

ISSN 1995-2511

ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

3

2016



ISSN 1995-2511



ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Периодическое научное издание

№ 3

Сентябрь 2016

Нижний Новгород

ISSN 1995-2511



THE PRIVOLZHSKY SCIENTIFIC JOURNAL

Scientific periodical

№ 3

September 2016

Nizhny Novgorod

ББК 95; я5

П 75

ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ, № 3 (39)

Периодическое научное издание. Н. Новгород, ННГАСУ, 2016. 129 с., 5 л. цв. вклеек.

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

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

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

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

Подписано в печать 20.09.2016 г. Формат 70×108/16. Бумага офсетная
Печать офсетная. Усл. печ. л. 11,2 + вкл. 0,9. Тираж 1200 экз. Заказ № 326

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

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

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

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

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

Отпечатано в типографии ООО «Новые решения»

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

ISSN 1995-2511

© ННГАСУ, 2016

Scientific periodical. Nizhny Novgorod, NNGASU, 2016. 129 p., 5 p. of colour illustrations.

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

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

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

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

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

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

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

Signed for publishing on 20.09.2016. Format 70×108/16. Offset paper.
Offset printing. Ref. publ. p. 11.2 + illust. 0.9. Copies 1200. Order № 326

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

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

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

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



СОДЕРЖАНИЕ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Лапшин А. А., Ундалов А. М. Инженерная методика расчета конического радиально-балочного купола с мембранной кровлей..... 9

Макаров А. М., Матвеева И. В. Моделирование процессов распространения звуковой энергии в помещениях с оборудованием 16

Шеховцов Г. А., Шеховцова Р. П., Раскаткина О. В., Анущенко А. М. О фотографическом способе нивелирования строительных конструкций..... 24

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

Крамаренко П. Т., Грималовская И. П., Севоян Т. Р. Анализ эффективности парокompрессионных и термоэлектрических тепловых насосов..... 33

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Тарасов А. С., Васильев А. Л. Разработка технологии очистки трудноокисляемых органических соединений в сточных водах 38

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Цыбышева А. А., Грузинцева Н. А., Чистякова Н. Э., Гусев Б. Н. Методическое обеспечение процесса мониторинга производства геосеток..... 46

Шабаев С. Н., Иванов С. А. Исследование влияния технологического режима получения композиционных резинобитумных вяжущих на их свойства..... 53

ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Саинов М. П. Влияние жесткости материала противофильтрационной стены в основании грунтовой плотины на ее прочность 62

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

Данилова Э. В. Становление классической теории архитектуры во Франции..... 70

Киреева Т. В. Ландшафт и архитектура кампуса университета Урбино 75

Крылова О. Ф. «Кирпичный стиль» середины XIX – начала XX века в архитектуре города Павлова 80

Волкова Е. М. Архитектурный облик Предтеченской церкви в п. Катунки Чкаловского района Нижегородской области 85

Колеватых Д. А. Способы преобразования исчислительных систем в архитектуре: выражение идеи через языковые формы 94

Солонина Н. С. Формирование комплексной архитектурной презентации индустриального наследия определенного региона 100

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Гельфонд А. Л. Особенности архитектурного формирования музеев автомобилей (на примере Германии) 108

Андрианова О. С. Этапы развития системы учреждений и типов зданий опеки для детей в России 113



ИНФОРМАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ

Юбилей доктора технических наук Р. В. Чжана.....	119
Юбилей профессора А. Н. Супруна.....	120
Новые издания.....	122
Перечень требований и условий для публикации научной статьи в периодическом научном издании «Приволжский научный журнал»	123

НА ОБЛОЖКЕ: Нижний Новгород, р. Ока



CONTENTS

BUILDING CONSTRUCTIONS, BUILDINGS AND STRUCTURES

Lapshin A. A., Undalov A. M. Engineering method of calculation of a conical radial-beam dome with membrane coating	9
Makarov A. M., Matveeva I. V. Modeling processes of distribution of sound energy in rooms with equipment	16
Shekhovtsov G. A., Shekhovtsova R. P., Raskatkina O. V., Anuschenko A. M. About the photographic method of building structures leveling	24

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

Kramarenko P. T., Grimalovskaya I. P., Sevoyan T. R. The analysis of efficiency of vapor-compression and thermoelectric heat pumps	33
---	----

WATER SUPPLY, SEWAGE, CONSTRUCTION SYSTEMS OF WATER RESOURCES PROTECTION

Tarasov A. S., Vasil'ev A. L. Development of technology of hard oxidable organic compounds purification in wastewater	38
--	----

CONSTRUCTION MATERIALS AND PRODUCTS

Tsybysheva A. A., Gruzintseva N. A., Chistyakova N. E., Gusev B. N. Methodical support of the monitoring process of geogrids production	46
Shabaev S. N., Ivanov S. A. Research of influence of technological conditions of manufacturing composite rubber-bituminous cements on their properties	53

HYDRAULIC ENGINEERING CONSTRUCTION

Sainov M. P. Impact of material stiffness of a seepage control wall in the embankment dam foundation on its strength	62
---	----

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

Danilova E. V. Formation of the classical architectural theory in France	70
Kireeva T. V. Landscape and architecture of the campus of the University of Urbino	75
Krylova O. F. «Brick style» in the architecture of the town of Pavlovo in the mid XIX – early XX century	80
Volkova E. M. The architectural image of the Precursor church in the Katunki settlement of the Chkalovsk district of the Nizhny Novgorod region	85
Kolevatykh D. A. Ways of transformation of enumerative systems in architecture: idea expression via linguistic forms	94
Solonina N. S. Formation of integrated architectural presentation of industrial heritage of a certain region	100

ARCHITECTURE OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS. CREATIVE CONCEPTS OF ARCHITECTURAL ACTIVITY

Gelfond A. L. Features of architectural formation of automobile museums (by the example of Germany)	108
Andrianova O. S. The steps of development of the system of children's guardianship institutions and types of buildings thereof in Russia	113



INFORMATION SECTION

Jubilee of doctor of technical sciences R. V. Chzhan	119
Jubilee of professor A. N. Suprun.	120
New publications	122
List of requirements for publication in the scientific periodical «The Privolzhsky scientific journal».....	123

COVER PAGE: Nizhny Novgorod, the Oka river

УДК 692.44

А. А. ЛАПШИН, канд. техн. наук, проф. кафедры металлических конструкций, ректор; **А. М. УНДАЛОВ**, аспирант кафедры железобетонных, каменных и деревянных конструкций

ИНЖЕНЕРНАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА КОНИЧЕСКОГО РАДИАЛЬНО-БАЛОЧНОГО КУПОЛА С МЕМБРАННОЙ КРОВЛЕЙ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-80;
эл. почта: aleks-nn@yandex.ru

Ключевые слова: радиально-балочный купол, мембрана, инженерная методика, коэффициент приведения.

Рассмотрены вопросы, связанные с совместной работой конического радиально-балочного купола и мембраны-обшивки. Определены основные факторы, оказывающие влияние на напряженно-деформированное состояние (НДС) элементов купола. На основании выявленных закономерностей предложена инженерная методика определения влияния мембраны на элементы купола.

Купола с экономической точки зрения относят к наиболее эффективным строительным конструкциям. При сравнении с иными жесткими конструкциями экономия особо проявляется в диапазоне больших пролетов [1]. Использование куполов в административных и общественных зданиях целесообразно для обеспечения архитектурной выразительности, а в промышленных и сельскохозяйственных – способно нивелировать однообразие массовой застройки.

Одними из наиболее экономически эффективных купольных конструкций являются радиально-балочные купола (рис. 1). Расход стали, приведенный на 1 м², для таких конструкций в зависимости от снегового района колеблется от 15,38 до 23,75 кг/м², что является сопоставимым с лучшими отечественными решениями [2].

В исследованиях [3, 4] рассмотрены вопросы, связанные с устойчивостью и деформативностью купола, а также проанализировано напряженно-деформированное состояние (НДС) мембранного элемента при различных видах нагрузок и условиях эксплуатации. Экспериментально отмечено повышение резервов несущей способности купола с учетом работы мембраны. Однако в настоящее время отсутствуют методики, позволяющие с инженерной точностью и минимальными трудозатратами оценить влияние мембранной кровли на НДС элементов радиально-балочного купола, поскольку качественный расчет купола с учетом работы мембраны весьма трудоемок. Это связано с необходимостью учета геометрической и физической нелинейности при работе мембраны в составе купола, что осуществимо только в программных комплексах *Nastran*, *Ansys*, *Abaqus*, *Marc* и др.

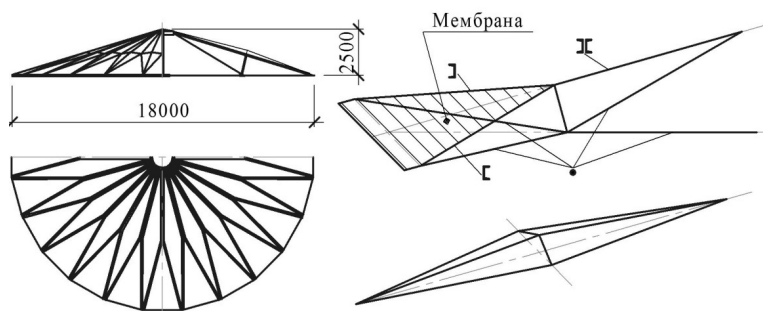


Рис. 1. Купольное покрытие радиально-балочного типа

Для составления обозначенной инженерной методики анализировались основные параметры, которые влияют на взаимодействие мембраны и купола. В различных исследованиях [5, 6] отмечается, что наибольшее влияние на НДС мембранного блока оказывают изгибная в плоскости мембраны (EI_k) и продольная (EA_k) жесткости опорного контура. Относительная изгибная в горизонтальной плоскости \bar{n} и продольная \bar{k} жесткости контура определяются по формулам:

$$\bar{k} = \frac{(EA)_k}{Eta}, \quad \bar{n} = \frac{(EI)_k}{Eta^3}. \quad (1)$$

На НДС конусных радиально-балочных куполов с мембраной кровлей дополнительно оказывают влияние следующие параметры (рис. 2):

- характеристики, от которых зависят n , k (пролет $l = b_1 + b_2$, основание мембраны a , толщина мембраны t , площадь поперечного сечения A_k и момент инерции I_k в горизонтальной плоскости ребер купола, модули упругости материала ребер и мембраны);

- углы α , β ;

- соотношение осевых жесткостей жесткого опорного контура мембраны и гибких растянутых элементов купола $\frac{A_k}{A_p}$;

- конструктивное решение узлов купола, способ крепления листа мембраны к опорному контуру;

- схема приложения нагрузки q , также ее интенсивность.

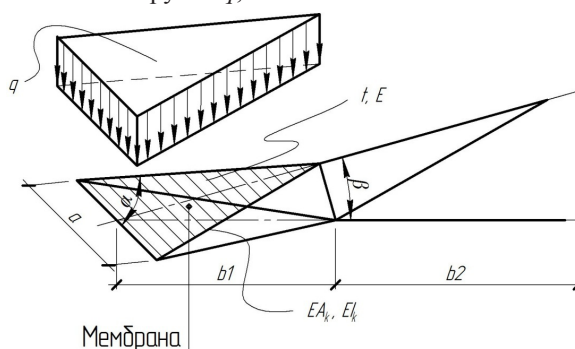


Рис. 2. Варьируемые параметры сечения радиально-балочного купола



Многофакторный анализ указанных варьируемых параметров, влияющих на НДС конструкции, является сложно реализуемой задачей, поэтому целесообразно для некоторого упрощения алгоритмов инженерной методики задаться некоторыми предпосылками и фиксированными параметрами конструкции. Значения этих параметров приняты наиболее рациональными для радиально-балочных куполов [2], а также являют собой область применения разработанной на заключительном этапе инженерной методики:

- угол наклона верхнего пояса купола $\beta = 15^\circ$ и $b_1 = b_2$;
- угол α варьируется в пределах $60-75^\circ$;
- влияние податливости крепления мембраны к опорному контуру не учитывается, что возможно обеспечить конструктивными мерами;
- схема приложения нагрузки – равномерно-распределенная;
- опирание купола на стены здания или монолитное опорное кольцо – шарнирное;
- радиальные ребра купола – неразрезные с жестким соединением в верхнем опорном узле;
- ребра сплошные постоянного коробчатого сечения.

Далее производилось исследование степени влияния основных варьируемых параметров \bar{n} , \bar{k} , α , $\frac{A_k}{A_p}$, с учетом принятых ранее предпосылок. Значения \bar{n} , \bar{k} , варьировались в широком диапазоне за счет применения моделей с различными пролетами, жесткостными характеристиками опорного контура EA_k , EI_k и толщинами мембраны t .

Методика исследования заключалась в сопоставлении значений напряжений в ребрах купола, полученных двумя разными способами. Сравнение производилось в наиболее напряженном сечении радиально-балочного купола, в середине длинной стороны опорного контура мембраны. Первый способ (нормативный, без учета мембраны) заключался в определении напряжений σ_{norm} по усилиям, полученным из статического расчета стержневой модели *SCAD*, без учета мембраны, используя п. 9.2.10 норм [7]:

$$\sigma_{norm1} = N/(\varphi_{ey} A m_{kp} \gamma_c) + M_x/(c_x \delta_x W_{x,min} m_{kp} \gamma_c), \quad (2)$$

$$\sigma_{norm2} = N/(\varphi_{ex} A m_{kp} \gamma_c) + M_y/(c_y \delta_y W_{y,min} m_{kp} \gamma_c). \quad (3)$$

Вторым способом (численным, с учетом мембраны) значения напряжений σ_{fem} определялись непосредственно в программном комплексе *Nastran* с учетом геометрической и физической нелинейности. При моделировании элементов использовались пластинчатые конечные элементы прямоугольной формы. Размер сторон прямоугольных конечных элементов опорного контура не превышал 2:1. Разбивка сторон поперечного сечения ребер производилась на 4 конечных элемента. Нелинейный расчет проводился при упругопластической работе стали, с использованием упрощенной диаграммы Прандля. Модуль упругости задавался равным 206 000 МПа, коэффициент Пуассона принимался равным 0,3. Пример общего вида модели для вычисления σ_{fem} изображен на рис. 3.

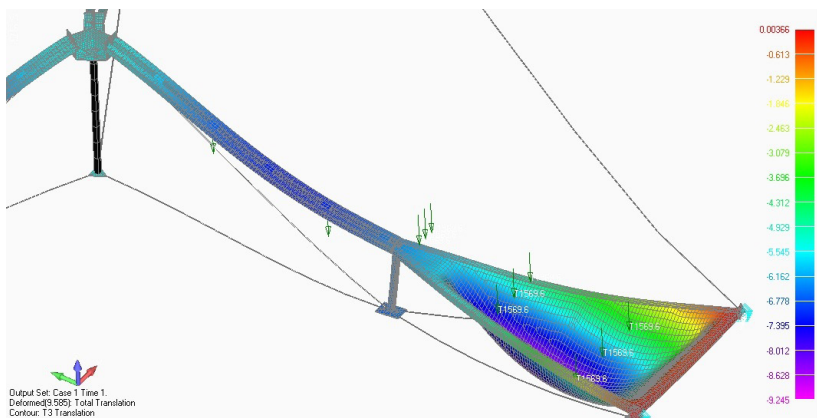


Рис. 3. Общий вид модели для определения σ_{fem}

В соответствии с п. 5.35 [8] при расчете сжато-изгибаемых элементов начальные несовершенства в связи с малой вероятностью совпадения их максимальных значений с расчетным значением эксцентриситета $e = M/N$ в расчетах не учитывают при $e > e_b$, что всегда выполняется в предельной стадии работы конструкции при заданных геометрических параметрах.

При сопоставлении результатов определялся коэффициент приведения k_{red} , который оценивает влияние мембраны на НДС купола:

$$k_{red} = \frac{\sigma_{fem}}{\sigma_{norm}}. \quad (4)$$

Численные и аналитические исследования влияния мембраны на НДС ребер купола и сопоставление полученных результатов показали следующее. От относительной изгибной горизонтальной жесткости контура \bar{n} зависят величины горизонтальных изгибающих моментов, возникающих в опорном контуре, которые дополнительно необходимо учитывать при расчете по нормативной методике. От

относительной осевой жесткости контура \bar{k} и соотношения $\frac{A_k}{A_p}$ напрямую зависит

k_{red} . Угол α и относительная жесткость в горизонтальной плоскости \bar{n} не оказывают существенного влияния на коэффициент приведения k_{red} .

Далее с помощью инструмента *Mathcad*, с некоторым запасом надежности и достаточной инженерной точностью, выявлены следующие эмпирические закономерности:

– горизонтальный изгибающий момент в середине длинной стороны опорного контура мембраны:

$$M_y = \beta_1 (EI)_k \sqrt[3]{\frac{q^2}{E^2 t^2 a}}. \quad (5)$$

$$\text{При } \bar{n} \leq 0,000075 \quad \beta_1 = -15\,788\,000 \bar{n}^2 + 9900 \bar{n} + 0,9; \quad (6)$$

$$\text{при } 0,000075 \leq \bar{n} \leq 0,00015 \quad \beta_1 = -148\,511\,670 \bar{n}^2 + 48\,188 \bar{n} - 1,2; \quad (7)$$

$$\text{при } \bar{n} > 0,00015 \quad \beta_1 = -29\,815\,827 \bar{n}^2 + 15\,881 \bar{n} + 0,7. \quad (8)$$



– коэффициент приведения:

$$k_{red} = 0,05 \frac{A_k}{A_p} {}^{0,03} \ln(\bar{k}) + 0,9. \quad (9)$$

Таким образом, упрощенной инженерной методикой расчета конического радиально-балочного купола с мембранной кровлей является следующий алгоритм (для наиболее напряженного сечения в середине длинной стороны опорного контура мембраны):

1. Определение горизонтального изгибающего момента M_y по формуле (5).
2. Выполнение линейного статического расчета стержневой модели радиально-балочного купола без учета мембраны. Определение сжимающей силы N и вертикального изгибающего момента M_x .
3. Определение коэффициента приведения k_{red} по формуле (9).
4. Проверка по формулам (10), (11):

$$\sigma = k_{red} (N/(\varphi_{ey} A m_{kp} \gamma_c) + M_x/(c_x \delta_x W_{x,min} m_{kp} \gamma_c)) < R_y, \quad (10)$$

$$\sigma = k_{red} (N/(\varphi_{ex} A m_{kp} \gamma_c) + M_y/(c_y \delta_y W_{y,min} m_{kp} \gamma_c)) < R_y. \quad (11)$$

5. Поскольку формула (9) по определению k_{red} составлена в некоторый запас надежности, рекомендуется для более точной оценки и повышения экономической эффективности купола дополнительно производить расчет в программных комплексах *Nastran*, *Ansys*, *Abaqus*, *Marc* и др. с учетом геометрической и физической нелинейности.

В качестве примера в таблице приведено сравнение фактических значений $k_{red,fact}$ и $M_{y,fact}$ с k_{red} и M_y , определенными по формулам (5)–(9) для серийного купола пролетом 18 метров с нагрузкой 240 кг/м² при различных жесткостных характеристиках опорного контура, толщинах мембраны и углах наклона основания мембраны.



Варианты	α , градус	d_p , мм	Номер профиля	A , см ²	I_y , см ⁴	t , мм	a , мм	A_{p2} , см ²	A_p/A_p	$n \cdot 10^{-4}$	k	$M_{y_{факт}}$, КНм	M_y , КНм	$M_y/M_{y_{факт}}$	$k_{red, факт}$	k_{red}	$k_{red}/k_{red, факт}$
1	75	18	90×3	10,21	127,28	0,5	2,32	2,55	4,01	1,82	0,85	0,41	0,41	1,01	0,88	0,89	1,01
2	75	18	90×3	10,21	127,28	0,7	2,32	2,55	4,01	1,30	0,60	0,31	0,33	1,05	0,86	0,87	1,02
3	75	18	90×3	10,21	127,28	1,0	2,32	2,55	4,01	0,91	0,42	0,19	0,20	1,04	0,83	0,86	1,03
4	75	18	90×3	10,21	127,28	1,5	2,32	2,55	4,01	0,61	0,28	0,08	0,09	1,06	0,72	0,83	1,16
5	75	18	90×3	10,21	127,28	2,0	2,32	2,55	4,01	0,45	0,21	0,04	0,04	1,21	0,62	0,82	1,32
6	75	18	90×5,5	17,81	207,13	0,5	2,32	2,55	6,99	2,95	1,48	0,65	0,72	1,11	0,86	0,92	1,07
7	75	18	90×5,5	17,81	207,13	0,7	2,32	2,55	6,99	2,1	1,06	0,49	0,56	1,15	0,85	0,90	1,06
8	75	18	90×5,5	17,81	207,13	1,0	2,32	2,55	6,99	1,48	0,74	0,35	0,44	1,25	0,84	0,88	1,05
9	75	18	90×5,5	17,81	207,13	1,5	2,32	2,55	6,99	0,98	0,49	0,22	0,26	1,18	0,78	0,86	1,11
10	75	18	90×5,5	17,81	207,13	2,0	2,32	2,55	6,99	0,74	0,37	0,14	0,16	1,16	0,71	0,85	1,19
11	75	18	90×8	24,04	254,59	0,5	2,32	2,55	9,45	3,63	1,99	0,77	0,81	1,05	0,76	0,94	1,23
12	75	18	90×8	24,04	254,59	0,7	2,32	2,55	9,45	2,59	1,42	0,60	0,72	1,20	0,76	0,92	1,21
13	75	18	90×8	24,04	254,59	1,0	2,32	2,55	9,45	1,81	1,00	0,44	0,52	1,18	0,75	0,90	1,20
14	75	18	90×8	24,04	254,59	1,5	2,32	2,55	9,45	1,21	0,66	0,29	0,38	1,29	0,75	0,88	1,24
15	75	18	90×8	24,04	254,59	2,0	2,32	2,55	9,45	0,91	0,50	0,20	0,25	1,21	0,66	0,86	1,31
16	60	18	90×5,5	17,81	207,13	0,5	4,42	2,55	6,99	0,30	0,69	0,25	0,25	1,01	0,77	0,88	1,14
17	60	18	90×5,5	17,81	207,13	0,7	4,42	2,55	6,99	0,21	0,49	0,18	0,18	1,01	0,78	0,86	1,11
18	60	18	90×5,5	17,81	207,13	1,0	4,42	2,55	6,99	0,14	0,34	0,12	0,14	1,14	0,76	0,84	1,11
19	60	18	90×5,5	17,81	207,13	1,5	4,42	2,55	6,99	0,10	0,23	0,10	0,10	1,04	0,72	0,82	1,15
20	60	18	90×5,5	17,81	207,13	2,0	4,42	2,55	6,99	0,07	0,17	0,08	0,08	1,04	0,68	0,81	1,19
21	60	18	90×8	24,04	254,59	0,5	4,42	2,55	9,45	0,36	0,93	0,31	0,32	1,01	0,76	0,90	1,18
22	60	18	90×8	24,04	254,59	0,7	4,42	2,55	9,45	0,26	0,66	0,23	0,24	1,02	0,75	0,88	1,17
23	60	18	90×8	24,04	254,59	1,0	4,42	2,55	9,45	0,18	0,46	0,17	0,17	1,00	0,77	0,86	1,12
24	60	18	90×8	24,04	254,59	1,5	4,42	2,55	9,45	0,12	0,31	0,12	0,13	1,05	0,73	0,84	1,15
25	60	18	90×8	24,04	254,59	2,0	4,42	2,55	9,45	0,09	0,23	0,09	0,10	1,07	0,69	0,82	1,19

**Выводы:**

1. Проанализированы основные параметры, оказывающие влияние на взаимодействие мембраны и купола.
2. Выведена формула для определения горизонтальных изгибающих моментов в наиболее опасном сечении ребер радиально-балочных куполов.
3. Предложена инженерная методика учета влияния стальной мембраны-обшивки на несущие конструкции конических радиально-балочных куполов с различными геометрическими характеристиками на основании коэффициента приведения k_{red} .

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тур, В. И. Купольные конструкции: формообразование, расчет, конструирование, повышение эффективности. – Москва : АСВ, 2004. – 96 с.
2. Молев, И. В. Конструктивные разработки, экспериментально-теоретические исследования и внедрение стальных куполов : дис. ... д-ра техн. наук / И. В. Молев. – Нижний Новгород, 1998. – 450 с.
3. Молев, И. В. Экспериментальное исследование напряженно-деформированного состояния треугольной мембраны радиально-балочного купола / И. В. Молев, А. М. Ундалов // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2015. – № 2. – С. 49–57.
4. Ундалов, А. М. Исследование напряженно-деформированного состояния радиально-балочного купола с мембранной кровлей / А. М. Ундалов // Известия КГАСУ. – 2015. – № 3. – С. 70–77.
5. Еремеев, П. Г. Пространственные тонколистовые металлические конструкции покрытий / П. Г. Еремеев. – Москва : АСВ, 2006. – 560 с.
6. Мембранные конструкции зданий и сооружений : справ. Пособие. В 2 ч. Ч. 1 / под общ. ред. В. И. Трофимова, П. Г. Еремеева ; ЦНИИ строит. конструкций им. В. А. Кучеренко. – Москва : Стройиздат, 1990. – 248 с.
7. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81* : утв. М-вом регион. развития Рос. Федерации 27.12.10 : ввод в д. с 20.05.11. – Москва : ЦПП, 2011. – 172 с.
8. Пособие по проектированию стальных конструкции (к СНиП II-23-81* «Стальные конструкции») / ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР. – Москва : ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 148 с.

