkady Valentinovich, candidate of technical sciences, professor of the chair of hydraulic and transport structures

EFFECT OF RESERVOIR WATER TEMPERATURE ON THE HYDROSYSTEM'S DOWNSTREAM LEVEL IN THE PERMAFROST

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: water temperature, reservoir, downstream, permafrost.

The article presents equations of the water temperature conditions in the reservoir, describes the process of forming a level regime in the downstream water, and gives the results of calculations of the water temperature of the reservoirs of the hydroelectric dams on the Rivers Ebelekh and Vacha, as well as the size of an ice-hole and the downstream level head in winter.

REFERENCES

1. Rekomendatsii po raschyotu dliny polyni v nizhnikh biefaqh [Recommendations for calculating the length of the ice-hole in the lower reaches of the hydroelectric power station]. Leningrad: VNIIG im. B. E. Vedeneeva, 1986, 39 p.

2. Tsybin A. M. Raschyot konfiguratsii statsionarnoy polyni v nizhnem biefe GES [Calculation of the configuration of a stationary water opening in the lower reaches of a hydroelectric power station] // Inzhenernoe merzlotovedenie v gidrotekhnicheskom stroitelstve [Engineering permafrost study in hydrotechnical construction]. Leningrad, 1984. P. 163–169. (Materialykonf. isovesh. pogidrotekhnike).

3. Fevralyov A. V., Markov I. S. Matematicheskaya model temperaturnogo rezhima gidrotekhnicheskikh sooruzheniy v kriolitozone pri globalnom izmenenii klimata [Mathematical model of temperature conditions of hydraulic structures in the permafrost under global climate change] // Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2018. № 3. P. 188–192.

4. Donchenko R. V. Ledovy rezhim rek SSSR [Ice regime of the rivers of the USSR]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1987, 247 p.

5. Zheleznyakov G. V. Propusknaya sposobnost rusel kanalov i rek [The bandwidth of the channels of canals and rivers]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1981, 311 p.

6. Chizhov A. N. Formirovanie ledyanogo pokrova i prostranstvennogo raspredeleniya ego tolshiny [Formation of ice cover and spatial distribution of its thickness]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1990, 125 p. ISBN 5-286-00607-8.

7. Asarin A. E., Bestuzheva K. N. Vodnoenergeticheskie raschyoty [Water-energy calculations]. Moscow: Energoatomizdat, 1986, 224 p.

8. Rekomendatsii po termicheskomu raschyotu vodokhranilish [Recommendations for thermal calculation of reservoirs]. Leningrad: VNIIG im. B. E. Vedeneeva, 1979, 75 p.

© И. С. Марков, А. В. Февралев, 2020

Получено: 26.02.2020 г.



УДК 621.22+556.55(470.341)

А. В. ФЕВРАЛЕВ, канд. техн. наук, проф. кафедры гидротехнических и транспортных сооружений

ОБОСНОВАНИЕ КАСКАДА ПРУДОВ В Г. ЛЫСКОВО НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

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: каскад, пруды, параметры прудов, рекреация, водохозяйственные расчеты.

Описана территория размещения прудов, дано определение НПУ, приведены параметры прудов, представлены водохозяйственные расчеты, обоснован режим использования водных ресурсов.

Цель работы – оценка параметров прудов, предполагаемых к размещению на территории каскада «Трех прудов» в г. Лысково, и обоснование режима эксплуатации водных ресурсов прудов.

Ранее на этой территории размещались три пруда, образованные плотинами. Пруды имели рекреационное назначение. В дальнейшем плотины разрушились, пруды опорожнились.

При выполнении настоящей работы створы плотин приняты там же, где они существовали до разрушения. Количество прудов также сохранено. Размещение прудов показано на рис. 1.

Пруды располагаются на безымянном временном водотоке, являющимся левым притоком реки Валавы. Длина ручья около 1 км, перепад истока и устья составляет примерно 26 м, средний уклон тальвега 0,026.

На первом этапе работы были определены нормальные подпорные уровни (НПУ). Они устанавливались исходя из недопущения затопления имеющихся сооружений и других объектов инфраструктуры при обеспечении наибольших параметров прудов. В результате получены следующие параметры (см. табл. 1).

Анализ характеристик прудов показывает, что они могут быть использованы в рекреационных целях. При этом на прудах целесообразно купание, катание на весельных лодках, любительское рыболовство [1].

Таблица 1

Основные параметры прудов при НПУ

Наименование параметра, ед. изм.	Величина для пруда		
	верхнего	среднего	нижнего
Нормальный подпорный уровень, м БС	97,0	92,0	89,0
Наибольшая длина, м	220,0	140,0	240,0
Наибольшая ширина, м	110,0	55,0	33,0
Площадь водной поверхности, тыс. м ²	16,2	5,4	5,6
Объем воды, тыс. м ³	41,7	10,8	16,3
Наибольшая глубина, м	5,0	4,0	6,0
Средняя глубина, м	2,6	2,0	2,9

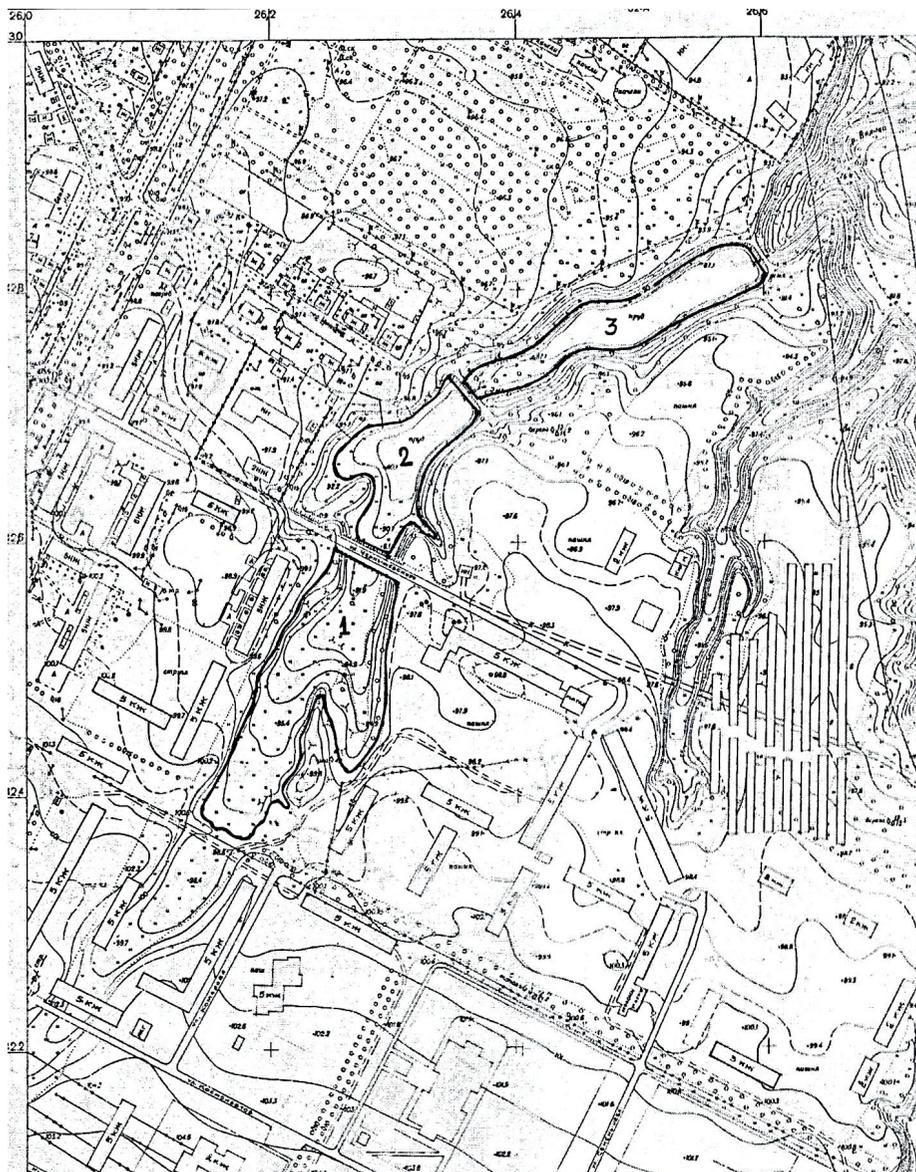


Рис. 1. План размещения прудов в г. Лысково:

— урез при НПУ; 1 – верхний пруд; 2 – средний пруд; 3 – нижний пруд

Учитывая размеры и расположение прудов, предлагается использовать: верхний пруд преимущественно для катания на весельных лодках; средний пруд – для купания и отдыха у воды (на пляже); нижний пруд – для рыболовства. С целью исключения загрязнения воды использование моторных лодок не предусматривается.

Водохранилища рекреационного использования принято характеризовать рекреационным потенциалом, в качестве которого принимается их посещаемость (количество посещений, человеко-дней, рекреационных единиц) [1].



Рекреационный потенциал прудов оценен исходя из параметров акваториальных комплексов (табл. 2), которые показывают предельные нагрузки.

Рекреационный потенциал определяется отношением соответствующего параметра зоны рекреации пруда и параметра акваториального комплекса. Результаты даны в табл. 3.

Таблица 2

Параметры акваториальных комплексов

Нормируемый показатель для зоны рекреации	Виды рекреационного водопользования						
	Купание	Весельные лодки	Спортивная гребля	Парусный спорт	Рыболовство		
					с берега	с лодки	со льда
Площадь акватории, га	5	1–500	30–500	50–800	-	-	-
Площадь акватории на рекреационную единицу, га	0,02	0,4–2,0	0,4–2,0	1,2–8,0	-	0,02	0,02
Длина акватории, м	25–50	1100–2200	1000–3000	500–2500	-	-	-
Ширина акватории, м	5–100	30–100	30–200	300–2000	-	-	-
Глубина воды, м	0,5–1,8	0,75–3,0	2,5–3,0	1,2–2,0	-	-	-
Длина береговой линии для рекреационной единицы, м	0,25	-	-	-	10	-	-
Площадь территории для рекреационной единицы, м ²	8	50	50	50	60	60	60

Таблица 3

Оценка рекреационного потенциала прудов

Зона отдыха	Размеры зоны отдыха	Норма на рекреационную единицу	Потенциал одновременного посещения		
			Верхний пруд	Средний пруд	Нижний пруд
Пляж	2800 м ²	8 м ² /чел.	-	350 чел.	-
Береговая линия пляжа	140 м	0,25 м/чел.	-	560 чел.	-
Акватория для купания	0,5 га	0,02 га/чел.	-	25 чел.	-
Акватория для весельных лодок	1,5 га	0,4 га/ед.	4 ед.	-	-
Побережье для весельных лодок	2000 м ²	50 м ² /ед.	4 ед.	-	-
Рыболовство с берега (длина берега)	400 м	10 м/чел.	-	-	40 чел.
То же, побережье	3800 м ²	60 м ² /чел.	-	-	63 чел.
Рыболовство с лодок (акватория)	0,5 га	0,02 га/ед.	-	-	25 ед.



Как следует из табл. 3, на среднем пруду могут купаться до 25 чел. Вместимость береговой зоны для отдыха у воды составляет до 350 чел. (по площади пляжа).

Использование верхнего пруда позволяет находиться на воде четырьмя лодками одновременно.

Наконец, на нижнем пруду рыболовство с берега могут осуществлять до 40 чел.; с воды (на лодках) – до 25 лодок.

Для эффективного рекреационного освоения прудов необходимо обеспечение соответствующего режима использования водных ресурсов [2]. Этот режим обоснован водохозяйственными расчетами каскада прудов (табл. 4, 5, 6).

Расчеты выполнены для года 75 %-ной обеспеченности по годовому стоку. Параметры стока установлены по данным [3, 4].

Приток в верхний пруд представляет собой сток с водосбора этого пруда.

Таблица 4

Водохозяйственный расчет верхнего пруда

Месяц	Объем притока воды, 10^3 м^3	Потери стока, 10^3 м^3			Холостой сброс, 10^3 м^3	Объем воды в пруду, 10^3 м^3	Уровень верхнего бьефа, м БС	Площадь водной поверхности, 10^3 м^2
		на дополнительное испарение	на фильтрацию	общие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
IV	24,12	0	1,3	1,3	6,8	41,7	97,0	16,2
V	0,11	0,81	1,3	2,11	0	39,7	96,95	16,2
VI	0,06	1,44	1,28	2,72	0	37,04	96,9	16,0
VII	0	1,36	1,28	2,64	0	34,40	96,8	15,6
VIII	0	1,30	1,25	2,55	0	31,85	96,7	15,0
IX	0,06	0,78	1,20	1,98	0	29,93	96,6	14,5
X	0,11	0,44	1,16	1,60	0	28,33	96,5	14,0
XI	0,40	0	1,12	1,12	0	27,61	96,4	13,0
XII	0,08	0	1,04	1,04	0	26,65	96,3	12,0
I	0	0	0,96	0,96	0	25,69	96,3	12,0
II	0	0	0,94	0,94	0	24,73	96,25	11,7
III	1,88	0	0,94	0,94	0	25,68	96,25	11,7
Год	26,80							

Приток в средний пруд складывается из сброса из верхнего пруда, фильтрации из него и боковой приточности между створами прудов.



Таблица 5

Водохозяйственный расчет среднего пруда

Месяц	Объем притока воды, 10^3 м^3	Потери стока, 10^3 м^3			Холодстой сброс, 10^3 м^3	Объем воды в пруду, 10^3 м^3	Уровень верхнего бьефа, м БС	Площадь водной поверхности, 10^3 м^2
		на до-полнительное испарение	на фильтрацию	общие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
IV	15,99	0	0,43	0,43	15,56	10,80	92,0	5,4
V	1,34	0,27	0,43	0,70	0,64	10,80	92,0	5,4
VI	1,30	0,48	0,43	0,91	0,39	10,80	92,0	5,4
VII	1,28	0,45	0,43	0,87	0,41	10,80	92,0	5,4
VIII	1,25	0,43	0,43	0,86	0,39	10,80	92,0	5,4
IX	1,22	0,26	0,43	0,69	0,53	10,80	92,0	5,4
X	1,20	0,14	0,43	0,57	0,63	10,80	92,0	5,4
XI	1,25	0	0,43	0,43	0,82	10,80	92,0	5,4
XII	1,07	0	0,43	0,43	0,64	10,80	92,0	5,4
I	0,96	0	0,43	0,43	0,53	10,80	92,0	5,4
II	0,94	0	0,43	0,43	0,51	10,80	92,0	5,4
III	1,55	0	0,43	0,43	1,12	10,80	92,0	5,4
Год								

Приток в нижний пруд складывается из сброса из среднего пруда, фильтрации из него и боковой приточности между створами прудов.

Таблица 6

Водохозяйственный расчет нижнего пруда

Месяц	Объем притока воды, 10^3 м^3	Потери стока, 10^3 м^3			Холодстой сброс, 10^3 м^3	Объем воды в пруду, 10^3 м^3	Уровень верхнего бьефа, м БС	Площадь водной поверхности, 10^3 м^2
		на до-полнительное испарение	на фильтрацию	общие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
IV	36,97	0	0,45	0,45	36,52	16,30	89,0	5,6
V	1,16	0,28	0,45	0,73	0,43	16,30	89,0	5,6
VI	0,87	0,50	0,44	0,94	0	16,23	89,0	5,6
VII	0,84	0,47	0,44	0,91	0	16,16	88,9	5,5
VIII	0,82	0,46	0,44	0,9	0	16,08	88,9	5,5
IX	1,01	0,29	0,44	0,73	0,06	16,30	89,0	5,6
X	1,15	0,17	0,45	0,62	0,53	16,30	89,0	5,6
XI	1,60	0	0,45	0,45	0,98	16,30	89,0	5,6
XII	1,14	0	0,45	0,45	0,69	16,30	89,0	5,6
I	0,96	0	0,45	0,45	0,51	16,30	89,0	5,6
II	0,94	0	0,45	0,45	0,49	16,30	89,0	5,6
III	3,18	0	0,45	0,45	3,03	16,30	89,0	5,6
Год								

**Выводы:**

Выполненные водохозяйственные расчеты показали, что во время трех рекреационно активных месяцев, (июнь, июль, август), выделенных серым цветом в табл. 4, 5, 6, параметры прудов: уровни, площади водной поверхности – достаточно стабильны. Это говорит о хорошей возможности использовать пруды для отдыха жителей г. Лысково.

Стабильность параметров среднего и нижнего прудов обеспечивается их фильтрационной подпиткой из верхнего пруда. Однако фильтрация воды из этого пруда приводит в течение года к значительному понижению его параметров, а именно: к уменьшению объема пруда к апрелю – началу половодья (табл. 4).

При низкой водности половодья пруд может не наполниться до НПУ, что снизит подпитку среднего и нижнего прудов и уменьшит их рекреационные возможности.

Поэтому одним из мероприятий по режиму использования водных ресурсов должно быть обеспечение необходимого наполнения верхнего пруда вплоть до подпитки его из городского водопровода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Соболев, С. В. Рекреационное использование малых водохранилищ: монография / С. В. Соболев, А. В. Февралев, О. А. Грачева ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород: ННГАСУ. – 2010. – 248 с. : ил. – ISBN 978-5-87941-736-4. – Текст : непосредственный.
2. Февралев, А. В. Методика водохозяйственных расчетов малых водохранилищ, предназначенных для рекреации / А. В. Февралев, О. А. Грачева. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2019. – № 4. – С. 172–180.
3. Воскресенский, К. П. Гидрологические расчеты при проектировании сооружений на малых реках, ручьях и временных водотоках / К. П. Воскресенский. – Ленинград : ГИМИЗ, 1956. – 468 с. – Текст : непосредственный.
4. Основные гидрологические характеристики рек бассейна Верхней Волги : научно-прикладной справочник / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Федеральное гос. бюджетное учреждение «Государственный гидрологический институт» ; под ред. В. Ю. Георгиевского. – Ливны : ГГИ, 2015. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Загл. с титул. экрана. – Текст : электронный.

FEVRALYOV Arkady Valentinovich, candidate of technical sciences, professor of the chair of hydraulic and transport structures

THE JUSTIFICATION OF THE CASCADE OF PONDS IN LYSKOVO OF THE NIZHNY NOVGOROD REGION

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

Key words: cascade, ponds, pond parameters, recreation, water calculations.

The article describes the area of ponds' location, gives definition of NPS, provides the parameters of the ponds, presents water calculations, justifies the mode of use of water resources.



REFERENCES

1. Sobol S. V., Fevralyov A. V., Grachyova O. A. *Rekreatsionnoe ispolzovanie malykh vodokhranilish* [Recreational use of small reservoirs]: monografiya / Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t – Nizhny Novgorod: NNGASU. 2010, 248 p.: il. ISBN 978-5-87941-736-4.

2. Fevralyov A. V., Grachyova O. A. *Metodika vodokhozyaystvennykh raschyotov malykh vodokhranilish, prednaznachennykh dlya rekreatsii* [Technique of water calculations of small reservoirs designed for recreation] // *Privolzhskiy nauchny shurnal* [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2019. № 4. P. 172–180.

3. Voskresensky K. P. *Gidrologicheskie raschyoty pri proektirovanii soorusheniy na malykh rekakh, ruchyakh i vremennykh vodotokakh* [Hydrological calculations for the design of structures on small rivers, streams and temporary watercourses]. Leningrad: GIMIZ, 1956. 468 p.

4. *Osnovnye gidrologicheskie kharakteristiki rek basseyna Verkhney Volgi* [The main hydrological characteristics of the Upper Volga Basin rivers]: nauchno-prikladnoy spravochnik / Min. prirod. resur. i ekologii Ros. Fed., Feder. sluzhba po gidrometeorolog. i monitor. okruzh. sredey, Feder. gos. byudzh. uchrezh. “Gosudarstvenny gidrologicheskiy institute”. Pod. red. V. Yu. Georgievskogo. – Livny: GGI, 2015.

© **А. В. Февралев, 2020**

Получено: 20.03.2020 г.

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

УДК 72.012

Т. В. КАРАКОВА, д-р архитектуры, проф., зав. кафедрой дизайна;
А. В. ДАНИЛОВА, аспирант кафедры дизайна

ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ПЕРФОРАЦИЯ В АРХИТЕКТУРЕ И ДИЗАЙНЕ

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Академия строительства и архитектуры

Россия, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 194. Тел.: (846) 339-14-67; эл. почта: n_Anastasiya163@list.ru

Ключевые слова: художественная перфорация, формообразование, эмерджентность.

Рассмотрено расширенное понятие перфорации с точки зрения ее функций в современной архитектуре: художественно-декоративных, функционально-технологических, перцептивных, функции интерфейса, взаимодействия с светом и нового формообразования. Анализируются объекты архитектуры и дизайна, при проектировании которых используется прием перфорирования. Авторами вводится новая формулировка определения «художественная перфорация в архитектуре».

Имея глубокую историю использования в объектах архитектуры и дизайна городской среды, перфорация как художественный прием оформления плоскостей (в том числе фасадов преимущественно общественных зданий, павильонов, малых форм, инсталляций) приобретает сегодня новое содержание. Решение функциональных и декоративно-художественных задач, включение перфорации как активного средства поиска нового формообразования в архитектуре, инструмента усиления полисценарного контекста и пространственного эксперимента, обеспечивающего игру со световыми потоками, ставят перед архитекторами задачи по изучению и классификации художественной перфорации. Зачастую перфорация выступает как инструмент интерфейса – установления символической, пространственной и смысловой связи между наружными поверхностями формы и ее внутренним пространством [1].

Основанием классификации художественной перфорации в архитектуре служит наличие обобщающих признаков, объединяющих множество известных примеров такого использования в поиске нового формообразования. Ряд исследователей дифференцируют уровни формообразования в архитектуре на материальный (функционально-планировочная, конструктивная, технологическая, инженерная структуры), средовой (комфортность и информативность среды) и художественный (семантический контекст, перцепция) [2]. Широко используемый в современной архитектуре и формообразовании принцип «эмерджентности систем», обеспечивающий возникновение нового системного эффекта от объединения элементов и суммирования их характеристик, позволяющих получить новое качество и свойства объекта, которыми не обладал каждый элемент в отдельности, можно корреспондировать к художественной перфорации, приобретающей роль активного инструментария формообразования архитектурной среды и объектов в современном контексте [3].

Обратимся к этимологии и семантике изначальных категорий, слагающих понятие «перфорация» (англ. *«perforation»* – пробиваю). С технологической точки

зрения перфорация – система отверстий или надсечек, расположенных на равном расстоянии или по заданному рисунку, получаемая пробиванием, протыканием, сквозным нарушением целостности с возникновением сквозного эффекта, пробуриванием, сверлением материала, а также литьем, наложением различных поверхностей, созданием сетки, совокупностью объемов в пространстве [4, 5]. Авторский анализ эволюции использования приемов перфорации в объектах архитектуры и средового дизайна показал отсутствие исследовательского подхода к изучению такого феномена как «художественная перфорация в архитектуре».

Эффект перфорации может быть получен за счет привычного приема перфорирования – пробивания отверстий в материале, путем художественного литья, взаимного наложения элементов, созданием плоскостной или пространственной сетки, совокупностью объемов в пространстве. Анализируя объекты архитектуры и дизайна, при проектировании которых используется прием перфорирования, авторами выявлено, что существует несколько типов композиционных структур рисунка перфорации, которые можно наблюдать в плоскости, объеме и пространственных объектах: 1) геометрический рисунок перфорации; 2) бионический рисунок перфорации; 3) рисунок-символ в контексте семантики коммуникативно-средового подхода, знаковой системы или абстрактной идеи. Одним из наиболее ярких примеров архитектурного объекта с геометрическим рисунком перфорации является здание итальянского Дома моды “*Tod's Omotesando*” в Токио (архитектор Тойо Ито, 2004 год). Фасад здания состоит из стекла и бетона, олицетворяет абстрактную форму деревьев, служит геометрическим узором и конструктивной системой, подчеркивает окружающий пейзаж и открытость здания (рис. 1).



Рис. 1. Дома моды “*Tod's Omotesando*”. Архитектор Тойо Ито, 2004 год. Токио. Япония

Бионический рисунок перфорации отражен на фасаде здания “*Air Space*” (архитектор Хаджиме Масубуши, Токио, 2007 год). Объект был построен на месте огромного зеленого массива, поэтому архитектор создал бионический рисунок фасада, который передает образ густой растительности. Перфорированный фасад из нержавеющей стали обеспечивает визуально-композиционную связь между окружающей средой и архитектурным объектом, в котором здание сливается с природой за счет рисунка перфорации, преломляющей солнечный свет и создающей внутри здания кружевные тени (рис. 2).

В проекте «Дом 77» в Португалии (архитекторы Жозе Кадиле и Эммануил Фонтур, 2010 год) перфорированный фасад выполнен в контексте рисунка-символа и представляет собой систему, использующуюся как способ общения рыбаков и обозначение рыболовной экипировки. Дизайн фасада олицетворяет тесную связь города Повуа-ди-Варзин с морем и рыбной промышленностью, оживляет историческую память и наследие города (рис. 3).



Рис. 2. “Air Space”. Архитектор Хаджиме Масубуши, 2007 год. Токио. Япония



Рис. 3. Дом 77. Архитекторы Жозе Кадилье и Эммануил Фонтур, 2010 год. Повуа-де-Варзин. Португалия

Изначально метод перфорации выполнял только технологическую функцию, однако, достижения в сфере науки и техники позволили расширить спектр возможностей применения перфораций и вывести их использование на новый уровень в архитектуре, в средовом и интерьерном дизайне. Став универсальным приемом, обладающим широким спектром возможностей во всех направлениях современного архитектурного проектирования, перфорация выполняет функционально-технологические, художественно-декоративные и перцептивные функции, позволяет придавать объектам уникальный образ, активно взаимодействуя со светом; используется для усиления прочности конструкции, для шумоизоляции, солнцезащиты, ветрозащиты, улучшения акустики, установления символической, пространственной и смысловой связи между наружными поверхностями формы и ее внутренним пространством, визуальной защиты, для создания декоративных эффектов, оптических иллюзий, выражения смысловых функций, поиска новых приемов формообразования в ходе проектирования и реновации объектов архитектуры и средового дизайна. Формообразование архитектурного объекта в разные периоды было предопределено конкретно историческими условиями, среди которых: социально-экономическое развитие общества, образ жизни людей, общественная психология, уровень развития строительных технологий, материалов и способов их обработки, религия, национальные особенности и климатические условия, которые детерминируют конкретный архитектурный поиск [2]. Из вышеизложенного следует, что принципы формообразования должны включать типологизацию систем, синтезируемых при формообразовании: материальный, средовой и художественный уровни [2]. Использование художественной перфорации в архитектуре общественных зданий является одной из этих систем.