LAPSHIN Andrey Aleksandrovich, candidate of technical sciences, professor of the chair of metal constructions, rector; UNDALOV Aleksandr Mikhaylovich, postgraduate student of the chair of concrete, stone and wooden structures

ENGINEERING METHOD OF CALCULATION OF A CONICAL RADIAL-BEAM DOME WITH MEMBRANE COATING

Nizhniy Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhniy Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-80;
e-mail: alekc-nn@yandex.ru

Key words: radial beam dome, membrane, engineering method, reduction coefficient.

The article deals with issues related to the joint work of a conical radial-beam dome and membrane-lining. The main factors influencing the mode of deformation of the dome elements are defined. On the basis of the revealed laws, engineering method for determining influence of the membrane on the dome elements is proposed.



REFERENCES

1. Tur V. I. Kupolnye konstruksii: formoobrazovanie, raschyot, konstruirovaniye, povysheniye effektivnosti [Dome structures: forming, calculation, design, efficiency.] Moscow: Izdatelstvo ASV. 2004, 96 p.
2. Molev I. V. Konstruktivnye razrabotki, eksperimentalno-tekhnicheskie issledovaniya i vnedrenie stalnykh kupolov [Design development, experimental and theoretical studies and introduction of steel domes]: dissert.. na soisk. uch.st. dokt. tekhn. nauk – Nizhny Novgorod, 1998, 450 p.
3. Molev I. V., Undalov A. M. Eksperimentalnoe issledovanie napryazhyonno-deformirovannogo sostoyaniya treugolnoy membrany radialno-balochnogo kupola s membrannoy krovley [Experimental investigation of the stress-strain state of a triangular membrane of a radial-beam dome], Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal], 2015, № 2. P. 49–57.
4. Undalov A. M. Issledovanie napryazhyonno-deformirovannogo sostoyaniya radialno-balochnogo kupola s membrannoy krovley [Investigation of stress-strain state of a radial-beam roof dome with a membrane]. Izvestia KGASU [News of Kazan State University of Architecture and Civil Engineering], 2015, № 3, P. 70-77.
5. Ereemeev P. G. Prostranstvennye tonkolistovye metallicheskie konstruksii pokrytiy [Spatial light-gage steel structures of covering] Moscow: Izdatelstvo ASV. 2006, 560 p.
6. Trofimov V. I., Ereemeev P. G. Membrannye konstruksii zdaniy i sooruzheniy [Membrane constructions of buildings and structures]; TsNII stroitelnykh konstruksiy im. V. A. Kucherenko, Moscow : Stroyizdat, 1990, 248 p.
7. SP 16.13330.2011. Stalnye konstruksii [Steel structures]. Aktualizirovannaya redaktsiya SnIP II-23-81*, utv. M-vom region. razvitiya Ros. Federatsii 27.12.10 : vvod b d. s 20.05.11. Moscow: TsPP, 2011, 172 p.
8. Posobie po proektirovaniyu stalnykh konstruksiy (k SnIP II-23-81* “Stalnye konstruksii”) [Manual for designing steel structures] (to SNIP II-23-81 * “Steel Structures”) / TsNII stroitelnykh konstruksiy im. V.A. Kucherenko Gosstroya SSSR. Moscow: TsITP Gosstroya SSSR, 1989, 148 p.

© А. А. Лапшин, А. М. Ундалов, 2016

Получено: 29.06.2016 г.

УДК 534.2

А. М. МАКАРОВ, канд. техн. наук, доц. кафедры городского строительства и автомобильных дорог; **И. В. МАТВЕЕВА**, канд. техн. наук, доц. кафедры городского строительства и автомобильных дорог

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗВУКОВОЙ ЭНЕРГИИ В ПОМЕЩЕНИЯХ С ОБОРУДОВАНИЕМ

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

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

Ключевые слова: производственные помещения, офисные помещения, технологическое оборудование, рассеиватели, шум, звуковое поле, уровень звукового давления.

Для расчета звуковой энергии в промышленных зданиях предложен комбинированный геометрический статистический метод, учитывающий наличие рассеивателей в помещении. Для обоснования разработанного метода произведено физическое моделирование процессов распространения звуковой энергии в помещениях с рассеивателями. Приводятся результаты модельных измерений и их сравнение с расчетными данными.



В промышленных зданиях имеется определенное количество технологического оборудования, строительных конструкций и других рассеивающих звук предметов. Его наличие в помещениях приводит к изменению распределения звуковой энергии в объеме помещения. В настоящее время имеется достаточно надежный метод расчета энергетических параметров шума, учитывающих влияние оборудования и предметов, находящихся в помещениях [1, 2]. В предлагаемом методе используется комбинированная расчетная модель, учитывающая смешанный характер отражения звука.

Суммарная плотность энергии $\epsilon_{\text{сум}i}$ в любой i -й расчетной точке помещения с рассеивателями звука (оборудованием) определяется: прямой энергией $\epsilon_{\text{пр}i}$, ослабленной за счет рассеяния на оборудовании; энергией, распространяющейся после отражения от ограждений зеркально $\epsilon_{\text{д}i}$; энергией, распространяющейся после отражения от ограждений диффузно $\epsilon_{\text{д}i}$; а также энергией, рассеянной $\epsilon_{\text{р}i}$ при отражениях от рассеивателей прямого звука и отраженного звука, распространяющегося зеркально:

$$\epsilon_{\text{сум}i} = \epsilon_{\text{пр}i} + \epsilon_{\text{д}i} + \epsilon_{\text{д}i} + \epsilon_{\text{р}i}. \quad (1)$$

Для определения зеркально отраженной энергии $\epsilon_{\text{д}i}$ используется метод прослеживания лучей (*ray tracing*) [3], а для диффузной отраженной $\epsilon_{\text{д}i}$ и рассеянной энергии $\epsilon_{\text{р}i}$ – численный статистический энергетический метод [4]. При таком подходе весь объем помещения делится на элементарные объемы, и для каждого из них определяется суммарная плотность энергии.

Плотность прямой энергии $\epsilon_{\text{пр}i}$ для каждого i -го объема определяется как:

$$\epsilon_{\text{пр}i} = \Pi_i \frac{P}{c} \exp[-(m_{\text{рас}} + m_{\text{в}})r_i]. \quad (2)$$

Плотность энергии зеркально отраженных лучей $\epsilon_{\text{д}i}$, проходящих через i -й элементарный объем, вычисляется по формуле:

$$\epsilon_{\text{д}i} = \sum_{a=1}^m \left[\frac{P}{N} \exp[-(m_{\text{рас}} + m_{\text{в}})R_i] \prod_{p=1}^n \rho_p \xi^n / cF \right]. \quad (3)$$

В формулах (2) и (3) – функция источника, определяемая взаимным расположением источника и i -й расчетной точки; Ω – пространственный угол излучения источника; P – мощность источника; c – скорость звука; r_i – расстояние от источника до i -й расчетной точки; N – количество лучей, исходящих из источника; m – количество лучей, прошедших через i -й элементарный объем; $\rho_p = 1 - \alpha_p$; α_p – коэффициент звукопоглощения p -й поверхности ограждения, на которую падал прослеживаемый луч; n – количество актов падения луча на p -е поверхности в процессе распространения его на расстояние R_i до i -го элементарного объема; ξ – доля энергии, направляемая по лучу после его отражения от поверхности ограждения; F – приведенная площадь сечения элементарного объема; $m_{\text{в}}$ – пространственный показатель затухания звука в воздухе; $m_{\text{рас}}$ – пространственный показатель затухания звуковой энергии в объеме помещения за счет рассеяния и поглощения звука на оборудовании, определяемый как:

$$m_{\text{рас}} = \sum_i S_{\text{рас}i} / 4V, \quad (4)$$

где $\sum_i S_{\text{рас}i}$ – суммарная площадь рассеивателей, находящихся в объеме V .

Суммарная плотность диффузно отраженной и рассеянной на оборудовании энергии $\epsilon_{\text{др}i} = \epsilon_{\text{д}i} + \epsilon_{\text{р}i}$ находится численным методом энергетических балан-

сов [4, 5]. Суть его заключается в составлении уравнений баланса диффузной и рассеянной энергий для каждого i -го объема и решения системы уравнений [1].

Для реализации расчетной модели разработана компьютерная программа [6].

Расчетная модель и программа позволяют решать задачи по оценке шумового режима в производственных помещениях сложной формы при наличии в них оборудования и других рассеивателей. Для обоснования разработанной методики и принятой модели учета рассеяния звуковой энергии на оборудовании в методах оценки энергетических параметров шума выполнено моделирование процессов распространения звуковой энергии в помещениях с рассеивателями на физических моделях.

Использование физических моделей имеет ряд преимуществ, в том числе позволяет производить серии измерений, оперативно меняя объемно-планировочные и акустические характеристики помещений и оборудования. Физическое моделирование дает возможность исключать влияние на эксперимент случайных факторов, возникающих в условиях реального производства.

Исходя из поставленных задач физического моделирования, в лаборатории строительной физики ФГБОУ ВО «ТГТУ» создана установка, предназначенная для экспериментально-теоретических исследований влияния рассеивающих звук предметов на акустический режим помещений. Установка представляет собой камеру, выполненную в виде прямоугольного параллелепипеда с размерами в плане $4,03 \times 1,6$ м. Система подвесных перекрытий позволяет изменять высоту камеры от 0,25 до 1,05 м с шагом 0,08 м. Общий вид и конструктивное решение камеры даны на рис. 1.

Конструкция камеры установлена на бетонный пол через упругую прокладку из минераловатной плиты и акустически разобщена с ограждениями лаборатории. Стены камеры выполнены из обыкновенного силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе, оштукатуренные с двух сторон и окрашенные масляной краской. Общая толщина стен равна 150 мм. Плиты перекрытия камеры выполнены из стальных листов толщиной $\delta = 4$ мм, обрамленных равнополочным уголком $63 \times 63 \times 5$ мм. Для придания листам плит перекрытий жесткости к ним приварены диагональные треугольные ребра из стальных листов толщиной $\delta = 4$ мм. Звукоизоляция перекрытий обеспечена за счет слоя песка с $\delta = 50$ мм, насыпанного на листы. Сверху на стены камеры закреплена П-образная металлическая рама, оборудованная системой блоков, подвесками и электрической лебедкой. Рама позволяет перемещать плиты перекрытий по вертикали, меняя тем самым высоту помещения камеры.

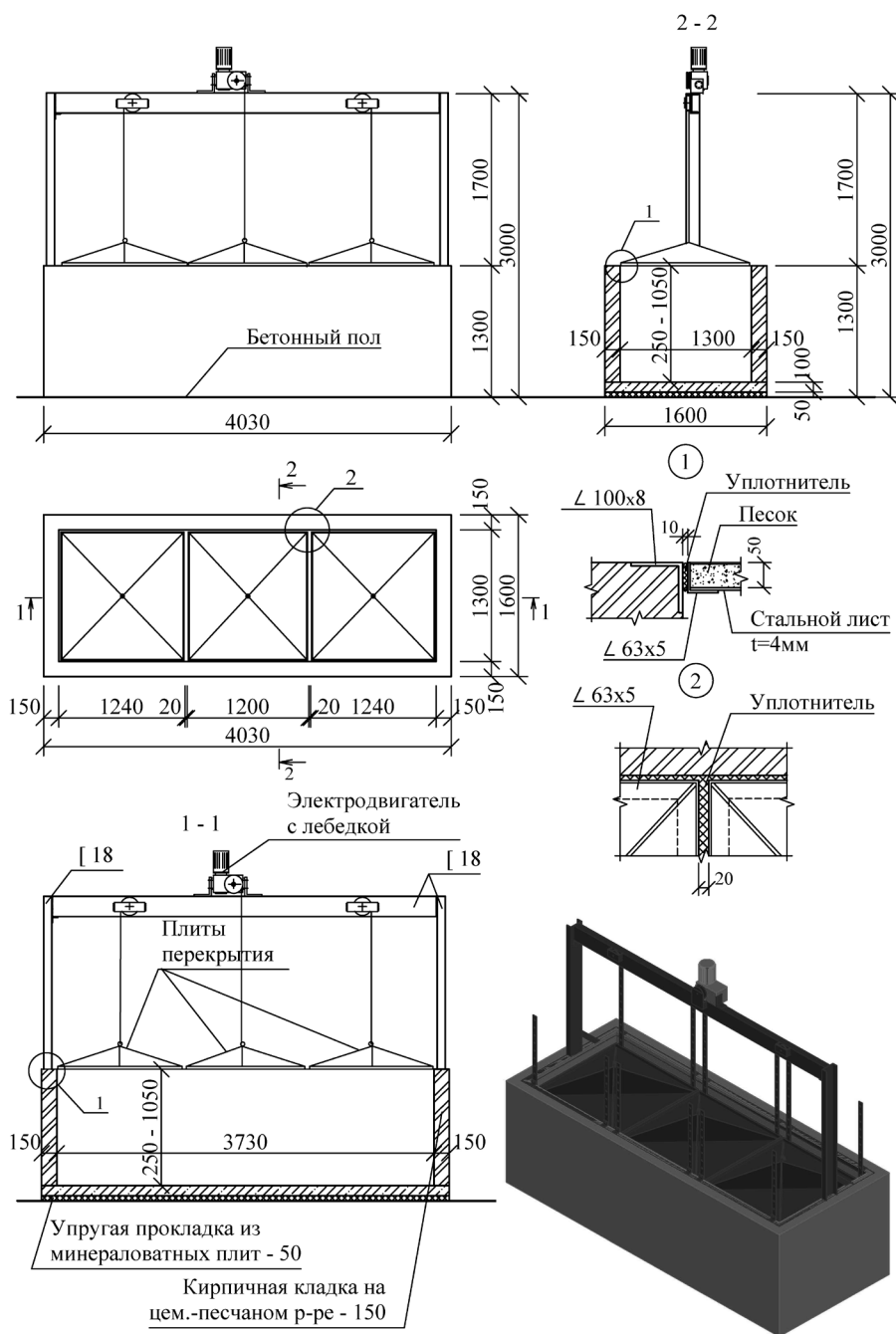


Рис. 1. Конструктивное решение экспериментальной установки для исследования влияния рассеивателей на распределение звуковой энергии в помещениях

Создание шумового поля в камере обеспечивается шариковым источником шума, разработанным в НИИСФ. Звуковая мощность источника в октавных по-

лосах со среднегеометрическими частотами 2 000, 4 000, 8 000 Гц составляет 90–105 дБ. Измерение шумовых характеристик в камере производится с помощью контрольно-измерительного тракта, состоящего из шумомера ЭКОФИЗИКА-100К, микрофонного предусилителя Р200, капсуля микрофонного, кабеля микрофонного, сетевого адаптера для работы в режиме телеметрии, персонального компьютера. Анализ результатов выполняется с использованием специального программного обеспечения. Измерительный тракт и программное обеспечение позволяют кроме сведений об уровнях получить данные о времени реверберации камеры и, соответственно, сведения о средних коэффициентах звукопоглощения.

Исследования выполнялись в модельных помещениях разных геометрических пропорций (соразмерных, длинных и плоских). В каждом помещении измерения производились без рассеивателей и при различном количестве рассеивателей. В свою очередь, рассеиватели принимались различными по объему. В качестве рассеивателей использовались силикатные кирпичи. Рассеиватели устанавливались различными плоскостями на пол модели. Всего рассматривалось 4 варианта положения рассеивателей: рассеиватели из одного кирпича $0,25 \times 0,12 \times 0,09(h)$ м с установкой на постель, то же с установкой на тычок $0,09 \times 0,12 \times 0,25(h)$ м; рассеиватели из двух кирпичей $0,25 \times 0,12 \times 0,18(h)$ м с установкой на постель, то же с установкой на тычок $0,18 \times 0,12 \times 0,25(h)$ м. При исследованиях использовались рассеиватели без звукопоглощения и со звукопоглощением на их поверхностях.

Для каждой ситуации измерения производились при отсутствии и наличии звукопоглощения на потолке модели. В качестве звукопоглощающего материала потолка и рассеивателей использовался эластичный пенополиуретан толщинами 20 и 10 мм соответственно.

Измерения производились при расположении в модели 15, 23, и 31 рассеивателя. Схема расположения рассеивателей, источника шума и расчетной точки дана на рис. 2.

Выполненные эксперименты позволили проанализировать влияние рассеивателей и их звукопоглощающих свойств на распределение звуковой энергии в помещениях разных пропорций с различным звукопоглощением ограждений.

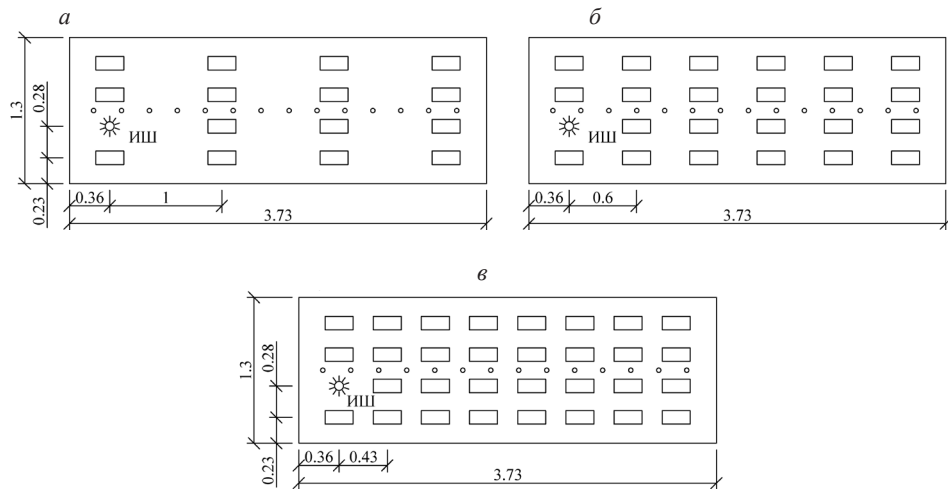


Рис. 2. Схемы расположения рассеивателей, источника шума и расчетных точек: а – 15 рассеивателей; б – 23 рассеивателя; в – 31 рассеиватель

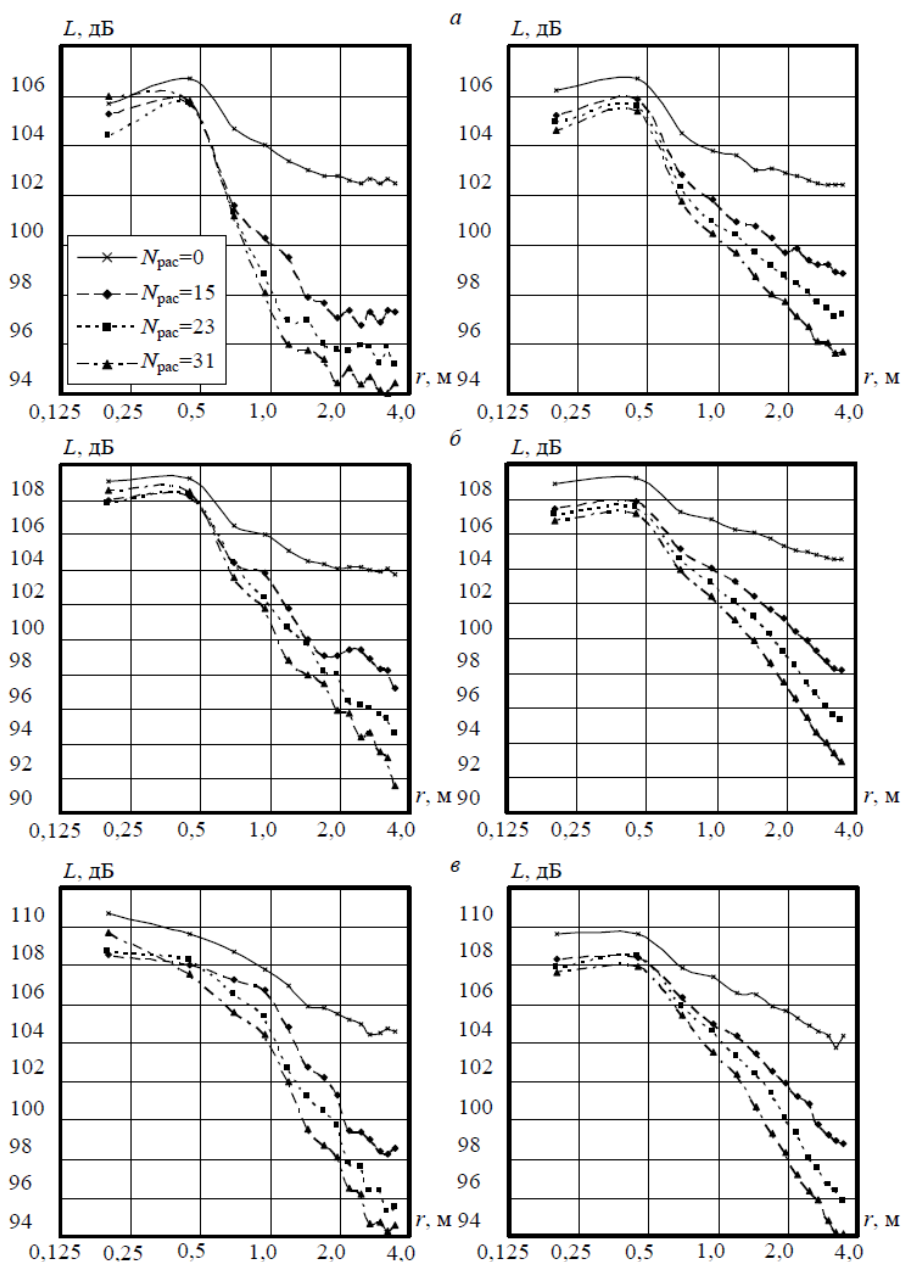


Рис. 3. Уровень звукового давления: *а* – в соразмерном; *б* – в длинном; *в* – в плоском помещении с рассеивателями $0,25 \times 0,12 \times 0,18(h)$ м, определенные экспериментально (слева) и рассчитанные (справа) с $f_{cp} = 4\,000$ Гц, $\alpha_{пот} = 0,07$ и $\alpha_{рас} = 0,23$

Анализ полученных результатов в целом показал, что в физических моделях всех пропорций размещение рассеивателей приводит к изменению спадов уровней звукового давления. Изменения спадов достаточно велики, и их неучет в расчет-



ном методе может приводить к существенным погрешностям в оценке уровней шума. Расхождения в дальней от источника зоне могут составлять 4–8 дБ в незаглушенных помещениях с хорошо отражающими звук рассеивателями и до 24 дБ в заглушенных помещениях.

Величина спадов зависит от плотности размещения рассеивателей. При увеличении плотности размещения рассеивателей спады уровней растут. Рост спадов увеличивается с увеличением звукопоглощения рассеивателей и с увеличением звукопоглощения потолка. Наибольшее влияние плотности размещения рассеивателей проявляется при заглушенном потолке и большом звукопоглощении рассеивателей. Последнее имеет большое значение для производственных помещений в текстильной промышленности и других подобных отраслях при высоких коэффициентах звукопоглощения оборудования и предметов.

В целом анализ полученных экспериментальных данных показывает, что основными показателями рассеивателей, влияющими на распределение звуковой энергии, являются суммарные площадь и звукопоглощение рассеивателей. Степень влияния их проявляется в комплексе с влиянием объемно-планировочных и акустических параметров помещений и трудноотделимо от них. Поэтому в расчетную модель распределения звуковой энергии в помещениях с рассеивателями целесообразно вводить характеристики, учитывающие эту комплексность. Такой характеристикой является длина среднего пробега звуковых волн в помещениях с рассеивателями [7]. Влияние звукопоглощения рассеивателей на распределение звуковой энергии возможно учесть в расчетной модели путем использования истинных коэффициентов звукопоглощения материалов поверхностей рассеивателей [8].

Расхождения между расчетными и экспериментальными данными составляет ± 1 –2 дБ, что свидетельствует об удовлетворительном описании распределения звуковой энергии в помещениях с рассеивателями, предложенной комбинированной расчетной моделью.

Расчетная модель адекватно реагирует на изменения объемно-планировочных и акустических характеристик помещения и изменения рассеивателей. Все эти изменения учитываются в модели комплексно.

В настоящее время установка используется для получения объема экспериментальных данных, необходимых для разработки инженерного метода оценки шума в помещениях с оборудованием.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Леденев, В. И. Расчет энергетических параметров шумовых полей в производственных помещениях сложной формы с технологическим оборудованием / В. И. Леденев, А. М. Макаров // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Строительство и архитектура. – Воронеж, 2008. – № 2 (10). – С. 94–101.
2. Комбинированный метод расчета шума в производственных помещениях с технологическим оборудованием / А. М. Макаров, О. Б. Демин, В. А. Дидицкий, С. И. Крышов // Вестник МГСУ. – Москва, 2011. – № 3-1. – С. 54–58.
3. Schroeder, M. R. Computer models for concert hall acoustics / M. R. Schroeder // AJP. – 1973. – V. 41, № 4. – P. 461–471.
4. Леденев, В. И. Статистические энергетические методы расчета шумовых полей при проектировании производственных зданий / В. И. Леденев. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2000. – 156 с.



5. Леденев, В. И. Статистические энергетические методы расчета отраженных шумовых полей помещений / В. И. Леденев, А. И. Антонов, А. Е. Жданов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – Тамбов, 2003. – Т. 9, № 4. – С. 713–717.

6. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2008610131. Российская Федерация. Расчет шумового поля в производственных помещениях с технологическим оборудованием комбинированным геометрическим статистическим методом / А. М. Макаров, А. И. Антонов. – Оpubл. 9.01.2008.

7. Леденев, В. И. Методика оценки звукопоглощающих характеристик технологического оборудования, размещаемого в производственных помещениях / В. И. Леденев, И. В. Матвеева, А. М. Макаров // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – Тамбов, 2004. – Т. 10, № 4-2. – С. 1103–1108.

8. Дидицкий, В. А. Экспериментальная проверка дополнительного роста звукопоглощения в помещениях за счет технологического оборудования как объемных звукопоглотителей / В. А. Дидицкий, В. И. Леденев, А. М. Макаров // Проблемы экологической безопасности и энергосбережения в строительстве и жилищно-коммунального хозяйства : материалы междунар. науч.-практ. конф. – Кавала (Греция), 2014. – С. 31–35.

MAKAROV Aleksandr Mikhaylovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of town-planning and road construction; MATVEEVA Irina Vladimirovna, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of town-planning and road construction

MODELING PROCESSES OF DISTRIBUTION OF SOUND ENERGY IN ROOMS WITH EQUIPMENT

Tambov State Technical University

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

Key words: production rooms, office rooms, processing equipment, lenses, noise, sound field, level of sound pressure.

The article offers a combined geometrical statistical method considering existence of scatterers indoors for calculation of sound energy in industrial buildings. To justify the developed method, physical modeling of processes of sound energy distribution in rooms with scatterers was performed. The results of model measurements and their comparison with estimated data are presented.

REFERENCES

1. Ledenyov V. I., Makarov A. M. Raschyot energeticheskikh parametrov shumovykh poley v proizvodstvennykh pomescheniyakh slozhnoy formy s tekhnologicheskim oborudovaniem [Calculation of energy parameters of noise fields in production rooms of the intricate shape with processing equipment]. Nauchny vestnik Voronezh. gos. arkhitektur.-stroit. un-ta [Scientific bulletin of Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering]. Voronezh. 2008. № 2(10). P. 94–101.

2. Makarov A. M., Dyomin O. B., Diditsky V. A., Kryshov S. I. Kombinirovanny metod raschyota shuma v proizvodstvennykh pomescheniyakh s tekhnologicheskim oborudovaniem [The combined noise calculation method in production rooms with processing equipment]. Vestnik Mosk. gos. stroit. un-ta. [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2011. № 3-1. P. 54–58.

3. Schroeder M. R. Computer models for concert hall acoustics. AJP. 1973. V. 41, № 4. P. 461–471.



4. Ledenyov V. I. Statisticheskie energeticheskie metody raschyota shumovykh poley pri proektirovaniy proizvodstvennykh zdaniy [Statistical energy methods of noise fields calculation at designing production buildings]. Tambov. 2000. 156 p.

5. Ledenyov V. I., Antonov A. I., Zhdanov A. E. Statisticheskie energeticheskie metody rascheta otrazhyonnykh shumovykh poley pomescheniy [Statistical energy calculation methods of reflected noise fields of rooms] Vestnik Tamb. gos. tekhn. un-ta [Bulletin of the Tambov State Technical University]. Tambov. 2003. Vol. 9, № 4. P. 713–717.

6. Svidetelstvo o registratsii programmy dlya EVM № 2008610131. Rossiyskaya Federatsiya [Certificate on software № 2008610131. Russian Federation]. Raschyot shumovogo polya v proizvodstvennykh pomescheniyakh s tekhnologicheskim oborudovaniem kombinirovannym geometricheskim statisticheskim metodom [Calculation of a noise field in production rooms with processing equipment by a combined geometrical statistical method]. Makarov A. M., Antonov A. I.; opubl. 9.01.2008.

7. Ledenyov V. I., Matveeva I. V., Makarov A. M. Metodika otsenki zvukopogloschayuschikh kharakteristik tekhnologicheskogo oborudovaniya, razmeschaemogo v proizvodstvennykh pomescheniyakh [Technique of estimation of sound absorbing characteristics of process equipment placed in industrial rooms]. Vestnik Tamb. gos. tekhn. un-ta [Bulletin of the Tambov State Technical University]. Tambov. 2004. Vol. 10, № 4-2. P. 1103–1108.

8. Diditsky V. A., Ledenyov V. I., Makarov A. M. Eksperimentalnaya proverka dopolnitelnogo rosta zvukopogloscheniya v pomescheniyakh za schyot tekhnologicheskogo oborudovaniya kak ob'yomnykh zvukopoglotiteley [The experimental control of extra increase of sound absorption in rooms due to processing equipment as extensional sound absorbers]. Problemy ekologicheskoy bezopasnosti i energosberezheniya v stroitelstve i zhilishno-kommunalnogo khoz-va: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konferentsii [Problems of ecological safety and energy saving in construction and housing and utility infrastructure: materials of the international scientific and practical conference]. Moscow-Kavala. 2014. P. 31–15.

© А. М. Макаров, И. В. Матвеева, 2016

Получено: 02.06.2016 г.

УДК 528.482

Г. А. ШЕХОВЦОВ, д-р техн. наук, проф. кафедры инженерной геодезии;
Р. П. ШЕХОВЦОВА, доц. кафедры инженерной геодезии; **О. В. РАСКАТКИНА**,
асс. кафедры технологии строительного производства; **А. М. АНУЩЕНКО**,
студент

О ФОТОГРАФИЧЕСКОМ СПОСОБЕ НИВЕЛИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

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

Ключевые слова: базис, нивелирование, пиксель, фотокамера.

Изложена сущность геодезического контроля планово-высотного положения путей мостового крана с помощью цифровых фотокамер. Описана методика и результаты моделирования фотографического способа нивелирования. Показано решение поставленной задачи и ее геометрическая интерпретация. Приведены примеры.

Экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений предусматривает, помимо прочего, контроль планово-высотного положения путей мостового

крана. Для этого, как правило, необходимо выполнение трех операций: определение ширины колеи подкранового пути, определение прямолинейности подкрановых рельсов и их нивелирование. Существующие способы контроля требуют многократного задействования мостового крана и выхода наблюдателя на подкрановый путь, что трудоемко и небезопасно.

Применение любительских цифровых неметрических камер в сочетании с компьютерной техникой и программ редактирования фотографических изображений (*Paint*, *ArchiCAD 18*, *Adobe Photoshop CS6* и др.) может кардинально изменить технологию такого контроля. В частности можно совместить операции по определению ширины колеи и прямолинейности подкрановых рельсов, а также нивелирование подкранового пути.

Сущность предлагаемого фотографического способа поясняется рис. 1 и заключается в следующем. На работающем кране закрепляют две марки 1 и 2, расстояние между которыми S измеряют. На кране имеются два вертикальных и два горизонтальных базиса известной длины b_v и b_r , скрепленные попарно между собой под прямым углом. Кран перемещают в конец цеха, пока он не расположится в створе двух колонн в пролете. В этом же створе устанавливают на рельсы два вертикальных (со скрепленными с ними горизонтальными) базиса (рис. 1).

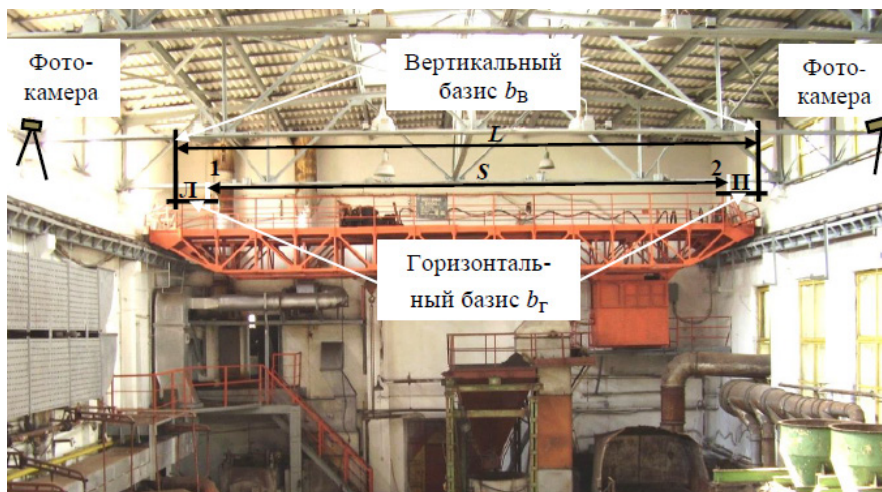


Рис. 1. Мостовой кран с марками 1, 2 и горизонтальными и вертикальными базисами

В начале кранового пути центрируют над левым (Л) и правым (П) рельсами две фотокамеры и измеряют их «высоту инструмента» над головкой рельса. Ориентируют оптическую ось каждой фотокамеры вдоль рельса, направляя ее на «высоту инструмента» на вертикальном базисе. Фотографируют базисы при неподвижном положении фотокамер, последовательно перемещая кран и устанавливая базисы в створе других колонн в пролете.

Полученные снимки выводят на экран монитора и с помощью одной из программ редактирования фотографических изображений выполняют, во-первых, подсчет количества пикселей Δ_v и Δ_r , приходящихся на длину вертикальных и горизонтальных базисов. Во-вторых, определяют количество пикселей Л и П между вертикальными базисами и марками 1 и 2 и берут отсчет, соответствующий положению курсора в центре рельса.

Величины Δ_r используют для определения размера одного пикселя $\delta_r = b_r/\Delta_r$, с помощью которого отсчеты на центр рельса переводят в метрическую систему единиц и находят разность каждого отсчета с начальным отсчетом. Эти разности характеризуют отклонение оси рельса от прямой.

Количество пикселей Δ_r или Δ_b можно использовать для различных целей, в том числе и для определения расстояний от фотокамеры до базисов по методикам, изложенным в работах [1, 2].

Для определения ширины L колеи необходимо количество пикселей Π и Π' перевести в метрическую систему $\Pi' = \delta_r \Pi$ и $\Pi' = \delta_r \Pi$, тогда ширина колеи будет равна: $L = S + \Pi' + \Pi'$. Некоторые результаты моделирования фотографического способа определения ширины колеи мостового крана приведены в работе [2].

Результаты измерений вертикального базиса b_b могут быть использованы для фотографического способа нивелирования. С целью определения возможности использования и предварительной оценки точности фотографического способа нивелирования было выполнено соответствующее моделирование. В качестве модели выступали две параллельные полосы в коридоре третьего этажа 5-го корпуса ННГАСУ. На левой (рис. 2а) и правой (рис. 2б) линиях были закреплены по 9 точек через 5-метровый интервал.

Методика моделирования заключалась в следующем. Фотоаппарат центрировали в начальной точке линии (станция 1). Определяли «высоту инструмента» от точки стояния до центра объектива. Устанавливали в конце линии (станция n) вертикально нивелирную рейку, ориентировали оптическую ось фотоаппарата на отсчет по рейке, равный «высоте инструмента», и фотографировали рейку.



Рис. 2. Закрепление точек на линиях, имитирующих подкрановые рельсы

Такое фотографирование при неизменном положении фотокамеры осуществляли, устанавливая последовательно рейку в заданных точках съемки. Фотографирование выполнялось с помощью аппарата Canon PowerShot S2 IS. Полученные снимки обрабатывались на персональном компьютере с использованием программы *Paint.NET*.

Для перехода от значений в пикселях к метрической системе единиц необходимо произвести масштабирование каждого снимка следующим образом. С помощью пункта меню «Вид» устанавливается режим «Пиксели». На окне инструментов выбирается инструмент «Выбор прямоугольной области». Лево́й кнопкой мыши выделяется часть нивелирной рейки с известным отсчетом (рис. 3). В строке состояния отобразится размер выделенной области (например: 53×393, что соответствует 53 пикселям по горизонтали, 393 пикселям по вертикали). Чтобы определить масштаб, необходимо отсчет по нивелирной рейке разделить на количество пикселей.

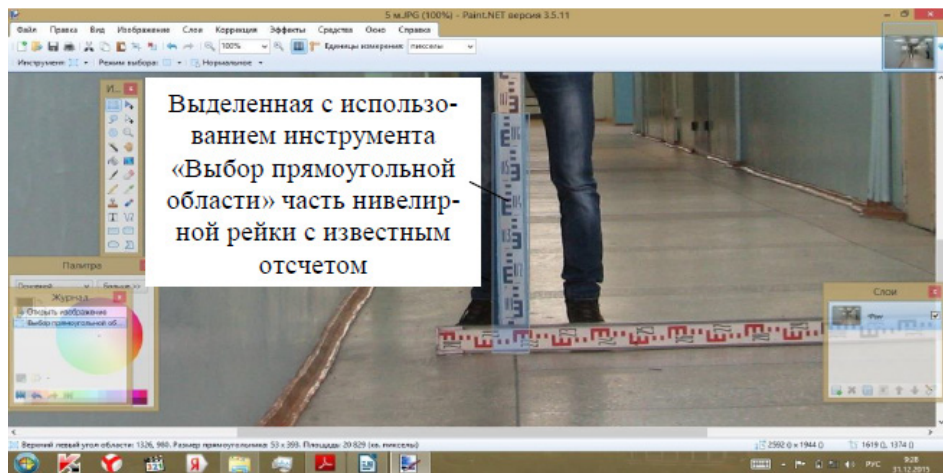


Рис. 3. Обработка фотографий в программе *Paint.NET* на этапе масштабирования

Результаты масштабирования снимков по вертикальной и (для сравнения) по горизонтальной рейкам представлены в табл. 1 и 2. На основании данных этих таблиц установлено, что размер пикселя δ оказался практически одинаковым, не зависящим от размера базисов и их горизонтального или вертикального расположения.

Таблица 1

Масштабирование снимков по вертикальной рейке

Расстояние, м	Левая линия			Правая линия		
	отсчет по рейке		δ , мм/пкс	отсчет по рейке		δ , мм/пкс
	пкс	мм		пкс	мм	
5	423	750	1,77	420	750	1,79
10	210	750	3,57	210	750	3,57
15	140	750	5,36	141	750	5,32
20	106	750	7,08	104	750	7,21
25	84	750	8,93	854	750	8,82
30	71	750	10,56	71	750	10,56
35	60	750	12,50	61	750	12,30
40	53	750	14,15	52	750	14,42

Таблица 2

Масштабирование снимков по горизонтальной рейке

Расстояние, м	Левая линия			Правая линия		
	отсчет по рейке		δ , мм/пкс	отсчет по рейке		δ , мм/пкс
	пкс	мм		пкс	мм	
5	226	400	1,77	227	400	1,76
10	112	400	3,57	112	400	3,57
15	75	400	5,33	75	400	5,33
20	56	400	7,14	56	400	7,14
25	45	400	8,89	45	400	8,89
30	38	400	10,53	38	400	10,53
35	32	400	12,50	32	400	12,50
40	28	400	14,29	28	400	14,29

Методика осуществления фотографического способа нивелирования предусматривает закрепление вертикального базиса на снимке последней станции. Для этого на фотографии последней станции находим отсчет, на который производилось ориентирование (рис. 4а). Выбираем инструмент «Линия» и проводим прямую (базис) на этом отсчете, который в нашем случае был равен 750 мм (рис. 4б).

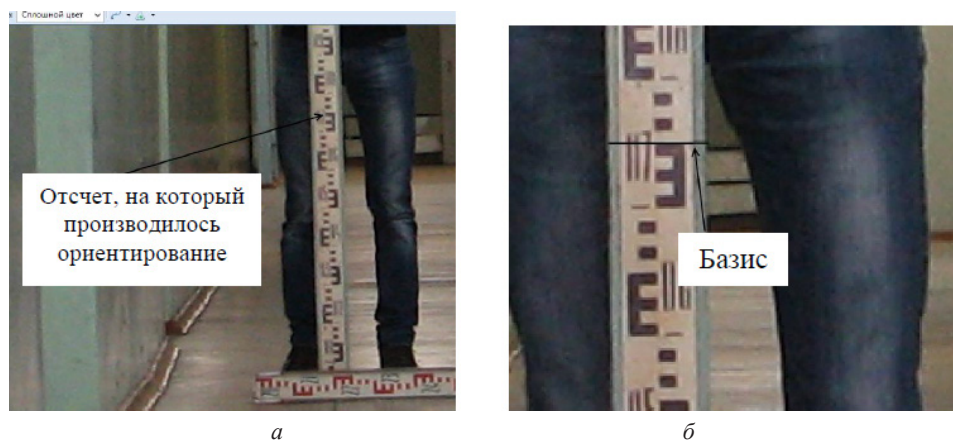


Рис. 4. Обработка фотографий в программе *Paint.NET* на этапе закрепления базиса

Затем производится последовательное наложение фотографий станций ($n-1$), ($n-2$) и т. д. на фотографию станции n . Наложение фотографий осуществляется следующим образом. В строке меню «Слой» необходимо выбрать пункт «Импорт из файла» (рис. 5а) и открыть требуемую фотографию. Затем в строке меню «Слой», выбрав пункт «Свойства слоя» (рис. 5а), установить в открывшемся окне (рис. 5б) режим «Нормальный», прозрачность слоя в интервале 100–130. В итоге на экране отобразятся обе фотографии.

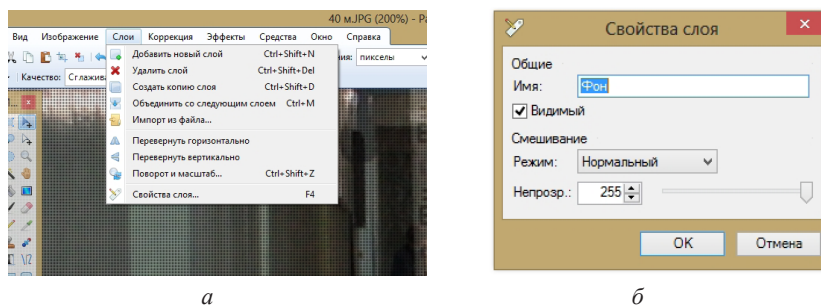


Рис. 5. Обработка снимков в программе Paint.NET на этапе наложения фотографий

Наконец, используя инструмент «Выбор прямоугольной области», необходимо левой кнопкой мыши выделить часть нивелирной рейки от отсчета, на который производилось ориентирование фотоаппарата, до закрепленного базиса. Полученное по вертикали число пикселей Δ_v (рис. 6) необходимо прибавить к отсчету ориентирования, если базис выше его, или вычесть Δ_v из отсчета ориентирования, если базис ниже этого отсчета.

Полученные таким образом данные заносят в таблицу, производят перевод полученных измерений в метрическую систему единиц и вычисляют превышения между нивелируемыми точками.



Рис. 6. Обработка снимков в программе Paint.NET на этапе определения превышения

По изложенной выше методике было выполнено фотографическое нивелирование точек левой и правой линий (табл. 3 и 4).



Таблица 3

Результаты нивелирования левой линии

Расстояние, м	Отсчет (фото) Δ_B		Отсчет ориентирования	Отсчет по рейке (фото), мм	Превышение (фото), мм	Отсчет (нивелирование) мм	Превышение (нивелирование), мм	Δ , мм
	пкс	мм						
0	—	—	750	750,00	0,00	1346	0	0,0
5	7	12,41	750	762,41	12,4	1357	11	1,4
10	7	25,00	750	775,00	12,6	1368	11	1,6
15	5	26,79	750	776,79	1,8	1371	3	-1,2
20	4	28,30	750	778,30	1,5	1377	6	-4,5
25	4	35,71	750	785,71	7,4	1383	6	1,4
30	1	10,56	750	760,56	-25,2	1354	-29	3,8
35	1	12,50	750	762,50	1,9	1358	4	-2,1
40	—	0,00	750	750,00	-12,5	1346	-12	-0,5

Таблица 4

Результаты нивелирования правой линии

Расстояние, м	Отсчет (фото) Δ_B		Отсчет ориентирования	Отсчет по рейке (фото), мм	Превышение (фото), мм	Отсчет (нивелирование) мм	Превышение (нивелирование), мм	Δ , мм
	пкс	мм						
0	—	—	750	750,00	0,00	1344	0	0,0
5	3	5,36	750	755,36	5,4	1348	4	1,4
10	3	10,71	750	760,71	5,4	1357	9	-3,6
15	3	15,96	750	765,96	5,2	1365	8	-2,8
20	3	21,63	750	771,63	5,7	1373	8	-2,3
25	1	8,82	750	758,82	-12,8	1361	-12	-0,8
30	0	0,00	750	750,00	-8,8	1351	-10	1,2
35	1	12,30	750	762,30	12,3	1358	7	5,3
40	—	0,00	750	750,00	-12,3	1344	-14	1,7

С целью контроля было произведено нивелирование этих точек с помощью нивелира 2Н-3Л. Для этого нивелир устанавливали в точке 1, измеряли «высоту инструмента» и наводили среднюю нить сетки на отсчет по рейке, установленной в точке n , равный «высоте инструмента». Затем при неизменном положении визирной оси нивелира брали отсчеты по рейке, устанавливаемой последовательно в точках $(n-1)$, $(n-2)$ и т. д. Полученные данные представлены в табл. 3 и 4 и отражены на графиках (рис. 7 и 8).

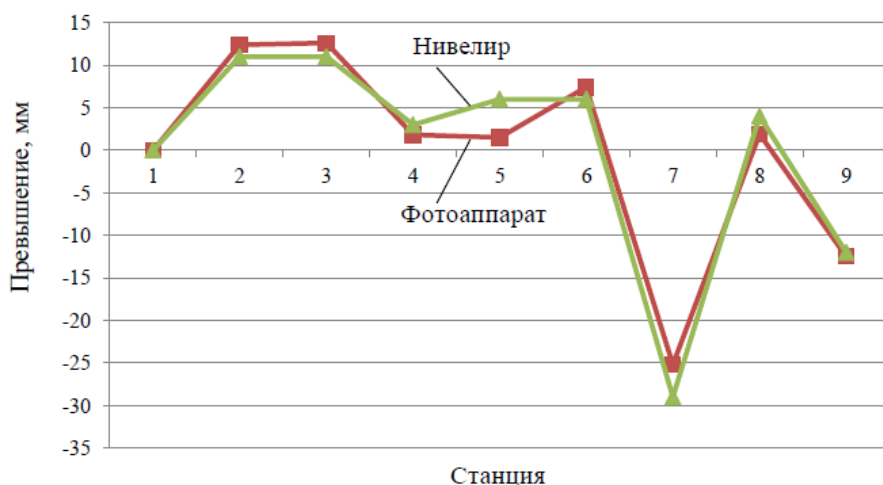


Рис. 7. Продольный профиль левой линии

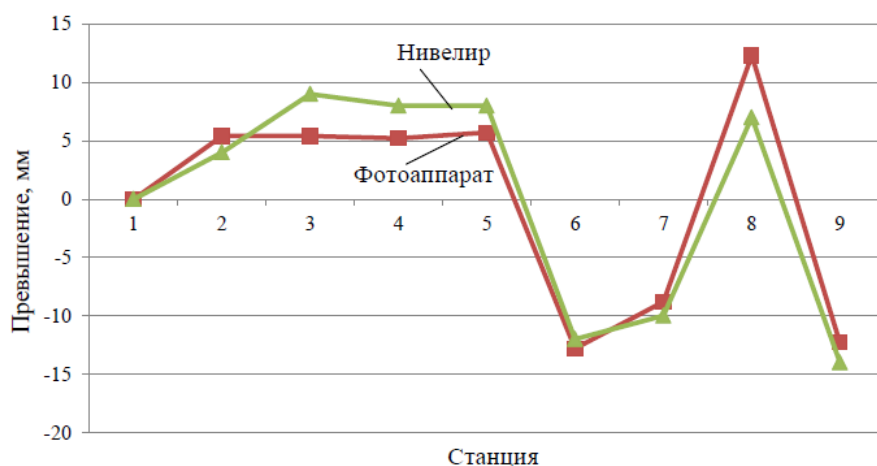


Рис. 8. Продольный профиль правой линии

Анализ данных табл. 3 и 4 и графиков (рис. 6 и 7) показывает хорошую сходимость результатов фотографического и геометрического способов нивелирования.

В заключение отметим, что результаты проведенного моделирования подтвердили возможность использования фотографического способа контроля планово-высотного положения путей мостового крана. Установлено, что точность измерений в значительной степени зависит от качества снимков. Значительно повысить точность получаемых результатов возможно путем использования снимков более высокого разрешения, для чего необходимо использовать фотоаппараты с более высоким разрешением матрицы.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шеховцов, Г. А. Калибровка цифровой камеры с целью измерения расстояний / Г. А. Шеховцов, Р. П. Шеховцова, Е. В. Попов, Ю. Н. Раскаткин // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2015. – № 4. – С. 131–140.
2. Шеховцов, Г. А. Перспективы использования фотографического способа определения пространственного положения строительных конструкций инженерных сооружений / Г. А. Шеховцов, Р. П. Шеховцова, Ю. Н. Раскаткин // Промышленная безопасность-2012 : сб. ст. / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2012. – С. 35–38.
3. Рыжевская, Я. А. Некоторые результаты моделирования фотографического способа определения ширины колеи мостового крана / Я. А. Рыжевская, Ю. Д. Щелокова // Сборник трудов аспирантов, магистрантов и соискателей / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2015. – С. 208–214.