Формообразование архитектурного объекта долгое время было связано с от-



ражением на фасаде внутренних функциональных процессов объектов. Анализ показал, что роль архитектурных типов общественных зданий и сооружений в конкретных процессах формообразования исторически изменчива и становится все менее значительной. В объектах проявляется тенденция отсутствия строгой зависимости проявления на фасаде архитектурного сооружения внутренней функции здания, а зачастую и вписывания объекта в окружающую застройку. На сегодняшний день активно проявляется тенденция формирования архитектурного образа здания на контрасте с его функционально-планировочной структурой и окружающей средой. Мировой опыт архитектуры демонстрирует примеры активного декорирования и придания фасадам зданий уникальности за счет включения художественной перфорации. Художественная перфорация обеспечивает получение системного эффекта в контексте эмерджентности системы, когда свойства новой формы, полученной в ходе включения перфорации как инструмента нового формообразования в архитектурный объект, возникают как результат синергии композиционных приемов на основе инвариантных моделей архитектурного объекта в процессе его проектирования.

Авторы рассматривают термин «перфорация в архитектуре» в контексте феномена «художественная перфорация». Понятие «художественный образ» означает идеальную модель, которая в процессе творчества приобретает облик, соответствующий цели проектирования, при этом «...выбор принципов и средств художественности никем не регламентируется и осуществляется исключительно автором в процессе творчества для отражения смысла, которым он наделяет свой образ» [8]. Композиционно объект может нести свой уникальный образ. В связи с этим актуальным становится использование приема художественной перфорации, так как она позволяет искать новое формообразование, создавать аутентичные и уникальные объекты, когда архитектор «презентует» себя, несет в себе смысл, вызывает чувства, ощущения, эмоции и воздействует на человека, а человек «принимает» и «воспринимает» ее [9]. Работы с применением перфораций зачастую носят авторский художественный характер, в них отсутствует связь перфораций с типологией здания, внутренних пространств. Однако совокупность определенных коммуникативных функций архитектуры, в частности, ее близость к человеку, необходимое разнообразие, соответствие ряду психофизиологических характеристик не должны вытесняться из системы формообразования, когда акцент идет на художественную организацию формы и художественности, архитектура должна работать в тесной связи с ними.

Анализ показал, что для формирования расширенного понятия «художественная перфорация в архитектуре» сегодня недостаточно перечисления технологических и геометрических характеристик. Охватывая все вышеперечисленные уровни формообразования, художественная перфорация представлена сегодня многочисленными структурами, которые требуют специального изучения и типологизации.

На основании изучения этимологии и семантики слова «перфорация», анализа архитектурных объектов в мировой практике и композиционных структур с использованием различных типов перфораций, обеспечивающих эмерджентность системы, а также рассмотрения перфорации в контексте феномена «художественный», авторами предложена новая формулировка определения «художественная перфорация в архитектуре» – сквозное нарушение целостности поверхностей в плоскостях, объемах и пространстве архитектурного объекта, различающееся по видам и типам, функциональным задачам, по художественному контексту и характеру взаимодействия со светом.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каракова, Т. В. Перформанс перфорации в дизайне среды и в архитектуре / Т. В. Каракова. – Текст : непосредственный // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. – Самара, 2012. – Вып. 2. – С. 41.
2. Сомов, Г. Ю. Проблемы теории архитектурной формы / Г. Ю. Сомов. – URL: <http://gsomov.com/papers/Problems-in-the-theory-of-architectural-form.pdf> (дата обращения: 08.02.2020). – Текст : электронный.
3. Альбеков, Н. Н. Эмерджентность как объект современной науки / Н. Н. Альбеков. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=21089> (дата обращения: 08.02.2020). – Текст : электронный.
4. ГОСТ 23499-2009. Материалы и изделия звукоизоляционные и звукопоглощающие строительные. Общие технические условия : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 ноября 2010 г. № 362-ст : дата введения 2011-04-01. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200082248> (дата обращения: 08.02.2020). – Текст : электронный.
5. Толковый словарь русского языка. В 4 томах / под редакцией Д. Н. Ушакова. – Москва : Советская энциклопедия, 1935–1940. – URL: <http://feb-web.ru/feb/ushakov/ush-abc/16/us323713.htm?cmd=0&istext=1> (дата обращения: 08.02.2020). – Текст : электронный.
6. Серебrenникова, Т. А. Принцип формообразования в архитектуре в эпоху информационного взрыва / Т. А. Серебrenникова. – Текст : непосредственный // Региональные архитектурно-художественные школы. – Новосибирск, 2011. – Вып. 1. – С. 208–212.
7. Дженкс, Ч. Новая парадигма в архитектуре / Ч. Дженкс. – URL: <http://www.a3d.ru/architecture/stat/155> (дата обращения: 08.02.2020). – Текст : электронный.
8. Мереняшева, М. А. Категория «художественный» и «композиционное моделирование» и проблемы дизайн-образования / М. А. Мереняшева. – Текст : непосредственный // Теория и практика средового дизайна. – Пенза, 2011. – С. 89–92.
9. Иовлев, В. И. Архитектурный хронотоп и знаковость / В. И. Иовлев. – Текст : непосредственный // Семиотика пространства : сборник научных трудов Международной Ассоциации Семиотики пространства / под ред. А. А. Барабанова. – Екатеринбург, 1999. – С. 69–92.
10. Дуцев, М. В. Концепция художественной интеграции в новейшей архитектуре : специальность 05.23.20 : диссертация на соискание ученой степени доктора архитектуры / Дуцев Михаил Викторович ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2014. – 588 с. – Текст : непосредственный.

KARAKOVA Tatiana Vladimirovna, doctor of architecture, professor, holder of the chair of design; DANILOVA Anastasiya Vadimovna, postgraduate student of the chair of design

ARTISTIC PERFORATION IN ARCHITECTURE AND DESIGN

Samara State Technical University. Academy of construction and architecture
194, Molodogvardeyskaya St., Samara, 443001, Russia. Tel.: +7 (846) 339-14-67;
e-mail: n_Anastasiya163@list.ru
Key words: artistic perforation, form making, emergence.

The article considers the expanded concept of perforation in terms of its functions in modern architecture: artistic and decorative, functional and technological, perceptual, interface functions, interaction with light and new shaping. The objects of architecture and design are analyzed, during the designing of which a method of perforation is used. The authors introduce a new formulation of the definition of "artistic perforation in architecture".



REFERENCES

1. Karakova T. V. Performans perforatsii v dizayne sredy i v arkhitekture [The performance of the perforation in the design environment and architecture] / Vestnik SGASU. Gradostroitelstvo i arkhitektura [Bulletin of SGASU. Urban planning and architecture]. Samara, 2012. Vol. 2. P. 41.
2. Somov G. Yu. Problemy teorii arkhitekturnoy formy [Problems of the theory of architectural form]. URL: <http://gsomov.com/papers/Problems-in-the-theory-of-architectural-form.pdf> (data obrascheniya: 08.02.2020).
3. Albekov N. N. Emerdzhentnost kak obekt sovremennoy nauki [Emergence as an object of modern science]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=21089> (data obrascheniya: 08.02.2020).
4. GOST 23499-2009. Materialy i izdeliya zvukoizolyatsionnye i zvukopogloschayuschie stroitelnye. Obschie tekhnicheskie usloviya [Sound-insulating and sound-absorbing building materials and products. General specifications]: natsionalny standart Rossiyskoy Federatsii : utverzhdyon i vvedyon v deystvie Prikazom Federalnogo agentstva po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii ot 10 noyabrya 2010 g. № 362-st : data vvedeniya 2011-04-01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200082248>.
5. Tolkovy slovar russkogo yazyka [Explanatory dictionary of the Russian language] / pod red. D. N. Ushakova. Moscow : Sovetskaya entsiklopediya, 1935–1940. URL: <http://feb-web.ru/feb/ushakov/ush-abc/16/us323713.htm?cmd=0&istext=1> (data obrascheniya: 08.02.2020).
6. Serebrennikova T. A. Printsip formoobrazovaniya v arkhitekture v epokhu informatsionnogo vzryva [The principle of formation in architecture in the era of information explosion] / Regionalnye arkhitekturno-khudozhestvennye shkoly [Regional architectural and art schools]. Novosibirsk, 2011. Vol. 1. P. 208–212.
7. Jenks C. Novaya paradigma v arkhitekture [Anew paradigm in architecture]. URL: <http://www.a3d.ru/architecture/stat/155> (data obrascheniya: 08.02.2020).
8. Merenyasheva M. A. Kategoriya “khudozhestvennyy” i “kompozitsionnoe modelirovanie” i problem dizayn-obrazovaniya [The category "art" and "compositional modeling" and problems of design education] / Teoriya i praktika sredovogo dizayna [Theory and practice of environmental design] / Penza, 2011. – P. 89–92.
9. Iovlev V. I. Arkhitekturny khronotop i znakovost [Architectural chronotope and sign] / Semiotika prostranstva [Semiotics of space] : sb. nauch. tr. Mezhdunar. Assots. Semiotiki prostranstva; pod red. A. A. Barabanova. Ekaterinburg, 1999. P. 69–92.
10. Dutsev M. V. Kontseptsiya khudozhestvennoy integratsii v noveyshey arkhitekture [The concept of integration of art in the contemporary architecture] : spetsialnost 05.23.20 : diss. na soiskanie uchyonoy stepeni doktora arkhitekturnykh nauk. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2014, 588 p.

© Т. В. Каракова, А. В. Данилова, 2020

Получено: 27.12.2019 г.



УДК 72.03:71 (470.341-25)

С. М. ШУМИЛКИН, д-р архитектуры, проф., зав. кафедрой истории архитектуры и основ архитектурного проектирования

НИЖЕГОРОДСКИЙ ПАССАЖ БРАТЬЕВ БЛИНОВЫХ: ИСТОРИЯ РЕСТАВРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950 г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-37;
эл. почта: ist_arh@nngasu.ru

Ключевые слова: пассаж, реставрация, эклектика, Нижний Новгород.

Анализируется архитектурно-пространственное построение пассажа, возведенного в 1878 г. и включенного в планировку доходного дома нижегородских купцов Блиновых. Рассматривается процесс реставрации постройки в 2000–2008 гг. и ее приспособление под административно-офисные помещения.

В XIX в. происходило активное строительство и проектирование не только широко распространенных типов торговых зданий (гостиных дворов и торговых рядов), но и специфического типа – пассажа, который развивался одновременно с ними. Пассажи представляли собой замкнутые по своей композиции внутриквартальные улицы, в которых торговые лавки группировались вдоль крытого прохода (галереи), освещаемого верхним светом через стеклянные фонари [1]. В первой половине XIX в. пассажи были очень популярны в Европе, особенно большое распространение (более 20 пассажей) они получили в Париже. Однако это были места не только предназначавшиеся для торговли, но и для развлечений или, как говорили раньше, для праздношатания – поболтать, поглазеть на витрины или пофлиртовать. Среди многочисленных магазинов с остекленными поверхностями витрин находились разнообразные кафе. Парижские пассажи дали примеры не только развитого внутриквартального пространства, как пассаж Самон (1830), но и объединения нескольких кварталов единой торговой галереей. Так, торговые линии пассажей Панорамы (1824), Жофрей (1847) и Вердо (1846), общей протяженностью более 400 м, проходили через три квартала, и даже пересечение с широким бульваром Монмартр не являлось препятствием их функционированию. Кроме того, пассажи включали не одну, как обычно, а несколько линий, которые обеспечивали доступ в него со всех сторон квартала. Все эти примеры сыграли роль образцов и предопределили появление новых городских пассажей в России. Новинки моды нашли отражение в виде галерей: Голицынской (в Москве), Стенбок Фермора (в Петербурге), а во второй половине XIX в. этот тип сооружений появился и в провинциальных городах. Но в отличие от европейских первые русские пассажи первоначально появились не в городах, а на ведущих ярмарках страны (Коренной, Макарьевской) [2].

Нижегородский пассаж является первым пассажем в провинции, был открыт в 1878 г. и в настоящее время включен в список памятников архитектуры регионального значения. Пассаж был использован в ведущей постройке всего прибрежного района Нижнего базара – огромном доходном доме нижегородских хлебо-торговцев братьев А. и Н. Блиновых (ул. Рождественская, 24) [3]. Впоследствии несколько зданий пассажного типа было выстроено на Нижегородской ярмарке.

Здание доходного дома с пассажем было построено нижегородским архитектором и инженером Р. Я. Килевейном по проекту петербургского архитектора А. К. Бруни. Важно отметить, что строительство дома было осуществлено в период возведения Исторического музея на Красной площади в Москве (1875–1883). Бурное обсуждение его фасадов, выполненных в «русском» стиле, нашли свое отражение и в нижегородской застройке. Если здание музея строилось с учетом сложившегося ансамбля Красной площади, то дом Блиновых стал доминирующим зданием складывавшегося ансамбля Софроновской площади. Обращение к «русскому» стилю здесь также было правомерно (рис. 1 цв. вклейки). Находясь на территории старого торгового посада, рядом с образцом древнерусской архитектуры – Рождественской церковью – дом Блиновых, безусловно, рассматривался заказчиками как продолжение народной русской архитектуры. Кроме того, рядом с этим домом возводилась новая Козьмодемьянская церковь (арх. Л. В. Даль, 1872–1890), в архитектуре которой были переосмыслены характерные древнерусские элементы [4].

Огромный объем доходного дома Блиновых имел сложную пространственную структуру, монолитным слабо расчлененным фасадом был обращен на площадь и формировал речную панораму города. Значимость дома в панораме улицы и площади подчеркивала высокая кровля с гребнем в середине фасада и два пирамидальных шатра на углах центрального объема (ныне не сохранились), а также шатер на пониженной угловой части (рис. 1). Центральный пятиэтажный объем дома в два раза превышал общий уровень застройки улицы, но благодаря пониженным боковым частям органично вписался в ее панораму. В этом здании были сосредоточены разнообразные торговые и конторские помещения. Нижний этаж традиционно занимали крупные магазины с самостоятельными входами с улицы. Периметр двух внутренних дворов также составляли двухэтажные лавки с конторами. Левый объем дома занимала одна из лучших в городе гостиниц «Биржевые номера» с рестораном. Здесь же находилось отделение банка. Правая часть дома была отдана под городскую Главную почтово-телеграфную контору, впоследствии – Центральную телеграфную станцию [5].

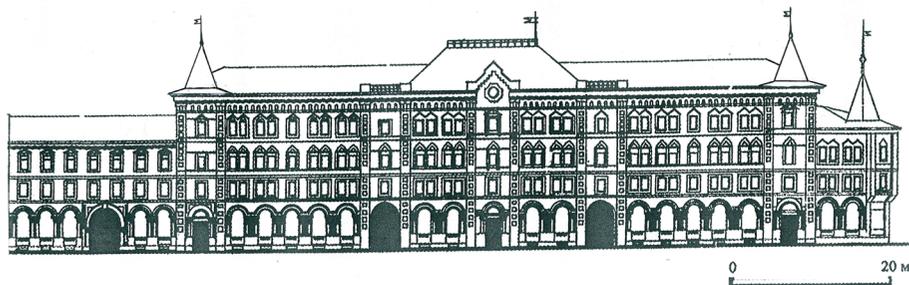


Рис. 1. Фасад доходного дома Блиновых по ул. Рождественской. Реконструкция автора

Главным зрелищным элементом дома являлся единственный в городе пассаж, по которому и весь комплекс получил название «Блиновский пассаж». Пассаж представлял собой одноэтажный объем, примыкавший к основному корпусу со стороны двора и тем самым продолжавший торговую фасадную линию вглубь участка почти на 40 м. Особенностью его являлось то, что это был не характерный тип пассажа со сквозной линией, а тупиковый, где центральная линия заканчивалась склоном откоса. Пространство пассажа архитектурно выявлено чередованием высоких двухъярусных арочных проемов и стеклянной двускатной крышей,

К СТАТЬЕ С. М. ШУМИЛКИНА «НИЖЕГОРОДСКИЙ ПАССАЖ
БРАТЬЕВ БЛИНОВЫХ: ИСТОРИЯ РЕСТАВРАЦИИ»



a



b



в

Рис. 1: *a* – вид доходного дома Блиновых с Рождественской улицы; *b* – вид пассажа со двора и наб. Федоровского; *в* – интерьер пассажной линии. Фото автора, 2016 г.



a



б

Рис. 2. Вид интерьера пассажирской линии: *a* – центральный 8-гранный зал и продольная линия; *б* – шатровый 8-гранный фонарь. Фото автора, 2016 г.



а середина линии отмечена восьмигранным залом, перекрытым пирамидальным фонарем. Первоначально подвальный этаж корпуса использовался для хранения живой рыбы, в нем были устроены бассейны с проточной от родника в склоне водой. Кроме того, в пассаже до 1896 г., до постройки специального здания размещалась городская биржа с биржевым комитетом [6].

К концу XX века пассажная часть здания пришла в аварийное состояние, ей требовалась реставрация и новое приспособление. В 2000–2008 гг. в связи с приспособлением старого здания пассажа под «Центр занятости населения Нижегородской области» и размещения административно-офисных помещений был выполнен большой комплекс реставрационных и ремонтно-строительных мероприятий. Проект реставрации и приспособления был разработан архитекторами С. М. Шумилкиным и Ю. В. Коноваловым в 1999–2000 гг.

Концепция реставрации состояла в сохранении исторического облика пассажа с воссозданием его уникального интерьера, включая реставрацию центральной пассажной линии и внешних боковых фасадов, а также современным приспособление корпуса под офисные помещения. Реставрация предусматривала восстановление по сохранившимся фрагментам лепного сложного рисунка декора: профилей арок, импостов, наличников окон и ниш, междуэтажного пояса на фасадах и особенно профильного карниза, который был почти полностью утрачен по всей длине дворовых фасадов. Реставрационные работы предусматривали сохранение существующих конструкций, раскрытие и остекление ранее закрытых световых фонарей как вдоль линии, так и над восьмигранным в плане залом.

При капитальном ремонте предусмотрены работы по укреплению существующих конструкций, а также замене старых на новые, которые не влияют на исторический облик пассажа. В частности, предусмотрена замена кирпичных конструкций пола в центральной части на монолитные с учетом выравнивания пола по одной отметке в основной части пассажа. В старых несущих конструкциях как продольных, так и поперечных стенах подвального и основного этажей сохраняются арочные проемы.

К 2008 г. пространственная структура пассажной линии, представляющая собой чередование двухъярусных арочных проемов, была реставрирована полностью, в том числе восстановлена полуциркулярная в плане торцевая арочная ниша. Исключением стало размещение нового небольшого конференц-зала в уровне крыши, что привело к сокращению на 8 м протяженности продольного фонаря (рис. 2). В процессе реставрации центральной линии пассажа по шаблонам, на основе сохранившихся фрагментов восстановлен первоначальный лепной декор, в том числе пилястры со сложными по профилю базами и капителями, арочные обрамления с замковыми камнями, профильные карнизы и профили междуэтажных ниш. Также восстановлен ранее разрушенный карниз под восьмигранным фонарем (рис. 2 цв. вклейки).

В связи с надстройкой боковых частей пассажа вторым ярусом и размещением на нем административно-офисных помещений были установлены два новых металлических мостика, которые связывают открытые галереи правой и левой стороны. Как и прежде, арочные проемы первого этажа закрываются стеклянными витражами, а проемы второго яруса остаются открытыми. При реставрации были сохранены первоначальные металлические конструкции остекленной крыши, которые состояли из несущего каркаса с растяжками и придавали особую ценность историческому интерьеру. Над ними было устроено дополнительное современное остекление с сохранением рисунка членений и переплетов.

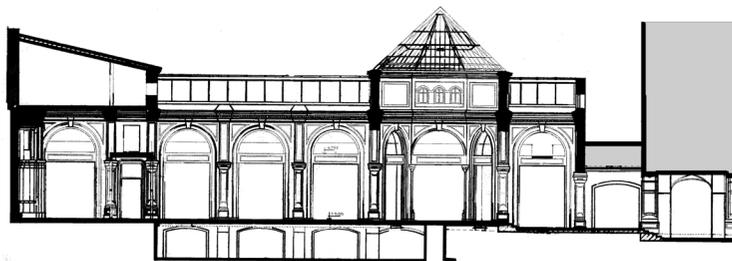


Рис. 2. Продольный разрез пассажирной линии. Проект реставрации, 2000 г.

При реставрации укреплены существующие конструктивные элементы, в том числе проведена частичная замена старых на новые, внесены некоторые изменения в старые конструкции. Так, единая наклонная поверхность ранее существовавшего кирпичного пола для выравнивания его по одной отметке в основной части пассажа и выполнения двух площадок в разных отметках при главном входе заменена на монолитную горизонтальную ступенчатую.

Существенные реставрационные работы были выполнены и на дворовых фасадах. Раскрыты заложенные и растесанные старые оконные проемы, и на них восстановлены рамные лепные наличники на основе сохранившихся фрагментов. Отдельные проемы раскрываются не на всю высоту, что связано с устройством навесов над входами в подвальные помещения. Восстановлена также широкая лента лепного карниза над основным старым объемом, профиль которого совпадает с профилем карниза, примыкающего к пассажиру дворового корпуса. Новые арочные оконные проемы второго яруса повторяют силуэт старых проемов первого этажа и в целом не нарушают прежний архитектурный облик здания, в котором главное место, как и прежде, занимали стеклянные поверхности фонарей. Фасад надстройки органично связан со старой частью фасада. Сохранены основные фасадные вертикальные членения, сдвоенные пилястры, ширина и расстановка окон, повторена широкая полоса профильного карниза. При этом общая высота нового этажа значительно меньше нижнего, что обеспечивает его подчиненное положение к историческому фасаду. В целом новая надстройка не контрастирует со старым фасадом и является его своеобразным повторением.

Реставрация пассажа, выполненная под авторским надзором архитекторов Шумилкина С. М. и Коновалова Ю. В., была отмечена дипломом на XV Международном фестивале «Зодчество – 2007». Таким образом, в результате реставрации был сохранен редкий тип торгового здания, единичные примеры которого имеются в Москве, Петербурге и Казани. Нижнему Новгороду возвращен один из интереснейших памятников архитектуры и градостроительства, который связывает нас с общеевропейским культурным наследием, а по архитектурной выразительности и функциональному построению принадлежит к наиболее значимым образцам архитектуры эклектики XIX в.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шумилкин, С. М. Пассажи Европы и России второй половины XIX в. / С. М. Шумилкин. – Текст : непосредственный // Архитектурное наследие. – 2001. – № 44. – С. 196–209.
2. Шумилкин, С. М. Нижегородская ярмарка / С. М. Шумилкин. – Нижний Новгород : Кварц, 2014. – 200 с. – ISBN 978-5-903581-96-2. – Текст : непосредственный.



3. Орельская, О. В. Улица Рождественская – энциклопедия архитектурных стилей / О. В. Орельская, С. В. Петряев. – Нижний Новгород : Бегемот, 2014. – 240 с. – ISBN 978-5-990-5663-6-1. – Текст : непосредственный.

4. Шумилкин, С. М. Развитие торговых пространств ул. Рождественской в Нижнем Новгороде XIX – начала XX вв. / С. М. Шумилкин. – Текст : непосредственный // Архитектура мира. – Москва, 1996. – Вып. 5. – С. 171–177.

5. Шумилкин, С. М. Архитектурно-пространственное формирование Нижнего Новгорода XIII – начала XX вв. / С. М. Шумилкин, А. С. Шумилкин ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2010. – 213 с. – ISBN 978-5-87941-706-7. – Текст : непосредственный.

6. Нижний Новгород. Иллюстрированный каталог объектов культурного наследия федерального значения. В 2 книгах. Книга 1. – Нижний Новгород : Кварц, 2017. – 376 с. – ISBN 978-5-906698-68-1. – Текст : непосредственный.

SHUMILKIN Sergey Mikhaylovich, doctor of architecture, professor, holder of the chair of history of architecture and fundamentals of architectural design

THE NIZHNY NOVGOROD PASSAGE OF THE BLINOV'S BROTHERS: HISTORY OF RESTORATION

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Pjinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-37;
e-mail: ist_arh@nngasu.ru

Key words: passage, restoration, eclecticism, Nizhny Novgorod.

The article analyzes the architectural and spatial construction of the passage, built in 1878 and included in the layout of the apartment house of the Blinovs, Nizhny Novgorod merchants. The process of restoration of the building in 2000–2008 and its adaptation for administrative and office premises is considered.

REFERENCES

1. Shumilkin S. M. Passazhy Evropy i Russii vtoroy poloviny XIX v. [Passages in Europe and Russia of the second half of the 19th century] / Arkhitekturnoe nasledstvo [Architectural heritage]. 2001. № 44. P. 196–209.

2. Shumilkin S. M. Nizhegorodskaya yarmarka [The Nizhny Novgorod fair] / Nizhny Novgorod : Kvartz, 2014. – 200 p. ISBN 978-5-903581-96-2.

3. Orejskaya O. V., Petryaev S. V. Ulitsa Rozhdestvenskaya – entsiklopediya arkhitekturnykh stiley [Rozhdestvenskaya street – encyclopedia of architectural styles] / Nizhny Novgorod: Begemot, 2014. 240 p. ISBN 978-5-990-5663-6-1.

4. Shumilkin S. M. Razvitie torgovykh prostranstv ul. Rozhdestvenskoy v Nizhnem Novgorode XIX – nachala XX vv. [Development of retail spaces of Rozhdestvenskaya street in Nizhny Novgorod of the XIX – early XX centuries // Arkhitektura mira [Architecture of the world]. Moscow, 1996. Issue 5. P. 171–177.

5. Shumilkin S. M. Shumilkin A. S. Arkhitekturno-prostranstvennoe formirovanie Nizhnego Novgoroda XIII – nachala XX vv. [Architectural and spatial formation of Nizhny Novgorod of the XIII – early XX centuries]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2010, 213 p. ISBN 978-5-87941-706-7.

6. Nizhny Novgorod. Ilyustrirovanny katalog obektov kulturnogo naslediya federalnogo znacheniya [Nizhny Novgorod. Illustrated catalogue of Federal cultural heritage]. V 2 knigakh. Kn. 1 – Nizhny Novgorod: Kvartz. 2017, 376 p. ISBN 978-5-906698-68-1.

© С. М. Шумилкин, 2020

Получено: 07.12.2019 г.



УДК 72.03:711.5(470.341)

А. В. ЛИСИЦЫНА, канд. архитектуры, доц. кафедры архитектурного проектирования; **И. С. ЗАХАРОВА**, магистрант кафедры архитектурного проектирования

ГОРОДСКОЙ КВАРТАЛ КАК СТРУКТУРНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ПАВЛОВО)

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

Ключевые слова: городской квартал, планировка и застройка, историко-архитектурная среда, город Павлово Нижегородской области.

На примере квартала в границах улиц Красноармейской, Ломоносова, Шмидта, расположенного в историческом центре города Павлово Нижегородской области, анализируется процесс формирования фрагмента историко-архитектурной среды, выявляются ее отличительные особенности. Оценивается потенциал реновации территории с учетом ее преобразования в XX – начале XXI вв. и современного состояния.