SHEKHOVTSOV Gennady Anatol'evich, doctor of technical sciences, professor of the chair of engineering geodesy; SHEKHOVTSOVA Raisa Pavlovna, associate professor of the chair of engineering geodesy; RASKATKINA Olga Valer'evna, assistant of the chair of building technology; ANUSCHENKO Aleksandr Mikhaylovich, student

ABOUT THE PHOTOGRAPHIC METHOD OF BUILDING STRUCTURES LEVELING

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 434-05-26; fax: +7 (831) 430-19-36; e-mail: ing_geod@nngasu.ru

Key words: baseline, leveling, pixel, photo camera.

The article describes the essence of a geodetic control of a plan-high position of bridge crane rails with the help of digital cameras. Methods and results of modeling the leveling by a photographic method are described. The solution of the assigned task and its geometrical interpretation are shown. Examples are given.

REFERENCES

1. Shekhovtsov G. A., Shekhovtsova R. P., Popov E. V., Raskatkin Yu. N. Kalibrovka tsifrovoy camery s tsel'yu izmereniya rassstoyaniy [Calibration of a digital camera to measure distances] // Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal] / Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2015. № 4. P. 131–140.
2. Shekhovtsov G. A., Shekhovtsova R. P., Raskatkin Yu. N. Perspektivy ispolzovaniya fotograficheskogo sposoba opredeleniya prostranstvennogo polozheniya stroitelnykh konstruksiy inzhenernykh sooryzheniy [Prospects of using photographic method of determining an attitude position of engineering structures] // Promyshlennaya bezopasnost-2012 [Industrial safety –2012]. Sb. st., Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2012. P. 35–38.
3. Ryzhevskaya Ya. A., Schyolokova Yu. D. Nekotorye rezultaty modelirovaniya fotograficheskogo sposoba opredeleniya shiriny kolei mostovogo kрана [Some results of the photographic method modeling for determining the track width of a bridge crane] // Sbornik trudov aspirantov, magistrantov i soiskateley [Collected papers of graduates, undergraduates and applicants] / Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2015. № 4. P. 208–214.

© Г. А. Шеховцов, Р. П. Шеховцова, О. В. Раскаткина, А. М. Анущенко, 2016
Получено: 06.06.2016 г.

УДК 621.577

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

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРОКОМПРЕССИОННЫХ И ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

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

Ключевые слова: парокомпрессионный тепловой насос, термоэлектрический тепловой насос, термоэлемент, коэффициент преобразования.

Представлен сравнительный анализ функционирования, эффективности и конструктивных особенностей парокомпрессионных и термоэлектрических тепловых насосов.

Работа по циклу тепловых насосов позволяет более равномерно нагружать холодильные установки в течение года и снижать амортизационные отчисления. Кроме того, применение тепловых насосов позволяет повышать эффективность использования электрической энергии и, как следствие, улучшать экологию окружающей среды.

Применение в качестве тепловых насосов парокомпрессионных и холодильных установок незначительно в Российской Федерации и, как правило, ограничивается фреоновыми установками. Тем самым максимальная температура воды после конденсатора достигает только 70 °С. Последнее приводит к увеличению теплообменных поверхностей установки. В то же время эксплуатация фреоновых установок наносит вред окружающей среде, так как фреон очень текуч и содержит такие газы, как хлор, фосген, первого и второго класса опасности [1]. На наш взгляд, возможно применение аммиачных холодильных установок в качестве тепловых насосов. Аммиак относится к четвертому классу опасности и не наносит вред окружающей среде, так как относится к азотистым удобрениям. При этом температура воды после конденсатора может превышать 100 °С. Это подтверждает уравнение для процесса адиабатного сжатия [2]:

$$\frac{T_K}{T_0} = \left(\frac{P_K}{P_0} \right)^{\frac{k-1}{k}}, \quad (1)$$

где T_K , P_K – температура и давление в конденсаторе; T_0 , P_0 – температура и давление в испарителе; k – показатель адиабаты: для фреона $k = 1,11$, для аммиака $k = 1,31$.

При затрате работы тепловой насос передает теплоту от источника низкопотенциальной теплоты к приемнику с более высоким потенциалом. Один из важных показателей эффективности теплового насоса – коэффициент преобразования:



$$\mu_n = Q/AL = (Q_0 + AL)/AL, \quad (2)$$

где Q_0 – теплота, получаемая в испарителе; AL – теплота, эквивалентная производимой работе; Q – теплота, отданная в конденсаторе.

Максимальный коэффициент преобразования соответствует идеальному циклу Карно и выражается отношением:

$$\mu_n = T_K / (T_K - T_0) = 1 / [1 - (T_0 - T_K)] \quad (3)$$

Коэффициент μ_n при $T_K = 20-80$ °С и $\Delta_T = T_K - T_0 = 10-80$ °С для идеального цикла составляет $\mu_n = 32-4$, для реального $\mu_n = 9-2$.

Для достижения большого коэффициента преобразования следует поддерживать низкую температуру конденсации и высокую температуру кипения. Нижний предел температуры кипения обычно ограничивается условиями замерзания жидкости, пропускаемой через испаритель, или выпадением инея на его поверхности. Для удаления инея применяют оттаивание, которое вызывает дополнительный расход энергии и ряд затруднений. Одним из них является то, что пар холодильного агента, выходящий из поршневого, ротационного и винтового маслозаполненного компрессоров, всегда уносит с собой частицы смазочного масла. Масло увлекается паром как в виде мелкодисперсных частиц, так и в парообразном состоянии, поскольку при температурах, которые могут быть при сжатии рабочего тела в компрессоре, происходит испарение некоторых фракций смазочного масла. По данным М. А. Горбунова, испаряемость масла сильно растет при повышении температуры. Так, при 80 °С испаряется 3 %, при 100 °С – 8 %, а при 140 °С – уже 35 % всего масла [3].

При движении хладагента по трубопроводу к конденсатору происходит понижение температуры пара вследствие теплообмена с окружающей средой, в результате чего часть парообразного масла конденсируется и движется с потоком хладагента в виде мелких капель диаметром 0,3–3 мкм [3]. Из компрессора же уносятся гораздо более крупные капли. Таким образом, масло, транспортируемое потоком хладагента по нагнетательному трубопроводу, может быть в трех модификациях: парообразное масло; мелкие капли, образовавшиеся при конденсации парообразного масла; крупные капли, вынесенные потоком пара из компрессора.

Как известно, размер твердых или жидких частиц, которые могут уноситься потоком газа, зависит от скорости потока, а минимальная скорость, при которой частица данного размера и массы уносится газовым потоком, называется скоростью витания. Она определяется из условия равенства веса частицы силе сопротивления, оказываемой падению частицы газовым потоком, движущимся вертикально вверх. При соблюдении этого условия частица оказывается неподвижной в потоке воздуха, а при большей скорости, чем скорость витания, частица будет уноситься потоком.

Скорости витания масляных капель различного диаметра приведены в табл. 1.

Таблица 1

Скорости витания w масляных капель различного диаметра d в аммиачном перегретом паре с давлением 1,2 МПа и температурой 100 °С

d_m , мм	0,05	0,10	0,20	0,40	1,00
w_v , м/с	0,091	0,20	0,46	0,92	2,1



На рис. 1. представлен график взаимной растворимости жидких хладагентов и масел.

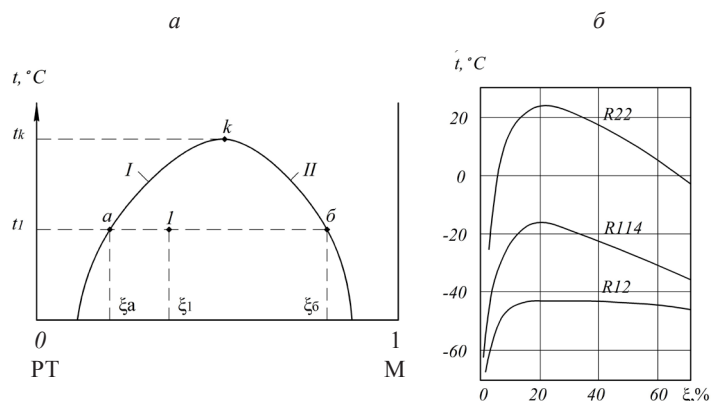


Рис. 1. График взаимной растворимости жидких хладагентов и масел (PT – рабочее тело; M – масло): I – смесь с содержанием масла (ξ_1) и хладагента ($1 - \xi_1$); a – раствор масла (ξ_a) в хладагенте ($1 - \xi_a$); б – раствор агента ($1 - \xi_b$) в масле ξ_b

Высший предел температуры конденсации ограничивается величиной давления в конденсаторе, выбираемой либо из экономических соображений, либо из условий прочности элементов теплового насоса.

Важным показателем эффективности тепловых насосов служит условный КПД, или тепловой коэффициент, который представляет собой отношение количества энергии, отдаваемой тепловым насосом, к количеству энергии, подведенной топливом.

Если коэффициент преобразования всегда больше единицы, то условный КПД бывает больше или меньше единицы.

Источником низкопотенциальной энергии могут служить: отходящие газы; сбросные, сточные, оборотные, грунтовые, геотермальные воды; наружный и удаляемый из зданий воздух; грунт и солнечная энергия. Приемниками теплоты – вода системы отопления, теплоснабжения, воздухонагревателей или горячего водоснабжения.

Следует отметить, что значения расчетных мгновенного и среднего коэффициентов преобразования, а также эксергетического КПД не полностью характеризует эффективность теплового насоса. Его исчерпывающую оценку могут дать только достигаемая экономия первичного энергоносителя (топлива) и технико-экономические показатели.

Тепловым насосом, который сравнивается с вышеприведенным, будет термоэлектрический.

Извлечение теплоты из воздуха или воды с помощью термоэлектрического (полупроводникового) теплового насоса основано на том, что если через полупроводники пропустить постоянный ток, то в месте спая полупроводника с так называемой дырочной проводимостью (+) и полупроводника с электронной проводимостью (–) выделяется или поглощается теплота. При направлении тока от положительного полупроводника к отрицательному в месте контакта выделяется теплота, а при обратном направлении тока в месте контакта теплота поглощается. Расход электрической энергии зависит от температуры источника теплоты и температуры воздуха, подаваемого в помещение. Соблюдается следующее равенство:



$$Q_T = Q_X + Q_Э, \quad (4)$$

где Q_T , Q_X , $Q_Э$ – соответственно теплота, передаваемая от горячего спая, теплота отнимаемая от холодного спая и подводимая с электроэнергией, затрачиваемой на создание разности температур между горячими и холодными спаями термоэлемента.

Теплопроизводительность выражается формулой [4]:

$$Q_T = \alpha_S \cdot T_i \cdot I + (I^2 R / 2) - \lambda \cdot \Delta T, \quad (5)$$

где α_S – коэффициент термоэлектродвижущей силы полупроводников; I – сила тока; R – электрическое сопротивление; λ – коэффициент теплопроводности элемента цепи; ΔT – перепад температур между горячей и холодной сторонами элемента; T_H – абсолютная температура горячей стороны элемента.

Для термодинамической оценки процесса получения теплоты используется коэффициент преобразования:

$$\mu_n = \frac{Q_T}{Q_S}. \quad (6)$$

Важной характеристикой эффективности полупроводников является эффективность полупроводникового материала z , $\frac{1}{K}$.

Максимально достижимая разность температур определяется:

$$\Delta T_{\text{макс}} = z \cdot T_X / 2 \quad (7)$$

Для выпускаемых промышленностью полупроводниковых материалов (висмут-теллур и висмут-селен) $z = (2,6-3,2) \cdot 10^{-3}$, $\frac{1}{K}$ [4].

При современном качестве полупроводников и $\Delta T = 10-20$ К коэффициент преобразования получен соответственно $\mu_T = 2,5-1,5$.

Для повышения значения μ_T необходимо в полупроводниках повышать значение z .

Конструкции полупроводниковых тепловых насосов отличаются только числом термобатарей и компоновкой. Известны полупроводниковые устройства мощностью до 450 кВт.

Автономные полупроводниковые тепловые насосы могут быть использованы в качестве доводчиков в крупных системах кондиционирования воздуха, например в многоканальных системах, обслуживающих помещения, где не допускается высокий уровень шума [5]. Главная объективная причина, затрудняющая широкое применение полупроводниковых тепловых насосов в современных системах кондиционирования воздуха – малая величина z .

Преимуществом парокомпрессионных тепловых насосов является то, что коэффициент преобразования этих тепловых насосов на порядок больше термоэлектрических. Достоинства полупроводниковых тепловых насосов: отсутствие компрессоров и хладагентов, малозумность в работе, возможность ступенчатого регулирования тепло- и холодопроизводительности, большой срок службы, малая потребность в обслуживании, малые затраты производственной площади и возможность размещения непосредственно в обслуживаемом помещении без нарушения акустических требований.



Проведенный анализ эффективности работы тепловых насосов показывает, что эффективность парокомпрессионных тепловых насосов в целом выше, чем у термоэлектрических. Однако следует заметить, что при малой тепло- и холодопроизводительности (до 20 Вт) потери парокомпрессионных устройств значительны и коэффициент преобразования термоэлектрических устройств даже выше.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности : ГОСТ 12.1.007-76. – Введ. 1977-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2007.
2. Кириллин, В. А. Техническая термодинамика : учеб. для вузов / В. А. Кириллин, В. В. Сычев, А. Е. Шейндин. – Москва : Энергоатомиздат, 1979. – 512 с.
3. Курылев, Е. С. Холодильные установки / Е. С. Курылев, Н. А. Герасимов. – Ленинград : Машиностроение, 1980. – 622 с.
4. Кошкин, Н. Н. Холодильные машины / Н. Н. Кошкин, И. А. Сакун, Е. М. Бамбушек. – Москва : Пищев. пром-сть, 1974. – 512 с.
5. Карпис, Е. Е. Энергосбережение в системах кондиционирования воздуха / Е. Е. Карпис. – Москва : Стройиздат, 1986. – 280 с.

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

THE ANALYSIS OF EFFICIENCY OF VAPOR-COMPRESSOR AND THERMOELECTRIC HEAT PUMPS

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

Key words: vapor-compression heat pump, thermoelectric heat pump, thermoelement, coefficient of performance.

The article offers the analysis of efficiency, functioning and construction features of vapor-compression and thermoelectric heat pumps.

REFERENCES

- 1 GOST 12.1.007-76. ССБТ. Vrednye veschestva. Klassifikatsiya i obshchie trebovaniya bezopasnosti [Harmful substances. Classification and general requirements of safeness]. – Vved. 1977-01-01. – Moscow : Standartinform, 2007.
2. Kirillin, V. A., Sychyov, V. V., Sheyndlin, A. E. Tekhnicheskaya termodinamika [Technical thermodynamics]: uchebnik dlya vuzov. Moscow : Energoatomizdat, 1979, 512 p.
3. Kurylyov, E. S., Gerasimov, N. A. Kholodilnye ustanovki [Refrigeration units] / Leningrad : Mashinostroenie, 1980, 622 p.
4. Koshkin, N. N., Sakun, I. A., Bambushek, E. M. Kholodilnye mashiny [Refrigeration units] / Moscow : Pischevaya promyshlennost, 1974, 512 p.
5. Karpis, E. E. Energoberezhenie v sistemakh konditsionirovaniya vozdukha [Energy efficiency in air conditioning systems] / Moscow : Stroyizdat, 1986, 280 p.

© П. Т. Крамаренко, И. П. Грималовская, Т. Р. Севоян, 2016
Получено: 18.06.2016 г.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

УДК 628.543

А. С. ТАРАСОВ, вед. инж.-технолог отдела очистных сооружений¹, аспирант кафедры водоснабжения и водоотведения²; **А. Л. ВАСИЛЬЕВ**², д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой водоснабжения и водоотведения

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ТРУДНООКИСЛЯЕМЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В СТОЧНЫХ ВОДАХ

¹ООО НПО «Агростройсервис»

Россия, 606029, Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 75.
Тел.: (8313) 34-75-40; эл. почта: oos1@acs-nnov.ru

²ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел./факс: (831) 430-08-60;
эл. почта: k_viv@nngasu.ru

Ключевые слова: аэробное окисление спиртов, этиленгликоль, муравьиная кислота, метаболизм.

Выполнено исследование химико-физических свойств загрязняющих веществ и проведен подбор эффективной схемы очистки сточных вод химического предприятия, загрязняющего органическими соединениями водные бассейны рек Нижегородской области.

Применяемые в настоящее время системы и принципы очистки сточных вод весьма разнообразны, и среди них едва ли не самое значительное место отведено биологическим методам, так как биологическая очистка – это, прежде всего, деструкция чуждых природной воде соединений.

Значительная часть углерода органических соединений в результате такой деструкции переводится в углекислоту и в живые клетки бактерий, которые сами по себе уже безвредны и часто даже полезны окружающей среде, поскольку могут быть источником всех питательных элементов, необходимых почве.

Однако хорошо известно, что сброс неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод в открытые водоемы приводит к нарушению в них экологического равновесия. В лучшем случае это сопровождается перестройкой биоценоза водоема с развитием наиболее толерантных форм, а в худшем заканчивается полной гибелью аэробных организмов и развитием процессов гниения.

На современном сложном в экологическом отношении этапе развития химической технологии получения поливинилхлорида (ПВХ) радикальным решением проблемы очистки сточных вод является полное исключение сброса их в водоем путем разработки технологии и технических средств очистки отработанных вод до таких концентраций примесей, которые позволяют возвращать очищенные воды в производственный цикл.

При окислении промышленных сточных вод возникают микроорганизмы, измененные в биохимическом отношении. Сущность процесса биологической очистки состоит в том, что растворенные органические вещества потребляются микроорганизмами, причем часть органических веществ окисляется, а часть трансформируется в биомассу.



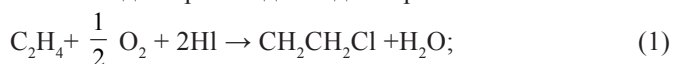
К сточным водам производства ПВХ относятся: вода, отработанная в процессе полимеризации винилхлорида; различные виды конденсатов, образующихся на стадиях дегазации ПВХ и улавливания незаполимеризовавшегося винилхлорида, а также вода после промывки технологического оборудования на всех стадиях производства.

Наибольшее количество сточных вод образуется при полимеризации винилхлорида суспензионным способом, так как большая часть участвующей в процессе полимеризации воды выделяется на центрифуге в виде фугата (маточника).

На изучаемом нами производстве поливинилхлорида количество сточных вод составляет около 540 м³/сут. Образованная смешанная вода является кислотой, загрязненной органическими соединениями и остаточным катализатором из реактора с псевдоожиженным слоем.

Сточные воды, подлежащие очистке, представляют собой соединение трех источников:

- 1) окислорирование этилена для производства дихлорэтана:



- 2) 5 %-й раствор каустической соды для нейтрализации сточной воды;

- 3) конденсированная вода.

Действующая и функционирующая установка физико-химической очистки сточных вод происходит в три этапа (рис. 1):

- 1) нейтрализация 5 %-м раствором каустической соды;

- 2) удаление дихлорэтана и легкой хлорорганики с непосредственным нагнетанием пара;

- 3) физико-химическая очистка для удаления остатков катализатора.

Данные табл. 1 характеризуют эффективность работы блока физико-химической очистки стоков. Анализируя концентрации химических соединений, можно сделать вывод, что необходима доочистка биологическим способом.

Таблица 1

Эффективность работы блока физико-химической очистки стоков

Наименование загрязняющего компонента	Единица измерения	Показатели сточной воды после установки физико-химической очистки	Показатели сточной воды, которые необходимо достигнуть для повторного использования в производстве
общее содержание органического углерода	мг углерода/л	1 312,70	< 1 500
этиленгликоль	мг/л	1 400	< 250
муравьиная / метановая кислота	мг/л	5 000	< 2500
ХПК	мг О ₂ /л	3 750	1 200
БПК _{полн}	мг О ₂ /л	3 330	2 160

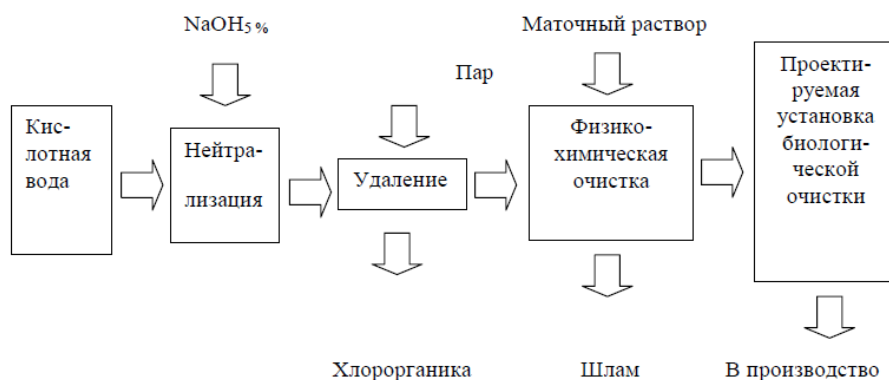


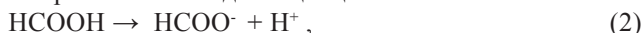
Рис. 1. Схема существующей технологической схемы очистки сточных вод производства ПВХ

Основные загрязняющие вещества в сточных водах – этиленгликоль (ЭГ) и муравьиная кислота – обнаруживаются в достаточно высоких и неприемлемых для биологической очистки концентрациях.

Рассмотрим химические свойства загрязняющих веществ и методы нейтрализации (ЭГ).

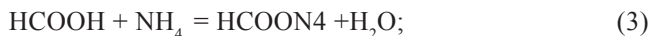
Этиленгликоль $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ – двухатомный спирт, простейший представитель полиолов (многоатомных спиртов) представляет собой прозрачную бесцветную жидкость. Допустимая концентрация для биологической очистки – 1 000 мг/л, степень очистки – 65 %. Не имеет запаха и обладает сладковатым вкусом. Токсичен. Содержание в сточных водах – 1 400 мг/л.

Муравьиная кислота HCOOH представляет собой неокрашенную жидкость, растворимую в воде, бензоле, ацетоне. Безопасной и оказывающей раздражающий эффект считается концентрация до 10 %, большая концентрация обладает уже разъедающим эффектом. Содержание в сточных водах – 5 000 мг/л, допустимая концентрация для биологической очистки – 300 мг/л, степень очистки составляет 85 %. Раствор муравьиной кислоты – это электролит, при ее растворении в воде происходит процесс электролитической диссоциации:



при этом кислотность воды повышается, и для нейтрализации необходимо добавить раствор, обладающей щелочной реакцией, к таким растворам относятся:

– нашатырный спирт – водный раствор аммиака, содержащий гидроксид аммония NH_4OH . При его взаимодействии с муравьиной кислотой происходит реакция нейтрализации:



– водный раствор пищевой соды – гидрокарбонат натрия NaHCO_3 , при этом происходит реакция нейтрализации:



Цель исследований – интенсификация работы установки биологической очистки для удаления высококонцентрированных сточных вод и ускорения процесса очистки от основных загрязняющих веществ – муравьиной кислоты и этиленгликоля.



В лабораторных условиях нами был поставлен эксперимент. В высококонцентрированные сточные воды, содержащие этиленгликоль, вводились микроорганизмы рода «*Arthrobacter*», обеспечивая плотность посева 10^8 – 10^9 кл/мл. Следует отметить, что в сточных водах, поступающих на биологическую очистку, наблюдается недостаток азота и фосфора. Поэтому необходимо на входе сточных вод в аэробные реакторы предусмотреть установку биоподпитки для дозирования растворов аммонийного азота NH_4NO_3 в количестве 0,12–0,48 г/л и фосфора Na_2HPO_4 в количестве 0,4–0,8 г/л, обеспечивая необходимое для жизнедеятельности микроорганизмов соотношение по углероду, азоту, фосфору как 100:5:1.

Концентрация этиленгликоля в сточных водах, содержание источников азота и фосфора в каждом конкретном опыте приведены в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика предлагаемого метода очистки промышленных сточных вод специфической микрофлорой активного ила «*Arthrobacter*»

Но- мер опы- та	Коли- чество эти- лен- гли- коля в сточ- ных водах, мг/л	ХПК сточ- ных вод мг O_2 /л	Коли- чество азота в пере- рас- чете на NH_4^+ , мг/л	Коли- чество источ- ников фосфо- ра в пере- рас- чете на PO_4^{3-} , мг/л	Пери- од адап- тации (лаг- фаза), ч	Про- должи- тель- ность цикла про- цесса очист- ки, ч	Оста- точная кон- цен- трация ЭГ в очи- щенной воде, мг/л	ХПК очи- щен- ной воды, мг O_2 /л	Сте- пень очис- тки, %
1	200	300	10	20	504	12	17	25	91
2	2 000	3 000	80	200	Актив- ный ил поги- бает		2 000	3 000	0
Предлагаемый способ очистки при помощи специфических бактерий деструкторов этиленгликоля									
3	2 000	3 000	80	200	1	48	150	225	92
4	2 700	4 050	105	300	1	48	200	300	92
5	3 800	5 100	130	350	1	48	270	405	92

Для осуществления опыта сточные воды производства ПВХ, содержащие 1 400 мг/л этиленгликоля, разбавляем в соотношении 1:10 (опыт № 1), в других опытах (опыт № 2, 3, 4, 5) сточные воды используем без разбавления с содержанием этиленгликоля 2 000–3 800 мг/л. Очистку стоков при активном перемешивании воздухом осуществляем активным илом при концентрации 3 г/л. Для очистки сточных вод согласно предлагаемому способу вводим микроорганизмы-деструкторы «*Arthrobacter simplex* 677», «*Arthrobacter variabilis* 677». Процесс очистки проводим в течение 10 суток в аэробных условиях при непрерывном культивировании микроорганизмов в реакторе-ферментаторе объемом 5 литров. Исходную плотность инокулята принимаем 30 г/л, скорость разбавления – 0,1 ч⁻¹. Расход воздуха – 2,5 л/ч, что обеспечивает содержание растворенного кислорода в воде не менее 5–7 мг/л. Температуру процесса поддерживаем по аналогии с температурой поступающих производственных сточных вод $T = 20$ – 40 °С. Результаты



опытов сравниваем по степени очистки, химическому потреблению кислорода, остаточным концентрациям этиленгликоля и степени очистки. Период адаптации (лаг-фаза) в предлагаемом способе получаем при изучении зависимости скорости роста микроорганизмов от концентрации этиленгликоля.

Создание комплекса специфической микрофлоры активных илов методом направленной адаптации является эффективным средством интенсификации биохимического процесса очистки сточных вод химических производств. Специфическая микрофлора активного ила создается стабилизацией технологического режима работы очистных сооружений биологической очистки на заданном уровне в течение длительного периода времени по всем основным технологическим параметрам. Результаты опытов предоставлены в табл. 3.

Для определения кривой роста микроорганизмов-деструкторов этиленгликоля рода «*Arthrobacter*» засеваем с плотностью 10^8 кл/мл в питательную среду, объемом 100 мл, приготовленную на этиленгликолевой воде, и выращиваем в колбах Эрлинмейера при периодическом режиме в течение 24–48 ч при температуре $T = 20 - 40$ °С. Значение химического потребления кислорода получаем по известной методике технологического контроля работы очистных сооружений, этиленгликоль определяем фотометрическими методами, степень очистки сточных вод от этиленгликоля определяем по остаточному количеству этиленгликоля в процентах от исходного его количества. Результаты опытов предоставлены в табл. 3.

Таблица 3

Характеристика микрофлоры активных илов, очищающих сточные воды производства поливинилхлоридов, до и после формирования специфической микрофлоры

Микроорганизмы	Активный ил в начальный период формирования специфической микрофлоры		Активный ил со сформированной специфической микрофлорой	
	количество бактерий в 1 г ила	% от общего количества	количество бактерий в 1 г ила	% от общего количества
Сапрофиты	1 000	34,3	1 350	62,2
Нитрифицирующие:				
1-я фаза	900	30,8	36	1,6
2-я фаза	900	30,8	450	20,7
Денитрифицирующие	85	2,9	85	2,9
Окисляющие	33	1,2	250	11,5
Специфические загрязнения промышленного стока				

При концентрации этиленгликоля в сточной воде более 1 000 мг/л активный ил погибает, процесс очистки полностью отсутствует. Опыты очистки сточных вод, загрязненных этиленгликолем в концентрации 1 400 мг/л активным илом, закончились гибелью организмов биоценоза ила и показали невозможность классического способа в данной ситуации. Предлагаемый метод использования микро-



организмов-деструкторов «*Arthrobacter*» показал хороший результат и высокую степень очистки. Как показывают исследования, предлагаемая технологическая схема реконструируемых очистных сооружений производительностью 540 м³/сут. работоспособна и может обеспечивать заявленную степень очистки по загрязняющим веществам и интенсификацию процесса очистки путем использования микроорганизмов-деструкторов этиленгликоля «*Arthrobacter*».

При адаптации к поступающим на очистные сооружения промышленным сточным водам наблюдается изменение типа питания микроорганизмов активного ила. Причем с увеличением концентрации основных загрязняющих веществ в смешанном стоке на входе в аэротенк эти изменения становятся все более глубокими.

Таким образом, под специфической микрофлорой активного ила будем понимать комплекс микроорганизмов, тип питания которых перестроен таким образом, что основные загрязняющие вещества данного смешанного стока являются источником элементов, необходимым для жизнедеятельности указанных выше микроорганизмов.

Известно, что скорость роста бактерий чрезвычайно велика и практически любой процесс, идущий с выделением свободной энергии, может быть использован ими, спектр веществ, которые служат пищей для бактерий, довольно разнообразен.

Основные задачи, которые ставятся при моделировании процессов биологической очистки промышленных сточных вод, связаны с изучением:

- 1) биоценозов активного ила и селекционных культур бактерий деструкторов;
- 2) биохимической активности микроорганизмов;
- 3) условий среды, определяющих развитие микробных биоценозов.

Анализ водно-химического баланса предприятия производства ПВХ показывает возможность повторного использования значительного количества очищенных промышленных сточных вод в производстве электролиза.

Замкнутый цикл оборотного водоснабжения значительно снижает потребление чистой воды, снижает нагрузку на общезаводские производственные очистные сооружения за счет того, что требования к технической воде в водооборотных системах, как правило, менее жесткие, чем при поступлении в систему промышленной канализации и подаче их на общезаводские очистные сооружения. Эффективность использования воды на предприятии по производству ПВХ оценивается по трем показателям:

- 1) Техническое совершенство системы водоснабжения оценивается количеством использованной оборотной воды $P_{об}$ %:

$$P_{об} = Q_{об} / (Q_{об} + Q_{ист}), \quad (6)$$

где $Q_{об}$ – количество воды, используемое в обороте; $Q_{ист}$ – количество воды, забираемое из источника водоснабжения;

- 2) Рациональность использования воды, забираемой из источника чистой воды оценивается коэффициентом использования $K_{ист}$:

$$K_{ист} = (Q_{ист} - Q_{сбр}) / Q_{ист} \leq 1, \quad (7)$$

где $Q_{сбр}$ – количество воды, сбрасываемой в водоем.



3) Потери воды находим по формуле:

$$P_{\text{пот}} = [(Q_{\text{ист}} - Q_{\text{сбр}}) / (Q_{\text{ист}} + Q_{\text{посл}} + Q_{\text{об}})] \times 100, \quad (8)$$

где $Q_{\text{посл}}$ – количество воды, используемой в производстве последовательно.

Наличие водооборотной системы водного хозяйства является одним из важнейших показателей технического уровня химических промышленных предприятий. Внедрение новой системы полной биологической очистки сточных вод производства ПВХ со специфическими микроорганизмами активного ила позволяет резко снизить количество сбрасываемых сточных вод и уменьшить потребности в свежей воде, что дает большой экологический и экономический эффект.

Создание оборотных систем водного хозяйства химических предприятий базируется на следующих принципах:

1) Водоснабжение и канализация должны рассматриваться в совокупности, когда на предприятии создается единая система, включающая водоснабжение, водоотведение и очистку сточных вод как подготовку для повторного использования в производстве.

2) Для водоснабжения основными являются очищенные производственные сточные воды. Свежая вода из водоисточников должна использоваться только для особых целей и для восстановления потерь.

3) Очистка должна сводиться к регенерации воды и отработанных технологических растворов с целью их повторного использования в производстве электролиза.

В заключение следует отметить, что очистные сооружения биологической очистки широко используются для обеззараживания промышленных сточных вод. В биологические очистные сооружения поступают, как правило, промышленные сточные воды сложного состава. Для интенсификации процесса очистки на оптимальном уровне большое значение имеют локальные очистные сооружения, позволяющие улучшить условия работы общезаводских очистных сооружений. Интенсификация биохимических процессов очистки промышленных сточных вод позволяет в значительной степени повысить технико-экономические показатели работы общезаводских сооружений очистки.

Анализ кинетики биохимического окисления загрязняющих веществ в сточных водах определил наиболее весомые факторы, влияющие на интенсивность процесса в аэротенках, основными из них являются:

1. Зависимость усвоения органических загрязнений от способности адаптации микрофлоры к поступающим концентрациям загрязнений и активности ферментов, необходимых для окисления загрязнений.

2. Избирательность микроорганизмов, с учетом которой разрабатывается математическая модель очистных сооружений, проявляется при культивировании адаптированных культур.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жмур, Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н. С. Жмур. – Москва : Акварос, 2003. – 507 с.
2. Яковлев, С. В. Водоотведение и очистка сточных вод / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов. – Москва : АСВ, 2004. – 704 с.



3. Справочник по очистке природных и сточных вод / Л. Л. Пааль, Л. Л. Кару, Х. А. Мельдер, Б. Н. Репин. – Москва : Высшая школа, 1994. – 336 с.

4. Лондонг, Й. Очистка промышленных сточных вод / Й. Лондонг, К. Х. Розенвинкель. – Санкт-Петербург : Новый журнал, 2012. – 374 с.

TARASOV Aleksandr Sergeevich, leading engineer-technologist of the department of wastewater treatment facilities¹, postgraduate student of the chair of water supply and sewage²; VASIL'EV Aleksey L'vovich², doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of water supply and sewage

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF HARD OXIDABLE ORGANIC COMPOUNDS PURIFICATION IN WASTEWATER

¹JSC NGO "Agrostroyservis"

75, Gaydar St., Nizhny Novgorod region, Dzerzhinsk, 606029, Russia. Tel.: +7 (8313) 34-75-40; e-mail: oosl@acs-nnov.ru

²Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel./fax: +7 (831) 430-08-60; e-mail: k_viv@nngasu.ru

Key words: aerobic oxidation of alcohols, ethylene glycol, formic acid, metabolism.

This paper studies chemical-physical properties of pollutants and suggests efficient schemes of waste water treatment for a chemical plant polluting water basins of Nizhny Novgorod region with organic compounds.

REFERENCES

1. Zhmur N. S. Tekhnologicheskie i biokhimicheskie protsessy ochistki stochnykh vod na sooruzheniyakh s aerotenkami [Technological and biochemical processes of wastewater treatment at plants with aeration tanks]. Moscow : Aquaros. 2003. 507 p.

2. Yakovlev S. V., Voronov Yu. V. Vodootvedenie i ochistka stochnykh vod [Sewerage and sewage treatment]. Moscow : Assotsiatsiya stroitelnykh vuzov. 2004. 704 p.

3. Paal L. L., Karu, L. L., Molder H. A., Repin B. N. Spravochnik po ochistke prirodnnykh i stochnykh vod [Guide for cleaning natural waters and sewage]. Moscow : Vysshaya shkola, 1994. 336 p.

4. Londong J., Rosenwinkel K. H. Ochistka promyshlennykh stochnykh vod [Industrial wastewater treatment]. Saint-Petersburg. Novy zhurnal. 2012. 374 p.

© А. С. Тарасов, А. Л. Васильев, 2016

Получено: 19.03.2016 г.

УДК 677:693.6

А. А. ЦЫБЫШЕВА, аспирант кафедры материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии; **Н. А. ГРУЗИНЦЕВА**, канд. техн. наук, докторант кафедры материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии; **Н. Э. ЧИСТЯКОВА**, канд. техн. наук, доц. кафедры материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии; **Б. Н. ГУСЕВ**, д-р техн. наук, зав. кафедрой материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДСТВА ГЕОСЕТОК

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»

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

Ключевые слова: строительно-отделочные работы, геосетка, мониторинг параметров и режимов производства.

Предложено методическое обеспечение процесса мониторинга производства тканых геотекстильных материалов, предназначенных для отделочных строительных работ. Данное методическое обеспечение разработано с возможностью информационной поддержки на основе компьютерных технологий. Показаны направления дальнейшего совершенствования отдельных операций мониторинга.

В связи с внедрением в технологию строительных работ новых материалов и изделий повысилась востребованность к различным видам геотекстильных материалов [1, 2], которые применяются для армирования и укрепления строительных объектов. Главными преимуществами геоматериалов являются: улучшение технологических процессов, сокращение сроков строительства, повышение долговечности возводимых объектов, возможность строительства в сложных геологических условиях [3]. Наиболее распространенным видом геотекстильных материалов, применяемых для отделочных работ, являются геосетки, которые сравнительно недавно стали производиться и на отечественных предприятиях. Под геосеткой понимают геосинтетический материал, представляющий собой сформированные воедино различными способами взаимно перекрещивающие друг друга под различными углами группы параллельных рядов ребер [4].

Развивая российское производство геотекстильных материалов с одновременным формированием системы менеджмента качества (СМК) в соответствии с международными стандартами [5], постоянно идет накопление методической документации по совершенствованию не только производственных (основных), но и вспомогательных процессов [6]. Для результативного функционирования СМК необходим постоянный мониторинг основных и вспомогательных процессов, а также систематический анализ результатов проведенного мониторинга и, как следствие, разработка мероприятий по улучшению на различных стадиях жизненного цикла продукции (ЖЦП). Что касается методического и технического обеспечения процесса мониторинга, то в настоящее время отсутствует база соответствующих научно-методических рекомендаций.

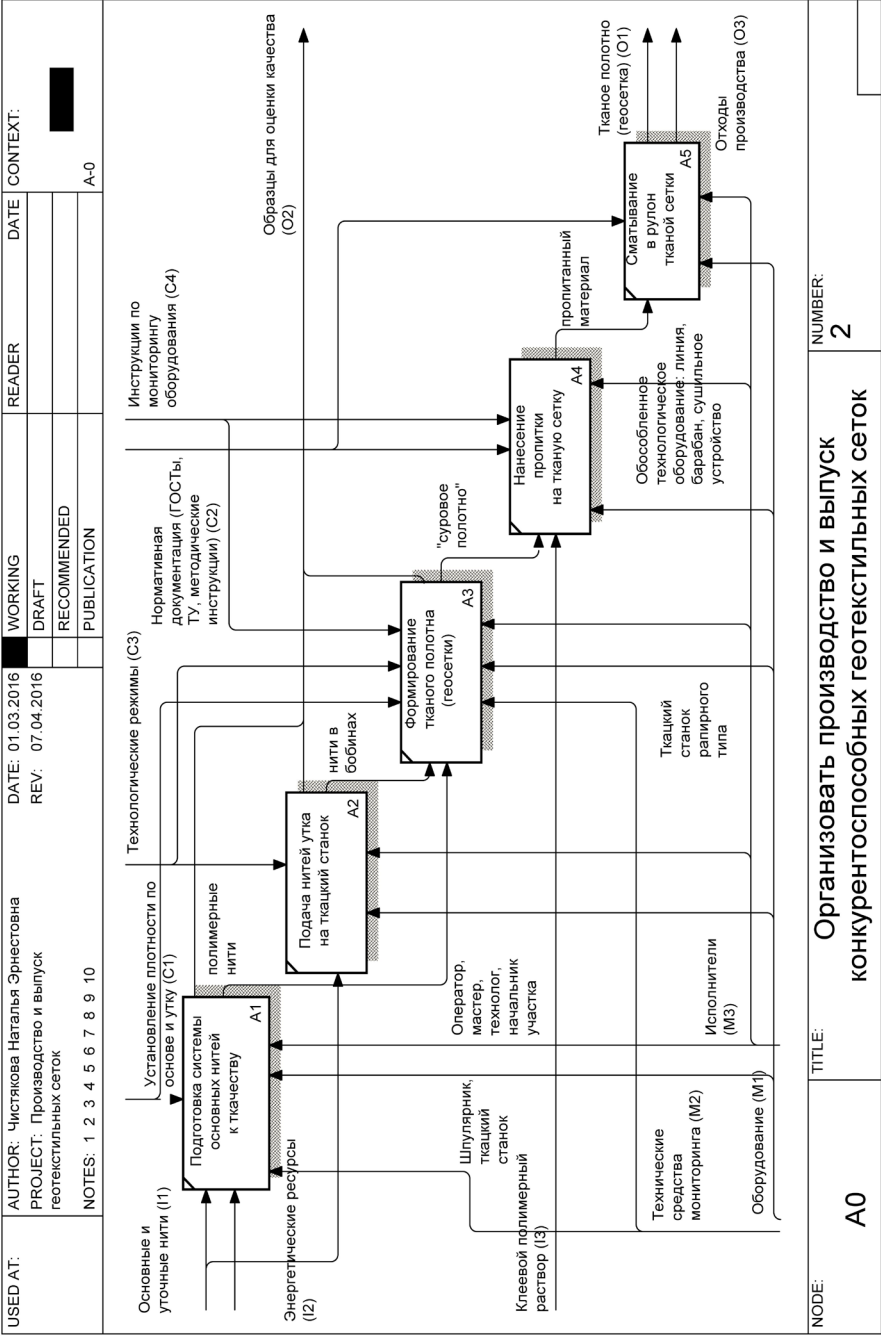


Рис. 1. IDEF0 – диаграмма технологического процесса производства геосеток



Целью исследования являлось формирование методического обеспечения процесса мониторинга (определение значений параметров объекта, выполняемое на разных стадиях и в разное время) производства геосеток. Актуальность исследования подтверждается соответствующим направлением научной специальности 05.23.05 Строительные материалы и изделия. В качестве базового предприятия выбрана российско-германская компания БауТекс (г. Гусь-Хрустальный Владимирской области).

На первом этапе определяли взаимосвязь производственных процессов для последующего создания функциональной модели, отображающей структуру ЖЦП, а также сырьевые, энергетические и информационные потоки для дальнейшего определения объектов мониторинга. Для этой цели использовали методологию функционирования моделирования IDEF0 [7] как инструмент автоматизированной информационной поддержки ЖЦП. На рис. 1 приведена схема взаимосвязи операций процесса производства геосеток.

На следующем этапе формировали матрицу контролируемых параметров (табл. 1), где по вертикали располагали цепочку технологических операций производства геосеток, а по горизонтали – объекты контроля.

Таблица 1

Матрица контролируемых объектов

Технологические операции	Контролируемые объекты			
	Сырьевой поток (вх., вых.)	Оборудование	Окружающая среда	Технологическая результативность
	A	B	C	D
Подача основных нитей на ткацкий станок	A1	B1	C1	D1
Подача уточной нити на ткацкий станок	A2	B2	C2	D2
Формирование тканого полотна	A3	B3	C3	D3
Нанесение пропитки на геосетку	A4	B4	C4	D4
Сматывание геосетки в рулон	A5	B5	C5	D5



Нормативные документы для ячейки В 3.1	ГОСТ 19716-81 [8]	В 3.1	Частота вращения главного вала
	МИ 2091-90 [9] МИ 2246-93 [10] МИ1552-86 [11]	В 3.2	Установление оптимальных значений
		В 3.3	Оценка технического состояния

Сырьевым потоком на входе и выходе соответствующего оборудования являлись стекловолоконные нити основы и утка для формирования геосетки, поли-



мерная пропитка для закрепления нитей. Окружающая среда характеризовалась соответствующими параметрами: влажностью, температурой, уровнем запыленности и другими. Кроме сырьевого потока, оборудования и окружающей среды выделена колонка «Технологическая результативность процесса (операции)». Это связано с тем, что в соответствии с [5] рекомендуется по каждому технологическому процессу (операции) определять результативность или эффективность. Каждой ячейке матрицы присвоен соответствующий код (A1, B1...). При раскрытии ячеек открывается информация о наличии параметров и действий по мониторингу. Что касается контролируемых параметров, то открывается при их активизации дополнительное окно, показывающее необходимые нормативные документы (ГОСТ, МИ, ОДМ) для осуществления измерительных операций.

Для определения необходимых действий мониторинга в табл. 2 выделены соответствующие операции и их алгоритм реализации в направлениях: измерения и контроля отдельных параметров, определения их оптимальных значений, оценки технического состояния оборудования, определение технологической результативности операции, оценки качества готовой продукции.

Таблица 2

Алгоритмы реализации операций мониторинга

Операции	Алгоритм реализации
Измерение отдельных параметров (x_i)	$x_i = N [x_i]$ N – результат измерения; x_i – единица измерения
Контроль отдельных параметров (x_i)	$\pm \Delta x_i = x_i - \ x_i\ $; $\ x_i\ $ – нормативное (базовое) значение x_i
Определение оптимальных значений параметров оборудования (x_i) _{опт}	$y_i = \varphi(x_1 \dots, x_i \dots x_n) \rightarrow \min/\max$ При $x_i = (x_i)_{\text{опт}}$ y_i – показатель качества геосетки
Оценка технического состояния оборудования	$\Delta x_i \leq \ \Delta x_i\ , (\Delta x_i) \leq \ \Delta x_i\ $ узел работоспособен (неработоспособен), x_i – среднее значение x_i
Определение технологической результативности (ТР) процесса	$TP = \sum_{i=1}^n \left[\frac{(x_{\text{нн}})_i}{\ (x_{\text{нн}})_i\ } \right]^{\text{sign}} \alpha_i$ $\text{sign} = \begin{cases} \text{при}(x_{\text{нн}})_i \leq \ (x_{\text{нн}})_i\ , \\ -1 \text{ при}(x_{\text{нн}})_i > \ (x_{\text{нн}})_i\ , \\ 0 \text{ при}(x_{\text{нн}})_i = \ (x_{\text{нн}})_i\ . \end{cases}$ α_i – коэффициент весомости
Оценка качества готовой продукции (выявление дефектов внешнего вида)	$y_i \rightarrow (y_i)_{\min} \rightarrow 0$

Как правило, номенклатура показателей качества геосеток включена в соответствующие ТУ [12], но в то же время для процесса мониторинга производственных операций важны и дополнительные показатели качества, которые не входят в рассмотренные технические условия, но важны для оценки технического состояния оборудования. В частности, рассмотрим процедуру анализа дефектов внешнего вида геосеток, полученных с помощью цифрового сканирования полотна (рис. 2). Данная процедура представлена в виде информационного окна, где помимо изображения дефекта определены из соответствующей базы данных его название, вид, оценка в пороках (пороках) и указаны рекомендации по настройке соответствующего узла оборудования.

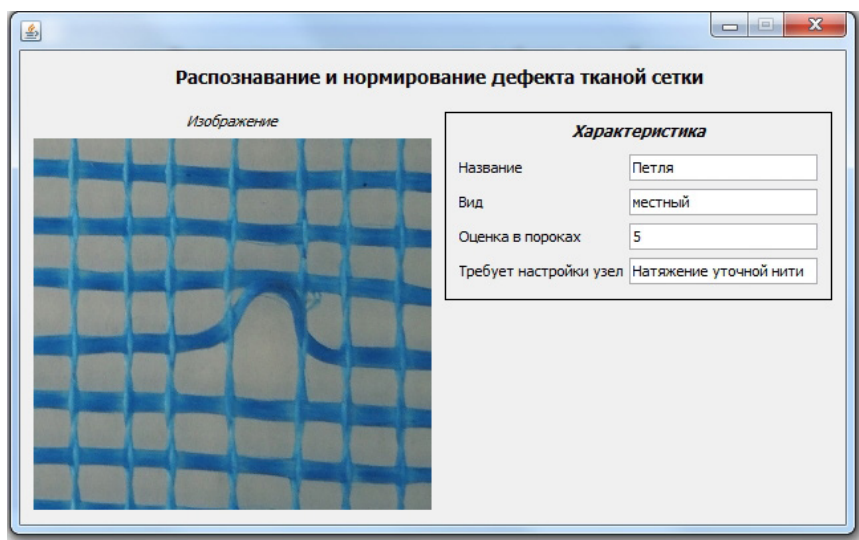


Рис. 2. Распознавание и армирование дефекта тканой сетки

Таким образом, предложена методика мониторинга операций по производству тканых геотекстильных материалов. В развитие данной методики необходима разработка алгоритма по определению технологической результативности (эффективности) определенных операций (процессов), совершенствование методов и алгоритма измерения отдельных параметров с применением современных информационных технологий, формирование базы данных по определенным операциям мониторинга.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гойс, Т. О. Совершенствование системы классификации геосинтетических материалов / Т. О. Гойс, А. Ю. Матрохин // Известия вузов. Сер. «Технология текстильной промышленности». – 2014. – № 6. – С. 37–41.
2. Петрухин, А. Б. Классификация синтетических геоматериалов и их применение в современном строительстве / А. Б. Петрухин, Л. А. Опарина // Известия вузов. Сер. «Технология текстильной промышленности». – 2015. – № 2. – С. 14–18.
3. Проблемы оценки качества и стандартизации геосинтетических материалов в дорожном строительстве / С. В. Федосов, П. И. Поспелов, Т. О. Гойс, Н. А. Грузинцева, А. Ю. Матрохин, Б. Н. Гусев // Academia. Архитектура и реставрация. – 2016. – № 1. – С. 101–106.