Историко-архитектурная среда является носителем характерных черт, сформированных в ходе многовекового поступательного развития города или поселения. Еще в 1980-х гг. А. Э. Гутнов, А. В. Маслов, О. И. Пруцын и другие ученые высказывали идею о том, что каждый исторический город обладает особым «генетическим кодом» – совокупностью конкретных отличительных особенностей. «Генетический код города распространяется не только на генеральный план, но путем многократной и многоступенчатой трансляции – на каждую клетку городской ткани» [1]. Городские кварталы – структурные единицы историко-архитектурной среды – в полной мере воплощают ее характерные черты: на уровне планировочной структуры, на уровне открытых городских пространств, на уровне отдельных зданий и сооружений. Так, квартал исторической застройки в границах улиц Красноармейской, Ломоносова, Шмидта в городе Павлово Нижегородской области представляет собой в высшей степени типичный и в то же время своеобразный фрагмент архитектурной среды бывшего крупного центра металлообработки и кустарных слесарных промыслов.

Цель статьи: рассмотреть историческое формирование планировки и застройки квартала и ее последующее преобразование – выявить отличительные особенности данной территории, оценить ее историко-культурный потенциал, возможности реновации и ревитализации.

Рассматриваемый квартал находится в исторической части Павлова, в непосредственной близости от общественного центра середины XIX – начала XX вв. – Никольского базара и огибающей его улицы Нижегородской (бывшей Стоялой). Неправильная в плане форма квартала близка к треугольной, рельеф достаточно спокойный, с понижением с запада на восток, площадь в границах красных линий застройки – 3,27 га. Северо-западной стороной квартал обращен к крутому берегу Оки; здесь его границей служит улица Ломоносова (бывшая Большая Воскресенская). Изогнутую трассировку улицы Красноармейской (бывшие



Бронниковская и Безбрызговская), очерчивающей квартал с востока, определяют очертания края верхней пойменной террасы малой реки Тарки, впадающей в Оку. С юго-западной стороны квартал ограничен улицей Шмидта (бывшей Малой Воскресенской), прямая трасса которой проложена перпендикулярно берегу Оки и ориентирована на церковь Воскресения. Последняя занимает островное положение и играет роль архитектурной доминанты всей прилегающей территории. Интересной особенностью квартала является наличие внутренней коммуникации – небольшого переулка Смычка (бывшего Безымянного), который начинается от улицы Шмидта, ведет внутрь квартала и далее, изгибаясь под тупым углом, выходит на улицу Ломоносова. Застройка квартала, занимающая 43,7 % его территории, представлена разновременными и разномасштабными каменными (кирпичными) зданиями конца XVIII – начала XXI вв. высотой в один-три этажа (рис. 1, 2 цв. вклейки).

История формирования планировки и застройки квартала прослеживается по генеральным планам Павлова разных лет (рис. 3 цв. вклейки). На самом раннем из них, составленном в 1788 г., форма квартала уже близка к современной. На чертеже показаны Безымянный переулок, церковь Воскресения и три каменные постройки. Остальные деревянные дома обозначены условно [2]. Особенно информативен генеральный план 1872 г., составленный в связи с перепланировкой Павлова после крупнейшего в его истории пожара, уничтожившего застройку всей левобережной части. На чертеже показана парцеллярная структура домовладений – разновеликих участков неправильной, изрезанной формы. С небольшими по площади узкими наделами, вытянутыми вглубь квартала, соседствуют пять более обширных участков. Кроме того, на плане обозначено девять каменных построек, по крайней мере, пять из которых сохранились [3]. Схематический план Павлова 1905 г. подтверждает, что и в начале XX в. неправильные очертания квартала не изменились, а две его части по-прежнему разделял переулок. Домовладения и застройка на чертеже не показаны [4].

Архивные документы конца XIX – начала XX вв. фиксируют появление и развитие на территории квартала трех крупных усадеб, включающих наиболее передовые и технически оснащенные фабрики стальных изделий – наследников Д. Д. Кондратова, П. В. Щеткина, И. К. Подкладкина. Жилые дома владельцев размещены по красным линиям улиц; пространства в глубине квартала плотно застроены одно- двухэтажными производственными и складскими зданиями из красного кирпича, которые образуют сложные по конфигурации замкнутые или проходные двory (рис. 4 цв. вклейки).

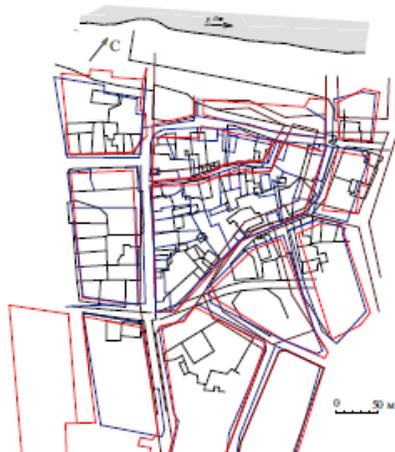
Архитектурный облик квартала определяют постройки двух исторических периодов, соотносящихся с этапами экономического подъема Павлова: конца XVIII – начала XIX вв. и конца XIX – начала XX вв. (рис. 5 цв. вклейки).

Дом П. В. Щеткина (ул. Красноармейская, 12); дом Вилковых (ул. Красноармейская, 18); дом В. Г. Князева (ул. Ломоносова, 25) построены на основе «образцовых» проектов эпохи русского классицизма. Первоначально их двухэтажные объемы были завершены мезонинами, уличные фасады украшены пилястровыми или колонными портиками с балконами.

Возведенный в 1885 г. комплекс усадьбы купца В. И. Гомулина (ул. Красноармейская, 6), выполненный, вероятно, по проекту столичного зодчего, стал знаковым для Павлова архитектурным объектом и оказал сильное влияние на гражданское строительство последующих двадцати лет. Это целостный архитектурный ансамбль в формах эклектики, обладающий композиционным

**К СТАТЬЕ А. В. ЛИСИЦЫНОЙ, И. С. ЗАХАРОВОЙ
«ГОРОДСКОЙ КВАРТАЛ КАК СТРУКТУРНЫЙ ЭЛЕМЕНТ
ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ
(НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ПАВЛОВО)»**

- Схема красных линий застройки, историческая и современная парцелляция домовладений



- застройка по плану 1788 г.
- застройка по плану 1872 г.
- застройка по плану 1905 г.
- застройка по плану 2020 г.

- Схема классификации застройки по периодам и архитектурной стилистике



- конец XVIII – начало XIX вв. (классицизм)
- середина XIX вв. (эkleктика, «академическое» направление)
- конец XIX – начало XX вв. (эkleктика, «кирпичный стиль»)
- конец XIX – начало XX вв. (каменно-деревянные дома)
- начало XX вв. (эkleктика, влияние модерна)
- конец XX – начало XXI вв. (частичный историзм)
- вторая половина XX в. (без стилиевых признаков)

- Схема классификации застройки по историко-культурной ценности



- объекты культурного наследия (ОКН)
- объекты, обладающие признаками ОКН
- исторически ценные градоформирующие объекты
- нейтральные объекты
- дисsonирующие объекты

- Схема современного использования зданий



- торговые здания (магазины)
- учебные здания (Павловский филиал ННГУ)
- административные и офисные здания
- учреждения культуры (музей, выставочный зал)
- жилые здания
- складские здания
- учреждения общепита (ресторан "Русь")
- не используются в настоящее время

Рис. 1. Квартал в границах улиц Красноармейской, Ломоносова, Шмидта. Аналитические схемы планировки и застройки

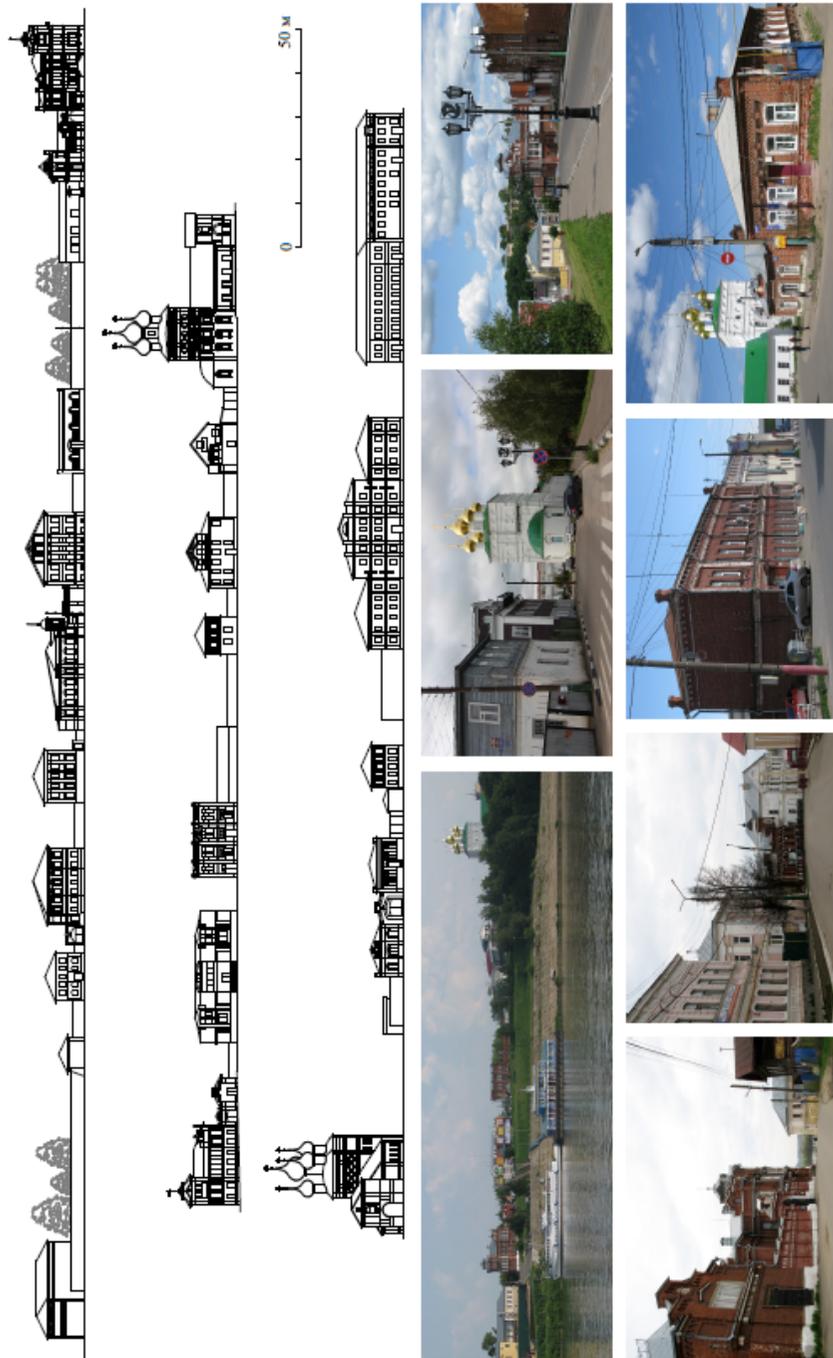
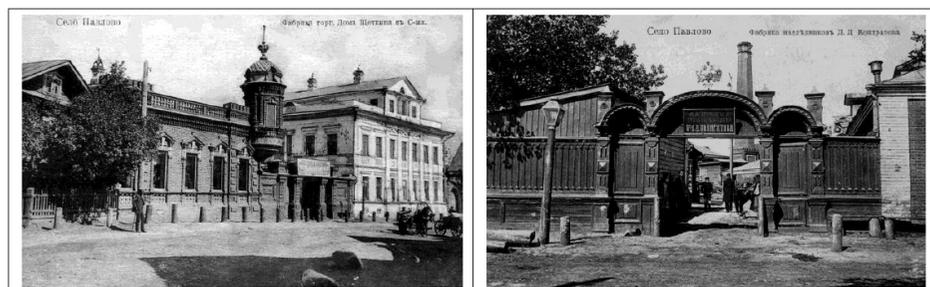


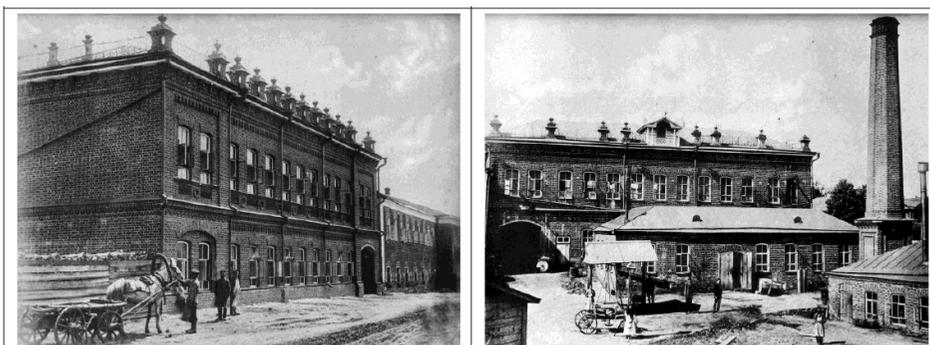
Рис. 2. Развертки по ул. Красноармейской, ул. Ломоносова, ул. Шмидта (современное состояние). Общие виды квартала



Рис. 3. Квартал на генеральных планах Павлова конца XVIII – начала XX вв.



Усадьба и фабрика П. В. Щеткина. Общий вид. Почтовая открытка начала XX в.



Фабрика наследников Д. Д. Кондратова. Производственный корпус. Фото 1990-х гг.

Рис. 4. Архитектурный облик квартала на фотографиях конца XIX – начала XX вв.

<p>Конец XVIII – начало XIX вв. Русский классицизм</p> <p>Жилые дома</p>	 Дом П. В. Щеткина (ул. Красноармейская, 12)	 Дом Вилковых (ул. Красноармейская, 18)	 Дом В. Г. Князева (ул. Ломоносова, 25)
<p>Середина XIX в. Эклектика, «академическое» направление</p> <p>Жилые дома</p>	 Дом М. П. Седова (ул. Ломоносова, 29)	 Дом Д. Д. Кондратова (ул. Шмидта, 13)	 Дом А. Н. Рыженькова (ул. Шмидта, утрачен)
<p>Конец XIX – начало XX вв. Эклектика, «кирпичный стиль»</p> <p>Усадебные комплексы</p>	 Усадьба В. И. Гомулина (ул. Красноармейская, 6)	 Усадьба А. С. Анучина (ул. Шмидта, 1,3)	 Дом И. К. Подкладкина (ул. Красноармейская, 20)
<p>Конец XIX – начало XX вв. Эклектика, «кирпичный стиль»</p> <p>Производственные здания</p>	 Корпус фабрики Д. Д. Кондратова (ул. Шмидта, 11)	 Корпус фабрики П. В. Щеткина (ул. Красноармейская, 14, литер В)	 Корпуса фабрики Тов-ва «В. Д. Кондратов и сыновья» (пер. Смычка)
<p>Начало XX в. Эклектика, влияние модерна</p> <p>Жилые дома</p>	 Дом П. В. Щеткина (ул. Красноармейская, 14)	 Дом К. П. Первого (ул. Ломоносова, 19)	 Дом Н. В. Первого (ул. Ломоносова, утрачен)
<p>Конец XX – начало XXI вв. Постмодернизм, частичный историзм</p> <p>Общественные и жилые здания</p>	 Здание Промстройбанка (ул. Ломоносова, 17)	 Здание филиала ННГУ (ул. Шмидта, 7)	 Жилой дом (ул. Ломоносова, 27)

Рис. 5. Застройка квартала различных исторических периодов



единством построек, выразительным силуэтом, богатым декором из красного кирпича и белого камня. Повышенный объем главного дома, напоминающий башню, фиксирует угол квартала и замыкает перспективы прилегающих улиц. По образному решению с усадьбой В. И. Гомулина перекликается дом П. В. Щеткина (ул. Красноармейская, 14), построенный в первые годы XX века. Своеобразная «висячая» башенка-эркер, щедро украшенная белокаменной резьбой и завершенная чешуйчатой крышей с нарядным шпилем, является ориентиром в месте изгиба улицы.

Производственный корпус фабрики наследников Д. Д. Кондратова (ул. Шмидта, 11), возведенный в начале 1890-х гг. по проекту нижегородского архитектора А. К. Никитина, по архитектуре напоминает общественное здание. Протяженный главный фасад с раскреповками на флангах представительен и строг. Стилистической цельностью отличается построенная в 1895 г. усадьба А. С. Анучина (ул. Шмидта, 1, 3). Ее нарядный облик определяет декоративное убранство фасадов из фасонного и тесаного кирпича, выполненное с большим мастерством. Влияние стиля модерн запечатлено в архитектуре дома К. П. Первова (ул. Ломоносова, 19), построенного в 1903 г. Асимметричный главный фасад завершен парапетом волнообразного абриса с округлыми по форме тумбами. Кованые кронштейны балкона имеют характерный для модерна стилизованный рисунок [5].

Проведенный анализ позволил выявить следующие характерные особенности историко-архитектурной среды квартала:

- неправильная форма в плане, обусловленная трассировкой улиц, подчиненной рельефу, сложившейся не позднее конца XVIII века;
- разнообразие парцеллярной структуры домовладений, отражающее процесс укрупнения некоторых из них за счет присоединения других;
- существование на рубеже XIX – XX вв. трех крупных усадеб-фабрик с жилыми, хозяйственными, производственными, складскими постройками, формировавшими тесно застроенные дворовые пространства;
- сложившаяся к началу XX в. каменная и каменно-деревянная усадебная застройка с достаточно плотным периметром, образованным двухэтажными жилыми домами, поставленными по красным линиям улиц и соединенными кирпичными или деревянными оградками с воротами;
- художественно выразительные архитектурные объекты конца XVIII – начала XX вв. в формах провинциального классицизма, поздней эклектики (в ее «краснокирпичном» варианте) и модерна, представительно отражающие этапы строительного подъема в истории Павлова.

В середине 1990-х гг. на территории квартала построено здание Промстройбанка (ул. Ломоносова, 17). Основой для Павловского филиала ННГУ (ул. Шмидта, 7) послужили реконструированные в 2009 г. исторические постройки, объединенные корпусом-вставкой. Несмотря на укрупненные объемы и обобщенные детали, новые здания в формах частичного историзма достаточно тактично взаимодействуют со сложившейся застройкой квартала. Вместе с тем за последнее столетие его историко-архитектурная среда претерпела следующие негативные изменения:

- разрушение исторической парцелляции и пространственной структуры домовладений, разуплотнение и деградация застройки на внутриквартальной территории (сейчас многие здания не используются);
- утрата ряда деревянных и каменно-деревянных жилых домов по красным линиям ул. Красноармейской, ул. Ломоносова, ул. Шмидта, пер. Смычка с образо-



ванием пустырей и лакун в рядовой застройке;

– искажение первоначального облика ценных объектов периода классицизма – жилых домов П. В. Щеткина, В. Г. Князева, Вилковых.

Согласно концепции А. Л. Гельфонд, историко-культурный потенциал городской территории правомерно представить в виде некоего архитектурного объекта с присущими ему функцией, конструкцией и формой. Основанная на этих составляющих теоретическая модель должна содержать четвертую потенциальную составляющую в виде этих же позиций, раскрывающихся во времени [6]. В применении к историко-архитектурной среде: функция, конструкция и форма – это соответственно ее типологические, морфологические и образно-стилевые характеристики. Таким образом, историко-культурный потенциал квартала определяется:

– в функциональном (типологическом) аспекте – возможностью размещения традиционных производств (кузнечного и слесарного), востребованных музейных, торговых, учебных, административных функций;

– в конструктивном (морфологическом) аспекте – значительными территориальными ресурсами при сохранении целостной и капитальной исторической застройки по периметру квартала, объединенной масштабными, объемными и силуэтными параметрами;

– в композиционно-художественном (образно-стилистическом) аспекте – эстетической ценностью застройки конца XVIII – начала XX вв. (шесть объектов культурного наследия регионального значения, не менее десяти исторически ценных градоформирующих объектов).

Столь высокий и разносторонний историко-культурный потенциал требует проведения комплексных ремонтных, реставрационных и строительных работ по реновации территории квартала, в концентрированном виде отражающего специфику историко-архитектурной среды Павлова.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Маслов, А. В. Новая архитектура в исторической среде / А. В. Маслов. – Москва : Стройиздат, 1990. – 191 с. – ISBN 5-274-00248-X. – Текст : непосредственный.
2. РГАДА. План дачи Генерального межевания села Павлова, 1788. – Российский государственный архив древних актов. Фонд 1354. Описание 265. Дело П-62«К». – Текст : непосредственный.
3. ЦАНО. План Нижегородской губернии Горбатовского уезда погоревшей части села Павлова, 1872 (копия 1899). – Центральный архив Нижегородской области. Фонд 42. Описание 1. Дело 57. – Текст : непосредственный.
4. ЦАНО. План села Павлова Горбатовского уезда, 1905. – Центральный архив Нижегородской области. Фонд 829. Описание 676а Горбатовский уезд. Дело 1652. – Текст : непосредственный.
5. Павловский район : иллюстрированный каталог объектов культурного наследия (памятников истории и культуры), расположенных на территории Павловского района Нижегородской области / ответственный редактор А. В. Лисицына. – Нижний Новгород : Кварц, 2015. – 560 с. – (Объекты культурного наследия Нижегородской области). – (ISBN: 978-5-906698-34-6 / 9785906698346). – Текст : непосредственный.
6. Гельфонд, А. Л. Историко-культурный потенциал древних городов Нижегородской области / А. Л. Гельфонд, А. В. Лисицына. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2018. – № 4. – С. 123–128.



LISITSYNA Aleksandra Vladislavovna, candidate of architecture, associate professor of the chair of architectural design; ZAKHAROVA Irina Sergeevna, undergraduate student of the chair of architectural design

**URBAN QUARTER AS A STRUCTURAL ELEMENT OF THE HISTORICAL
AND ARCHITECTURAL ENVIRONMENT
(BY THE EXAMPLE OF THE CITY OF PAVLOVO)**

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83;
e-mail: av_lisitsyna@mail.ru

Key words: urban quarter, urban planning and development, historical and architectural environment, the city of Pavlovo, Nizhny Novgorod region.

The article analyzes the process of forming a fragment of the historical and architectural environment by the example of urban quarter in the historical center of the city of Pavlovo, Nizhny Novgorod region. The distinctive features of the territory are identified. The potential of renovation is evaluated taking into account reformation in the XX – early XXI centuries and its current state.

REFERENCES

1. Maslov A. V. Novaya arkhitektura v istoricheskoy srede [New architecture in the historical environment]. Moscow: Stroyizdat, 1990, 191 p. ISBN 5-274-00248-X.
2. RGADA. Plan dachi Generalnogo mezhevaniya sela Pavlova, 1788 [The plan of the site of the General land survey of the village of Pavlovo, 1788]. Rossiyskiy gos. arkhiv drevnikh aktov [Russian State Archive of Ancient Acts]. F. 1354. Op. 265. D. P-62«К».
3. TsANO. Plan Nizhegorodskoy gubernii Gorbatovskogo uezda pogorevshey chasti sela Pavlova, 1872 (kopiya 1899) [The plan of the burned part of the village of Pavlovo of the Gorbatov district of the Nizhny Novgorod province, 1872 (copy 1899)]. Tsentralny arkhiv Nizhegorodskoy oblasti [Central archive of the Nizhny Novgorod region]. F. 42. Op. 1. D. 57.
4. TsANO. Plan sela Pavlova Gorbatovskogo uezda, 1905 [The plan of the village of Pavlovo of the Gorbatov district, 1905]. Tsentralny arkhiv Nizhegorodskoy oblasti [Central archive of the Nizhny Novgorod region]. F. 829. Op. 676a Gorbatovskiy uезд. D. 1652.
5. Pavlovskiy rayon: illyustrirovanny katalog obektov kulturnogo naslediya (pamyatnikov istorii i kultury), raspolozhennykh na territorii Pavlovskogo rayona Nizhegorodskoy oblasti [Illustrated catalog of cultural heritage sites (historical and cultural monuments) located in the Pavlovo district of the Nizhny Novgorod region]. Nizhny Novgorod: Kvartz, 2015, 560 p. (Cultural heritage sites of the Nizhny Novgorod region). – (ISBN: 978-5-906698-34-6 / 9785906698346).
6. Gelfond A. L., Lisitsyna A. V. Istoriko-kulturny potentsial drevnikh gorodov Nizhegorodskoy oblasti [Historical and cultural potential of the ancient cities of the Nizhny Novgorod region]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2018, № 4. P. 123–128.

© А. В. Лисицына, И. С. Захарова, 2020

Получено: 26.03.2020 г.



УДК 72.036

А. А. ХУДИН, канд. архитектуры, доц. кафедры архитектурного проектирования

ИДЕОЛОГЕМА ПРОСВЕЩЕНИЯ В АРХИТЕКТУРЕ МОДЕРНИЗМА И ПОСТМОДЕРНИЗМА

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: модернизм, постмодернизм, стиль, просвещение, философия архитектуры, теория стиля.

Выполнен анализ феномена наследования модернизма от Просвещения, и предпринята попытка интерпретации архитектурных теорий начала XX века через современные им философские концепции, позволяющие проникнуть в суть смены стиля модернизма в архитектуре XX века на постмодернизм. Проведены аналогии между модернизмом и Просвещением как культурами, ориентированными на чистый рационализм.

Приход романтизма на смену эпохе Просвещения, аналогичен приходу постмодернизма на смену модернизму, что весьма очевидно, как очевиден и факт наследования модернизмом своих ключевых идей от эпохи Просвещения, ставящих в онтологический центр чистое *ratio*. Архитекторы-модернисты начала XX века, приветствующие эру машинной техники, желали, следуя эволюции, «рассеять мрак», свойственный предшествующим цивилизациям благодаря «преимуществу в интеллекте», освободиться от «тяжелого груза культуры прошлого» для возможности нахождения «единственно правильных решений», «тщательно выверенных разумом», без «бессмысленных оглядок назад», с «сожжением всех мостов между нами и прошлым» [1, с. 27].

Вследствие этой эквивалентности Просвещения и модернизма, многократно выявленной и подтвержденной в теоретических философских трудах, следует обратиться в этом контексте к проблеме постмодернизма, особенно к вопросу опоры архитектурных теорий на соответствующие философские концепции, соглашаясь с мнением Ле Корбюзье, что «дело архитектуры – выражать разум эпохи» [1, с. 181]; с другой стороны, подвергать сомнению обязательность выражения именно «эпохального разума», что кажется в некоторой степени переменным и в большей степени зависящим от индивидуального выбора между тоталитарным и либеральным мышлением.