4. ГОСТ Р 53225-2008. Материалы геотекстильные. Термины и определения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.g-ost.ru/48209.html>.
5. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества – Требования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : Техэксперт.
6. Обеспечение требуемого уровня качества геотекстильных материалов для дорожного строительства / Н. А. Грузинцева, М. А. Лысова, Т. В. Москвитина, Б. Н. Гусев // Известия вузов. Сер. «Технология текстильной промышленности». – 2015. – № 2. – С. 19–22.
7. Р 50.1.028-2001. Рекомендации по стандартизации. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : Техэксперт.
8. ГОСТ 19716-81. Станки ткацкие автоматические пневмораспирные. Общие технические условия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : Техэксперт.
9. МИ 2091. ГСИ. Измерения физических величин. Общие требования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : Техэксперт.
10. МИ 2246-93. ГСИ. Погрешность измерений. Обозначения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : Техэксперт.
11. МИ1552-86. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешности результатов измерений [Электронный ресурс]. – Режим доступа : Техэксперт.
12. ТУ 5952-007-52788109-2006. Сетка стеклянная строительная марки «Крепис» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : Техэксперт.

TSYBYSHEVA Anna Aleksandrovna, postgraduate student of the chair of materials, commodity, standardization and metrology; GRUZINTSEVA Natal'ya Aleksandrovna, candidate of technical sciences, doctor's degree applicant of the chair of materials, commodity, standardization and metrology; CHISTYAKOVA Natal'ya Ernestovna, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of materials, commodity, standardization and metrology; GUSEV Boris Nicolaevich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of materials, commodity, standardization and metrology

METHODICAL SUPPORT OF THE MONITORING PROCESS OF GEOGRIDS PRODUCTION

Ivanovo State Polytechnic University

20, 8th of March St., Ivanovo, 153037, Russia. Tel.: +7 (4932) 32-85-40; fax: +7 (4932) 37-34-14; e-mail: nyutik37@mail.ru

Key words: construction and finishing works, geogrid, monitoring parameters and modes of production.

The article suggests methodical support of a monitoring process of production of woven geotextile materials for finishing construction works. This methodological support is designed with a possibility to provide information backup based on computer technology. Directions of further improvement of individual operations of the monitoring are shown.

REFERENCES

1. Goys T. O., Matrokhin A. Yu. Sovershenstvovanie sistemy klassifikatsii geosinteticheskikh materialov [Improvement of system of classification of geo-synthetic materials] // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstilnoy promyshlennosti [News of higher education institutions. Technology of the textile industry]. 2014. № 6. P. 37–41.
2. Petrukhin A.B., Oparina L.A. Klassifikatsiya sinteticheskikh geomaterialov i ikh primeneniye v sovremennom stroitelstve [Classification of synthetic geomaterials and their application in modern construction] [Classification of synthetic geomaterials and their



application in modern construction] // *Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstilnoy promyshlennosti* [News of higher education institutions. Technology of the textile industry]. 2015. №2. – P. 14–18.

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

4. GOST R 53225-2008. Materialy geotekstilnye. Terminy i opredeleniya. [Geotextile materials. Terms and definitions].

5. GOST R ISO 9001-2015. Sistemy menedzhmenta kachestva – Trebovaniya. [Quality management system – Requirements].

6. Gruzintseva N. A., Lysova M. A., Moskvitina T. V., Gusev B. N. Obespechenie trebuemogo urovnya kachestva geotekstilnykh materialov dlya dorozhnogo stroitelstva [Providing the required level of quality of geotextile materials for road construction] // *Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstilnoy promyshlennosti* [News of higher education institutions. Technology of the textile industry]. 2015. № 2. P 19–22.

7. R 50.1.028-2001. Rekomendatsii po standartizatsii. Informatsionnye tekhnologii podderzhki zhiznennogo tsikla produktsii. Metodologiya funktsionalnogo modelirovaniya. [Recommendations on standardization. Information technologies of support of life cycle of production. Methodology of functional modeling].

8. GOST 19716-81. Stanki tkatskie avtomaticheskie pnevmorapirnye. Obschie tekhnicheskie usloviya. [Automatic weaving pneumorapier looms. General specifications].

9. MI 2091-90. GSI. Izmereniya fizicheskikh velichin. Obschie trebovaniya. [GSI. Measurements of physical quantities. General requirements].

10. MI 2246-93. GSI. Pogreshnost izmereniy. Oboznacheniya. [GSI. Error of measurements. Designations].

11. MI 1552-86. Izmereniya pryamyie odnokratnye. Otsenivanie pogreshnosti re-zultatov izmereniy. [Straight-line single measurements. Estimation of an error of results of measurements].

12. TU 5952-007-52788109-2006. Setka steklyannaya stroitel'naya marki «Krepis». [Construction glass mesh of brand "Crepes"].

© А. А. Цыбышева, Н. А. Грузинцева, Н. Э. Чистякова, Б. Н. Гусев, 2016

Получено: 14.05.2016 г.



УДК 625.878.06(571.17)

С. Н. ШАБАЕВ, канд. тех. наук, доц., зав. кафедрой автомобильных дорог и городского кадастра; С. А. ИВАНОВ, асс. кафедры автомобильных дорог и городского кадастра

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ РЕЗИНОБИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ НА ИХ СВОЙСТВА

ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева»
Россия, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28. Тел.: (3842) 39-63-22;
эл. почта: altai-serg@mail.ru; shabaev81@rambler.ru

Ключевые слова: стабильность, технология получения, резинобитумное вяжущее, концентрированная суспензия.

Предложена технология получения резинобитумных вяжущих, не встречающаяся в практике. Произведен анализ различных технологических режимов, по итогам которого выбран оптимальный. Рациональная технология получения композиционных резинобитумных вяжущих обоснована посредством представления физико-химических свойств.

Битумные вяжущие нашли широкое применение в строительной индустрии, особенно в области дорожного строительства. Однако из-за низкого качества битума, выпускаемого в России, постоянно идет поиск путей его улучшения. В западных странах разработана и уже внедрена, а в России пока только внедряется система проектирования состава асфальтобетонной смеси *SUPERPAVE*, одним из основных этапов которой является выбор вяжущего, которое должно иметь интервал пластичности, соответствующий погодно-климатическим условиям его применения [1]. Для Кузбасса, например, интервал пластичности вяжущего должен составлять 110–115 °С [2], в то время как интервал пластичности битумов, выпускаемых в России, составляет в среднем 60–70 °С. Эти данные свидетельствуют о том, что без модификации битумов внедрять систему *SUPERPAVE* в России бессмысленно.

В качестве модификатора битума нормативный документ [2] предусматривает использование блок-сополимеров типа стирол-бутадиен-стирол. Это обусловлено наличием большого практического опыта их применения, в том числе за рубежом, а также стабильностью результатов. Однако, как показывают результаты научных исследований, достижение интервала пластичности более 100–105 °С даже при использовании подобных полимеров очень затруднительно или невозможно [3].

Модификация битумов резиновой крошкой основывается на растворении последней в среде битума, которая также может включать пластификаторы и дополнительные сшивающие агенты при заданных режимах термомеханического или других видов воздействий. Разработано достаточно большое число составов и способов получения резинобитумных вяжущих, среди которых можно выделить следующие:

- битумная композиция, представляющая собой растворенную в битуме девулканизированную резину, которая достигается нагреванием смеси битума, резиновой крошки и добавок органического основания (ароматические или ге-



тероароматические амины, фосфины) в герметичном реакторе при температуре 160–230 °С и времени воздействия 15–60 минут [4];

- битумно-резиновая композиция, включающая битум, углеводородное масло, жидкий каучук и резиновую крошку, получаемая термомеханическим смешением компонентов при температуре от 100 до 300 °С и времени воздействия от 15 минут до 8 часов [5];

- битумно-резиновая композиция, включающая битум, крошку из вулканизированной резины из отработанных автомобильных шин и нафталиновую фракцию каменноугольной смолы и получаемая при термомеханическом воздействии при температуре 200–220 °С в течение 30–60 минут [6];

- битумно-резиновая композиция, включающая битум, резиновую крошку из измельченных отработанных автомобильных шин с размером частиц до 1 мм и нефтяное масло с вязкостью 1,6 Па·с при 60 °С и получаемая термомеханическим смешением компонентов при температуре 185–220 °С в течение 2–5 часов [7].

Как видно, данные достаточно сильно разнятся, но если их обобщить и проанализировать, то можно сделать следующие предварительные выводы:

- температура приготовления резинобитумного вяжущего во всех примерах включает в себя интервал 200–220 °С с наиболее вероятным ожиданием 202 °С;

- среднее арифметическое время приготовления резинобитумной композиции (по средним значениям) должно составлять 2,25 часа.

Состав композиционного резинобитумного вяжущего, на наш взгляд, должен включать минимальное число компонентов небольшой стоимости, имеющих класс воздействия на организм человека не выше, чем у исходного битума, при этом для его получения, по возможности, должно использоваться стандартное экономически доступное промышленное оборудование. Таким примером, по нашему мнению, является битумно-резиновая композиция, представленная в [7]. Однако дальнейший анализ данных, представленных в патенте [7], не дает полной картины о том, как же влияют указанные технологические режимы на полный комплекс физико-химических свойств получаемого продукта.

Авторами после проведения большого количества предварительных экспериментов по получению композиционных резинобитумных вяжущих было установлено, что на свойства конечного продукта оказывает значительное влияние стадийность технологического процесса, а наилучшие результаты достигаются при двухстадийном процессе. Двухстадийный процесс заключается в предварительном получении концентрированной суспензии резинобитумного композита, состоящего из битума, масла-пластификатора и резиновой крошки размером до 1 мм, с последующим его смешением с битумом и получением композиционного резинобитумного вяжущего. Важными технологическими режимами данного процесса являются время и температура приготовления, в связи с чем задача поиска рациональных температурно-временных интервалов является актуальной.

На основе анализа данных библиографических источников, а также собственных предварительных экспериментов было принято решение приготовить композиционное резинобитумное вяжущее при температурах 200 °С, 230 °С и 260 °С с различным временем термомеханического воздействия. Результаты определения физико-химических свойств вяжущего представлены в таблице.



**Физико-химические свойства исходного битума и композиционных
резинобитумных вяжущих, полученных на основе него**

Время приго- товления, мин.	Физико-химические свойства									
	П25	П0	Д25	Д0	Э25	Э0	КиШ	Хр	ΔКиШ	ΔМ
Исходный битум БНД 60/90										
-	61	26	71	2,9	-	-	53	-19,0	2	0,11
Резинобитумное вяжущее при температуре приготовления 200 °С										
315	25	10	13,2	9,1	80	64	69	-19,0	0	0,13
345	24	13	14,7	9,8	85	62	68	-20,5	1	0,15
Резинобитумное вяжущее при температуре приготовления 230 °С										
15	30	18	9,1	7,0	90	93	64	-18,0	4	0,78
45	33	21	12,9	7,1	88	87	58	-18,0	4	0,47
75	40	24	11,9	9,2	90	73	63	-19,5	5	0,42
105	45	26	13,5	7,2	87	65	61	-20,0	4	0,35
135	52	31	11,4	6,5	89	55	67	-23,0	-2	0,68
165	57	25	10,3	8,0	85	58	68	-25,0	-1	0,79
195	59	27	13,4	7,5	89	65	67	-25,0	1	0,75
225	63	25	12,8	8,5	84	53	65	-25,5	1	0,74
255	58	33	14,4	8,0	85	48	61	-25,5	1	0,66
285	55	33	12,0	6,7	86	48	60	-25,5	1	0,60
315	62	34	14,0	7,5	82	48	58	-26,0	2	0,56
345	65	38	14,8	5,9	85	29	56	-26,5	2	0,55
Резинобитумное вяжущее при температуре приготовления 260 °С										
15	100	32	25,6	4,6	88	85	49	-19,0	-2	0,51
45	118	38	35,1	7,0	75	68	35	-21,0	2	0,80
75	111	56	30,3	9,0	83	24	38	-22,5	1	0,96
105	166	51	21,3	10,6	86	51	41	-21,5	0,5	0,78

Условные обозначения (см. таблицу):

П25 – глубина проникания иглы при температуре 25 °С, доли мм;

П0 – глубина проникания иглы при температуре 0 °С, доли мм;

Д25 – растяжимость при температуре 25 °С, см;

Д0 – растяжимость при температуре 0 °С, см;

Э25 – эластичность при температуре 25 °С, %;

Э0 – эластичность при температуре 0 °С, %;

КиШ – температура размягчения по методу «Кольцо и шар», °С;

ΔКиШ – изменение температуры размягчения по методу «Кольцо и шар» после прогрева, °С;

ΔМ – изменение массы после прогрева, %;

Хр – температура хрупкости, °С.

В ходе проведенных экспериментов было выяснено, что при температуре 200 °С процесс пластификации резиновой крошки протекает настолько медленно, что назначать такую температуру экономически нецелесообразно. Даже при времени термомеханического воздействия более 5 часов наблюдается слабое взаимодействие резиновой крошки с пластифицированным битумом, и она, лишь немного набухая, выступает в основном в качестве наполнителя. Этим обусловлено резкое снижение пенетрации и повышение температуры размягчения, то есть изменение физико-химических свойств композиционного резинобитумного вяжущего при данной температуре приготовления обусловлено не столько физико-химическим взаимодействием резиновой крошки с элементами группового состава пластифицированного битума, сколько наличием твердых включений, изменяющих условия проведения лабораторных испытаний.

При температуре 260 °С пластификатор начинает выгорать, а пластификация резиновой крошки происходит настолько быстро, что регулировать такой процесс на производстве в реальных условиях практически невозможно. Резиновая крошка при данной температуре начинает очень быстро распадаться на отдельные компоненты, в том числе с образованием низкомолекулярных углеводородов, значительно разжижающих конечный продукт.

Регулирование процесса пластификации резиновой крошки в промышленных масштабах при чувствительном ее физико-химическом взаимодействии с пластифицированным битумом возможно при температуре приготовления резинобитумного вяжущего 230 °С. При данной температуре приготовления с постепенным увеличением времени термомеханического воздействия пенетрация резинобитумного вяжущего постоянно растет, что свидетельствует о пластификации и растворении резиновой крошки. Анализ данных показывает, что при температуре 230 °С и времени приготовления резинобитумного вяжущего 15 минут резиновая крошка пластифицируется и растворяется сильнее, чем при температуре приготовления 200 °С и времени воздействия более 5 часов. Зависимости физико-химических свойств композиционных резинобитумных вяжущих от времени термомеханического воздействия при температуре 230 °С приведены на рис. 1–4 (условные обозначения аналогичны тем, которые приведены в таблице; R^2 – коэффициент детерминации).

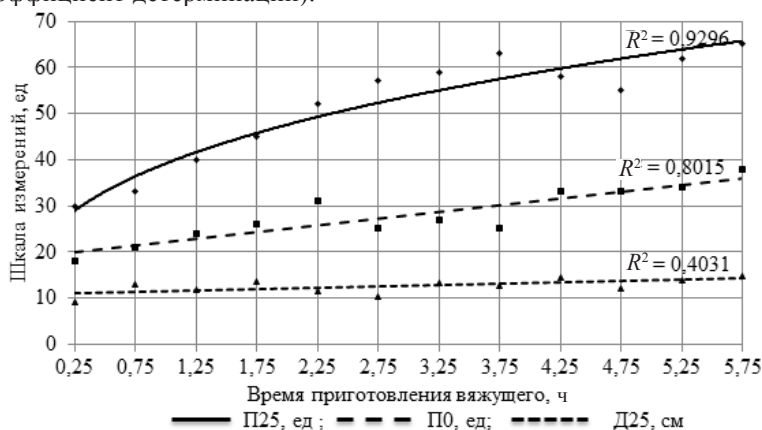


Рис. 1. Зависимости глубины проникания иглы при температурах 25 °С и 0 °С, а также растяжимости при температуре 25 °С резинобитумного вяжущего от времени его приготовления при температуре 230 °С



Анализ данных, представленных на рис. 1, показывает, что с увеличением времени термомеханического воздействия происходит постепенное замедление скорости роста глубины проникания иглы при 25 °С, а также стабильный рост глубины проникания иглы при температуре 0 °С и, хотя и не значительный, но все же рост растяжимости при 25 °С. Обусловлено это, скорее всего, постепенной пластификацией резиновой крошки с течением времени с соответствующим уменьшением размера самих частиц. Данные преобразования в структуре композиционного резинобитумного вяжущего ведут к снижению влияния крупных включений резиновых частиц на условия проведения лабораторных испытаний в связи с уменьшением их размеров с высвобождением каучука и прочих составляющих компонентов.

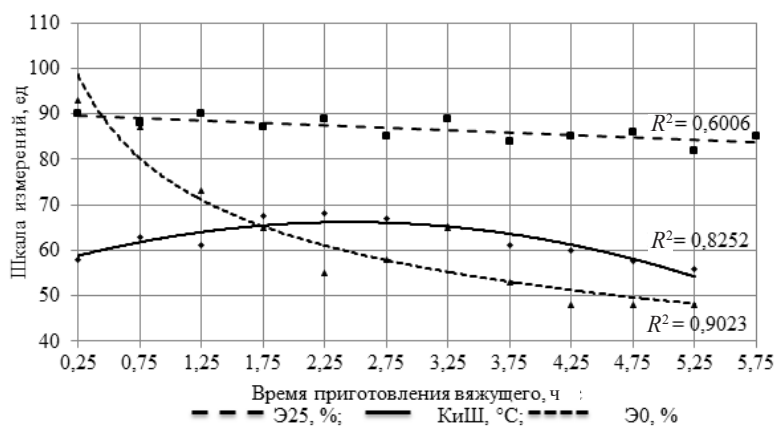


Рис. 2. Зависимости эластичности при температурах 25 °С и 0 °С, а также температуры размягчения по методу «Кольцо и шар» резинобитумного вяжущего от времени его приготовления при температуре 230 °С

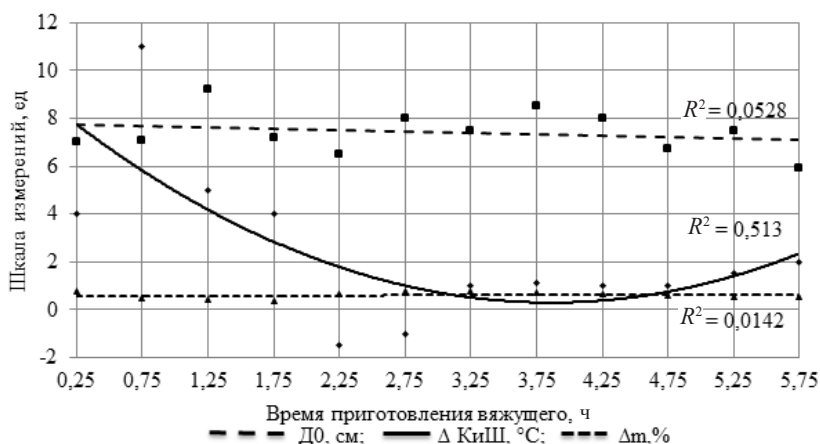


Рис. 3. Зависимости растяжимости при температуре 0 °С, изменения температуры размягчения по методу «Кольцо и шар» после прогрева и изменения массы после прогрева резинобитумного вяжущего от времени его приготовления при температуре 230 °С



Температура размягчения по методу «Кольцо и шар» имеет экстремум при времени термомеханического воздействия около 2,5 часов. Таким образом, данное время является оптимальным с точки зрения достижения наилучшего значения верхней границы интервала пластичности композиционного резинобитумного вяжущего.

С увеличением времени термомеханического воздействия происходит постепенное замедление скорости падения эластичности при 0 °С, а также стабильное падение эластичности при 25 °С. Данный факт обусловлен скорее всего тем, что вначале резиновые частицы имеют достаточно большой размер и в ходе проведения испытания выстраиваются в нить чередующихся сегментов резиновой крошки и битумного вяжущего, при обрыве которой растянутые резиновые частицы, возвращаясь к исходной форме, «подтягивают» за собой и сегменты пластифицированного битумного вяжущего. С уменьшением размера частиц уменьшаются и объемы упругих деформаций, что вызывает снижение эластичности композиционных резинобитумных вяжущих. В то же время высвобождаемый каучук, имеющий спиралевидную форму молекул, при проведении испытания растягивается подобно пружинам, вызывая повышенную эластичность, что подтверждается наличием эластичности у резинобитумного вяжущего, полученного при 260 °С, так как резиновые частицы в этом случае практически полностью растворяются. Таким образом, эластичность резинобитумного вяжущего обуславливается упругими деформациями резиновых частиц и молекул каучука, высвободившегося из них.

Так как коэффициент детерминации зависимостей растяжимости при температуре 0 °С и изменения массы после прогрева достаточно мал, то характеризовать данные зависимости не имеет смысла. Здесь важнее само численное значение данных параметров, которое составляет 7–8 см для растяжимости при температуре 0 °С и 0,30–0,80 % для изменения массы после прогрева. Если для первого показателя рост численного значения относительно исходного битума косвенно свидетельствует о снижении температуры хрупкости резинобитумных вяжущих, то увеличение показателя изменения массы после прогрева свидетельствует о получении более нестабильной по сравнению с исходным битумом системы, в которой достаточно быстро протекают процессы окисления. Конечно, это минус для резинобитумного вяжущего, но если дополнительно проанализировать зависимость изменения температуры размягчения по методу «Кольцо и шар» после прогрева резинобитумного вяжущего в зависимости от времени термомеханического воздействия, то можно утверждать, что при времени приготовления резинобитумного вяжущего до 3,0–3,5 часов скорость протекания процесса пластификации резиновой крошки превосходит скорость процесса окисления пластифицированного битума, а, значит, изменение массы после прогрева в этом случае не имеет первостепенного значения. Несмотря на достаточно большое значение изменения массы после прогрева, резинобитумное вяжущее в течение нескольких лет не перейдет в твердое состояние и не потрескается, так как продолжающийся процесс пластификации резиновой крошки (постепенное высвобождение оставшегося в резиновой крошке каучука) будет пластифицировать вяжущее.

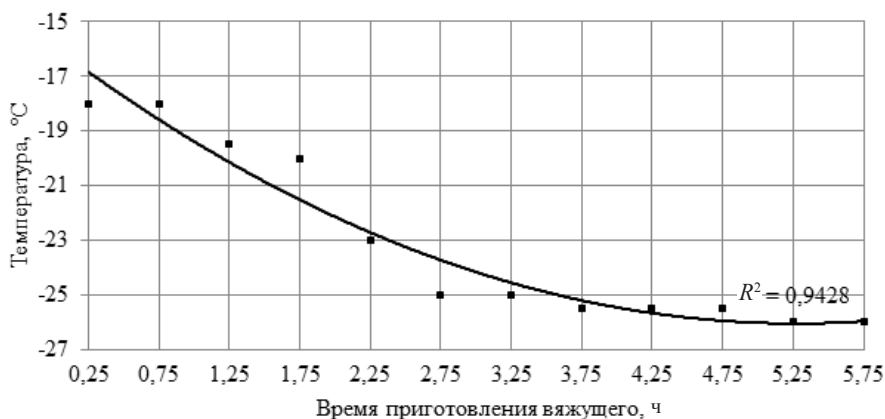


Рис. 4. Зависимость температуры хрупкости резинобитумного вяжущего от времени его приготовления при температуре 230 °C

Температура хрупкости по Фраасу снижается с увеличением времени приготовления резинобитумного вяжущего и стабилизируется по истечении 5–6 часов, что объясняется увеличением объема высвободившегося каучука с течением времени, а также ростом количества образующихся низкомолекулярных, в том числе летучих углеводородов. Если время приготовления резинобитумного вяжущего будет более 6 часов, то, скорее всего, температура хрупкости начнет повышаться, так как легколетучие углеводороды испарятся, а оставшиеся легкие фракции путем присоединения молекул кислорода (окисления) будут переходить в более тяжелые компоненты, как известно, ведущие к повышению температуры размягчения по Фраасу.

Резюмируя результаты проведенных исследований можно сделать следующие основные выводы:

1. Для достижения наилучших показателей эластичности композиционных резинобитумных вяжущих, время их приготовления при температуре 230 ± 5 °C должно быть как можно меньшим.
2. Для того чтобы процесс старения (изменения свойств во времени) композиционных резинобитумных вяжущих в процессе эксплуатации был минимальным, время их приготовления при температуре 230 ± 5 °C должно составлять не более 3,0–3,5 часов.
3. Для достижения наибольшего интервала пластичности композиционных резинобитумных вяжущих время их приготовления должно составлять 2,15–2,45 часа при температуре 230 ± 5 °C.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Система SUPERPAVE и другие инновации в дорожном хозяйстве России / Р. В. Старовойтов [и др.] // Дорожники. – № 1. – 2014. – С. 19–23.
2. ГОСТ 9128-2013. Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов / Межгосударств. совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 54 с.
3. Полимерно-битумные вяжущие материалы на основе СБС для дорожного строительства // Автомобильные дороги : обзор. информация. – 2002. – Вып. 4.



4. Пат. № 98115255/04 Российская Федерация. Битумно-резиновая композиция и способ ее получения / Б. А. Розенберг, Я. И. Эстрин, Г. А. Эстрина. – № 2164927 С2, кл. C08L 95/00. 2001 ; 07.08.1998. – Бюл. № 16.

5. Пат. № 95114379/04 Российская Федерация. Способ получения битумной композиции и битумная композиция / Жи Жонг Лианг, Раймонд Т. Вудхэмс. – № 2162475 С2, кл. C08L 95/00 ; 29.13.1993. – Бюл. № 23.

6. Пат. № 2007113596/04 Российская Федерация. Битумно-резиновая композиция и способ ее получения / В. В. Алексеенко, В. Н. Кижняев, Л. И. Верещагин [и др.]. – № 2327719. С1, кл. C08L 95/00 ; 18.06.2012. – Бюл. № 13.