Здесь следует обратиться к одной из статей французского теоретика и историка М. Фуко (1926–1984) – «Что есть Просвещение?», в которой он затрагивает целый ряд проблем, касающихся сущности триады преמודерна, модерна и постмодерна. **Первым вопросом**, который может быть актуализирован через это эссе, является относительность категорий этой триады в плане их однозначной принадлежности к некоему временному отрезку, но восприятию их как определенных установок сознания. «Однако Кант ставит вопрос об *Aufklärung* (Просвещение) совершенно иначе: это не мировая эпоха, к которой мы принадлежим, не событие, знаки которого мы замечаем, не заря некоего будущего свершения. Кант определяет *Aufklärung* почти только негативным образом как *Ausgang*, как «выход» или «исход». В других текстах об истории он иногда ставит вопрос о происхождении или определяет внутреннюю конечную цель (*finalite*) исторического процесса. Но



в тексте об *Aufklärung* речь идет о чистой актуальности. Кант не стремится понять настоящее исходя из некой тотальности или из будущего завершения. Он ищет различия: «что нового принес сегодняшний день по сравнению со вчерашним?» [2]. Здесь мы получаем понимание сосуществования, например, модернистских и постмодернистских феноменов в одном пространстве и времени, что возможно при интерпретации их как следствий парадигмальных этапов в изменении ментальности, а не последовательных эпохальных стадий. Этим мы можем объяснить, например, тот факт, что Ле Корбюзье одновременно проектировал модернистские и премодернистские сооружения в одно и то же время, сравнив традиционную виллу Швоб в Ла Шо-де-Фон, Швейцария, 1916 г. и «Дом-Ино», 1914 г. – жилой дом свободной планировки со стандартным каркасом. Это дает нам ключ к вопросу сосуществования множественности стилей в их современном понимании, в большей степени как альтернативных форм ментальности и следования различным идеологемам или установкам, чем темпоральным этапам, следующим в жестком эволюционном порядке, как формулирует это М. Фуко: «Разумеется, философы и раньше указывали причины, побуждающие их осуществлять свою работу в тот или иной исторический момент. Но мне кажется, что здесь в первый раз философ поставил в такую тесную внутреннюю связь свои работы о познании, историческую рефлексию и частный анализ того конкретного момента, в который и ради которого он писал. Размышление о «сегодня» как о различии [*différence*] в истории и как о поводе для частной философской задачи – вот что кажется мне новым в этом тексте. Если рассмотреть его таким образом, в нем можно увидеть исходную точку, эскиз того, что я назвал бы установкой современности [*'attitude de modernité*]'» [2].

В мышлении XX века можно выявить факт сосуществования всех трех парадигм мышления, выражающихся в трансляции соответствующих форм культуры. Так, «незавершенность проекта модерн¹» можно отследить на факте сосуществования постмодернистских и неомодернистских сооружений в конце XX века, инерционном продолжении строительства чисто модернистских зданий, а также премодерных, чисто ретроспективных. М. Фуко выражает эту мысль более конкретно так: «О современности часто говорят как об эпохе или во всяком случае как о совокупности черт, пред-современность, более или менее наивная или архаическая, а за ней идет загадочная и волнующая пост-современность [*post-modernité*]. И тогда можно спросить, является ли современность продолжением и развитием *Aufklärung*, или же в ней следует видеть разрыв, отклонение от фундаментальных принципов XVIII века. Относясь к тексту Канта, я задаю вопрос: можем ли мы рассматривать современность не как исторический период, а как установку? Под установкой я подразумеваю способ отношения к актуальности; добровольный выбор, делаемый отдельными людьми, и, наконец, способ мыслить и чувствовать, способ действия и поведения, который одновременно указывает на определенную принадлежность и выступает как задача. Несомненно, это несколько напоминает то, что греки называли этносом. И, следовательно, я считаю, что скорее стоило бы стремиться не к тому, чтобы отличить период современности от периодов пред-современности и постсовременности, а к пониманию того, как установка

¹Под термином модерн, как принято за рубежом, подразумевается не стиль ар нуво или сецессион, а название новой современной эпохи, которая соотносится с модернизмом в искусстве и архитектуре, аналогично тому, как эпоха постмодерна соотносится с искусством и архитектурой постмодернизма



современности противостояла контрсовременным установкам» [2]. И здесь мы видим иллюстрацию перехода от линейного восприятия времени и стиля к ризоматическому, при котором возможно сочетание любых культурных феноменов в одном континууме на основе свободного выбора, а не вследствие обусловленности «духом времени».

Вторым вопросом, который раскрывается в этом эссе, – это проблема восприятия трех парадигм как стадий «взросления» сознания человечества: «Кант сразу же указывает на то, что этот «выход», характеризующий *Aufklärung*, – это процесс, освобождающий нас от состояния «несовершеннолетия». Под «несовершеннолетием» он понимает такое состояние нашей воли, которое вынуждает нас подчиняться чьему-либо авторитету и позволяет ему вести нас в тех областях, где следует пользоваться разумом. Он отмечает, что человек сам ответственен за свое несовершеннолетие. Отсюда следует, что он может выйти из него, лишь если изменит себя сам» [2]. Подобный пафос был характерен для переходных, пограничных состояний между парадигмами; так модернисты утверждали, что модерн – это взросление относительно премодерна, а постмодернисты, что постмодерн – это взросление относительно модерна. Открытым вопросом здесь остается «подчинение», о котором пойдет речь далее.

Третьим вопросом, затрагиваемом в этом эссе, становится непосредственное выражение ключевой идеологии Просвещения: «Кант выразительно формулирует девиз (*Wahlspruch*) Просвещения; девиз как отличительную черту, позволяющую опознать себя и вместе с тем как предписание, которое человек дает себе самому и предлагает другим. Что это за предписание? *Aude sapere* – имей мужество, имей решимость знать». Кант, кратко характеризуя состояние несовершеннолетия, цитирует расхожее выражение «повинуйтесь и не рассуждайте» – такова, по его мнению, форма, в которой обыкновенно осуществляется военная дисциплина, политическая власть, религиозный авторитет. Человечество станет совершеннолетним не тогда, когда ему не придется больше повиноваться, а тогда, когда ему скажут: «повинуйтесь, и можете рассуждать, сколько угодно» [2]. Здесь М. Фуко следует постмодернистской либеральной традиции, с равным подозрением относясь к концепциям премодерна и модерна как к потенциально авторитарным, разумно выражая сомнение в том, что «знание» может быть освобождающим. Уместно вспомнить афоризм французского философа-постмодерниста Ж. Ф. Лиотара (1924–1998): «Знание и власть есть две стороны одного вопроса: кто решает, что есть знание, и кто знает, что нужно решать?», и вопрос «подчинения» возникает снова, пересекая границу между «непросвещенным» и «просвещенным» состояниями» [3, с. 28].

Искусство и архитектура первой половины XX века развивались и существовали в условиях тесного союза с наукой и прогрессом, их «онаучивание», «гносеоцентризм» выражались посредством историко-эстетического оценивания, интерпретационного подхода, понимания через комментарий, рационализации, дидактики; устранение из искусства и архитектуры иррационального, сакрального, трансцендентного. Искусство преподносилось как инструмент преобразования, изменения, улучшения мира по пути отхода от «природно-естественного» состояния и перехода к «искусственно-машинному». В архитектуре это проявилось как симпатии к математичности и геометричности: «Машина идет от геометрии. Следовательно, человек нашей эпохи своими художественными впечатлениями и обязан в первую очередь геометрии. После столетия анализа современное искус-



ство и современная мысль рвутся за пределы случайного, и геометрия приводит их к математическому порядку и гармонии» [1, с. 25]. Например, в трудах нидерландского художника П. Мондриана (1872–1944) выстраивается бинарная оппозиция между «природной и абстрактной реальностями» [4]. Абстрактная, геометричная реальность эстетически очищенная (*aesthetically purified*), считается красотой космической и универсальной (*cosmic, universal*), приветствуется как то направление, по которому должно двигаться искусство в целом и архитектура в частности. Говоря об авангардной архитектуре, П. Мондриан сожалел о единичности наличествующих архитектурных объектов, выражающих «опыт нового формостроения», выражающих «принципы абстрактной реальности», еще не распространенной на весь город в целом ... экспансия идеализма, противопоставленная натурализму, стремящаяся к экспансии «от мельчайшего предмета до целого города», пытающаяся создать новый мир, полностью оторванный от естественных и исторических корней и подчиненных абстрактной гармонии, что соответствовало возникновению тенденций к миропереустройству в Германии, Голландии и др. странах периода Первой мировой войны, восходивших к идеям античного философа-идеалиста Плотина, помещавшего «искусство выше природы». Немецкий философ Макс Хоркхаймер (1895–1973), подвергший критике модернистские подходы, видел в этом абсолютизацию принципа «исчислимости мира», в котором «в качестве знаковой системы языку надлежит смиренно превратиться в исчисление» [5, с. 33], и неминуемо произойдет «редукция мышления к математическому аппарату» [5, с. 43], рациональный «просвещенный» «разум является органом калькулирования, планирования ... его стихией является координация» [5, с. 113]. Другим аспектом «Просвещения» и его наследника модерна становится демифологизация мира: «Программой Просвещения было расколдовывание мира. Оно стремилось разрушить мифы и свергнуть воображение посредством знания» [5, с. 17]. Как это происходило в действительности, мы можем увидеть в программных трудах Ле Корбюзье, который утверждал: «Машина идет от геометрии. Геометрия – великое создание человека. Машина сверкает перед нами полированными стальными дисками, сферами, цилиндрами. Все детали сделаны с безукоризненной, теоретически рассчитанной точностью, которую природа нам никогда не показывает. Это зрелище вызывает в нас душевное волнение, и одновременно в нашем сознании возникает множество ассоциаций; эти диски и сферы чем-то напоминают нам божества Древнего Египта ... Геометрия и боги сосуществуют ... Урок, заключенный в машине, состоит в абсолютно ясной логической связи между причиной и следствием, в чистоте, экономии и мудрости» [1, с. 26]. Здесь мы наблюдаем поразительный феномен замещения «старых богов» премодерна на «новых богов» современности, и Богом, центром и средоточием мироздания становится Машина.

Критика такого высказывания со стороны постмодернистов была неминуема и очевидна. Немецкий историк искусства XX века Г. Зельдмайр (1896–1984) нарекает это «божество» «идолом»: «архитекторы сами капитулировали перед техниками, если бы для многих людей и художников техника не приобрела такого значения, которое предельно возвышает ее над искусством. Техника стала идолом» [6]. М. Хоркхаймер видит в этом новом божестве нового тирана: «Техническая рациональность сегодня является рациональностью самого господства как такового. Она есть свойство отчужденного от самого себя общества быть обществом принуждения. Автомобилями, бомбами и кино целое сплачивается воедино до тех пор, пока присущая им нивелирующая стихия не начинает пробовать свои силы на той самой несправедливости, служительницей которой она являлась» ... «Могущество



индустриального общества подчиняет себе человека раз и навсегда» [5, с. 17]. Эта критика для 1940-х годов уникальна своей профетичностью – франкфуртская школа, критикующая индустриальное общество, сама принадлежала «современности» и действовала по принципу критики «изнутри». Она заложила фундамент для постмодернистской критики извне. Позднее, в рамках перехода от модерна к постмодерну, когда критика чистого радио достигла своего максимума, М. Хоркхаймер констатирует: «Если разум провозглашается неспособным к определению конечных целей жизни и вынужден довольствоваться задачей низведения всего, что он встречает на своем пути, до степени простого инструмента, то ему остается единственная цель – увековечение своей координирующей деятельности» [7]. Что же это за «координирующая деятельность»? Безусловно, это отражение идей тотального и безусловного контроля над обществом, осуществляемого культурой, ставшей инструментом политических элит, как говорил об этом австрийский историк В. Хофман (1928–2013): «идеал эстетического воспитания человек с помощью искусства ныне обратился в свою гротескную противоположность: в тоталитарных странах искусство служит политическому и государственному дисциплинированию населения ... устанавливая опеку над «человеком искусства», правящий «государственный человек» использует и извращает его талант в собственных целях, искусству чуждых» [8], и с ним соглашается М. Хоркхаймер, говоря о «загадочной готовности технологически воспитанных мисс подпадать под чары всякого рода деспотизма» [5, с. 12].

И здесь допускается гипотеза о том, что человек эпохи модерна, живущий в типовых жилых домах и жилых ячейках, решетчатых по своей структуре, сформированных по принципу типизации и стандартизации, по прямым линиям становится идеальным «винтиком» машин власти, войны и принуждения. Феномен механизации, геометризации мышления можно выразить целым рядом идей модернистов-авангардистов – позицией К. Малевича, желавшего «вырвать мир из рук природы и воздвигнуть новый – принадлежащий человеку», с обязательным разрушением «мертвого храма искусства, где томятся мертвые произведения» и строительством «живого завода человеческого духа». Солидарен с ним и австрийский архитектор Адольф Лоос (1870–1933), считавший, что «все, что служит определенной цели, следует исключить из царства искусства». Также мыслил и его идейный наследник немецкий архитектор В. Гропиус (1883–1969), строивший «собор грядущего», полагавший, что «архитектура последних поколений фальшива» и противопоставляла архитекторам инженеров, которые «свободны от груза исторических и эстетических традиций», что продолжалось швейцарским архитектором-модернистом Х. Мейером (1889–1954), утверждавшим «функцию, умноженную на экономику» и боровшимся с «искусством, которое антиутилитарно». Здесь мы видим еще один феномен, связанный с базовыми модернистскими реалиями – это факт подчинения архитектуры не только «математике», но и «экономике», как говорил об этом немецкий архитектор-модернист Л. Мис ван дер Роэ (1886–1969): «истина заключается в том, что, кроме как в неразвитых обществах, сегодня непозволительно сложно и дорого строить в любом стиле, отличном от современного» [9]. К чему же привело «слепо прагматизированное мышление»? К исчезновению единичного человека перед лицом социально-экономического аппарата, самоотчуждению индивида, формирующего себя по меркам технического. В архитектуре это привело к клешированному, зацензурированному состоянию модернистского стиля, оперирующего обыденным, примитивным, типизированным, а позднее и избитым, затасканным языком. С одной стороны, этот язык призывал к «героическим свер-



шениям», с другой, говорил о том «что все равны» перед машиной государства, с третьей – кричал «продавай и покупай». Модерн вследствие своего обожевления объективного, овеществленного привел к тому, что искусство превратилось в культтовар как предмет потребления, поддерживаемый постоянно развивающейся техникой изготовления и распространения в едином процессе коммерциализации. В этом процессе легко уловим очередной принцип контроля над обществом, как отмечал это М. Хоркхаймер и Т. Адорно (1903–1969): «Анимизм одушевил вещь, индустриализм овеществляет души. Экономическим аппаратом уже автоматически, еще до тотального планирования, товары наделяются ценностями, распоряжающимися поведением людей. С тех пор как с концом свободного обмена товары утрачивают все свои экономические качества за исключением их фетишистского характера, последний, подобно артриту, все более и более распространяется на все аспекты жизни общества. Бессчетными агентурными сетями массового производства и его культуры нормированные способы поведения единичного отчуждаются в качестве единственно естественных, пристойных, разумных» [5, с. 45].

Естественно, что после провала проекта модерна постмодернисты заняли противоположные позиции, которые атакуют прагматизм, рационализм, экономизм, так, архитектор Э. Амбас (1943) утверждает: «Я всегда верил в то, что архитектура есть акт мифотворческого воображения. Настоящая архитектура начинается после того, как удовлетворены функциональные и поведенческие потребности. Не голод, а именно любовь и страх, а иногда и простое чудо заставляют нас творить. Культурный и социальный контекст, в котором работает архитектор, постоянно меняется, но, как мне кажется, его основная задача остается неизменной: облечь прагматическое в поэтическую форму» [10]. Оковы «экономической необходимости», «функциональной ясности», «цензурированной простоты», «математической чистоты», «универсальности» рушатся в 1950-е годы, вместе с разрушением тоталитарных режимов Европы.

Постмодернизм небезосновательно полагает, что модернизм и тоталитаризм идут рука об руку по пути прогресса, ставя на пьедестал материализм и технологизм, руководствуясь утопическими идеями, склонными к насильственному переустройству социума и мира, по линии, берущей свое начало именно в проекте Просвещения. Сотрудничество деятелей искусства с режимами тоталитарных государств, выразившееся в эстетизации абсолютного порядка, легко находится в биографиях ведущих модернистских архитекторов: «Военное поражение (Франции перед гитлеровской Германией) видится мне чудесной французской победой», – писал Ле Корбюзье в 1940 году, рассчитывая на сотрудничество с режимом Виши в оккупированной Франции, и это далеко не единичный случай, иллюстрирующий близость и единство в тоталитаризме и модернизме, которые соединены не только одним временем, но и общими концептуальными корнями, породившими современный стиль в Европе как результат навязанных мировоззрений, принудительной конвенциональности, идеологической коррупции, авторитарных планов. И здесь возникает оппозиция между «светлыми» идеями об улучшении жизни человечества и «темными» провалами в реализации этих проектов, что становится темой для полемики в постмодернистской работе М. Хоркхаймера: «Мы, по сути дела, замахнулись ни больше, ни меньше как на то, чтобы дать ответ на вопрос, почему человечество, вместо того чтобы прийти к истинно человеческому состоянию, погружается в пучину нового типа варварства. Мы недооценили трудностей исполнения, потому что все еще слишком доверяли современному сознанию» [5, с. 9]. Это «современное сознание» механизированное и геометризи-



рованное очевидно легко управляемо, и М. Хоркхаймер констатирует: «развитие машины уже обернулось развитием машинерии господства, так что и техническая и социальная тенденции, с давних пор переплетавшиеся друг с другом, теперь окончательно конвергируют в тотальном охвате человека» ... «приспособление к власти прогресса уже влечет за собой прогресс власти» [5, с. 53].

Данные концепции понятны в разрезе четвертого вопроса, затрагиваемого М. Фуко: «Часто пытаются определять современность через осознание прерывности времени: через разрыв с традицией, чувство нового, головокружение от происходящего. Бодлер, казалось бы, говорит именно это, когда определяет современность как нечто «преходящее, ускользающее, случайное». Но для него быть современным означало – не осознать и принять это непрерывное движение, а, наоборот, оказаться по отношению к нему в определенной установке; и эта произвольная и непростая установка заключается в том, чтобы схватить нечто вечное, находящееся не по ту сторону настоящего, мгновения и не позади него, а в нем самом. Современность отличается от моды, то есть от простого следования течению времени; эта установка позволяет схватить то «героическое», что есть в настоящем. Современность – не просто чувствительность к скоротечному настоящему; это – воля к «героизации» настоящего [2]. И этот вопрос касается идеологии героического противостояния и преодоления человеком эпохи модерна таких врагов как «Прошлое» и «Природа», порождающих Шпенглеровское противостояние между цивилизацией и культурой, а, следовательно, и необходимость выбора между жизнерадостным оптимизмом утопических идей модерна, претендующих на владение универсальным знанием и склонным «просвещать» ими человечество, или меланхолию постмодернистского субъекта, отказавшегося от претензий на окончательную истину, авторитарное господство, волю к власти и знанию того, как следует обустроить этот мир к лучшему, что, безусловно, также требует поистине «героического усилия».

Вывод:

Таким образом, изучение концепций Просвещения, интегрированных в теории модернистской архитектуры, и изменение отношения к ним в середине XX века позволяет понять причины смены образа мышления архитекторов при отказе от утопий модернизма и переходе к идеям постмодернизма.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ле Корбюзье. Архитектура XX века / Ле Корбюзье ; [перевод с французского К. Т. Топуридзе]. – Москва : Прогресс, 1977. – 309 с. – Текст : непосредственный.
2. Foucault, M. Qu'est-ce que les Lumières? / Michel Foucault // Dits et écrits. 1954-1988. – Paris : Gallimard, 1994. – Vol. IV. – P. 562–578.
3. Лиотар, Ж.-Ф. Состояние постмодерна / Жан-Франсуа Лиотар ; [перевод с французского Н. А. Шматко]. – Москва : Институт экспериментальной социологии, 1998. – 161 с. – ISBN 5-89329-107-7. – Текст : непосредственный.
4. Mondrian, P. Natural Reality and Abstract Reality / Piet Mondrian. – URL: <http://homepages.neiu.edu/~wbsieger/Art319/319Read/319Mondrian.pdf> (дата обращения: 08.02.2020). – Текст : электронный.
5. Хоркхаймер, М. Диалектика просвещения. Философские фрагменты / Макс Хоркхаймер, Теодор Адорно. – Москва : Медиум, 1997. – 187 с. – ISBN 5-85691-051-6. – Текст : непосредственный.
6. Зельдмайр, Г. Утрата середины = Verlust der Mitte / Ганс Зельдмайр ; [перевод с немецкого С. С. Ванеяна]. – Москва : Прогресс-Традиция, 2008. – 638 с. – ISBN 5-89826-206-7. –



Текст : непосредственный.

7. Хоркхаймер, М. Затмение разума. К критике инструментального разума / Макс Хоркхаймер. – Москва : Канон+, 2011. – 226 с. – ISBN 978-5-88373-263-7. – Текст : непосредственный.

8. Хофман, В. Основы современного искусства / Вернер Хофман ; [перевод с немецкого А. Белобратова]. – Санкт-Петербург : Академический проект, 2004. – 557 с. – ISBN 5-7331-0021-4. – Текст : непосредственный.

9. Peter, J. The oral history of modern architecture: interviews with the greatest architects of the twentieth century / John Peter. – New York : publ. H. N. Abrams, 1994. – 326 p.

10. Амбас, Э. Интервью Э. Амбаса в Барселоне для В. Белоголовского / С. Амбас. – Барселона, 2016. – URL: <https://archi.ru/world/71500/emilio-ambas-ne-lyublyu-pridumyvati-teorii-predpochitayu-sochinyat-skazki> (дата обращения: 08.02.2020). – Текст : электронный.

KHUDIN Aleksey Aleksandrovich, candidate of architecture, associate professor of the chair of architectural design

IDEOLOGY OF ENLIGHTENMENT IN THE ARCHITECTURE OF MODERNISM AND POSTMODERNISM

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Ijinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83;
e-mail: hoodin-alex@yandex.ru

Key words: modernism, postmodernism, style, enlightenment, philosophy of architecture, theory of style.

This article analyzes the phenomenon of modernism inheritance from the Enlightenment, and attempts to interpret the architectural theories of the early twentieth century through contemporary philosophical concepts that allow to understand the essence of changing the style of modernism in twentieth century architecture to postmodernism. Analogies are drawn between modernism and the Enlightenment as cultures oriented towards pure rationalism.

REFERENCES

1. Le Corbusier. Arkhitektura XX veka [Architecture of the XX century] / Per. s fran. K. T. Topuridze. Moscow: Progress, 1977, 309 p.

2. Foucault M. Qu'est-ce que les Lumières ? Dits et écrits. 1954–1988 Foucault. Paris: Gallimard, 1994, vol. IV. P. 562–578.

3. Lyotard J.-F. Sostoyanie postmoderna [Postmodern state] / Per. s fran. N. A. Shmatko. Moscow: Institut eksperimentalnoy sotsiologii, 1998, 161 p. ISBN 5-89329-107-7.

4. Mondrian R. Natural Reality and Abstract Reality / Piet Mondrian, 1919. URL: <http://homepages.neiu.edu/~wbsieger/Art319/319Read/319Mondrian.pdf/> (data obrascheniya: 08.02.2020).

5. Horkheimer M., Theodor Adorno. Dialektika prosvescheniya. Filosofskie fragmenty [Dialectic of enlightenment. Philosophic fragments]. Moscow: Medium, 1997, 187 p. ISBN 5-85691-051-6.

6. Sedlmayr H. Utrata serediny = Verlust der Mitte / Per. s nem. S. S. Vaneyana. Moscow: Progress-Traditsiya, 2008, 638 p. ISBN 5-89826-206-7.

7. Horkheimer M. Zatmenie razuma. K kritike instrumentalnogo razuma [Eclipse of reason. To the critique of instrumental reason] / Moscow: Kanon+, 2011, 226 p. ISBN 978-5-88373-263-7.

8. Hofmann W. Osnovy sovremennogo iskusstva / Per. s nem. A. Belobratova. Saint-Petersburg: Akad. proekt, 2004, 557 p. ISBN 5-7331-0021-4.

9. Peter J. The oral history of modern architecture: interviews with the greatest architects of



the twentieth century / New York: publ. H. N. Abrams, 1994, 326 p.

10. Ambas E. Intervyu E. Ambasа v Barselone dlya V. Belogolovskogo [Interview of E. Ambas for V. Belogolovsky]. Barselona, 2016. URL: <https://archi.ru/world/71500/emilio-ambas-ne-lyublyu-pridumyvat-teorii-predpochitayu-sochinyat-skazki> (data obrascheniya: 08.02.2020).

© А. А. Худин, 2020

Получено: 26.03.2020 г.

УДК 72.007:72.035(470.43)

М. Г. ЗОБОВА, канд. архитектуры, доц. кафедры реконструкции и реставрации архитектурного наследия

ТВОРЧЕСКИЙ МЕТОД ГРАЖДАНСКОГО ИНЖЕНЕРА, ЕПАРХИАЛЬНОГО АРХИТЕКТОРА Т. С. ХИЛИНСКОГО

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Академия строительства и архитектуры
Россия, 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 194. Тел.: (846) 278-43-11;
эл. почта: zobova_sdc@mail.ru

Ключевые слова: Т. С. Хилинский, творческий метод, епархиальный архитектор, гражданский инженер, архитектура Самарской губернии рубежа XIX–XX вв.

Предпринята попытка выявления и анализа творческого метода гражданского инженера, епархиального архитектора Самарской губернии Тадеуша Севериновича Хилинского, чей активный период работы пришелся на 1882–1905 годы. В работе приведены основные факторы, оказавшие влияние на становление творческого метода Т. С. Хилинского, а именно: творческий потенциал мастера, развитие инженерно-технической мысли рубежа XIX–XX вв. и историко-архитектурные особенности данного периода. Приведены основные персонализированные приемы и подходы к проектированию; рассмотрены планировочные, функциональные и композиционные принципы проектирования; обозначены основные конструктивные особенности построек и стилистические предпочтения мастера.

Творческий метод – это совокупность внешних историко-культурных обстоятельств и шагов мастера, направленных на достижение определенных творческих целей и поставленных задач с помощью приобретенных навыков, знаний и умений [1].

Творческий метод архитектора складывается из личных предпочтений и основных черт характера мастера (творческий потенциал), развития инженерно-технической мысли (ресурсы), а также историко-архитектурных особенностей периода, в котором он работал (обстоятельства). Изучение творческого метода архитектора важно для понимания тенденций развития архитектуры и направлений по сохранению и развитию архитектурного наследия.

Исследование творческого метода самарского епархиального архитектора, гражданского инженера Т. С. Хилинского, чей активный период работы пришелся на 1882–1905 годы, позволяет:

- 1) более полно осмыслить провинциальную архитектуру периода эклектики;
- 2) выявить вклад мастера в развитие епархиальной архитектуры Самарской губернии;



3) получить теоретические знания с целью использования их в проектно-реставрационной работе на объектах мастера;

4) получить научный и научно-повествовательный материал, который может вызвать интерес в профессиональных кругах архитекторов-реставраторов и среди населения, интересующегося историко-культурным наследием Самарской губернии.

С целью понимания творческого метода Т. С. Хилинского необходимо выявить основные историко-культурные особенности периода его активной работы – рубежа XIX–XX вв. Это время в Российской империи характеризовалось завершающим периодом эклектики в архитектуре, начали зарождаться романтическое мировоззрение и предприниматься попытки создания нового направления – модерн. В этот период наблюдался активный поиск «новой архитектуры» с разнообразными стилевыми вариациями [2]. В конце XIX века активно развивалось культовое зодчество, в связи с чем была введена должность епархиального архитектора. В 1887 году по протоколу Самарской духовной консистории Т. С. Хилинский был назначен на эту должность. Под его руководством или по его проектам было построено и перестроено большое количество епархиальных объектов по всей территории Самарской губернии. Многие церкви строились по типовым проектам, присутствовали лишь незначительные изменения в детализовке и размерах колоколен и трапезных. Также, будучи главным городским архитектором и ведя частную практику в строительных конторах, Т. С. Хилинский проектировал значительное количество гражданских объектов [3].

Большое влияние на становление творческого метода Т. С. Хилинского оказало высшее образование, полученное им в Институте гражданских инженеров в Санкт-Петербурге. В данном учебном заведении мастер обучился не только архитектурно-художественным навыкам, но и получил хорошее инженерно-техническое образование, что позволило в дальнейшем ему стать уникальным всесторонне развитым специалистом. Мастер активно использовал в своих проектах новые инженерно-технические и конструктивные решения, а также строительные материалы. Технические навыки и знания Т. С. Хилинского были очень востребованы при перестройке, расширении и других видах работ на исторических культовых объектах Самарской губернии, в которых он принимал активное участие.

Творческий метод архитектора Т. С. Хилинского характеризуется его персонализированными приемами проектирования. К ним можно отнести стремление достичь грандиозности в культовых постройках, что отражается на планировочном решении. Примером может служить католическая церковь (1895–1897 гг.), Саратовская обл., Марковский р-н, с. Кривовское. Также у некоторых зданий отмечается обратный подход – функция здания отражается в композиции фасадов. В сооружениях можно видеть усовершенствованные приемы планировки и «дух» практицизма. Примером может служить здание правления епархии архиерейского подворья (1903 г.), г. Самара, ул. Галактионовская, 102. В своих работах автор использовал принцип крупномасштабности. За счет этого его сооружения выделяются в окружающем контексте застройки, например, выполненное в русском стиле, здание Ольгинской общины Красного Креста (1900–1902 гг.), г. Самара, ул. Л. Толстого, 136. Большинство культовых объектов Т. С. Хилинского являются или являлись стилевыми и градостроительными доминантами. В декоративном решении фасадов он использовал новые соотношения деталей и целого. Храмы, построенные в сельской местности, являлись локальными доминантами и пространственными ориентирами, например, церковь Михаила Архангела (1900–1906 гг.), Самарская обл., Красноармейский р-н, с. Дергачи [4]. В таких православных по-



стройках, как церковь Космы и Дамиана Римских (1903–1905 гг.), Самарская обл., Ставропольский р-н, с. Мусорка, можно заметить, что объемно-планировочное решение схоже с решением католических храмов (трехнефная базилика). Видимо, это имеет связь с вероисповеданием Т. С. Хилинского (он был католиком). В работах мастера можно увидеть умелую «аранжировку» исторических стилей, тонкую проработку архитектурных деталей [5].

Наибольшую часть культовых объектов Т. С. Хилинского составляют храмы и приделы. Практически все церкви имеют колокольню, пристроенную к основному объему. Колокольня задает композиции храма ярко выраженную вертикаль, имеет от трех до пяти ярусов. Притворы, как правило, совмещены с колокольней. Нижние ярусы имеют в основании четверик, а верхние – четверик или восьмерик. Завершение кровли – шатровое или купольное. Нехарактерной для Т. С. Хилинского является колокольня церкви в с. Лебяжье. Она имеет цилиндрический верхний ярус и окна, украшенные кокошниками. В процессе исследования культовых престольных сооружений не обнаружены церкви без колоколен или с отдельно стоящими колокольнями. Приделы в храмах появлялись, как правило, в результате работ Т. С. Хилинского по реконструкции или расширению. Два придела пристраивались симметрично относительно основного объема. Примерами могут служить церкви в селах: Кандабулак, Курумоч, Бартеневка, Дергачи, Засамарская слобода, Никольское. Большая часть культовых построек не имеет приделов. Это церкви в селах: Новая Бинарадка, Лебяжье, Мусорка, Новый Буян, Верхнее Санчелеево, Степная Шентала, Красная Речка и в городах: Димитровград и Сорочинск. В храмах Т. С. Хилинского встречаются апсиды различной конфигурации – пятигранные, прямоугольные.

Среди функционально-планировочной структуры культовых построек Хилинского можно выделить три основных вида: трехчастная, развитая и развитая (нетиповая). Трехчастная структура включает притвор с колокольней, трапезную и основной объем с алтарем (приделами). Данный тип функционально-планировочной структуры характерен практически для всех культовых престольных объектов Т. С. Хилинского. Примером использования трехчастной функционально-планировочной структуры могут служить построенные по типовому проекту церкви в селах Курумоч, Кандабулак, Степная Шентала, Бряндино и Новая Бинарадка, а также построенные по схожим проектам церкви в селах: Лебяжье, Красная Речка, Бартеневка, Новый Буян, Никольское и других. Примером использования развитой функционально-планировочной структуры могут служить построенные по типовому проекту церкви в с. Мусорка, с. Верхнее Санчелеево и собор в г. Димитровграде. Примером использования развитой (нетиповой) функционально-планировочной структуры могут служить: молитвенный дом в г. Энгельс, трапезный храм в Иверском монастыре, церковь при земской больнице и другие.

По объемно-пространственному решению все культовые престольные сооружения Т. С. Хилинского можно разделить на две основные группы – с осевой и центричной композициями. Характерной особенностью храмов с осевой композицией является вытянутый с запада на восток план и четко выраженная трехчастность: притвор с трапезной, основной объем храма, алтарь. Колокольня отделяется широким притвором от основного объема храма. Примерами служат церкви в селах Кандабулак, Дергачи, Курумоч, Степная Шентала, Новая Бинарадка, Бряндино. Характерной особенностью храмов с центричной композицией является соборный тип объекта, увенчанный пятью барабанами, квадратный в плане, с выступающей алтарной частью и примыкающей колокольней, лестницы в верхний ярус и па-



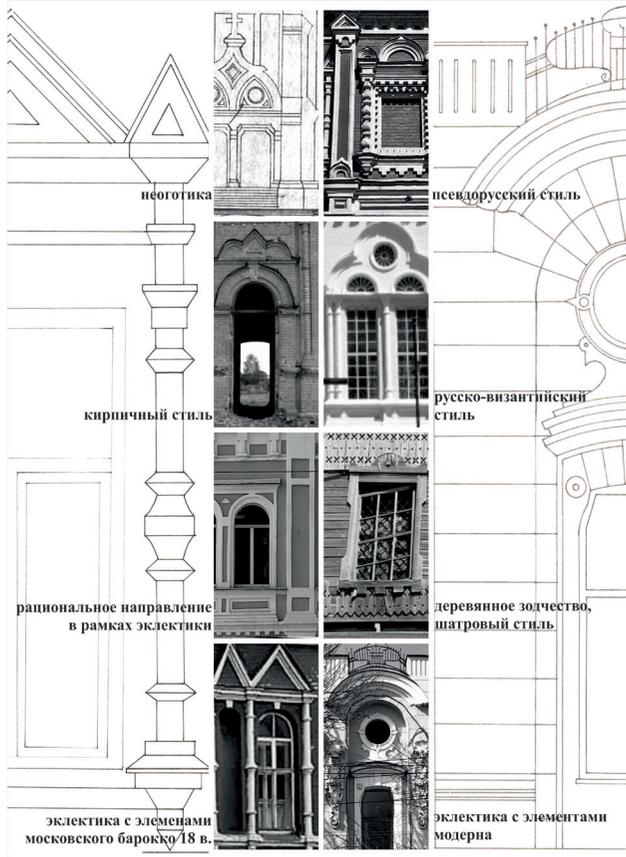
перги, фронтоны, арочные порталы, трапезные с цилиндрическим сводом. Объем храмов – четверик, объем светового барабана – восьмерик. Вместимость – до 3000 человек. Колокольня – трехъярусная с шатровым или купольным завершением. Шатры пирамидальные, купола луковичные. Примерами служат церкви в селах Мусорка и Верхнее Санчелеево, а также собор в Димитровграде.

У объектов Т. С. Хилинского можно видеть фронтальную композицию (здание Самарского епархиального женского училища, дом мещанина С. П. Суховского, дом М. Ф. Победоносцевой); смешанную композицию (деревянный молитвенный дом католической общины, тюремная церковь Божьей Матери «Всех скорбящих Радость»; здание больницы Ольгинской общины Красного Креста), трехнефную базилику (Католическая церковь, с. Кривовское, Католический молитвенный дом, г. Энгельс).

В своем творчестве автор, как правило, использует принципы регулярности, симметрично-осевую и ритмическую композиции.

В крупных культовых объектах мастер успешно использовал конструктивные решения, где срединное пространство полностью освобождено от опор, например, церковь Михаила Архангела (1905–1907), Оренбургская обл., г. Сорочинск, ул. Ленина, 27. Т. С. Хилинский в работе использовал новые строительные материалы: огнеупорный красный кирпич, железобетон, цементные растворы, что придавало зданиям экономичность и долговечность, а также увеличивалась прочность и огнестойкость. Также в свои проекты мастер активно внедрял металл. За свою карьеру ему не раз приходилось перестраивать, надстраивать или достраивать здания. В проектах реконструкции Т. С. Хилинский, как правило, стилистически выделял только новые объемы, не меняя архитектурного решения всего здания. Примером может служить здание Самарского епархиального женского училища (конец XIX в.), г. Самара, ул. Фрунзе, 96.

В основе творческого метода Т. С. Хилинского лежали приемы ретроспективного стилизаторства – подражание историческим стилевым прототипам (рисунок). Элементы русского (псевдорусского) стиля встречаются в здании больницы Ольгинской общины Красного Креста. Также архитектор выполнил несколько работ в рамках поздней эклектики с элементами модерна: дом мещанина С. П. Суховского, здание правления епархии архиерейского подворья. В кирпичном стиле выполнены церкви в селах Новая Бинарадка, Бряндино, Степная Шентала, Дергачи, Кандабулак и Курумоч. Также архитектор выполнил ряд проектов в стиле неоготики: католическая церковь в с. Кривовское, католический молитвенный дом в г. Энгельс. Черты эклектики с элементами московского барокко XVII века встречаются в соборе в г. Димитровграде и церкви в г. Сорочинске, церквях в с. Мусорка и Верхнее Санчелеево. Черты русско-византийского стиля можно видеть в церкви в с. Лебяжье и церкви при земской больнице в Самаре.



Стилистические предпочтения Т. С. Хилинского в рамках поздней эклектики

Выводы:

Творческий метод самарского гражданского инженера, епархиального архитектора Т. С. Хилинского может быть охарактеризован следующими аспектами:

1. Использование приемов проектирования, характерных для завершающегося периода эклектики.
2. Сочетание архитектурно-градостроительного и инженерно-технологического подхода в проектировании.

Персонифицированные приемы проектирования Т. С. Хилинского делают его архитектуру узнаваемой, его творческий почерк легко определяется и указывает на индивидуальную, ни с кем не схожую манеру работы. Понимание творческого метода мастера открывает возможность более тщательного изучения его наследия, а также позволяет оценить вклад мастера в развитие региональной архитектуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карамзин, Ю. И. Творческий метод архитектора : монография / Ю. И. Карамзин; Воронежский государственный архитектурно-строительный университет. – Воронеж, 2005 – 496 с. – ISBN 5-9273-0758-2. – Текст : непосредственный.
2. Архитектурно-историческая среда : учебное пособие / составитель Б. Е. Сотников. – Ульяновск : УлГТУ, 2010. – 208 с. – ISBN 978-5-9795-0816. – Текст : непосредственный.



3. Зобова, М. Г. Исследование биографии и периодизация творческой деятельности самарского губернского епархиального архитектора, гражданского инженера Т. С. Хилинского / М. Г. Зобова, Е. П. Ковтун // Научные вести. – Белгород, 2019. – № 10 (15). – С. 86–93. – Текст : непосредственный.

4. Православные святые Самарского края / О. В. Зубова, Н. В. Мельникова, О. И. Радченко [и др.]. – Самара, 2001. – 270 с. – ISBN 5-85234-166-5. – Текст : непосредственный.

5. Зобова, М. Г. Исследование творческого наследия самарского губернского епархиального архитектора, гражданского инженера Т. С. Хилинского / М. Г. Зобова, Е. П. Ковтун // Научные вести. – Белгород, 2019. – № 10 (15). – С. 93–102.

ZOBOVA Marina Gennadevna, candidate of architecture, associate professor of the chair of reconstruction and restoration of architectural heritage

**THE CREATIVE METHOD OF CIVIL ENGINEER AND DIOCESAN
ARCHITECT T. S. KHILINSKY**

Samara State Technical University, Academy of construction and architecture

194, Molodogvardeyskaya St., Samara, 443001, Russia. Tel.: +7 (846) 278-43-11;
e-mail: zobova_sdc@mail.ru

Key words: T. S. Khilinsky, creative method, diocesan architect, civil engineer, architecture of the Samara province at the turn of the XIX–XX centuries.

This article attempts to identify and analyze the creative method of a civil engineer, diocesan architect of the Samara province Tadeusz Severinovich Khilinsky, whose active period of work fell on 1882–1905. The paper identifies the main factors that influenced the formation of the creative method of T. S. Khilinsky, namely, the creative potential of the master, the development of engineering and technical thought at the turn of the XIX–XX centuries and historical and architectural features of this period. The paper gives the main personified technique of and approaches to designing. The article discusses the planning, functional and compositional design principles used by the author. The main design features of the buildings and the stylistic preferences of the master are indicated.

REFERENCES

1. Karamzin Yu. I. Tvorcheskiy metod arkhitekora [Creative method of the architect] : monografiya; Voronezh. gos. arkhitekt.-stroit. un-t. – Voronezh, 2005, – 496 p. – ISBN 5-9273-0758-2.

2. Sotnikov B. E. Arkhitekturno-istoricheskaya sreda [Architectural and historical environment] : uchebnoe posobie / sost. B. E. Sotnikov. – Ulyanovsk: UIGTU, 2010, – 208 p. ISBN 978-5-9795-0816.

3. Zobova M. G., Kovtun E. P. Issledovanie biografii i periodizatsiya tvorcheskoy deyatel'nosti samarskogo gubernskogo eparkhial'nogo arkhitekora, grazhdanskogo inzhenera T. S. Khilinskogo [Study of the biography and periodization of the creative activity of Samara provincial diocesan architect, civil engineer T. S. Khilinsky] // Nauchnye vesti [Scientific News]. – Belgorod, 2019. – № 10 (15). P. 86–93.

4. Zubova O. V., Melnikova N. V., Radchenko O. I., et al. Pravoslavnye svyatyini Samarskogo kraja [Orthodox shrines of the Samara region]. – Samara, 2001, – 270 p. – ISBN 5-85234-166-5.

5. Zobova M. G., Kovtun E. P. Issledovanie tvorcheskogo naslediya samarskogo gubernskogo eparkhial'nogo arkhitekora, grazhdanskogo inzhenera T. S. Khilinskogo [Study of the creative heritage of Samara provincial diocesan architect, civil engineer T. S. Khilinsky] // Nauchnye vesti [Scientific News]. – Belgorod, 2019. – № 10 (15). P. 93–102.

© М. Г. Зобова, 2020

Получено: 26.02.2020 г.



УДК [72.007:72.036]+728+711.4

В. Д. ФИЛИПPOB, ведущий инженер дирекции

ОТТО ХЕСЛЕР – ПИОНЕР «НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА»

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Академия строительства и архитектуры

Россия, 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 194. Тел.: (846) 339-14-59;
эл. почта: filippov.vd@samgtu.ru

Ключевые слова: Отто Хеслер, Новое строительство, модернизм, Итальянский сад, Карл Фолькер, цвет в архитектуре.

Описана эволюция архитектурных произведений и творческих концепций архитектора Отто Хеслера, которые привели его к «Новому строительству» (раннему модернизму), пионером которого он стал. Это явление появилось в Германии в середине 1920-х гг., и о нем мы судим по работам других всемирно известных немецких архитекторов, которые тогда пошли вместе с Хеслером, а также по черно-белым фотографиям из учебников. Раскрыты истоки цвета в архитектуре первого поселения Нового строительства «Итальянский сад» и возможное влияние на его формы творчества художника Карла Фолькера. Дано подробное описание поселения и его цветового решения с планировками квартир, с его достоинствами и недостатками.

В отечественной истории современной архитектуры, о которой мы судим по трудам ее основоположников, в силу исторически сложившейся у нас ограниченности доступной информации не всегда находилось место для справедливой оценки вклада того или иного архитектора, стоявшего у ее истоков. «Объектами-метафорами социального реформизма, его приземленной утопии стали комплексы дешевых жилищ, построенные в г. Целле Отто Хеслером (1880–1962): Итальянский сад и более крупный Георгсгартен (1924–1926). Протяженные блоки сформированы из стандартных ячеек; они размещены параллельно, на равных расстояниях, в направлении север-юг независимо от сетки улиц. Выражением эгалитаризма служила сама нейтральная механистичность блоков» [1, с. 240]. Это определение является неточным по нескольким причинам, о которых будет сказано в этой статье. Кроме того, неправильно указана фамилия архитектора, что, к сожалению, у нас не редкость – в немногих местах, где она упомянута даже с положительной оценкой, эта фамилия, по произволу переводчика или автора, также искажена [2, 3]. Итак, основоположник жилищного «Нового строительства»¹ (*Neues Bauen*) – Отто Хеслер (*Otto Haesler*).

Отто Хеслер родился в 1880 году в Мюнхене в семье церковного художника и декоратора [4]. С 1898 по 1903 гг. обучался в строительных школах в Аугсбурге и Вюрцбурге и в марте 1903 г. получил степень мастера строительства. Сразу после этого он переехал во Франкфурт-на-Майне и устроился в архитектурное бюро Людвиг Бернулли, где стал проектировать офисные здания. Поворот в его судьбе

¹Часто используют термин «Новая вещественность», который является не синонимом, а взаимно дополняющим определением, более применимым к изобразительному искусству и музыке. В статье употребляется термин, принятый в 1920–1930-х гг. и в настоящее время в Германии



произошел в 1906 г., с победой в общегерманском конкурсе (60 заявок) на реконструкцию универмага в г. Целле. Позднее он вспоминал: «В 1906 году я взял на себя перестройку универмага Фрайдберга в Целле с намерением поехать затем в Италию и закончить там свое обучение. Но в Целле открылась такая хорошая практика, что я остался в этом городе и женился» [4].

Город Целле

В то время Целле (*Celle*) был небольшим городом с чуть более 20 тыс. жителей, сохранившейся жилой фахверковой застройкой XVI в. (массив более 400 домов, один из крупнейших в Европе) и герцогским замком того же времени. И первые работы Отто Хеслера здесь во многом соответствовали местным традициям, но с планировкой английского загородного дома (рис. 1 цв. вклейки). Примерно такой же была его первая серия домов на Берггартенштрассе (1909–1911 гг.). Проект был связан с вхождением Отто в высшие круги города: в 1909 г. его приняли в масонскую ложу, а затем он женился на Фриде Хармут, дочери владельца пивоваренного завода *Heidbräu*, для которого ранее построил офисное здание.

По проекту Хеслера планировалось построить 25 одно- и двухквартирных двухэтажных домов с садами: первая очередь – 7 одноквартирных домов и два дуплекса по северной стороне улицы. В 1909 г. Хеслер скупил 8 участков и начал строительство. Из-за финансовых затруднений было построено всего 6 двухэтажных домов на одну семью и один дуплекс, по окончании они сразу были проданы [5].

Успех Отто Хеслера в Целле был невозможен без подъема местного капитализма. Владельцы кондитерской фабрики сенатор Гарри Трюллер и фабрики красок Генрих Штайнберг сразу поддержали Отто Хеслера заказами. Заказы были не только на жилые и коммерческие здания, но и на производственные: Отто спроектировал и построил здесь фабричные корпуса, склады, электростанцию, дымовые трубы и даже один мост [4]. В жилых и коммерческих зданиях для самых значимых своих клиентов (и для себя) видна его сдержанная эстетика стиля модерн (*jugendstil*) (рис. 2 цв. вклейки).

В 1914 г. началась Первая мировая война, в 1915 г. Отто был призван в армию и в 1916 г. отправлен на фронт [6]. Война закончилась в 1917 г. ранением и тяжелым газовым отравлением [5]. Хеслер вернулся в Целле и в середине года получил заказ Муниципальной строительной комиссии на постройку 32 небольших домов на Карстенштрассе. Время после войны для Целле было временем голода и катастрофической нехватки жилья – с жильем ситуация была такова, что у рабочих и ремесленников часто не было своей кровати, и на одной койке по очереди спало несколько человек. Поэтому город, не дождавшись частной инициативы, сам начал строить жилье. Хеслер позже вспоминал: «Условия строительства были явно неблагоприятными, больше всего не хватало строительных материалов» [7].

Дома поселения “*Auf der Heese*” были предельно экономичными, сблокированными по несколько в ряд под общей крышей, не было ванн и центрального отопления [4]. Здесь были гостиная, кухня, две или три спальни (всего два типа домов), сарай и уборная (рис. 3 цв. вклейки). При проектировании, из-за отсутствия у будущих жильцов возможности прокормить семью на их скудный доход, их самообеспечению уделялось большое внимание: у каждого дома был участок 400 кв. м [7], где можно было выращивать картофель, лук, морковь, свеклу, ягодные кустарники и фруктовые деревья.

Несмотря на традиционные материалы и архитектуру, дома поселения “*Auf der Heese*” можно считать для Хеслера отправной точкой во всех его дальнейших поисках экономичного и качественного жилья.

К СТАТЬЕ В. Д. ФИЛИПОВА
«ОТТО ХЕСЛЕР – ПИОНЕР «НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА»



Рис. 1. Целле (современные фото). Слева направо: универмаг Фрайдберга; исторический центр; одна из первых построек Отто Хеслера – жилой дом Добберкау (1908 г.) [4, 5]



Рис. 2. Слева направо: Дом фабриканта и сенатора Гарри Трюллера, *Trüller-Haus* (1908–1909 гг.); жилой дом Хеслера в г. Целле (1909-1910 гг., фото 1910 г.) [5]; Отто Хеслер в 1909 г. [6]



Рис. 3. Дома поселения “*Auf der Heese*”, Карстенштрассе, г. Целле (1918–1919 гг.) [4, 7]



Рис. 4. Слева направо: Карл Фолькер (1920-е) [9], цвета зданий ратуши в Галле [10] и Магдебурге (*Stadtarchiv Magdeburg, volksstimme.de*)



Рис. 5. Картины Фолькера 1924–1925 гг. (слева направо): «Бетон» (1924 г.); «Индустриальная картина» (1924–1925 г., изъята нацистами в 1937 г. из Берлинской национальной галереи и уничтожена как «дегенеративное искусство»); «Индустриальная картина» (1925 г.) [10]



Рис. 6. Карл Фолькер «Итальянский сад» (1924 г.) [10] (слева) и поселение «Итальянский сад» сегодня (справа) (*cellesche-zeitung.de*)



Рис. 7. «Итальянский сад». Фасад «красного» дома и архитектурные детали [4, 5]

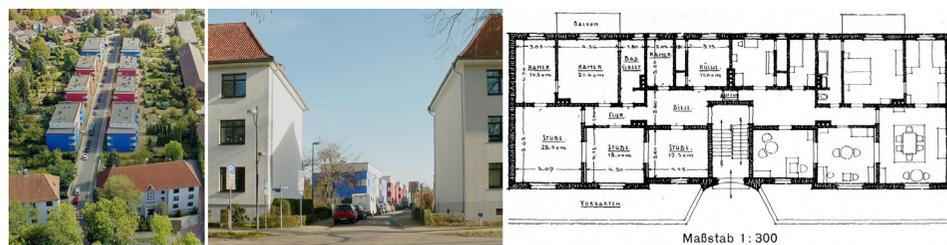


Рис. 8. Слева направо: все дома «Итальянского сада» (*instmobile.com*), въезд в поселение (*wikipedia.org*); планировка двух 3-этажных 6-квартирных домов [15]



Итальянский сад. Первое поселение Нового строительства

После поселения на Карстенштрассе и аналогичного шахтерского поселка Хефер (1919–1920 гг.) [4, 7] в течение ряда лет Хеслер строил в основном промышленные и коммерческие здания по заказам своего друга и покровителя Гарри Трюллера, а также его друзей. В это время «Новое строительство» (*Neues Bauen*) жилья в Германии было в общих словах на бумаге, в книге Эрвина Гуткинда [8], давшей название направлению. Вряд ли Отто собирался становиться первопроходцем этого движения, но о новых формах в архитектуре он, несомненно, размышлял.

Во время посещения Хеслером летом 1922 г. в Магдебурге Центрально-германской выставки по поселениям, социальному обеспечению и труду (*MIAMA*) [9], он встретился с городским советником по строительству (*Stadtbaurat*) Магдебурга Бруно Таутом, который рассказал о планах цветового преобразования города и о своем понимании роли цвета в архитектуре. Таут еще до Первой мировой войны построил многоцветный город-сад Фалькенберг, но те здания имели примерно такое же отношение к новой архитектуре, как и постройки Хеслера на Карстенштрассе. Бруно Таут в 1919 г. написал и опубликовал «Призыв к цветному строительству» (*Aufruf zum farbigen Bauen*) [11] и всюду его пропагандировал. Хеслер в целом скептически отнесся к его идеям, но, когда тот показал примеры цветового оформления города (рис. 4 цв. вклейки), обнаружил то, что произвело на него исключительное впечатление.