7. Пат. № 2012125141/05 Российская Федерация. Битумно-резиновая композиция связующего для дорожного покрытия и способ ее получения / Джонстон Майкл, Роберт Энтони. – № 2509787 С2, кл. C08L 95/00 ; 11.04.2007. – Бюл. № 8.

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

RESEARCH OF INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL CONDITIONS OF MANUFACTURING COMPOSITE RUBBER-BITUMINOUS CEMENTS ON THEIR PROPERTIES

R. E. Gorbachev Kuzbass State Technical University

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

Key words: staging, technology of manufacture, rubber-bituminous cement, concentrated suspension.

The article offers technology of manufacturing rubber-bituminous cements unavailable in practice. Analysis of various technological conditions is made, and an optimum technological mode is chosen based on it. The rational technology of manufacturing composite rubber-bituminous cements is proved by the obtained physical-chemical properties.

REFERENCES

1. Starovoytov R. V. Sistema SUPERPAVE i drugie innovatsii v dorozhnom hozyaystve Rossii [The SUPERPAVE system and other innovations in road economy of Russia]. Dorozhniki [Road builders], 2014, № 1, P. 19–23.

2. GOST 9128-2013. Smesi asfaltobetonnye, polimerasfaltobetonnye, asfaltobeton, polimerasfaltobeton dlya avtomobilnykh dorog i aerodromov [Asphaltic concrete and polimer asphaltic concrete mixtures, asphaltic concrete and polimer asphaltic concrete for roads and aerodromes]. Mezhgosudarstvenny sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii. 2014, 54 p.

3. Polimerno-bitumnye vyazhushchie materialy na osnove SBS dlya dorozhnogo stroitelstva [The polymeric and bituminous cements on the basis of SBS for road construction]. Avtomobilnye dorogi. Obzornaya informatsiya. 2002, V. 4.

4. Rozenberg B. A., Estrin Ya. I., Estrina G. A. Bitumno-rezinovaya kompozitsiya i sposob eyo polucheniya [Bituminous-rubber composition and method of its production]. Pat. Rus. Fed. № 2164927. Publ. 07.08.1998, Bul. №. 16. 7 p.

5. Zhi Zhong Liang, Raymond T. Woodhams. Spособ polucheniya bitumnoy kompozitsii i bitumnaya kompozitsiya [Method of production of bituminous composition and bituminous composition]. Pat. Rus. Fed. № 2162475. Publ. 29.13.1993, Bul. №. 23. 6 p.

6. Alekseenko V. V., Kizhnyayev V. N., Vereschagin L. I. Bitumno-rezinovaya kompozitsiya i sposob eyo polucheniya [Bituminous-rubber composition and method of its production]. Pat. Rus. Fed. № 2327719. Publ. 11.04.2007, Bul. №. 18. 7 p.



7. Johnston Michel, Robert Anthony. Bitumno-rezinovaya kompozitsiya svyazuyuschego dlya dorozhnogo pokrytiya i sposob eyo polucheniya [Bituminous-rubber composition of cement for road cover and method of its production]. Pat. Rus. Fed. № 2509787. Publ. 18.06.2012, Bul. №. 8. 5 p.

© **С. Н. Шабаетв, С. А. Иванов, 2016**

Получено: 14.05.2016 г.

УДК. 627.83

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

ВЛИЯНИЕ ЖЕСТКОСТИ МАТЕРИАЛА ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННОЙ СТЕНЫ В ОСНОВАНИИ ГРУНТОВОЙ ПЛОТИНЫ НА ЕЕ ПРОЧНОСТЬ

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

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

Ключевые слова: противофильтрационная стена, напряженно-деформированное состояние, численное моделирование, глиноцементобетон.

Рассматриваются результаты численного моделирования напряженно-деформированного состояния висячей противофильтрационной стены, выполненной в нескальном основании грунтовой плотины.

Конструкции типа «стена в грунте» часто применяются в качестве противофильтрационных завес в основаниях плотин. Эти стены работают в непростых условиях – они могут испытывать значительные сжимающие усилия от осадок окружающего грунта, а также изгибные деформации, возникающие под действием давления фильтрационного потока [1–6]. Чтобы в этих условиях обеспечить прочность стены, необходимо правильно подобрать ее материал. Это могут быть железобетон или глиноцементобетон, т. е. материал на основе цемента с добавкой бентонита. Введение бентонита позволяет увеличить сжимаемость материала, но уменьшает его прочность. Возникает вопрос, какой материал лучше использовать для противофильтрационной стены – более деформируемый и малопрочный или более прочный, но жесткий?

В данной статье рассматривается решение этой задачи для случая, если стена выполнена в нескальном основании грунтовой плотины и не достигает жесткого слоя («висячая» завеса). Это случай пойменного сечения (ПК 3+45) грунтовой плотины Юмагузинского гидроузла на р. Белой, в котором плотина высотой 49 м располагается на толще глинисто-щебенистых грунтов глубиной 70 м [7, 3]. Противофильтрационная стена толщиной 1 м прорезает верхние слои основания на глубину 30 м. Над оголовком стены располагается железобетонная потерна.

Кроме того, исследовалось влияние схемы сопряжения потерны и стены (рис. 1).

При расчетах напряженно-деформированного состояния (НДС) рассматривались несколько вариантов свойств материала стены (модуль деформации E , коэффициент Пуассона ν):

Вариант № 1: $E = 100$ МПа, $\nu = 0,30$;

Вариант № 2: $E = 1000$ МПа, $\nu = 0,20$;

Вариант № 3: $E = 10\,000$ МПа, $\nu = 0,20$;

Вариант № 4: $E = 29\,000$ МПа, $\nu = 0,18$ (железобетон).

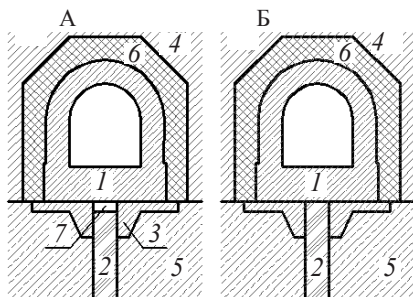


Рис. 1. Схемы А и Б сопряжения стены с потерней: 1 – потерня; 2 – «стена в грунте»; 3 – форшахта; 4 – грунт ядра плотины; 5 – грунт основания; 6 – бенитовая «рубашка»; 7 – полость

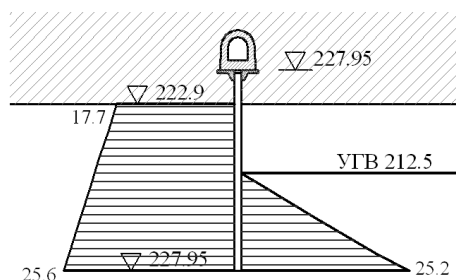


Рис. 2. Расчетная эпюра действия фильтрационных сил на стену при УВБ 251 м

Для численного моделирования методом конечных элементов (МКЭ) использовалась вычислительная программа NDS_N, составленная автором [8]. Расчетная область была разбита на 800 конечных элементов, включая 36 контактных. Контактные элементы вводились на контакте жестких конструкций между собой и с грунтами. Для описания прочности грунтов основания и контактов использовалась модель Кулона-Мора.

Для конечно-элементного представления тонкой и жесткой противофильтрационной стены использовались конечные элементы высокого порядка, с кубической аппроксимацией перемещений. Только эти элементы позволили получать плавное распределение напряжений во всех расчетных вариантах. Максимальное количество степеней свободы для полученной сетки МКЭ составило 1 510.

Деформативные характеристики грунтов основания (табл. 1) выбраны из условия соответствия расчетных осадок потерны натурным данным, они приведены в [9]. Модули деформации грунтов основания изменяются в интервале от 37 (верхние слои) до 160 МПа (нижние слои).

При расчетах учитывалась последовательность формирования НДС расчетной области. На каждом из расчетных этапов происходило возведение какой-либо части плотины, либо наполнение водохранилища.

Расчеты велись на нагрузки от собственного веса элементов конструкции плотины, а также от гидростатического давления воды. Учитывалось, что при наполнении водохранилища (до УВБ 251 м) происходит формирование в основании фильтрационного потока, при этом его грунт переходит во взвешенное состояние. На стену прикладывалось фильтрационное давление (рис. 2).

Результаты расчета НДС для различных вариантов приведены на рис. 3–10 для момента наполнения водохранилища до 251 м. Эпюры с заливкой соответствуют стене, а эпюры без заливки – грунту рядом со стеной.

Под действием веса плотины нескальное основание оседает. Но осадки стены зависят от жесткости ее материала. При низком модуле деформации E (вариант 1А) стена оседает вместе с основанием, а при увеличении E осадка оголовка стены уменьшается, а ее подошвы – возрастает. Верхние слои основания «зависают» на стене, передавая на нее дополнительную вертикальную нагрузку, а нижние увлекаются стеной вниз. С увеличением E материала стены разница осадок верха и низа стены уменьшается.

В вариантах группы «А» (с промежутком между потерной и стеной), потеряна имеет большие осадки, чем оголовок стены. Чем больше E материала стены, тем больше разница осадок потерны и оголовка стены и тем на большей длине грунт проскальзывает относительно стены.

В вариантах группы «В» (стена упирается в потерну) стена работает как висячая свая. Увеличение E материала стены приводит к уменьшению осадок потерны и оголовка стены. В вариантах группы «Б» стена больше сжата по вертикали, чем в вариантах группы «А».

Горизонтальные смещения стены вызваны в основном действием фильтрационного давления. У оголовка стены смещения больше, чем у подошвы. Смещения стены по величине меньше, чем ее осадки. В верхней части стена испытывает изгиб в сторону нижнего бьефа, а в нижней – в сторону верхнего бьефа. При использовании в стене более жесткого материала изгибные деформации уменьшаются.

Деформации вертикального сжатия стены вызывают в ней значительные вертикальные нормальные напряжения σ_y . При увеличении E напряжения σ_y нелинейно увеличиваются. Это связано с тем, что стена работает как висячая свая, она может продавливать нижние слои податливого основания. При $E = 100$ МПа (вариант 1А) максимальные напряжения σ_y составили 3 МПа (рис. 3в), а при увеличении модуля в 100 раз до $E = 10\,000$ МПа (вариант 3А) они достигли лишь 7,5 МПа (рис. 6в).

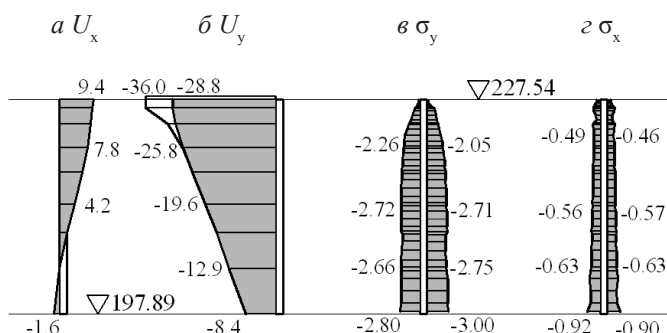


Рис. 3. Напряженно-деформированное состояние «стены в грунте» варианта 1А

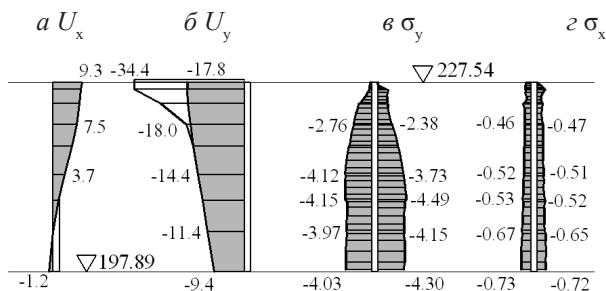


Рис. 4. Напряженно-деформированное состояние «стены в грунте» варианта 2А

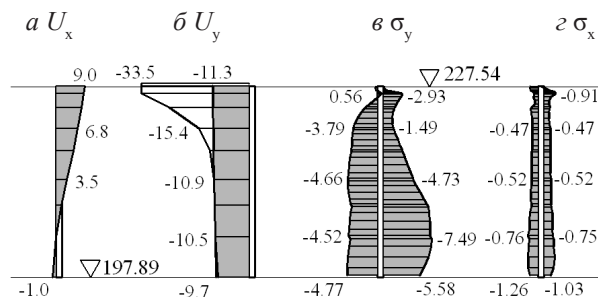


Рис. 5. Напряженно-деформированное состояние «стены в грунте» варианта 3А

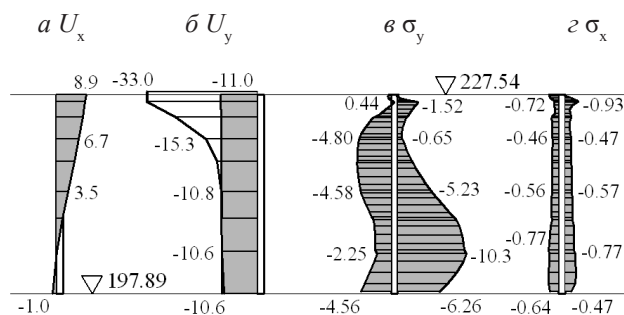


Рис. 6. Напряженно-деформированное состояние «стены в грунте» варианта 4А

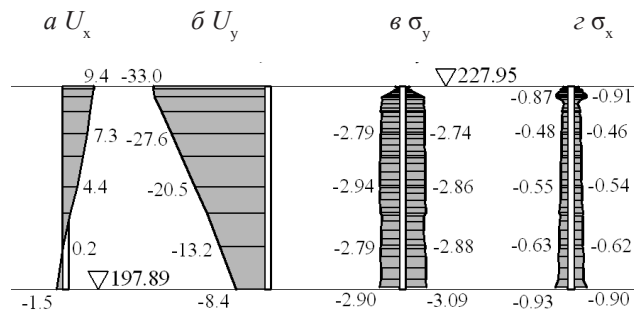


Рис. 7. Напряженно-деформированное состояние «стены в грунте» варианта 1Б

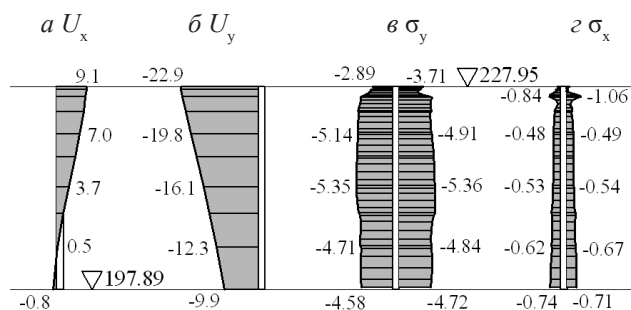


Рис. 8. Напряженно-деформированное состояние «стены в грунте» варианта 2Б

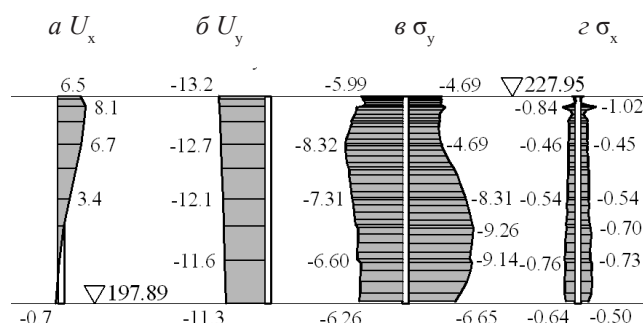


Рис. 9. Напряженно-деформированное состояние «стены в грунте» варианта 3Б

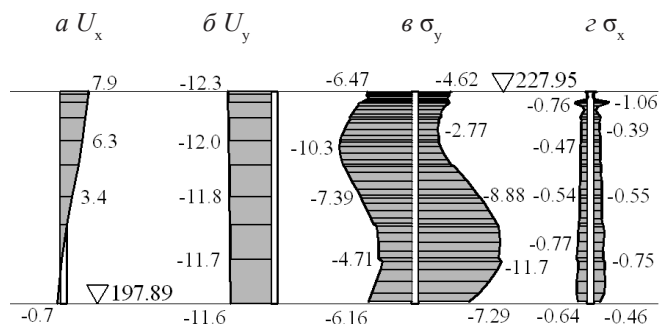


Рис.10. Напряженно-деформированное состояние «стены в грунте» варианта 4Б

При низких модулях деформации максимум сжатия по σ_y наблюдается примерно по середине высоты стены, а при высоких – в ее нижней части.

Условия сопряжения стены и потерны влияют на НДС лишь верхней части стены. При наличии зазора между ними (в вариантах группы «А») напряжения σ_y в верхней части меньше, чем при опоре потерны на стену (варианты группы «Б») за счет проскальзывания грунта по стене. В нижней части стены напряжения σ_y формируются в основном за счет осадок окружающего грунта, поэтому здесь схема сопряжения стены с потерной мало влияет на величины напряжений σ_y .

Так как деформации вертикального сжатия в стене проявляются больше, чем деформации изгиба, то по толщине стены напряжения σ_y довольно равномерны. При малых значениях E материала стены напряжения на верховой и низовой гранях стены примерно одинаковы, но при увеличении E становится заметно различие напряжений σ_y на гранях стены. Вследствие изгиба в некоторых вариантах группы «А» (3А и 4А) на верховой грани оголовка стены образуется зона растягивающих напряжений σ_y (рис. 5в, 6в). В схеме «Б» растяжение «задавливается» за счет передачи потерной вертикальных сжимающих усилий на стену.

Горизонтальные напряжения σ_x в стене во всех вариантах оказались распределены примерно одинаково – они определяются не деформируемостью материала стены, а податливостью грунтов основания. Напряжения σ_x плавно увеличиваются по глубине – от 0,4 до 0,9 МПа. Они в несколько раз меньше по величине, чем напряжения σ_y .

Полученное НДС стены позволило оценить ее прочностное состояние. Величина прочности глиноцементобетона при одноосном сжатии R_c определялась в

зависимости от модуля деформации E на основе данных А. В. Радзинского [9], обработанных нами [3]. Во всех вариантах напряжения σ_y оказались выше R_c (рис. 11), т. к. с повышением содержания цемента в материале стены одновременно растет не только его прочность, но и модуль деформации, следовательно, и уровень сжатия в нем.

Однако экспериментальные исследования А. В. Радзинского [10] показали, что прочность глиноцементобетона увеличивается при боковом обжатии. Из механики грунтов известно, что увеличение прочности материала на сжатие R с учетом обжатия σ можно выразить формулой:

$$R = R_n + \sigma \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi},$$

где φ – угол внутреннего трения грунта.

Значения φ составляют в среднем 40° по данным экспериментов [10].

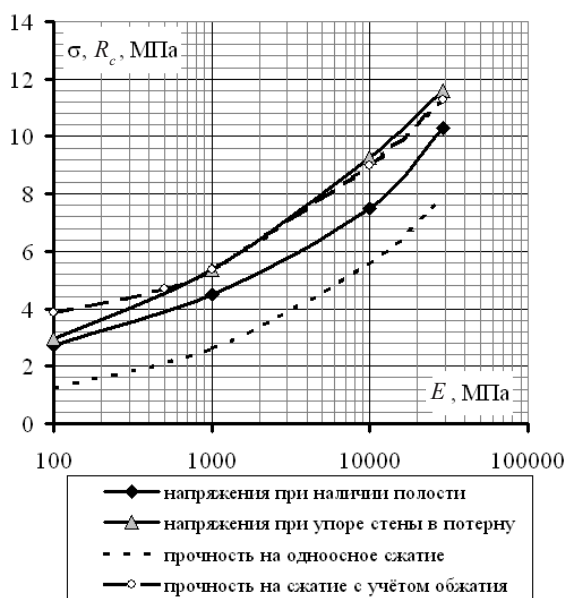


Рис. 11. Сравнение изменения максимальных напряжений в стене и прочности ее материала в зависимости от модуля деформации

Учет обжатия приводит к повышению прочности материала на сжатие. Во всех вариантах с учетом обжатия выполняется условие прочности для схемы, в которой стена не упирается в потерну (схема «А»). При опирании потерны на оголовок стены (схема «Б») в большинстве случаев материал работает на пределе. Только при применении материала с низким модулем деформации условие прочности выполняется с некоторым запасом.

Выводы:

1. Стена в нескальном основании плотины работает как свая наоборот. Под действием веса плотины грунт основания вокруг стены оседает и вызывает в ней концентрацию сжимающих вертикальных напряжений σ_y . В рассмотренном случае эти напряжения превышают прочность материала стены на одноосное сжатие.



2. Чем больше модуль деформации E материала стены, тем больше в нем уровень сжимающих напряжений σ_y . Напряжения растут нелинейно, но примерно так же быстро, как и прочность материала на сжатие. При применении в стене жестких материалов изгибные деформации могут привести к появлению растягивающих напряжений.

3. Не рекомендуется опирать потерну непосредственно на оголовок стены. Устройство зазора между потерной и стеной уменьшит концентрацию сжатия.

4. При оценке прочностного состояния противofильтрационной стены необходимо учитывать увеличение прочности глиноцементобетона на сжатие с учетом бокового сжатия, т. к. выявляет дополнительные резервы его прочности. С учетом обжатия условия прочности материала стены выполняются. В этой связи более перспективным является применение для «висячей» стены более пластичных материалов.

5. Под действием веса плотины, нескальное основание оседает и сжимает стену в вертикальном направлении. Чем выше модуль деформации материала стены, тем выше сжимающие напряжения в ней. При этом рост напряжений не компенсируется увеличением прочности материала на сжатие. Поэтому выгоднее применять в качестве материала стены глиноцементобетон, приближенный по своим свойствам к деформируемости грунта и имеющий достаточную прочность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рассказов, Л. Н. Бетонная диафрагма как элемент реконструкции грунтовой плотины / Л. Н. Рассказов, А. С. Бестужева, М. П. Саинов // Гидротехническое строительство. – 1999. – № 4. – С. 10–16.
2. Саинов, М. П. Пространственная работа диафрагмы из буронабивных свай в теле каменной плотины / М. П. Саинов // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород. – 2014. – № 3 (31). – С. 43–47.
3. Саинов, М. П. Пространственная работа противofильтрационной стены в основании и плотине Юмагузинского гидроузла / М. П. Саинов // Инженерно-строительный журнал. – 2015. – № 5 (57). – С. 20–33.
4. Ding, Y. FEM analysis of stress-deformation characteristics of cut-off walls in high core rockfill dam / Y. Ding, Q. Zhang, B. Zhang. – Journal of Hydroelectric Engineering. – 2010. – № 32 (3). – P. 162–167.
5. Xiong, H. Stress deformation analysis of plastic concrete cutoff wall for the first stage cofferdam of Shawan hydropower station / H. Xiong, Q. Wang, X. Gao, W. Zhou, M. Gao // Shuili Fadian Xuebao. – 2010. – № 29 (2). – P. 197–203.
6. Mou, R. Analysis on stress and deformation of low elastic modulus concrete cutoff wall inside the dam body / R. Mou, C.-J. Xu, X.-H. Ma // Applied Mechanics and Materials. – 2012. – 130–134. – P. 3208–3215.
7. Баранов, А. Е. Из опыта проектирования и строительства Юмагузинского гидроузла на р. Белой / А. Е. Баранов // Вестник МГСУ. – 2006. – № 2. – С. 112–122.
8. Саинов, М. П. Вычислительная программа по расчету напряженно-деформированного состояния грунтовых плотин: опыт создания, методики и алгоритмы / М. П. Саинов // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2013. – № 9(4). – P. 208–225.
9. Рассказов, Л. Н. Выбор состава глиноцементобетона при создании «стены в грунте» / Л. Н. Рассказов, А. В. Радзинский, М. П. Саинов // Гидротехническое строительство. – 2014. – № 3. – С. 16–23 ; № 8. – С. 26–28.
10. Рассказов, Л. Н. Прочность и деформируемость глиноцементобетона в сложном напряженном состоянии / Л. Н. Рассказов, А. В. Радзинский, М. П. Саинов // Гидротехническое строительство. – 2014. – № 8. – С. 29–33.



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

IMPACT OF MATERIAL STIFFNESS OF A SEEPAGE CONTROL WALL IN THE EMBANKMENT DAM FOUNDATION ON ITS STRENGTH

National Research Moscow State University of Civil Engineering

26, Yaroslavskoe Rd., Moscow, 129337, Russia. Tel.: +7 (495) 287-49-14 (ex. 1416);

e-mail: mp_sainov@mail.ru

Key words: seepage control wall, stress-strain state, numerical modeling, clay-cement.

The article deals with the results of numerical modeling of stress-strain state of a hanging seepage control wall made in soil foundation of an embankment dam.