Отто Хеслер так вспоминал об этом впоследствии: *«Я посетил Бруно Таута и принял над собой его попечительство. Меня мало заинтересовало разрушение цвета, но в цветовом решении Магдебургской ратуши я увидел необычайное достижение. Мне стало ясно, что его создатель, будь он художником или архитектором, должен определенно обладать прекрасным чувством сущности архитектуры в целом, а также ее деталей, чтобы достичь такого общего эффекта. От Таута я узнал, что художник Карл Фолькер из Галле спроектировал ратушу в соответствии со своим собственным замыслом. Несколько недель спустя я пригласил Фолькера в Целле и дал ему заказ на цветовое решение поселения «Итальянский сад» (*Siedlung Italienischer Garten*) [10].*

Заказчик проекта, кооператив «Народная помощь» (*Folkshilfe*), был зарегистрирован в 1923 г., а участок под застройку выкупили в 1924 г. (тогда же началось строительство) [12], поэтому поиск архитектурного образа и проектирование продолжались не один год. Взглянув на картины Карла Фолькера этого времени (рис. 5 цв. вклейки), можно предположить, что он не только разрабатывал цвета поселения, но и участвовал в поиске его архитектурного решения. Вероятно, также на него повлияла лекция Вальтера Гропиуса «Сотрудничество художника для техники и экономики» в Галле в феврале 1923 г. [10]. Карл, как и Отто, вырос в семье церковного художника, но, в отличие от Хеслера, ставшего архитектором, до их встречи оставался художником. Левые политические убеждения сочетались в нем с глубокой религиозностью, что затем позволило ему уцелеть в нацистской Германии.

Хеслер как успешный и уже признанный архитектор сторонился политики, а Фолькер с начала ноябрьской революции 1918 г. целиком в нее окупнулся: в январе 1919 г., сразу после создания в Берлине «Ноябрьской группы» (*Novembergruppe*), им вместе с художниками Галле была организована «Художественная группа Галле» (*Hallische Künstlergruppe, HKG*) – «пять художников, которые верили в новую эру и новую Германию» [10]. Вся группа *HKG* вступила в *Novembergruppe*, куда также вошли Иоганнес Иттен, Василий Кандинский, Эль Лисицкий, Эрих Мендельсон, Ласло Мохой-Надь и Людвиг Мис ван дер Роэ [13]. Картины Карла Фолькера, вме-

сте с картинами других немецких художников, были на 1-й Всеобщей Германской художественной выставке в России 1924 г. [9]. Благодаря инициативе НКГ и других художников города, еще в 1920 г. начали цветовое оформление центральной городской площади Рынок (рис. 4 цв. вклейки), которое Карл Фолькер проводил вместе с городским советником Вильгельмом Йостом, и уровень его исполнения побудил хранителя истории и искусств провинции (*Provinzialkonservator*) Макса Оле (*Max Ohle*) в 1921 г. рекомендовать Тауту для выполнения этих работ, когда тот стал городским советником и задумал раскрасить Магдебург [10].

После завершения строительства поселения в 1925 г. успех был безоговорочным. Хеслер получил приглашение и вступил в самое авторитетное объединение архитекторов Немецкий Веркбунд (*Deutscher Werkbund*), а в 1926 г., когда Хуго Херинг и Людвиг Мис ван дер Роэ организовали «Кольцо» (*Der Ring*), также был приглашен и вступил в это объединение, и к нему как член «Ноябрьской группы» присоединился Карл Фолькер.

Показателен текст редакционной статьи в журнале Веркбунда «Форма» (*Die Form*): «С действительно образцовой решимостью выстроены чрезвычайно современные здания в непосредственной близости от старой части города, крутые крыши которых в сельской местности свободно группируются над садами. Из-за контраста формы старое не страдает, а только усиливается. ... И, если на этих новых улицах будет отчетливо видно «современное» настроение, это будет полным и честным признанием того факта, что это новое поселение также растет в совершенно других условиях, и что люди, которые там живут, совсем не такие, как те, что когда-то строили старые дома» [14].

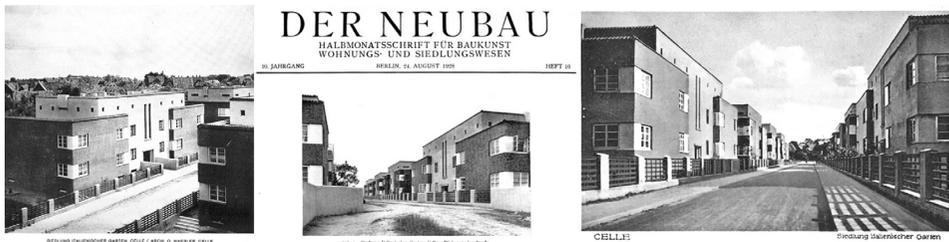


Рис. 1. Фотографии (слева направо): «Итальянский сад» в журнале “*Die Form*” (1927 г.); на обложке “*Der Neubaue*” (1928 г.); на почтовой открытке (конец 1920-х гг.)

Помимо журнала Веркбунда, фотографии «Итальянского сада» вскоре были опубликованы другими архитектурными изданиями и попали на почтовые открытки (рис. 1). Некоторые издания при этом сообщали, что Целле недалеко от Ганновера, так как, вероятно, не все их читатели знали, где находится этот городок. Впоследствии Хеслер критически оценивал некоторые стороны этой работы, однако, он признавал: «все же дома этого поселения и сами по себе воздействуют не так, как раньше» [4]. Это было следствием гармонии простой, выразительной архитектуры и простого, но такого же выразительного цветового решения (рис. 2). В подтверждение Хеслер в 1926 г. написал, «что для добросовестной работы в этой области, помимо тончайшего понимания архитектуры и архитектурного опыта, необходим талант и мастерство живописи. Поэтому целесообразно привлекать проверенные и опытные силы архитектурной живописи везде, где это будет осознано» [9].



Основных цветов было три: красный, синий и светло-серый. Обращают на себя внимание точно выверенная пластика объемов и архитектурные детали (рис. 6 цв. вклейки). Всего было построено 10 домов, из них 8 четырехквартирных: 4 «красных» (4-комнатные квартиры, 85 кв. м) и 4 «синих» (5-комнатные квартиры, 120 кв. м). Дома были комбинацией трех кубических объемов: средний (светло-серый) 2,5-этажный (с чердаком) как бы вставлялся в два 2-этажных цветных объема. У каждой квартиры был небольшой участок для сада площадью 250 кв. м. Планировки «красных» и «синих» домов показаны на рис. 2. Эти сверхсовременные на тот момент дома были расположены на отдельной улице Итальянский сад (*Italienischer Garten*), а вдоль городской улицы, ведущей к поселению, Вельштрассе (*Wehlstraße*), были построены два трехэтажных 6-квартирных дома с обычными скатными крышами. Они стали неким переходом от традиции к современности и для этого поселения их вполне можно было себе представить сторожевыми башнями (рис. 7, 8 цв. вклейки). В них площадь 6-комнатных квартир была еще больше – 145 кв. м. Это стало причиной доступности такого жилья для уровня достатка не ниже, чем у верхушки среднего класса, что вызвало профессиональную критику и неудовлетворенность проектом самого Хеслера: «Я не был доволен результатом этого поселения. Жилая площадь была слишком большой с точки зрения удобства использования, поэтому затраты на ее поддержание стали слишком высокими, а аренда – слишком дорогой» [4].

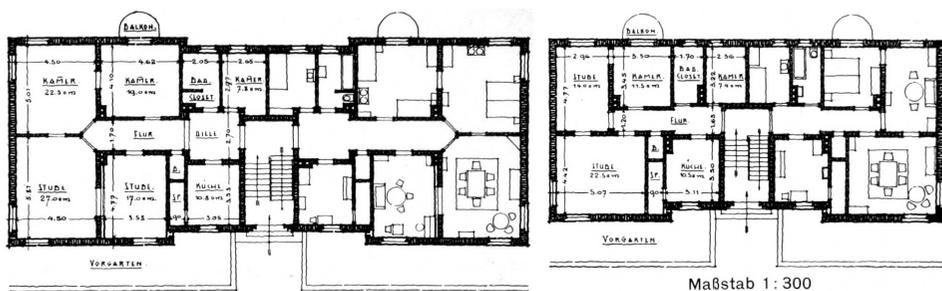


Рис. 2. «Итальянский сад». Планировки «синих» и «красных» домов [15]

Так или иначе, Итальянский сад стал первым реализованным поселением Нового строительства («Современные дома Фрюже» Ле Корбюзье и П. Жаннере в Пессаке построены годом позже [2]) и первым поселением этой архитектуры с продуманным и реализованным цветовым решением.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иконников, А. В. Архитектура XX века. Утопии и реальность : в двух томах. Том 1 / А. В. Иконников. – Москва: Прогресс-Традиция, 2001. – 656 с. – ISBN 5-89826-096-X. – Текст : непосредственный.
2. Фремpton, К. Современная архитектура: Критический взгляд на историю развития / К. Фремpton ; перевод Е. А. Дубченко ; под редакцией В. Л. Хайта. – Москва : Стройиздат, 1990. – 535 с. – ISBN 5-274-00223-4. – Текст : непосредственный.
3. Филиппов, В. Д. Эволюция строчной застройки: Даммершток, Карлсруэ, 1928–1929 гг. / В. Д. Филиппов. – Текст : непосредственный // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. – 2015. – № 4 (21). – С. 59–66. – doi: 10.17673/Vestnik.2015.04.8.
4. Neues Bauen in Celle. Eine Stadt feiert das Bauhaus-Jubiläum. – URL: <https://bauhaus.>



celle-tourismus.de/ (date of request: 03.03.2020). – Text : direct.

5. Otto Haesler Initiative. – URL: <http://otto-haesler-initiative.de/> (date of request: 03.04.2020). – Text : electronic.

6. Die Altstädter Schule. – URL: <http://altstaedter-schule.de/>. <http://otto-haesler-initiative.de/> (date of request: 05.03.2020). – Text : electronic.

7. Senftleben, Petra. Haesler baute auch an Celles Carstensstraße und in. Cellesche Zeitung Höfer / Petra Senftleben. – URL: <https://www.cellesche-zeitung.de/Celler-Land/Aus-dem-Landkreis/Haesler-baute-auch-an-Celles-Carstensstrasse-und-in-Hoefer>. <http://otto-haesler-initiative.de/> (date of request: 03.03.2020). – Text : electronic.

8. Gutkind, Erwin. Neues Bauen. Grundlagen zur praktischen Siedlungstätigkeit / Gutkind Erwin. – Berlin : Verlag der Bauwelt, 1919. – Text : direct.

9. Karl-Völker-Initiative. – URL: <http://www.karl-voelker-initiative.de> (date of request: 03.03.2020). – Text : electronic.

10. Meinel, Sabine. Leben und Werk : dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophie / Sabine Meinel ; Karl Völker ; Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. – Halle, 2008. – Text : direct.

11. Taut, Bruno. Aufruf zum farbigen Bauen / Bruno Taut // Bauwelt. – 1919. – Heft 38. – S. 11. – Text : direct.

12. Siedlung Italienischer Garten. Wikipedia. – URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Siedlung_Italienischer_Garten (date of request: 03.02.2020). – Text : electronic.

13. Beteiligung von Künstler*innen und Architekt*innen an Ausstellungen der Novembergruppe 1919-1932. Berlinische Galerie. Landesmuseum für Moderne Kunst, Fotografie und Architektur. – Berlin, 2019. – Text : direct.

14. Zur Frage der heimischen Bauweise // Die Form. – 1927. – Heft 2. – S. 62. – Text : direct.

15. Fries, Heinrich. Junge Baukunst in Deutschland: ein Querschnitt durch die Entwicklung neuer Baugestaltung in der Gegenwart / Heinrich Fries. – Berlin : Stollberg, 1926. – 127 s. – Text : direct.

FILIPPOV Vasily Dmitrievich, leading engineer of the directorate

OTTO HAESLER – A PIONEER “OF NEUES BAUEN”

Samara State Technical University, Academy of construction and architecture

194, Molodogvardeyskaya St., Samara, 443001, Russia. Tel.: +7 (846) 339-14-59; e-mail: filippov.vd@samgtu.ru

Key words: Otto Haesler, Neues bauen; modernism; Italian Garden; Karl Völker, color in architecture.

The article describes the evolution of architectural works and creative concepts of architect Otto Haesler, which led him to the “Neues bauen” (early modernism), a pioneer of which he had become. This phenomenon appeared in Germany in the mid-1920s, and we judge it by the work of other world-famous German architects who then went along with Haesler, as well as black and white photographs from textbooks. The sources of color in the architecture of the first settlement of the New Construction “Italian Garden” and the possible impact on its forms of creativity of the artist Karl Völker are revealed. A detailed description of the settlement and its color scheme, with the layouts of apartments, with its advantages and disadvantages is given.

REFERENCES

1. Ikonnikov A. V. Arkhitektura XX veka: Utopii i realnost [Architecture of the XX century. Utopia and reality]: v 2 tomakh, t. 1. Moscow: Progress-Traditsiya, 2001, 656 p. ISBN 5-89826-096-X.



2. Frampton K. *Sovremennaya arkhitektura: Kriticheskiy vzglyad na istoriyu razvitiya* [Modern architecture: a critical history]; perevod E. A. Dubchenko; pod red. V. L. Khayta. Moscow : Stroyizdat, 1990. 535 p. ISBN 5-274-00223-4.
3. Filippov V. D. *Evolyutsiya strochnoy zastroyki: Dammershtok, Karlsruhe, 1928–1929 gg.* [Evolution of ribbon development: Dammershtok, Karlsruhe, 1928–1929] // *Vestnik SGASU. Gradostroitelstvo i arkhitektura* [Bulletin of SGASU. Town Planning and Architecture]. 2015, № 4 (21). P. 59–66. doi: 10.17673/Vestnik.2015.04.8.
4. Neues Bauen in Celle. Eine Stadt feiert das Bauhaus-Jubiläum. URL: <https://bauhaus.celle-tourismus.de/> (date of request: 03.03.2020)
5. Otto Haesler Initiative. URL: <http://otto-haesler-initiative.de/> (date of request: 03.04.2020).
6. Die Altstädter Schule. URL: <http://altstaedter-schule.de/> (date of request: 05.03.2020).
7. Senfleben Petra “Haesler baute auch an Celles Carstensstraße und in Höfer”. *Cellesche Zeitung*. 06.08.18 URL: <https://www.cellesche-zeitung.de/Celler-Land/Aus-dem-Landkreis/Haesler-baute-auch-an-Celles-Carstensstrasse-und-in-Hoefer>. <http://otto-haesler-initiative.de/> (date of request: 03.03.2020).
8. Gutkind Erwin “Neues Bauen. Grundlagen zur praktischen Siedlungstätigkeit”, Berlin: Verlag der Bauwelt, 1919.
9. Karl-Völker-Initiative. URL: <http://www.karl-voelker-initiative.de/> (date of request: 03.03.2020).
10. Meinel Sabine “Karl Völker. Leben und Werk”. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophie. Martin-Luther-Universität, Halle-Wittenberg, 2008.
11. Taut Bruno “Aufruf zum farbigen Bauen”. *Bauwelt*, 1919, Heft 38, s. 11.
12. Siedlung Italienischer Garten. Wikipedia. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Siedlung_Italienischer_Garten/ (date of request: 03.02.2020).
13. Beteiligung von Künstler*innen und Architekt*innen an Ausstellungen der Novembergruppe 1919-1932. Berlinische Galerie. Landesmuseum für Moderne Kunst, Fotografie und Architektur. Berlin, 2019.
14. Zur Frage der heimischen Bauweise. *Die Form*, 1927, Heft 2, s. 62.
15. Fries Heinrich “Junge Baukunst in Deutschland: ein Querschnitt durch die Entwicklung neuer Baugestaltung in der Gegenwart”. Berlin: Stollberg, 1926, 127 s.

© В. Д. Филиппов, 2020

Получено: 15.02.2020 г.

УДК 711.58 (567)

А. А. АЛЬ-ШАЙБАНИ, аспирант кафедры архитектуры и градостроительства; **А. В. ШИЛО**, д-р искусствоведения, проф. кафедры дизайна архитектурной среды

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЖИЛОЙ СРЕДЫ В ИРАКЕ (НА ПРИМЕРЕ Г. НАДЖАФ)

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова»
Россия, 308012, г. Белгород, ул. Академическая, д. 23 А.

Тел.: (910) 327-37-33; эл. почта: al81aa4250@gmail.com

Ключевые слова: проблемы жилищного сектора, свободная застройка, строительные стандарты, структурная плотность, архитектурные принципы.



Выполнен анализ наиболее важных проблем формирования жилой среды в Ираке, приведен обзор литературы и архитектурных особенностей жилой среды. В городе Наджаф исследованы приемлемые условия жизни населения по пяти факторам архитектурной среды, от которых они зависят: социальным, экологическим, функциональным, нормативным и экономическим. Исследование показало, что наиболее важной в Ираке является проблема неформального жилья, которое является причиной снижения качества жизни.

Незапланированное развитие городов, нищета и неравенство в доходах семей являются одними из наиболее важных проблем, которые усугубляются проблемой обеспеченности жильем в Ираке [1]. Проблемы, характерные для жилищного сектора в Ираке, – низкий уровень качества жилья, неэффективность инфраструктуры, нехватка земель под застройку, финансовых ресурсов и строительных материалов [2]. Изучив опыт жилищного строительства в Ираке за последнее десятилетие XX века, можно выделить недочеты в проектировании, которые связаны со структурой создаваемого жилищного фонда, с несоответствием социально-демографическим особенностям, национальным традициям, требованиям экономики, природно-климатическим условиям. Также в неполной мере учитывались новейшие достижения международной архитектурной практики [1, 3].

В результате структурного хаоса в процессе застройки жилых районов увеличивается процент ее плотности, что приводит к уменьшению расстояния между фасадами зданий. Эти зачастую неудачные архитектурные решения портят общий вид зданий [4].

Вопросы совершенствования жилищного строительства являются составной частью социальной программы Иракской Республики. Они входят в важнейшие постановления о социально-экономическом развитии городов. Рост численности городов Ирака происходит очень быстрыми темпами. По данным 1990-х годов население Ирака составляло 18 млн человек, а в 2015 году численность достигла 37 млн человек [1]. По статистическим данным, сейчас в столице около 187 000 единиц городского жилья (31 %) не пригодны для жизни. Недостаточное финансирование строек и нехватка земли в черте города привели к увеличению стоимости жилья [2].

Основная часть городского населения предпочитает проживание в малоэтажных блокированных домах с летними открытыми дворами согласно устоявшемуся и наиболее распространенному укладу жизни иракской семьи [1]. Проблема острой нехватки жилищных единиц должна быть решена с помощью запланированных стратегий и программ по производству дешевого жилья и созданию жилой среды, которая имеет такие архитектурные принципы формирования и характеристики, как изолированность, пространственное регулирование, естественная вентиляция и освещение.

Необходимо учитывать обеспеченность зданий социальной и иной инфраструктурой и транспортом. В дальнейшем следует разработать количественные и качественные показатели этих параметров и их влияние на оценку застроенных территорий [5, 6].

Анализ имеющихся исследований показал, что экологический, экономический и социальный критерии не были приняты во внимание при реализации жилых проектов в Ираке [7]. Поэтому разработка мероприятий, направленных на снижение стоимости нового жилья (с использованием стандартных проектных решений и механизации), в сочетании с государственной поддержкой и ориентацией застройщиков на строительство жилых домов из местных материалов позволяет



снизить стоимость и увеличить количество многоквартирного строительства [8]. На рис. 1 показаны характерные для страны типы жилья.

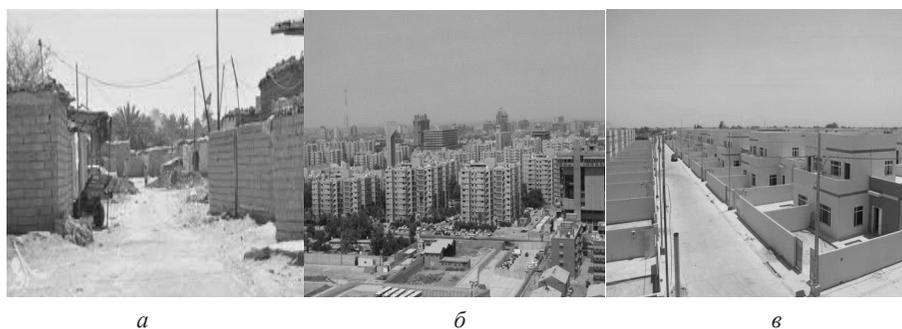


Рис. 1. Характерные для страны типы жилья: а – неформальное жилье; б – коллективное жилье; в – индивидуальное жилье

Сопутствующие работы. В исследовании *Rahel, M. Amin, S. Salah* посредством обследования проектов жилья изучались устойчивые принципы формирования домов на севере Ирака и утверждалось, что существует три фактора их эксплуатации (социальный, экономический и экологический). Сделан вывод о том, что качество домов в северном Ираке страдает от пренебрежения этими принципами [7]. Авторы также провели исследование жилой архитектурной среды в России, касающееся вопросов улучшения форм строительства в советский период [9].

В исследовании О. Аль-Хафиза были определены жилищные требования и предпочтения населения в Ираке и проведен анализ существующих моделей и типов жилья [2].

Требования к формированию жилой среды выглядят следующим образом:

1. При создании приемлемого жилья необходимо учитывать систему основных традиционных ценностей, принятых в данном обществе [5, 10];

2. Необходимо обеспечить изолированность отдельных пространств внутри и снаружи дома и возможность взаимодействия жильцов с сообществом в городской среде [11, 12, 2];

3. Необходимо обеспечить доступ к системе обслуживания жилья [12, 5, 1];

4. Желательно применение материал- и энергосберегающих технологий и учет экологических характеристик зданий [12, 4];

5. Приемлемый внешний вид зданий должен обеспечивать контакт с окружающей средой и природой [5, 2];

6. Должны быть обеспечены естественная вентиляция и освещение в жилых помещениях. Используемые украшения и цвета должны обеспечивать комфорт в жилых помещениях [5, 12];

7. Необходимо обеспечить такие характеристики пространства, которые привлекательны для жителей и создают возможность его регулирования [13, 8];

8. Комфорт в жилых помещениях должен обеспечиваться за счет эффективного использования их пространства [14, 5];

9. Размеры и площади помещений должны соответствовать фактическим потребностям жителей [12, 2];

10. Стоимость жилья должна быть в равной степени доступна разным слоям населения [9, 13];

11. Необходимо обеспечение прав собственности на жилье (большинство



иракцев владеют своими домами, что усиливает чувство удовлетворенности жильем) [12, 10];

12. Предоставление общественных услуг должно осуществляться таким образом, чтобы удовлетворить реальные потребности жителей [9, 10];

13. Должна осуществляться разработка соответствующих норм для удовлетворения общественных потребностей и обеспечения проектирования и строительства зданий [6, 8, 5];

14. Обновление моделей жилья и принятие стандартных размеров жилищных единиц должно зависеть от размера семьи [10, 2];

15. Интенсивность строительной активности населения в городских районах и жилых кварталах должна перераспределяться в соответствии со степенью его удовлетворенности жильем [15, 16].

Дефицит жилья в Ираке в 2008 году оценивался в 2 млн единиц [2], по статистике около 79 % иракцев имеют свои дома [7, 8]. Однако значительная их часть не соответствует условиям достойной жизни. В этих условиях в стране растет число неофициального жилья: в Багдаде в период с 2004 по 2010 гг. количество созданного неофициального жилья достигло 24 000 единиц и превысило количество официально построенного жилья, которое составило около 22 000 единиц [6]. Аналогичная ситуация наблюдается в других городах, например, в Басре [15, 16]. В мухафазе Наджаф насчитывается 28 400 единиц неформального жилья [17, 18].

Наиболее значительными проблемами становления жилой архитектурной среды в Ираке являются: 1) проблема неформального жилья; 2) увеличение плотности застройки; 3) ограниченное количество городских земель, отводимых под застройку; 4) несоблюдение законов и норм при строительстве жилья; 5) недостаточное развитие инфраструктуры, связанной с оказанием общественных услуг в жилой среде.

Цель исследования – диагностирование характера выявленных в Ираке проблем жилой среды на примере города Наджаф. Для этого было проведено анкетирование населения города, результаты которого представлены в статье.

В качестве источников в статье использовались правительственные документы и отчеты, предыдущие исследования, электронные документы, архитектурные журналы, документальные фильмы и проекты. Для того чтобы определить наиболее важные проблемы жилой среды в городе Наджаф, была разработана анкета. Кроме того, был осуществлен анализ традиционного иракского дома с целью исследовать факторы формирования жилой среды, вытекающие из ее повседневных функций.

Полевые исследования проводились в двух районах города Наджафа в Республике Ирак:

1. Район Салам, который был построен до 2003 года, состоит из 3000 единиц жилья (домов) и 368 квартир (рис. 2а).

2. Жилой район Аль-Гадир, построенный после 2003 года, состоит из 3200 единиц жилья (домов) (рис. 2б).

Исследование проводилось с размером выборки 10 % от общего количества домов в каждом жилом комплексе. Полевая работа включала использование вопросников, интервью и наблюдения, чтобы выявить тип и объем проблем у жителей, удовлетворенность пользователей жильем. Полученные результаты сопоставлены с результатами предыдущих исследований.



Рис. 2. Паттерны форм жилья в районах города Наджаф: *а* – дом в регионе Салам (район 1); *б* – дом в регионе Аль-Гадир (район 2)

Результаты полевых исследований в Наджафе. Результаты опроса населения показали, что существует корреляция между компонентами жилой среды и проблемами ее формирования. На общественную и частную среду влияет интенсивность повторения проблемы. Параметры повторения проблем (табл. 1) были соотнесены с самими проблемами: неформальное жилье (P1); увеличение плотности застройки (P2); дефицит земель под застройку (P3); архитектурные стили, законы, стандарты (P4); неадекватные государственные услуги (P5). В результате можно показать масштаб и интенсивность конкретной проблемы в составе компонентов жилой среды на уровне дома (частная среда) и на уровне жилого района (общественная среда).

Таблица 1

Диагностика проблем жилой среды

Компоненты	Уровень «район»					Уровень «дом»				
	P5	P4	P3	P2	P1	P5	P4	P3	P2	P1
Социальные	X	X	XX	XXX	XX	0	X	0	0	XXX
Окружающей среды	0	0	0	X	XXX	X	0	X	XX	XXX
Функциональные	XXX	X	XX	0	XXX	X	XXX	XX	XXX	XX
Экономические	XX	X	XXX	XX	XXX	0	X	XXX	X	0
Нормативные	0	XXX	X	XX	XXX	XX	XXX	0	XX	XXX

Примечание. Параметры повторения проблем: XXX – очень сильный, XX – сильный, X – средний, 0 – слабый

Результаты опроса показали, что в большинстве компонентов жилой архитектурной среды наиболее значительной является проблема неформального жилья.

Результаты полевых исследований в Наджафе показали:

1. В районе 1 отмечается острая нехватка государственных услуг, предоставляемых жителям; в районе 2 их наличие приемлемо.
2. Проблемы жилой среды, связанные как с решениями в области государ-



ственной жилищной политики, так и индивидуального порядка выявлены на разных уровнях, в том числе экономическом, нормативном, социальном, функциональном и экологическом.

3. Проблема неформального жилья является наиболее важной проблемой, с которой сталкивается большинство жилых кварталов, что непосредственно затронуло районы 1 и 2 и привело к нехватке общественных услуг или их незаконному использованию.

4. Существует проблема информированности населения о возможных вариантах увеличения площади жилья и об изменениях качества строительства в жилых единицах. Большинство жилых единиц имеют небольшие площади. Увеличение размера жилой единицы не может быть осуществлено из-за повышения цен на землю, особенно в районе города Наджаф.

5. Владение жильем – один из наиболее важных факторов, который помогает достичь чувства удовлетворенности жильем. Для жителей неформальных районов, где вопросы нехватки жилья население решает путем самостроя, решать проблему домовладения легче в связи с низкими ценами на жилые единицы и их большими размерами.

6. Обнаружена серьезная нехватка нормативных документов, применяемых местными властями, особенно в районе 1.

Наибольшая доля неудовлетворенности жильем (см. табл. 2) приходится на экономические факторы (на уровне частного дома она составила 92 %), что указывает на значительное снижение уровня жизни жителей. Неудовлетворенность жильем связана также с функциональными факторами, что указывает на отсутствие функционального комфорта населения как на уровне дома, так и жилого района, где показатели неудовлетворенности составляли 90 и 80 % соответственно. В то же время исследование показало, что проблема неформального жилья является наиболее значительной проблемой в плане реализации всех факторов формирования жилой архитектурной среды за исключением экономической составляющей. Она является фактором, смягчающим жилищный кризис. Это связано с увеличением предложений по продаже домов и с возможностью оформления доступных для жителей прав собственности на них.

Таблица 2

Обобщение результатов анализа

Компоненты формирования жилой среды	Уровень дома	Уровень жилого района	Наиболее значительная проблема
Социальные	85 %	45 %	P1
Окружающей среды	55 %	65 %	P1
Функциональные	80 %	90 %	P1
Экономические	92 %	65 %	P3
Нормативные	55 %	65 %	P1

Выводы. В рамках исследования были проанализированы и сопоставлены факторы формирования жилой среды в Ираке и определена степень их взаимосвязи с существующими проблемами жилой среды. Это дает возможность определить жилищные и экологические приоритеты в рамках существующих и будущих программ жилищного строительства.



Исследование показало следующее:

1. Проблема неформального жилья достигла наивысшего уровня во всех компонентах жилой среды. Требуется скорейшая разработка решений этой проблемы, тем более, что она оказывает негативное влияние на общественную и частную жилую архитектурную среду. Для ее преодоления необходимы эффективные и устойчивые государственные программы, основанные на эффективных архитектурных решениях. Сегодня неформальное жилье является основной формой экономической компенсации проблем с жильем в иракском обществе, поскольку на уровне жилого района для населения увеличивается возможность владения жилыми единицами.

2. На уровне функциональных факторов выявлена проблема увеличения плотности застройки, приводящей к тому, что организация пространств в ней решена недостаточно функционально. Существующие размеры функциональных пространств неадекватны и малы, что негативно сказывается на функционировании домов.

3. На уровне социальных факторов нарушена неприкосновенность частной жизни жителей в кварталах жилого района.

4. Наибольшая доля экономических проблем формирования жилой среды связана с нехваткой городских земель. Возможность производить жилье в достаточных количествах зависит от существующих земельных участков, выделенных под застройку, от различных форм жилья и от принятого метода строительства. Поэтому на уровне жилых кварталов или домов открытые пространства, а также размеры соответствующей жилой единицы должны рассматриваться как важные условия для достижения высокой эффективности жилой среды в городском землепользовании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шахин, Ж. Б. Условия формирования малоэтажных жилых домов для высокоплотной городской застройки (на примере Ирака) : специальность 18.00.02 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Шахин Жанна Бахджат ; Московский архитектурный институт. – Москва, 1993. – 33 с. – Текст : непосредственный.

2. O. Al-Hafith Research article. A systematic assessment of architectural approaches for solving the housing problem in Iraq / O. Al-hafith [et al.] // Front. Archit. Res. – 2018. – № 24. – P. 3–12.

3. Амер Ахмед Саид Абдалла. Принципы формирования устойчивой архитектуры сельского жилища для жаркого сухого климата (на примере Египта) : специальность 05.23.20 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Амер Ахмед Саид Абдалла ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2019. – 25 с. – Текст : непосредственный.

4. Chalabi, F.M. Effect of structural density change in the housing unit environment / F. M. Chalabi. – Baghdad, Kadhimiyy : University of Baghdad, Institute of Urban and Regional Planning, 2011. – P. 9–143.

5. Жданова, И. В. Архитектурные методы оценки и совершенствования потребительских свойств жилой среды : специальность 05.23.20 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Жданова Ирина Викторовна ; Казанский государственный архитектурно-строительный университет. – Казань, 2013. – 29 с. – Текст : непосредственный.

6. Dhabia, F. Enabling the community of having affordable housing / F. Dhabia, J. Mutlak, K. Al-Kinany // Plan. Dev. J. – 2014. – Vol. 29. – P. 1–6.

7. Rahel, Amin M., Salah S. Evaluation of the Sustainable Aspects In Housing Sector To



Overcome Housing Stress In Northern Iraq / Rahel, Amin M., Salah S. // Contemp. Urban Aff. – 2019. – Vol. 3, № 1. – P. 67–81.

8. دنرقل نام لوالا دق عالا يف يقار عالا ينكسل رادلا تالوحت ه نيدلا ءال ع . ميريك جي ران اخدسلا
علا // رشعلا 19 دلجم 2013. № 2. ددع 2. – P. 4–16. (Крем Алсадхан Аррей.
Преобразования иракского жилого дома в XXI веке / Крем Алсадхан Аррей, Хала Аладдин // Инженерный журнал. – 2013. – Т. 19, № 2. – С. 4–16.)

9. Вавилова, Т. Я. Архитектура малоэтажных жилых зданий : исторические традиции / Т. Я. Вавилова, И. В. Жданова. – Самара : СГАСУ, 2015. – 190 с. – ISBN 978-5-9585-0617-0. – Текст : непосредственный.

10. Ministry of Planning / Regional Planning Commission for Housing Policy in Iraq. Reality and Future Perspective. – Study № 104. – Baghdad, Iraq, 1986. – P. 1–2.

11. Irani, M. Evolution of Residential Building in Iran based on Organization of space / M. Irani, P. Armstrong, A. Rastegar // Asian Cult. Hist. – 2017. – Vol. 9. – № 2. – P. 46.

12. Tiwari, P. Housing Markets and Housing Policies in India / P. Tiwari, J.ed. Rao // ADBI Working Paper Series. – 2016. – № 565. – April, 1. – 33 p. – URL: <http://hdl.handle.net/10419/161441>.

13. Bank, T. W. Confronting Poverty in Iraq / T. W. Bank // The World Bank. – USA, 2011.

14. Murrani, S. Baghdad's thirdspace: Between liminality, anti-structures and territorial mappings / S. Murrani // Cult. Dyn. – 2016. – Vol. 28, № 2. – P. 189–210.

15. Al-Othman, B. A. Random housing in the city of Basra / B. A. Al-Othman, A. E. Al-Okili, O. I. Othman // Adaab Al-Basrah. – 2009. – № 50. – P. 214–244.

16. Hayder Atiya Al-Garaawi. The Spatial Analysis of Random Residence phenomenon Reality in Al-Kufa City. – Kufa : University of Kufa, Department of Geography, 2014. – 170 p.

17. قظفاحم , قار عالا ميقرتل او رصحل تايلمع ثيدحت جئاتن ل. ا. ا. قيقار عالا طي طيختلل قرازو.
22 ر. 2009 (Министерство планирования Ирака. Центральная статистическая организация. Результаты обновления инвентаризации и нумерации, неопубликованные данные. – Ирак, Наджаф, 2009. – 22 с.)

18. Аль Сельви Аднан Абдо. Социокультурные факторы формообразования пространственных структур исторического поселения (на примере архитектуры города Саны) : специальность 05.23.20 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Аль Сельви Аднан Абдо ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2013. – 25 с. – Текст : непосредственный.

AL-SHAYBANI Alaa Abdali, postgraduate student of the chair of architecture and urban planning; SHILO Aleksandr Vsevolodovich, doctor of art history, professor of the chair of architectural environment design

PROBLEMS OF FORMATION OF RESIDENTIAL ARCHITECTURE IN IRAQ (BY THE EXAMPLE OF THE CITY OF NAJAF)

Shukhov Belgorod State Technological University

23 A, Akademicheskaya St., Belgorod, 308012, Russia. Tel.: +7 (910) 327-37-33;
e-mail: al81aa4250@gmail.com

Key words: housing problems, free construction, building standards, structural density, architectural principles.

The article analyzes the most important problems of formation of residential premises in Iraq. The literature and architectural features of the living environment are reviewed. In the city of Najaf, a field study of the acceptable living conditions of the population by five factors of the architectural environment, on which they depend, was conducted: social, ecological, functional, regulatory and economic. The study showed that the most important in Iraq is the problem of informal housing, which is the reason for the decline in the quality of life.



REFERENCES

1. Shakhin Zh. B. Usloviya formirovaniya maloetazhnykh zhilykh domov dlya vysokoplotnoy gorodskoy zastroyki (na primere Iraka) [The conditions for the formation of low-rise residential buildings for high-density urban development (by the example of Iraq)]: spetsialnost 18.00.02: avtoref. diss. na soiskanie uch. stepeni kand. arkhitektury. Moskov. Arkhitektur. un-t. Moscow, 1993, 33 p.
2. Al-hafith O., et al. Research Article. A systematic assessment of architectural approaches for solving the housing problem in Iraq // Front. Archit Res. 2018. № 24. P. 3–12.
3. Amer A. S. A. Printsipy formirovaniya ustoychivoy arkhitektury selskogo zhilishcha dlya zharkogo sukhogo klimata (na primere Egipta) [Principles of forming a sustainable rural housing architecture for a hot dry climate (by the example of Egypt)]: spetsialnost 05.23.20: avtoref. diss. na soiskanie uch. stepeni kand. arkhitektury. // Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2019, 25 p.
4. Chalabi F.M. Effect of structural density change in the housing unit environment. Baghdad, Kadhimiya. University of Baghdad, Institute of Urban and Regional Planning, 2011. P. 9–143.
5. Zhdanova I. V. Arkhitektunye metody otsenki i sovershenstvovaniya potrebitelskikh svoystv zhiloy sredy [Architectural methods of evaluation and improvement of consumer properties of the residential environment]: spetsialnost 05.23.20: avtoref. diss. na soiskanie uch. stepeni kand. arkhitektury. Kazan. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Kazan, 2013, 29 p.
6. Dhabia F., Mutlak J., Al-Kinany K. Enabling the community of having affordable housing // Plan. Dev. J. 2014. Vol. 29. P. 1–6.
7. Rahel, Amin M., Salah S. Evaluation of the Sustainable Aspects In Housing Sector To Overcome Housing Stress In Northern Iraq // Contemp. Urban Aff. 2019. Vol. 3, № 1. P. 67–81.
8. نرقول ن م لوال نقعل ا يف قارعل ا ينكسل رادل تالوحت ه نيدلا اعال . ميرك جي ران ا خدسل ا . (Cream Alsdhan Arei, Hala Aladdin. Transforming Iraqi Residential Buildings in the 21st Century // Engineering Journal. 2013. Vol. 19, № 2. P. 4–16.)
9. Vavilova T. Ya., Zhdanova I. V. Arkhitektura maloetazhnykh zhilykh zdaniy: istoricheskie traditsii [The architecture of low-rise residential buildings: historical traditions]. Samara: SGASU, 2015, 190 p. ISBN 978-5-9585-0617-0.
10. Ministry of Planning / Regional Planning Commission for Housing Policy in Iraq. Reality and Future Perspective, Study No. 104. Baghdad, Iraq, 1986. P. 1-2.
11. Irani M., Armstrong P., Rastegar A. Evolution of Residential Building in Iran based on Organization of space // Asian Cult. Hist. 2017. Vol. 9, № 2. P. 46.
12. Tiwari P., Rao J. Housing Markets and Housing Policies in India / ed. ADBI Working Paper Series. 2016. № 565. April, 1. 33 p. URL: <http://hdl.handle.net/10419/161441>.
13. Bank T.W. Confronting Poverty in Iraq. The World Bank, USA, 2011.
14. Murrani S. Baghdad's thirdspace: Between liminality, anti-structures and territorial mappings // Cult. Dyn. 2016. Vol. 28, № 2. P. 189–210.
15. Al-Othman B.A., Al-Okili A.E., Othman O.I. Random housing in the city of Basra // Adaab Al-Basrah. 2009. № 50. P. 214–244.
16. Hayder A. A. The Spatial Analysis of Random Residence phenomenon Reality in Al-Kufa City. University of Kufa, Department of Geography, 2014, 170 p.
17. عطفاحم قارعل ا ميقرتل او رصلال تاي لمع شي دحت جي اتن ل. ا ا قاي قارعل ا طي طختل ا قرازو . (Iraqi Ministry of Planning, C. Statistical Organization. Inventory and numbering update results, unpublished data. Iraq, the city of Najaf, 2009, 22 p.)
18. Al Selvi A. A. Socio-Cultural Factors of Formation of Spatial Structures of a Historical Village (by the example of the architecture of the city of Sana'a): spetsialnost 05.23.20: avtoref. diss. na soiskanie uch. stepeni kand. arkhitektury. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2013, 25 p.

© А. А. Аль-Шайбани, А. В. Шилов, 2020

Получено: 27.12.2019 г.

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

УДК [728.1:624.14]+72.023

Н. О. ПРОХОЖЕВ, аспирант кафедры архитектурного проектирования

МЕТОДЫ АНАЛИЗА КАРКАСНЫХ СИСТЕМ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ИЗ ТОНКОСТЕННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83;
эл. почта: nikiarch94@gmail.com

Ключевые слова: жилые здания, легкие металлические конструкции, тонкостенные металлические профили.

Рассмотрены методы анализа каркасных систем жилых зданий из тонкостенных металлических конструкций. Определяется комплекс задач, необходимых для эффективного анализа тонкостенных конструктивных элементов и их систем при архитектурном проектировании жилых зданий из металла.

Во второй половине XX века в современной зарубежной и отечественной архитектурно-строительной практике сформировалась самостоятельная отрасль производства тонкостенных металлических конструкций.

В 1970-х годах появляются несколько прогрессивных конструктивных решений металлических каркасов из легких металлических конструкций (ЛМК), широко применяемых сегодня в различных типах зданий: каркасы на основе рам переменной жесткости; каркасы на основе решетчатых рам из гнutosварных профилей (ГСП); каркасы на основе холодногнутых стальных конструкций и другие решения [1, 2].

Традиционно, экономное расходование металла при проектировании и строительстве жилых зданий достигается в результате использования рациональных форм сечения конструктивных элементов. Эффективным считается конструктивное решение рам переменной жесткости, проектирование которых осуществляется путем пропорционального изменения площади поперечного сечения вдоль длины конструктивных элементов. Поскольку данное решение позволяет учесть допустимые упругие деформации в нескольких сечениях вдоль длины стержневых элементов рамы, значительно уменьшается вес металлоконструкций, снижаются постоянные нагрузки и стоимость материалов. Основной недостаток конструктивных элементов переменного сечения заключается в трудоемкости их производства.

Тонкостенность конструкции служит особой характеристикой для классификации строительных элементов, преимущественно металлических профилей и профилированных металлических листов. Изготовление конструктивных элементов каркаса жилых зданий путем холодного деформирования металлического листа позволяет получить необходимую форму строительного профиля наиболее соответствующую его функционально-конструктивному назначению и заданным технико-экономическим показателям. Тонкостенные профили обычно komponуются в каркасные панели (щиты) или используются отдельно для компоновки рам.



В сфере малоэтажного домостроения из холодногнутых стальных профилей получил наибольшее распространение каркасно-панельный способ строительного производства. Возведение жилых зданий данным способом не требует серьезной механизации строительно-монтажных работ. Надземная часть остова жилых зданий из тонкостенных металлических конструкций условно включает три крупных компонента: несущий каркас, фасадную систему и стропильную систему. Пространственная жесткость каркаса обеспечивается системой связей либо жесткостью внешней и внутренней обшивки каркаса стеновых панелей.

Дальнейшая индустриализация строительства жилых зданий из ЛМК связана с использованием полносборных металлических конструкций и внедрением конструктивных систем из готовых объемно-пространственных элементов, габариты которых удобны для перевозки и монтажа. Способ строительства из металлических пространственных элементов до сих пор не применяется в больших масштабах.

Анализ геометрических характеристик тонкостенных металлических конструкций и их систем представляет собой отдельную задачу при проектировании жилых зданий. Установлено, что тонкостенные элементы каркаса имеют особую чувствительность к геометрическим несовершенствам, остаточным напряжениям, деформациям. Проектирование тонкостенных металлических конструкций осложняется возможностью общей, изгибной, крутильной и изгибно-крутильной потери устойчивости элементов каркаса. Метод приведенной ширины (*Effective Width Method*), основанный Т. фон Карманом в 1932 году и доработанный Г. Винтером [3], служит классическим методом расчета тонкостенных конструкций. В качестве альтернативного подхода был разработан прямой прочностной метод (*Direct Strength Method*), также применяемый при проектировании в Австралии, США, Канаде, Мексике и Бразилии. Анализ физико-механических характеристик тонкостенных металлических профилей в отечественных и европейских нормах опирается на теорию закритической несущей способности пластин [4, 5]. Широко применяемые С-образные, Z-образные тонкостенные профили считаются удобными для существующих методов анализа различных конструктивных систем из металла [6, с. 39]. В число распространенных методов анализа тонкостенных конструкций входят:

1. Метод конечных полос (*Finite Stripe Method*) – эффективный метод анализа конструкций и их систем, основанный на методе конечных элементов (*Finite Element Method*) и широко применяемый при анализе устойчивости тонкостенных конструкций.

2. Обобщенная теория балки (*Generalized Beam Theory*) – теория, позволяющая эффективно прогнозировать различные формы потери устойчивости тонкостенных конструкций (изгибную, крутильную, изгибно-крутильную), основана на теории В. З. Власова [7]. Недавние исследования [8, 9] показали, что обобщенная теория балки и ее способность идентифицировать и изолировать отдельные виды деформаций обеспечивают новое понимание сложных проблем работы тонкостенных металлических конструкций.

Методы структурного анализа в обычной практике проектирования жилых зданий из ЛМК еще не получили широкого распространения [10, с. 6]. Однако многие новации связаны с разработкой конструктивных систем, компенсирующих геометрические несовершенства тонкостенных металлических элементов, где надежность системы обеспечивается за счет общей жесткости каркаса. Ввиду тонкостенности и несимметричности поперечных сечений строительных



профилей (С-образных, Z-образных, Σ-образных и прочих форм) металлические конструкции проектируются в качестве системы. Эта тенденция наиболее распространена при проектировании с учетом сейсмических нагрузок и важна при конструировании основных компонентов каркаса, таких как стеновые панели, стропильные конструкции и перекрытия. В частности, в малоэтажном домостроении геометрическая неизменяемость каркасных стеновых панелей обеспечивается жесткостью болтовых соединений и внешней обшивки (из гипсоволокнистых листов, древесноволокнистых листов и прочих материалов). Анализ прочности и деформативности металлического каркаса стеновой панели с учетом работы внешней обшивки позволяет уменьшить общую металлоемкость каркаса жилого здания. Подобные методы структурного анализа, связанные с вычислением прочности и деформативности конструктивных элементов каркаса при их совместной работе, особенно перспективны для прогнозирования эффективности и рентабельности конструктивных решений жилых зданий из ЛМК.

Методы анализа технологичности конструктивных систем жилых зданий необходимы для выявления взаимосвязей между параметрами конструкций и технологией их изготовления. Распространенными методами описания технических параметров конструктивных решений и оценки уровня технологичности конструктивных систем жилых зданий служат метод экстраполяции и морфологический анализ [11, с. 28]:

1. Метод экстраполяции заключается в обращении к уже известным результатам исследований и испытаний конструктивных систем. Область экстраполяции содержит ряд известных параметров и выражает определенную тенденцию отбора наиболее достоверных результатов.

2. Морфологический анализ предполагает изучение и классификацию всех прогнозируемых технологических и конструктивных параметров проектируемого объекта – фиксированных количественных характеристик (размеры, вес), необходимых для обеспечения сопоставимости проектных решений жилых зданий. На основе отобранных параметров утверждается проектный и производственный стандарт, включающий комплекс базовых образцов конструктивных решений – рекомендуемых эталонов. Для многократного использования конструктивного решения формируется рационально-ограниченная номенклатура сборных элементов каркаса, которые классифицируются и применяются в конструктивной системе здания в зависимости от их функционального назначения, тиражности, положения в конструктивной системе и условий статической работы.

Следует заключить, что распространенные в зарубежной и отечественной архитектурно-строительной практике методы анализа каркасных систем жилых зданий из ЛМК преимущественно сводятся к анализу физико-механических и технологических характеристик отдельных конструктивных элементов каркаса. Отбор наиболее рационального конструктивного исполнения каркаса из ЛМК осуществляется на основе решения:

– функционально-конструктивной задачи, связанной с разработкой металлических конструкций в зависимости от их условий работы и положения в конструктивной системе;

– пространственной задачи, связанной с анализом совместной работы элементов каркаса, компенсирующей геометрические несовершенства формы тонкостенных металлических конструкций.

Для выявления особенностей применения традиционных и новых форм металлоконструкций важно обеспечить сопоставимость вариантов проектных



решений по отношению к различным типам зданий. Необходимо, чтобы анализ архитектурно-конструктивных систем, учитывающий типологические признаки жилища, содержал ряд дополнительных оценок: экономических, морфологических, эстетических и прочих, представляющих значение для архитектурного формирования объектов. Таким образом, методы анализа каркасных систем из ЛМК при архитектурном проектировании жилых зданий должны определять:

– физико-механические качества конструктивных элементов и систем, обеспечивающие безотказную работу каркасной системы по прочности, жесткости, устойчивости;

– технико-морфологические качества конструктивных элементов и систем, свойственные конкретному типу жилья и служащие достаточным основанием для классификации конструктивных элементов здания по формальным признакам.

Результатом подобного анализа каркасных систем жилых зданий из ЛМК может стать ряд базовых образцов конструктивных элементов и систем, расширяющих границы применения тонкостенных металлоконструкций и обладающих характерными для них технико-экономическим и эстетическим потенциалом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Mikula, K. E. Metal building systems / K. E. Mikula. – Florida, USA : University of Florida, 1988. – 220 p. – Text : direct.

2. Фисун, В. А. Здания из легких металлических конструкций (ЛМК) – современное состояние и перспективы развития / В. А. Фисун, А. А. Константинова. – Текст : непосредственный // Наука и техника транспорта. – 2011. – № 3. – С. 107–112.

3. Winter, G. Strength of thin steel compression flanges / G. Winter. – Text : direct // Transactions, ASCE. – 1947. – Vol. 112. – P. 527–576.

4. СП 260.1325800.2016. Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутых оцинкованных профилей и гофрированных листов. Правила проектирования : свод правил : утверждены Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства России от 03.12.2016 : введены в действие 04.06.2017. – Москва : Минрегион России, 2016. – 172 с. – Текст : непосредственный.

5. Рыбаков, В. А. Основы строительной механики легких стальных тонкостенных конструкций : учебное пособие / В. А. Рыбаков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. – Санкт-Петербург : Издательство Политехнического университета, 2011. – 207 с. – ISBN 978-5-7422-6126-1. – Текст : непосредственный.

6. Гарифуллин, М. Р. Устойчивость тонкостенного холодногнутого профиля при изгибе : краткий обзор публикаций / М. Р. Гарифуллин, Н. И. Ватин. – Текст : непосредственный // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2014. – № 6. – С. 32–57.

7. Власов, В. З. Тонкостенные упругие стержни / В. З. Власов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Физматгиз, 1959. – 574 с. – Текст : непосредственный.

8. GBT and cFSM: Two modal approaches to the buckling analysis of unbranched thin-walled members / S. Adany, N. Silvestre, B. W. Schafer, D. Camotim. – Text : direct // Advanced Steel Construction. – 2009. – № 2. – P. 195–223.

9. Gonçalves, R. GBT formulation to analyze the first-order and buckling behavior of thin-walled members with arbitrary cross-sections / R. Gonçalves, P. B. Dinis, D. Camotim. – Text : direct // Thin-walled structures. – 2009. – № 5. – P. 583–600.

10. Schafer, W. B. Cold-formed steel structures around the world. – Text : direct // Steel Construction 4. – 2011. – № 3. – P. 1–9.

11. Полтавцев, С. И. Технологичность жилых зданий / С. И. Полтавцев, Ю. Б. Монфред, В. С. Волга. – Москва : Стройиздат, 1992. – 336 с. – ISBN 5-274-01172-1. – Текст : непосредственный.



PROKHOZHEV Nikita Olegovich, postgraduate student of the chair of architectural design

METHODS OF ANALYSIS OF FRAME SYSTEMS OF RESIDENTIAL BUILDINGS OF THIN-WALLED METAL STRUCTURES

1. Mikula E. K. Metal building systems / Kevin E. Mikula. – Florida, USA: University of Florida, 1988, 220 p.

2. Fisun V. A., Konstantinova A. A. Zdaniya iz lyogkikh metallicheskikh konstruktсий (LMK) – sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya [Buildings made of light metal structures (LMC) – current state and prospects of development] // Nauka i tekhnika transporta [Science and technology in transport]. 2011. № 3. P. 107–112.

3. Winter G. Strength of thin steel compression flanges // Transactions, ASCE. 1947. Vol. 112. P. 527–576.

4. SP 260.1325800.2016. Konstruktsii stalnye tonkostennye iz kholodnognutykh otsinkovannykh profily i gofirovannykh listov. Pravila proektirovaniya [Cold-formed thin-walled steel profile and galvanized corrugated plate constructions. Design rules]: svod pravil: utv. Min. stroit-va i zhil.-kommun. khoz-va Rossii ot 03.12.2016: vved. v deystvie 04.06.2017. – Moscow: Minregion Rossii, 2016, 172 p.

5. Rybakov V. A. Osnovy stroitelnoy mekhaniki lyogkikh stalnykh tonkostennykh konstruktсий [Fundamentals of structural mechanics of light steel thin-walled structures]: uchebnoe posobie / Min. obrazovaniya i nauki FR, Sankt-Peterbur. politekhn. un-t Petra Velikogo. – Saint-Petersburg: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2011, 207 p. ISBN 978-5-7422-6126-1.

6. Garifullin M. R., Vatin N. I. Ustoychivost tonkostennogo kholodnognutogo profilya pri izgibe – kratkiy obzor publikatsiy [Resistance of a thin-walled cold-curved profile to bending] // Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy [Construction of unique buildings and structures]. 2014. № 6. P. 32–57.

7. Vlasov V. Z. Tonkostennye uprugie sterzhni [Thin-walled elastic rods] /2-e izd., pererab. i dop. – Moscow: Fizmatgiz, 1959, – 574 p.

8. Adany S., Silvestre N., Schafer B. W., Camotim D. GBT and cFSM: Two modal approaches to the buckling analysis of unbranched thin-walled members // Advanced Steel Construction. 2009. № 2. P. 195–223.

9. Gonçalves R., Dinis P. B, Camotim D. GBT formulation to analyze the first-order and buckling behavior of thin-walled members with arbitrary cross-sections //Thin-walled structures. 2009. № 5. P. 583–600.

10. Schafer W. B. Cold-formed steel structures around the world // Steel Construction 4. 2011. № 3. P. 1–9.

11. Poltavtsev S. I., Monfred Yu. B., Volga V. S. Tekhnologichnost zhilykh zdaniy [Technological effectiveness of residential buildings]. Moscow: Stroyizdat, 1992, 336 p. ISBN 5-274-01172-1.

© Н. О. Прохожев, 2020

Получено: 23.11.2019 г.

ЮБИЛЕЙ ПРОФЕССОРА В. Н. БОБЫЛЕВА



4 июня 2020 года исполнилось 80 лет Владимиру Николаевичу Бобылеву – советнику при ректорате, заведующему кафедрой архитектуры Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета, профессору, заслуженному работнику высшей школы Российской Федерации, члену-корреспонденту Российской академии архитектуры и строительных наук, председателю президиума Приволжского территориального отделения РААСН, почетному гражданину города Нижнего Новгорода, члену редакционной коллегии Приволжского научного журнала.

В. Н. Бобылев известен как высококвалифицированный специалист, ученый и педагог. Основное направление научно-творческой деятельности – звукоизоляция ограждающих конструкций зданий и проблемы борьбы с шумом на производстве. Им разработан инженерный метод расчета звукоизоляции ограждающих конструкций, применяемый в проектной практике. Ведет исследования по изучению механизма прохождения звука через различные виды ограждений и по разработке мероприятий, направленных на снижение существующего и ожидаемого уровней шума на рабочих местах промышленных предприятий, а также в жилых домах и общественных зданиях. Практически все его разработки внедрены в производство. Имеет более 400 публикаций научного и учебно-методического характера, является автором 11 патентов на новые типы звукоизолирующих ограждений. Возглавляет научные направления: теоретические и экспериментальные исследования звукоизоляции строительных конструкций; защита от шума и вибрации в строительстве и промышленности; архитектурно-акустическое проектирование зданий и отдельных помещений, залов.

С 1994 года В. Н. Бобылев является членом-корреспондентом Российской академии архитектуры и строительных наук (государственная академия наук – РААСН). В 2006 году он возглавил Приволжское территориальное отделение РААСН, которое имеет представительства в городах Нижний Новгород, Казань, Саратов, Саранск, Пенза, Самара, Пермь, Йошкар-Ола, Оренбург и насчитывает 85 членов.

Профессор В. Н. Бобылев вносит большой вклад в развитие международного сотрудничества ННГАСУ в области образования и науки. В 1996 году по инициативе и непосредственном участии В. Н. Бобылева на базе ННГАСУ создан Международный институт экономики, права и менеджмента, со-



вместно с университетами городов Кельна, Аахена (Германия) и Лимбурга / Ситтарда (Нидерланды). Подготовка кадров проводится педагогами трех стран по интегрированному учебному плану. Всего подготовлено более 500 специалистов. За заслуги в развитии международных связей в области образования В. Н. Бобылеву присвоено почетное звание «Почетный сенатор Кельнской высшей школы» (Германия).

В 1998 году по представлению ЮНЕСКО при ННГАСУ создана Международная кафедра ЮНЕСКО «Экологически безопасное развитие крупного региона – бассейна Волги», которая является учебно-научным центром. Основной целью деятельности кафедры является обобщение и широкое использование в регионе опыта ЮНЕСКО в плане организации экологического образования, формирования экологической культуры личности, в подготовке и переподготовке специалистов.

В. Н. Бобылев принимает активное участие в подготовке высококвалифицированных специалистов и научных кадров в области архитектуры, градостроительства и строительства. Пятьдесят два года он преподает в Нижегородском государственном архитектурно-строительном университете. Воспитал несколько поколений талантливых учеников, которые в настоящее время активно работают не только в России, но и за рубежом. Руководит магистратурой и аспирантурой на кафедре архитектуры, курсовым и дипломным проектированием, является членом государственных экзаменационных комиссий.

Профессор В. Н. Бобылев вносит большой вклад в развитие архитектурно-строительного образования России. За время работы в должности первого проректора (с 1986 по 2010 гг.) под его руководством и непосредственном участии в университете проведен ряд мероприятий, направленных на реорганизацию учебного процесса с целью радикального улучшения качества подготовки молодых специалистов, в частности:

– ННГАСУ успешно реализует государственные программы модернизации высшего образования. В числе первых технических вузов в России в 1992 году ННГАСУ приступил к реализации многоуровневой системы подготовки кадров, в последующем осуществляя поэтапное введение бакалавриата и магистратуры по направлениям подготовки, ранее реализовавшимся по моносистеме;

– разработана и внедрена в жизнь университета: система непрерывного образования (школа-вуз-послевузовское образование). В целях реализации этой системы создан факультет дополнительного образования, который включает подготовительные курсы, подготовительное отделение, 20 профориентированных классов, технический лицей, колледж и 34 представительства в Нижегородской области. Система интеграции учебного процесса с производством основана на развитии сети филиалов кафедр на предприятиях Нижнего Новгорода. За заслуги в развитии системы подготовки кадров высшей квалификации В. Н. Бобылеву присвоено звание «Почетный профессор международной ассоциации строительных вузов»;

– создан центр здоровьесберегающих педагогических технологий, в котором за период с 2006 по 2014 гг. прошли повышение квалификации более 2000 учителей и работников школ города и области;

– создан Межотраслевой институт повышения квалификации и профессиональной переподготовки руководящих кадров, в котором за последние пять лет повысили квалификацию и прошли профессиональную переподготовку более 20 тысяч руководителей и специалистов г. Нижнего Новгорода и Нижегородской области.



С 2017 г. под руководством Владимира Николаевича Бобылева активно развивается сотрудничество между ННГАСУ и промышленными партнерами в области строительной акустики. Стратегическим партнером университета является ООО «Акустик Групп» (г. Москва). В 2019 г. достигнут значимый результат данного сотрудничества – на территории университета введены в эксплуатацию Большие акустические камеры, которые являются самыми большими по объему в России. Проект полностью разработан специалистами кафедры архитектуры. Исследовательская установка соответствует мировому уровню развития строительной акустики, она прошла аттестацию на право проведения измерений звукоизолирующих и звукопоглощающих свойств материалов, изделий и конструкций.

Совместный инновационный проект ННГАСУ и ООО «Акустик Групп» – «Акустические метаматериалы для снижения шумового загрязнения» – по результатам конкурсного отбора включен в план развития Научно-образовательного центра Нижегородской области «Техноплатформа-2035».

В. Н. Бобылев развивает научное сотрудничество с академической наукой. В 2019 г. начат новый этап сотрудничества университета с Институтом проблем машиностроения РАН – филиалом ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук». На кафедре архитектуры создана совместная учебно-научно-исследовательская лаборатория «Промышленная, архитектурно-строительная акустика и виброизоляция». Данная лаборатория является первой в ННГАСУ, созданной в форме интеграции «вуз – научная организация», в соответствии с ФЗ № 273 «Об образовании в Российской Федерации».

В. Н. Бобылев ведет широкую общественную работу: является членом совета УМО вузов РФ по образованию в области строительства; заместителем председателя регионального объединения строительных вузов; членом научно-методического совета вузов Волго-Вятского региона по борьбе с шумом; председателем редакционно-издательского совета университета; заместителем председателя ученого совета ННГАСУ; экспертом Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки; ответственным редактором Вестника Приволжского территориального отделения РААСН; заместителем ответственного редактора Трудов научного конгресса международного научно-промышленного форума «Великие реки»; членом редакционной коллегии Приволжского научного журнала; он введен в национальный реестр по оценке качества образования.

Бобылев Владимир Николаевич награжден орденом «Почета», ему присвоены почетные звания «Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации», «Почетный работник науки и техники Российской Федерации». Он награжден знаком «Почетный строитель России, почетным знаком «Строительная слава», нагрудным знаком «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации», Архиерейской грамотой в благословение за усердные труды во славу Святой Церкви.

Ректорат Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета и редакционная коллегия Приволжского научного журнала сердечно поздравляют Владимира Николаевича Бобылева с юбилеем, желают ему успешного продолжения научной, педагогической и общественной деятельности, крепкого здоровья и благополучия на долгие годы!



ПЕРЕЧЕНЬ ТРЕБОВАНИЙ И УСЛОВИЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ НАУЧНОЙ СТАТЬИ В ПЕРИОДИЧЕСКОМ НАУЧНОМ ИЗДАНИИ «ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ»

1. Список материалов, необходимых для публикации научной статьи

1.1. Автор (авторы) в соответствии с приведенными ниже требованиями должен оформить материалы научной статьи: рукопись статьи и сопроводительные документы к ней. Журнал является двуязычным и материалы научной статьи могут подаваться в редакцию на русском или на английском языках (здесь имеется ввиду язык основного текста статьи, т. к. часть материалов статьи должна оформляться на обоих языках).

1.2. Рукопись статьи представляется в двух экземплярах в печатном виде на листах формата А4 (оформление – см. п. 2) и в электронном виде (оформление – см. п. 3). **Печатный и электронный варианты рукописи статьи должны быть идентичны.**

1.3. Сопроводительные документы к рукописи статьи должны включать в себя:

1.3.1. Сопроводительное письмо в двух экземплярах в печатном виде на листе формата А4 **по утвержденной форме**, которая приведена на интернет-сайте журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru> Данное письмо подписывается руководителем организации (юридического лица), откуда исходит рукопись статьи. Если автор статьи не является работником какой-либо организации, не является аспирантом, докторантом, соискателем ученой степени, то сопроводительное письмо подписывается им лично (в этом случае к сопроводительному письму должны прилагаться документы, подтверждающие статус безработного). Для работников ННГАСУ, а также для аспирантов, докторантов, соискателей ученой степени, официально оформленных в ННГАСУ, сопроводительное письмо представлять не требуется.

1.3.2. Выписку из протокола заседания кафедры (отдела, научно-технического совета или иного правомочного органа) с рекомендацией статьи к публикации в Приволжском научном журнале в двух экземплярах в печатном виде на листах формата А4. Если статья представляется не от лица какой-либо организации, а непосредственно физическим лицом, то вместо выписки представляется рекомендация к опубликованию, подписанная научным работником, имеющим ученую степень по соответствующей специальности (определяется по номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной Минобрнауки России).

1.3.3. Экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати в двух экземплярах в печатном виде на листах формата А4. Данный документ оформляется по форме, утвержденной в организации, откуда исходит рукопись статьи. Форма экспертного заключения, утвержденная в ННГАСУ, размещена на интернет-сайте журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru> (для работников ННГАСУ, а также для аспирантов, докторантов, соискателей ученой степени, официально оформленных в ННГАСУ, данный документ оформляется в отделе интеллектуальной собственности и трансфера технологий (корпус II, каб. 213-а, тел.: (831) 430-19-34)).

Если в организации, откуда исходит рукопись статьи, нет утвержденной формы экспертного заключения, то в качестве образца может использоваться форма ННГАСУ (при этом автор должен внести соответствующие изменения в наименования должностей и Ф.И.О. ответственных лиц). Если статья представляется не от лица какой-либо организации, а непосредственно физическим лицом, то экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати представлять не требуется.

1.3.4. Документ (копия бланка подписки), подтверждающий оформление подписки на Приволжский научный журнал на 2 (два) номера или более (ин-



декс 80382 в каталоге Агентства «Роспечать»). Подписка может быть оформлена физическим или юридическим лицом. Требование по оформлению подписки **не распространяется** на следующие категории лиц: 1) на аспирантов (статус аспиранта подтверждается справкой из организации, в которой проходит обучение в аспирантуре); 2) на штатных сотрудников ННГАСУ; 3) на членов редакционной коллегии Приволжского научного журнала. *Примечание:* если соавтором статьи является лицо, не относящееся ни к одной из вышеуказанных категорий, то требование по оформлению подписки на журнал сохраняется.

1.4. Если авторами статьи являются работники различных организаций (юридических лиц), то сопроводительные документы оформляются от одной из организаций (по усмотрению авторов), а от остальных необходимо представить выписки из протоколов заседаний кафедр (отделов, научно-технических советов или иных правомочных органов) с рекомендацией статьи к опубликованию с учетом сформированного авторского коллектива. Данные выписки должны быть подписаны руководителем организации, которая заверяется печатью организации.

2. Правила оформления рукописи научной статьи в печатном виде

2.1. Рукопись статьи (при оформлении основного текста статьи **на русском языке**) должна включать в себя следующие составные элементы:

- индекс УДК (универсальная десятичная классификация);
- фамилии, инициалы авторов **на русском языке**;
- ученые степени и ученые звания авторов **на русском языке** (звания в негосударственных академиях наук не указывать);
- должности авторов (по основному месту работы, а также по совместительству (если имеется)) **на русском языке** (если автор является аспирантом, докторантом или соискателем ученой степени, то необходимо указать название кафедры, на которой он оформлен);
- название статьи **на русском языке**;
- полное наименование организации (юридического лица), являющегося местом работы автора (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на русском языке**;
- контактная информация для переписки (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на русском языке**: почтовый адрес организации (с указанием индекса); номер телефона, номер факса (с указанием кода города), адрес электронной почты;
- ключевые слова **на русском языке** (3 – 5 слов и (или) словосочетаний);
- аннотация статьи **на русском языке** (общий объем не более 0,3 стр.);
- основной текст статьи **на русском языке**;
- библиографический список **на русском языке** (не менее трех источников);
- фамилии, имена, отчества (полностью) авторов **на английском языке**;
- ученые степени и ученые звания авторов **на английском языке** (звания в негосударственных академиях наук не указывать);
- должности авторов (по основному месту работы, а также по совместительству (если имеется)) **на английском языке** (если автор является аспирантом, докторантом или соискателем ученой степени, то необходимо указать название кафедры, на которой он оформлен);
- название статьи **на английском языке**;
- полное наименование организации (юридического лица), являющегося местом работы автора (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на английском языке**;

- контактная информация для переписки (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на английском языке**: почтовый адрес организации (с указанием индекса); номер телефона, номер факса (с указанием кода города), адрес электронной почты;

- ключевые слова **на английском языке** (3 – 5 слов и (или) словосочетаний);
- аннотация статьи **на английском языке** (общий объем не более 0,3 стр.);
- библиографический список **на английском языке** (не менее трех источников);
- знак охраны авторского права, состоящий из следующих элементов: латинская буква «С» в окружности, фамилии, инициалы авторов на русском языке, год направления статьи в редакцию.

Расположение и оформление вышеперечисленных частей рукописи статьи должно соответствовать образцу оформления научной статьи, который размещен на интернет-сайте журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru>.

2.2. Рукопись статьи (при оформлении основного текста статьи **на английском языке**) должна включать в себя те же составные элементы, которые указаны в п. 2.1. При этом русскоязычное написание заменяется на англоязычное, а англоязычное – на русскоязычное.

2.3. При оформлении рукописи статьи необходимо соблюдать следующие требования:

2.3.1. Текст рукописи статьи набирается на компьютере в текстовом редакторе «Microsoft Word» и распечатывается на принтере на листах бумаги формата А4 с одной стороны. Плотность бумаги 80 г/м². Размеры полей страниц: верхнее 25 мм, нижнее 25 мм, левое 25 мм, правое 25 мм. Страницы должны быть пронумерованы в нижней правой части.

2.3.2. Текст рукописи статьи набирается шрифтом Times New Roman Cyr. Шрифт № 14 с межстрочным интервалом 1,0 (одинарный) используется для набора следующих частей рукописи: индекс УДК, Ф.И.О. авторов, ученые степени и ученые звания авторов, должности авторов, название статьи. Шрифт № 14 с межстрочным интервалом 1,5 (полупетельный) используется для набора следующих частей рукописи: основной текст статьи, знак охраны авторского права. Шрифт № 12 с межстрочным интервалом 1,0 (одинарный) используется для набора следующих частей рукописи: наименование организации (места работы авторов), контактная информация (адрес организации и др.), аннотация статьи, ключевые слова, библиографический список.

2.3.3. Буквы русского и греческого алфавитов (в том числе индексы), а также все цифры (в том числе индексы) необходимо набирать прямым шрифтом, а буквы латинского алфавита – курсивом. Аббревиатуры, стандартные функции (Re, sin, cos и т. п.) и символы химических элементов набираются прямым шрифтом.

2.3.4. Текст статьи может включать формулы, которые должны набираться **только с использованием редактора формул «Microsoft Word»**. При этом необходимо использовать редактор формул «MathType 6» или «Microsoft Equation 3.0». При использовании текстового редактора «Microsoft Word, Office-2010» не допускается использование редактора формул, открывающегося по команде «Вставка – Формула» (кнопка «π» на панели быстрого доступа). В данной версии необходимо в меню «Вставка» нажать кнопку «Объект» и в выпадающем меню выбрать тип вставляемого объекта – «Microsoft Equation 3.0». Шрифт формул должен соответствовать требованиям, предъявляемым к основному тексту статьи (см. выше). В статье должен быть необходимый минимум формул, все второстепенные и промежуточные математические преобразования при необходимости могут выноситься в приложение к статье (в качестве поясняющей информации для рецензента).

2.3.5. Текст статьи может включать таблицы, а также графические материалы (рисунки, графики, фотографии и др.). Данные материалы должны иметь сквоз-



ную нумерацию и названия. На все таблицы и графические материалы должны быть сделаны ссылки в тексте статьи. При этом расположение данных объектов должно быть после ссылок на них. Шрифт таблиц должен соответствовать требованиям, предъявляемым к тексту статьи (см. выше). Шрифт надписей внутри рисунков, графиков, фотографий и др. графических материалов Times New Roman Суг, размер № 12, межстрочный интервал 1,0 (одинарный). В случае использования в статье цветных графических материалов (рисунки, графики, фотографии и др.) их необходимо скомпоновать на четном количестве страниц – либо на двух, либо на четырех отдельных страницах (но не более четырех страниц). К данным рисункам должны быть сделаны подписи, а в тексте статьи на них должны быть ссылки. Использование цветных графических материалов должно быть оправданным (в тех случаях, когда их нельзя заменить черно-белым аналогом).

2.3.6. Библиографический список должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5-2008 (с учетом вступления в силу последующих версий данного документа). Нумерация литературных источников в списке дается в порядке последовательности ссылок. На все литературные источники должны быть ссылки в тексте статьи (в квадратных скобках). В библиографический список включаются только те работы (документы), которые опубликованы в печати на момент представления рукописи статьи в редакцию. Количество литературных источников в списке должно быть не менее 3-х. В качестве цитируемых литературных источников должны использоваться научные статьи, опубликованные за последние 5 лет в российских и зарубежных рецензируемых научных периодических изданиях. Не допускается ссылаться на учебники и учебные пособия, научно-популярную литературу, если они не являются объектом исследования. В англоязычном варианте библиографического списка русскоязычные литературные источники должны быть представлены в транслитерации, на латинице. Кроме того названия статей и названия журналов переводятся на английский язык (перевод указывается в квадратных скобках). Библиографические описания англоязычных изданий приводятся в оригинальном виде. Для изданий на других языках названия статей и названия журналов должны быть переведены на английский язык (перевод указывается в квадратных скобках).

2.3.7. Объем рукописи статьи (включая черно-белые и цветные графические материалы), оформленной с учетом вышеперечисленных требований, **не должен превышать**: а) 11 (одиннадцать) страниц при наличии в тексте не менее 3-х графических материалов (рисунков, графиков, фотографий); б) 8 (восемь) страниц во всех остальных случаях.

2.4. Рукопись статьи должна быть тщательно отредактирована и подписана всеми авторами (лично) с обратной стороны последней страницы с указанием даты представления рукописи в редакцию (число.месяц.год).

3. Правила оформления рукописи научной статьи в электронном виде

3.1. В электронном виде необходимо представить файл, подготовленный в редакторе «Microsoft Word» (тип файла «doc» или «docx» или «rtf»). Данный файл должен включать рукопись статьи (подготовленной в соответствии с п. 2) со вставленными в текст графическими материалами (если они имеются). В названии файла должна присутствовать фамилия автора статьи. Файл должен быть записан на компакт-диск (CD-R или CD-RW).

3.2. Каждый отдельный графический материал (рисунок, график, фотография и др.) должен быть записан в виде отдельного файла, при этом названия файлов должны соответствовать нумерации данных материалов (например: «Рис.1»). Все графические материалы должны быть доступны для редактирования, для этого



они должны быть представлены **в исходном формате** (например, для рисунков, созданных в графическом редакторе «CorelDraw», необходимо представление файлов в формате «cdr»). Представление графиков, рисунков и т. п. графических материалов в виде отсканированных изображений **не допускается**. Файлы фотографий должны иметь расширение «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 Моницу Д. В.*

Конверт с материалами может быть отправлен по почте, с использованием курьерской доставки или доставлен лично автором (доверенным лицом автора). В случае отправки с использованием курьерской доставки, а также в случае личной доставки, конверт необходимо сдавать в канцелярию ННГАСУ (г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65, ННГАСУ, корпус I, 1-й этаж, каб. 127).

5. Порядок рассмотрения редакцией материалов научной статьи и ее рецензирования

5.1. После получения материалов научной статьи ответственный секретарь журнала проводит оценку их достаточности и правильности оформления. В случае отклонений от установленных требований, автору по электронной почте направляется письмо с уведомлением: «Материалы научной статьи не соответствуют требованиям, установленным редакцией журнала».

5.2. Материалы статей, оформленные в соответствии с установленными требованиями, ответственный секретарь регистрирует и направляет для рассмотрения члену редакционной коллегии журнала, который имеет соответствующую специальность (по номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной Минобрнауки России). Член редакционной коллегии организует рецензирование (экспертную оценку) рукописи научной статьи в соответствии с порядком, установленным редакцией журнала. С составом редакционной коллегии, в т. ч. с научными специальностями ее членов, а также с «Порядком рецензирования научных статей» можно ознакомиться на интернет-сайте Приволжского научного журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru>.

5.3. Если на статью получена положительная рецензия, то она включается в план публикации соответствующего тематического раздела журнала. Автору статьи по почте, а также по электронной почте направляется копия рецензии (без указания личности рецензента) и уведомление «Включено в план публикации». Сроки и очередность опубликования устанавливаются редакцией с учетом количества статей, находящихся в плане публикации соответствующего тематического раздела журнала. Как правило, дата приема статей для издания очередного номера устанавливается не позднее, чем за 4 (четыре) месяца до месяца выхода (например, для № 1 (март) этот срок должен быть не позднее 01 ноября). При этом дата устанавливается по дате получения редакцией положительной рецензии на статью.

5.4. Если на статью получена рецензия с замечаниями, но рецензент указывает на возможность публикации статьи после доработки, то автору статьи по почте направляется копия рецензии (без указания личности рецензента) и уведомление «На доработку». Порядок оформления, представления и рассмотрения дорабо-



танных рукописей статей такой же, как для вновь поступающих материалов статей. К доработанной рукописи статьи необходимо приложить документ «Ответы на замечания рецензента», оформленный в печатном виде на листах формата А4, в двух экземплярах. Ответы даются на каждое замечание (по пунктам), внизу ставятся личные подписи всех авторов с указанием даты представления доработанной рукописи в редакцию (число.месяц.год). Подписи авторов должны быть заверены канцелярией или отделом кадров организации, откуда исходит рукопись статьи. Сопроводительные документы к рукописи статьи (по п. 1.3.) переформируются только в том случае, если при доработке изменяется название статьи и (или) изменяется авторский коллектив.

5.5. Если на статью получена отрицательная рецензия (рецензия с замечаниями, без указания на возможность публикации статьи после доработки), то автору статьи по почте направляется копия рецензии (без указания личности рецензента) и уведомление «Не рекомендуется к публикации».

6. Общие требования и условия публикации

6.1. Редакцией не принимаются к рассмотрению: 1) научные статьи, не соответствующие тематическим направлениям журнала, по которым осуществляется рецензирование (экспертная оценка). Данные направления соответствуют научным направлениям членов редакционной коллегии журнала (по номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной Минобрнауки России); 2) научные статьи, публиковавшиеся ранее; 3) материалы, не соответствующие установленным редакцией требованиям; 4) рекламные материалы.

6.2. Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения рукописей статей. Редакция имеет право частично или полностью предоставлять материалы научных статей в российские и зарубежные организации, обеспечивающие индексы научного цитирования, а также размещать данные материалы на интернет-сайте журнала.

6.3. Авторский коллектив, направляющий научную статью в редакцию журнала, несет ответственность за неправомерное использование объектов интеллектуальной собственности, объектов авторского права или «ноу-хау» в полном объеме, в соответствии с действующим законодательством.

6.4. Авторские права на каждый номер журнала (в целом) принадлежат учредителю журнала – федеральному государственному бюджетному образовательному учреждению высшего образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ). Перепечатка материалов «Приволжского научного журнала» без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

6.5. Материалы научных статей, направляемые в редакцию журнала, авторам не возвращаются. Вознаграждение (гонорар) за опубликованные научные статьи не выплачивается.

6.6. Оплата за рассмотрение научной статьи редакцией взимается путем оформления автором подписки на журнал (условия – см. п. 1.3.4 выше). Плата с аспирантов за публикацию научных статей не взимается.



ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА
на II полугодие 2020 г.
НА ПЕРИОДИЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ
«ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ»

Основан в 2006 году

Периодичность – ежеквартально

Журнал рассчитан на профессорско-преподавательский состав, аспирантов, а также студентов старших курсов вузов, работников научно-исследовательских и проектных институтов, инженерно-технический персонал организаций и предприятий.

Журнал имеет разделы:

- Строительные конструкции, здания и сооружения (05.23.01);
- Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (05.23.03);
- Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов (05.23.04);
- Строительные материалы и изделия (05.23.05);
- Гидротехническое строительство (05.23.07);
- Гидравлика и инженерная гидрология (05.23.16);
- Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства (05.23.19);
- Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия (05.23.20);
- Архитектура зданий и сооружений.
Творческие концепции архитектурной деятельности (05.23.21);
- Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов (05.23.22).

В ЖУРНАЛЕ ПУБЛИКУЮТСЯ

статьи о результатах научных исследований по группе научных специальностей 05.23.00 «Строительство и архитектура». Статьи рецензируются.

Каталожная цена за 6 месяцев – 1000 руб.
Цена отдельного номера – 500 руб.

Подписной индекс по каталогу Агентства «Роспечать» –
«Газеты. Журналы»: 80382

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

Тел./факс: (831) 433-04-36, 430-19-46

ISSN 1995-2511



9 771995 251524 >