REFERENCES

1. Rasskazov L. N., Bestuzheva A. S., Sainov M. P. Betonnyaya diafragma kak element rekonstruktsii gruntovoy plotiny [Concrete membrane as an element of ground water dam reconstruction] // *Gidrotekhnicheskoye stroitelstvo* [Hydraulic Engineering]. 1999. № 4. P. 10–16.
2. Sainov M. P. Prostranstvennaya rabota diafragmy iz buronabivnykh svay v tele kamennoy plotiny [Spatial behavior of a bored pile diaphragm on a rockfill body] // *Privolzhskiy nauchnyy zhurnal* [Privolzhsky Scientific Journal]. 2014. № 3 (31). P. 43–47.
3. Sainov M. P. Prostranstvennaya rabota diafragmy iz buronabivnykh svay v tele kamennoy plotiny [3D performance of a seepage control wall in the dam and foundation] // *Inzhenerno-stroitelnyy zhurnal* [Magazine of Civil Engineering]. № 5. 2015. P. 20–33.
4. Ding, Y., Zhang, Q., Zhang, B. FEM analysis of stress-deformation characteristics of cut-off walls in high core rockfill dam. 2013, *Journal of Hydroelectric Engineering*, 32 (3), P. 162–167.
5. Xiong, H., Wang, Q., Gao, X., Zhou, W., Gao, M. Stress deformation analysis of plastic concrete cutoff wall for the first stage cofferdam of Shawan hydropower station. *Shuili Fadian Xuebao*, 2010. 29 (2). P. 197–203.
6. Mou, R., Xu, C.-J., Ma, X.-H. Analysis on stress and deformation of low elastic modulus concrete cutoff wall inside the dam body. 2012. *Applied Mechanics and Materials*. 130–134, P. 3208–3215.
7. Baranov A.E. Iz opyta proektirovaniya i stroitelstva Yumaguzinskogo gidrouzla na r. Beloy [The experience of designing and building the Yumaguzinsky hydroelectric complex on the Belaya River] // *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2006, № 2. P. 112–122.
8. Sainov M.P. Vychislitelnaya programma po raschyotu napryazhyonno-deformirovannogo sostoyaniya gruntovykh plotin: opyt sozdaniya, metodiki i algoritmy [Computer program for the calculation of the stress-strain state of soil dams: the experience of creation, techniques and algorithms] // *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*. 2013, vol. 9. № 4. P. 208–225.
9. Rasskazov L.N., Radzinskiy A.V., Sainov M.P. Vybor sostava glinotsementobetona pri sozdanii “steny v grunte” [Selection of composition of clay-cement concrete for a “wall-in-grond” construction] // *Gidrotekhnicheskoye stroitelstvo* [Hydraulic Engineering]. 2014. № 3. P. 16–23.
10. Rasskazov L. N., Radzinskiy A. V., Sainov M. P. Prochnost i deformiruemost glinotsementobetona v slozhnom napryazhyennom sostoyanii [Strength and deformability of clay-cement concrete in a complex stress state] // *Gidrotekhnicheskoye stroitelstvo* [Hydraulic Engineering]. 2014. № 8. P. 29–33.

© М. П. Сainov, 2016

Получено: 05.03.2016 г.

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

УДК 72.01

Э. В. ДАНИЛОВА, канд. арх., проф. кафедры градостроительства

СТАНОВЛЕНИЕ КЛАССИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ АРХИТЕКТУРЫ ВО ФРАНЦИИ

ФГБОУ ВО «Самарский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 194. Тел./факс: (846) 339-14-05;
эл. почта: red_avangard@mail.ru

Ключевые слова: культурное влияние, критический анализ, нормативная теория, междисциплинарный дискурс, характер, тип.

Рассматриваются этапы становления классической теории архитектуры во Франции. Появление работ в классической архитектурной теории свидетельствует об утверждении архитектурного мышления, освобождающегося от влияний заимствованной архитектурной культуры и дистанцирующего себя от сопутствующих дисциплин. Специфика этапов позволяет выявить последовательность развития архитектурного мышления во Франции, важнейшим результатом которого стали теоретические дискурсы о характере и типе, являющиеся связующим звеном между классической и современной теорией архитектуры. Эти дискурсы вошли в мировую архитектурную теорию, став основой постоянных тематических разделов.

Готическая архитектурная традиция в средневековой Франции основывалась на разделении теории и практики архитектуры. Теоретическое обоснование и концептуальная программа были делом настоятелей соборов, практической реализацией занимались профессиональные корпорации каменщиков. Книги паттернов предназначались для сохранения и передачи знаний внутри корпораций. Сохранившаяся книга Виллара де Оннекура показывает, что рисунок, а не текст был ее основой. В отсутствии текста и вербализации архитектурной мысли книги паттернов не могли претендовать на концептуальное содержание, обеспечивающего автономию архитектуры как дисциплины. Можно говорить о начале становления самостоятельного профессионального архитектурного мышления, для которого характерен синтез теории и практики только с приходом итальянского Возрождения во Францию и появлением самодостаточной фигуры архитектора, свободного от уз корпораций. Между этим историческим моментом и моментом создания доминирующей в мировой архитектуре Школы Эколь де Бозар, завершающей классическую историю, пройдут три столетия. В течение этого периода сформируется специфика французской теории архитектуры, которая в итоге выйдет за пределы национальных границ и станет частью мирового архитектурного дискурса, обеспечив переход к модернизму. Пять этапов становления архитектурной теории, описываемых в статье, различаются по своему смыслу, но их временные границы неоднородны – иногда началом или концом этапа может быть определенное событие, имеющее точную дату, в других случаях временные границы размыты или частично совпадают. Тем не менее смысловое различие позволяет более ясно увидеть сложный механизм становления теоретического мышления в архитектуре [1].



Первый этап становления теоретического архитектурного мышления во Франции (первая половина XVI века) определен культурным влиянием Итальянского Возрождения, интенсивным профессиональным обменом между итальянскими архитекторами и французскими мастерами на строительных площадках королевских и аристократических резиденций, поездками в Рим. Символической точкой отсчета стали прочитанные Фра Джокондо в Париже лекции о Витрувии на рубеже XV и XVI столетий. Публичное представление архитектурной мысли контрастировало с многовековой традицией закрытого и тайного профессионального корпоративного знания во Франции. К середине XVI столетия переводы на французский язык Витрувия (Ж. Мартен, 1547, Ж. де Турне, 1552) и Альберти (Ж. Мартен, 1553) сделали знание античной теории архитектуры доступным и распространенным. В это же время выходят первые собрания гравюр Ж. А. Дюсерсо, изображающие тщательно отобранные античные памятники и монументы. Одним из самых востребованных было «Собрание 25 гравюр триумфальных арок» (1549). Важным событием стало издание книг С. Серлио в переводе Ж. Мартена (Книга I и II в 1545). Серлио издал свой труд в нескольких томах, впервые разделив связанную теорию архитектуры на несколько разделов, каждый из которых мог быть развит самостоятельно. Его подход повлиял на состав и содержание первых французских архитектурных трактатов.

Второй этап (вторая половина XVI века) – это время критического анализа античных и современных итальянских образцов, их адаптации к национальным строительным традициям, специфике архитектурного заказа, время самоопределения французских архитекторов. К этому моменту интенсивный практический опыт французских мастеров, накопленный в процессе совместной работы с итальянскими мастерами и поездках в Рим, определяет рост профессионального самосознания, что находит свое выражение в появлении архитектурных изданий различной тематики. Среди них выделяются тематические подборки объектов различной типологии, первые руководства по отдельным аспектам архитектурного знания (Ж. Мартен, Ж. А. Дюсерсо). Ключевой работой этого этапа становится первый французский трактат об архитектуре Ф. Делорма («Первый том архитектуры», 1567). Темы, обозначенные Делормом в начале своего трактата, ярко иллюстрируют новое архитектурное мышление постготической Франции: статус архитектора, взаимоотношения заказчика и клиента, определение «плохого» и «хорошего» архитектора. Все это свидетельствует о появлении нового типа французского архитектора, преодолевшего корпоративные ограничения. В трактате Делорм впервые открыто демонстрирует профессиональное знание, которое ранее было закрытым и тщательно охраняемым корпорациями. Изображения «плохого» и «хорошего» архитектора указывают на отказ от готической традиции и принятие архитектурной культуры Возрождения. Тем не менее Делорм в своем трактате уделяет много внимания специфике французского проектного подхода, основанного на техническом знании и конструктивном мастерстве. Именно эти позиции были наиболее сильными в архитектурной практике французских мастеров, что отличало их от более эстетически ориентированных итальянских мастеров Возрождения. Делорм демонстрирует конструктивные изобретения, которые позволяют развить французские традиции в условиях нового заказа. Цель трактата Делорма – установление приоритета французских архитекторов. Обращаясь в посвящении к Екатерине Медичи, Делорм настаивает на том, что во Франции есть свои мастера, и трактат французского архитектора служит наилучшим доказательством.



Третий этап (XVII век) – создание нормативной теории архитектуры, закрепляющей проектный опыт французских архитекторов в период блистательного развития архитектуры и реализации этого опыта в разнообразных и масштабных проектах, квинтэссенцией которых стал Версаль. В это время формируются национальные системы управления архитектурной деятельности и архитектурного образования, становятся востребованными учебные курсы архитектуры [2]. В первой половине столетия издаются работы П. Ле Мюэ, в которых он рассматривает «способы хорошего строительства для всех сословий» (1623) и собирает каталоги новых построек (1647). Конкурс на проект Восточного фасада Лувра, результатом которого стал отказ от проекта Дж. Л. Бернини и выбор проекта К. Перро в 1667, можно считать завершением долгой истории самоидентификации французской архитектуры. Закономерным последующим шагом стало создание Королевской академии архитектуры в 1671 г. В регулярных академических дискурсах, организованных Н.-Ф. Блонделем, первым директором Академии, французские архитекторы вырабатывали свое отношение к античному наследию и работе архитекторов итальянского Возрождения, различным системам ордеров, пропорций, ключевым областям архитектурного знания [3]. Дискурс проходил в контексте «спора древних и новых», инициированного Р. Ф. де Шамбре (1650), с явным предпочтением новых. Это предпочтение выразилось в содержании учебного курса, изданного Н.-Ф. Блонделем (1675–1683). Структура курса состояла из нескольких томов, каждый из которых был посвящен отдельному разделу архитектуры: ордера, пропорции различных частей зданий. Сравнительный анализ пропорциональных систем, типов и элементов предназначался для самостоятельного размышления и отбора. Впервые в истории архитектурной профессии во Франции теоретическое знание, основывающееся на комплексном изучении ордерной системы, стало обязательным и предшествовало практике. Академия архитектуры обеспечила новые точные переводы Витрувия и итальянских трактатов с комментариями академиков и точными детальными иллюстрациями. Курс Н.-Ф. Блонделя был образцом для курсов архитектуры, разработанных впоследствии О.-Ш. д'Авиле (1691) и Ж.-Ф. Блонделя (1771–1777). Академия подняла статус архитектуры, придав ей качества интеллектуальной научной дисциплины.

Четвертый этап (XVIII век) определяется включением архитектуры в междисциплинарный культурный и научный дискурс [4]. В течение всего столетия ведутся публичные дискуссии о роли и месте архитектуры в истории и социуме. Для теории архитектуры эпоха Просвещения обеспечила выходы за пределы прежнего теоретического знания, ограниченного проблематикой ордерной системы. Огромный мир, который стремились запечатлеть и классифицировать энциклопедисты, разрушил жесткую математику идеальной архитектуры академического классицизма. Несколько значимых интерпретаций классических тем входят в архитектуру извне профессии.

М.-А. Ложье (1753) инициирует дискуссию о происхождении архитектуры, предлагая теорию «первобытной хижины», естественная логика конструкций которой определила появление ордера. Идеи Ж. Ж. Руссо повлияли на то, что чувства и ощущения становятся такими же важными, как и разум, определявший архитектурный рационализм в предыдущем столетии. Архитектура особняков распадается на экстерьер и интерьер: внешний вид оформлен строгим классицистическим ордером, реализующим идею рационализма, в то время как интерьер разрабатывается как театр ощущений и настроений, воплощаясь в эстетике рококо. Ж. Боффран (1745) в своей «Книге об архитектуре» акцентирует цель здания,



которое должно вызывать различные чувства, соответствующие функциональному предназначению. Так, Ж. Боффран открывает дискурс о характере, который развиваясь в различных интерпретациях, с этого времени становится постоянной темой архитектурной теории. Тема архитектурного сенсуализма была продолжена Н. Ле Камю де Мезьером «Гений архитектуры, или аналогия между семью искусствами и нашими ощущениями» (1780). Вторая важная тема «Тип в архитектуре» была впервые обозначена А.-Х. Картмером-де-Кенси в конце столетия «Методической энциклопедии» (1788–1825), открыв путь для нового направления теоретической мысли.

Пятый этап развития архитектурной теории Франции стал закреплением главных тем теоретического дискурса «характера» и «типа». После Великой французской революции новые теоретические интерпретации этих тем характеризовались радикализацией формы и содержания. Тема характера развивается в «говорящей архитектуре» Э.-Л. Булле и К. Леду. К. Леду в трактате «Архитектура, рассмотренная в отношении к искусству, нравам и законодательству» (1804) рассматривает морализаторскую миссию архитектуры, конкретизируя область ее эмоционального воздействия. Тонкие нюансы ощущений, пробуждаемые поэзией интерьера, ценимые в предыдущем столетии, уступают место «плакатной» декламации экстерьера революционной эпохи. Тема типа, широко трактуемого Картмером-де-Кенси, утрачивает свое метафизическое значение, становится прикладной и находит свое редуцированное утилитарное применение в теории архитектурной типологии Ж.-Н.-Л. Дюрана. Дюран в своем первом трактате «Параллели» (1800) благодаря специфике абстрагированных изображений в одном масштабе завершил таким парадоксальным образом «спор древних и новых». Предлагаемая им система обучения, изложенная в «Уроках архитектуры» (1802–1805) графически и ментально усилила момент абстракции, который вместе с выразительностью простых форм и их комбинаций в работах Э.-Л. Булле и К. Леду, обеспечил переход к новому модернистскому мышлению. Дискурсы о характере и средствах художественной выразительности, так же, как тема архитектурного типа стали неотъемлемой частью мирового профессионального архитектурного дискурса, подготовив основания интернационального стиля, и постоянно возобновляются и осмысляются с каждым новым этапом развития архитектурной теории [5]. Закономерно, что впоследствии Э. Виоле-ле-Дюк в своих исторических и теоретических работах возвратился к истории французской архитектуры, создавая национальный «противовес» интернациональным модернистским тенденциям [6].

Процесс становления классической архитектурной теории Франции демонстрирует хронологическую и смысловую последовательность перехода от усвоения внешних культурных влияний, их критического анализа, создания нормативной теории, ее последующего расширения до междисциплинарного дискурса к возникновению новых тем и идей, определяющих переход к новому архитектурному мышлению.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Раппапорт, А. Г. К вопросу о смысле и перспективах развития архитектуроведения / А. Г. Раппапорт // Методологические проблемы современного архитектуроведения : сб. науч. тр. – Москва : НИИТАГ, 1989. – С. 6–39.
2. Саваренская, Т. Ф. Градостроительная культура Франции XVII–XVIII веков / Т. Ф. Саваренская. – Москва : Едиториал УРСС, 2001. – 128 с.



3. Ситар, С. Архитектура внешнего мира: искусство проектирования и становление европейских физических представлений / С. Ситар. – Москва : Новое Издательство, 2013. – 272 с.
4. Швидковский, Д. О. Когда родилась классическая архитектура и есть ли у нее будущее? / Д. О. Швидковский, Ю. Е. Ревзина // Дом Бурганова. Пространство культуры. – 2014. – № 2. – С. 15–32.
5. Mallgrave, H. F. Modern Architectural Theory: A Historical Survey, 1673–1968 / H. F. Mallgrave. – Cambridge : Cambridge University Press, 2009. – 522 p.
6. Vidler, A. The writing of the Walls: Architectural Theory in the Late Enlightenment / A. Vidler. – Princeton, N. J. : Princeton Architectural Press, 1987. – 230 p.

DANILOVA Elina Viktorovna, candidate of architecture, professor of the chair of town-panning

FORMATION OF THE CLASSICAL ARCHITECTURAL THEORY IN FRANCE

Samara State University of Architecture and Civil Engineering

194, Molodogvardeyskaya St., Samara, 443001, Russia. Tel./fax: +7 (846) 339-14-05;
e-mail: red_avangard@mail.ru

Key words: cultural influence, critical analysis, normative theory, interdisciplinary discourse, character, type.

The article focuses on the stages of development of the classical architectural theory in France. The appearance of the works in the classical architectural theory suggests the approval of architectural thinking free from the influences of borrowed architectural culture and distanced from the related disciplines. Specificity of stages reveals a sequence of architectural thinking in France, the most important results of which were the theoretical discourses on the nature and type. These themes make a link between the classical and the modern theory of architecture. These discourses entered into the world architectural theory and became the basis for the permanent topics.

REFERENCES

1. Rappaport A. G. K voprosu o smysle i perspektivakh razvitiya arkhitekturovedeniya [To the issue of the meaning and prospects of architecture theory development]. Metodologicheskie problemy sovremennogo arkhitekturovedeniya. [Methodological problems of modern approaches to architectural theory]. Moscow: Nauch.-issl. in-t teorii arkh. i gradostroit-va NIITAG, 1989. P. 6–39.
2. Savarenskaya T. F. Gradostroitel'naya kultura Frantsii XVII-XVIII vekov [The town-planning culture of France of the XVII-XVIII centuries]. Moscow, Editorial URSS, 2001, 128 p.
3. Sitar S. Arkhitektura vneshnego mira: iskusstvo proektirovaniya i stanovlenie evropeyskikh fizicheskikh predstavleniy [The architecture of the outside world: the art of design and formation of the European physical concepts]. Moscow, Novoe Izdatelstvo, 2013, 272 p.
4. Shvidkovsky D. O., Revzina Yu. E. Kogda rodilas klassicheskaya arkhitektura i est li u neyo buduschee? [When was born the classical architecture, and whether it has a future?]. Dom Burganova. Prostranstvo kultury [Burganov's house. The space of culture]. 2014. № 2. P. 15–32.
5. Mallgrave H. F. Modern architectural theory: A historical survey, 1673–1968, Cambridge University Press, 2009, 522 p.
6. Vidler A. The writing of the Walls: Architectural Theory in the Late Enlightenment. Princeton Architectural Press, 1987, 230 p.

© Э. В. Данилова, 2016

Получено: 23.04.2016 г.



УДК 727.3:712.25

**Т. В. КИРЕЕВА, канд. филос. наук, доц. кафедры ландшафтной архитектуры
и садово-паркового строительства**

ЛАНДШАФТ И АРХИТЕКТУРА КАМПУСА УНИВЕРСИТЕТА УРБИНО

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 433-93-92;
факс: (831) 430-19-36; эл. почта: nlg@nngasu.ru

Ключевые слова: кампус, архитектурно-ландшафтная среда кампуса, пространственная организация кампуса, визуальная среда кампуса, регионализм, структурализм, деятельное участие.

Дан анализ предпосылок проектирования и строительства университетского кампуса, его планировочных особенностей с учетом культурно-исторического ландшафта и архитектурных концепций регионализма, структурализма, основанных на деятельном участии.

«Кампус» (от лат. *campus* – университетский городок) – слово, обозначающее одну из типологических моделей университетской среды, а также привычное для сегодняшнего дня определение места проживания и (или) обучения студентов. В Италии, в силу традиции, обычно используют слово «колледж», которого автор и будет придерживаться в данной статье.

Университет «Карло Бо» итальянского города Урбино (*Italian Università degli Studi di Urbino «Carlo Bo» UNIURB*) был основан герцогом Урбинским в 1506 г. как медицинский колледж и, успешно развиваясь более пяти веков, в настоящее время представляет собой престижный и известный во всем мире университет, где на 10 различных факультетах обучаются около 20 тыс. студентов.

Город Рафаэля и Браманте, ренессансный Урбино, оставаясь в границах средневековых стен, сохранил свою архитектуру, культуру и многочисленные традиции практически без изменений. В этом есть и величайшая заслуга итальянского архитектора Джанкарло Де Карло (*Giancarlo De Carlo*), который долгие годы (с 1958 г.) будучи главным архитектором города, реанимировал исторический облик города, а также создал новый облик университета и его знаменитого кампуса (рис. 1 цв. вклейки).

Его метод тщательного анализа и «прочтение» контекста [1] следовали концепции регионализма, направления которого придерживался Де Карло в своем творчестве, опираясь на лучшие образцы «высокой» местной архитектуры. Оставив город нетронутым в его историческом образе, архитектор предложил использовать его здания и монастыри под учебные аудитории различных факультетов университета, а новое свободное студенческое поселение на 1500 чел. разместить на амфитеатре южных холмов Капуцинов, в километре от исторического центра и университета (рис. 2 цв. вклейки).

Надо отметить, что архитектурная деятельность Джанкарло Де Карло была связана как с членством в CIAM (Международный конгресс современной архитектуры), продвигавшей идеи модернизма первой половины XX века, так и с прогрессивными направлениями «Team X» («Бригады 10», Роттердам, 1974 г.), задавшими другой вектор развития градостроительства, обозначив социальную ответственность архитектора перед гражданами и окружающей природной средой. Проектирование кампуса стало знаковым объектом для «Team X», где Де Карло,

наряду с Элисон и Питером Смитсон, Альдо ван Эйком, Яапа Бакемом, Жоржем Кандилисом и Шадраком Вудсоном, исследовал сложности человеческого поведения и деятельности, из чего вытекал тонкий функционализм [1] как противопоставление «идеологии производства» и грубо упрощенного определения «четырех человеческих функций» [2]; развивал системный подход к проектированию среды как совокупности потребности пользователя и природного окружения.

Проектирование и строительство кампуса велось в два этапа, которые отразили социально-политическое развитие Италии 60–70 гг. двадцатого века. Первая очередь проектирования (1962–1966) явилась поиском по созданию теоретического обоснования альтернативного городского ядра (центра) за пределами тесноты исторических кварталов. Модель единого университета как градостроительной единицы (кампуса) претерпела радикальное изменение: произошло отделение функции обучения от функции проживания студентов и перенос ее за пределы города на свежий воздух, что было отражением теоретических воззрений Де Карло об интеграции зданий в природное окружение, сохранение ландшафтов и пространственное раскрытие комплекса на уникальные пейзажи района Марке.

Проект на холмах был выполнен под влиянием идей органической архитектуры Ф. Л. Райта и итальянских рационалистов в диалектической трансформации естественного в свою противоположность, и определен Де Карло как «моделирование медленного роста» [1].

По заказу ректора университета Карла Бо первая очередь колледжа была построена на 150 чел. (рис. 3–5 цв. вклейки) и названа «Холм», что отразило природно-исторический характер местности, где вся композиционная система была выстроена, начиная от верхней площадки холма и древнего монастыря Капуцинов, и продолжена главной осью, на которую веером (по горизонталям рельефа) были нанизаны здания общежитий.

Основой теоретических воззрений для Де Карло было понятие «структура» [1] и именно она формировала пространство колледжа (рис. 4 цв. вклейки): центральное здание с конференц-залом, рестораном, библиотекой, рецепцией, посредством сбегающих лестниц и пандусов было связано с рядом блокированных зданий общежитий с собственными террасами около входов и на кровлях, создающих новый многоуровневый искусственный ландшафт (рис. 6 цв. вклейки) зон отдыха. Подвижность, ступенчатость архитектурной формы была обусловлена рельефом местности (рис. 7 цв. вклейки), значительным перепадом высот до двадцати градусов, что повлияло на выбор конструктивной схемы и формы зданий, ограниченной небольшими блоками в два этажа. Таким образом, структура являлась не только пространственной организацией, но и системой взаимосвязи функции и формы (рис. 4 цв. вклейки).

Вторая очередь колледжа была построена в период 1973–1981 гг. уже на 1 150 чел. [3], что отразило социально-политический заказ общества после массовых волнений студенчества в конце семидесятых, и последовавшие за ними изменения в области мирового образования: расширение доступности высшего образования, улучшение качества образовательной среды и проживания, новые программы и направления обучения. Являясь профессором университета, Де Карло активно поддерживал переход университетского образования в категорию массового: «...университет масс – это не увеличенный университет элиты, тем более в упрощенном формате. Количественному скачку соответствует скачок, который преобразует его в модель в своем собственном праве, коренным образом отличающуюся от предыдущей модели» [4].

**К СТАТЬЕ Т. В. КИРЕЕВОЙ
«ЛАНДШАФТ И АРХИТЕКТУРА КАМПУСА
УНИВЕРСИТЕТА УРБИНО»**



Рис. 1. Вид на кампус на холме Капуцинов. Арх. Джанкарло Де Карло (1962–1983 гг.), 2013 г.

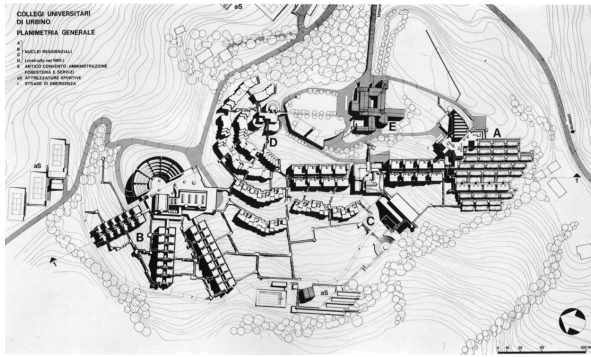


Рис. 2. Генплан кампуса, 1983 г.



Рис. 3. Генплан колледжа «Холм», 1966 г.

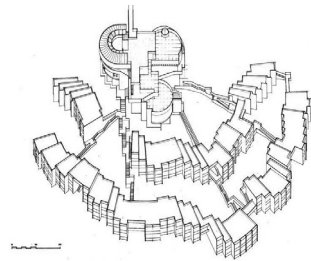


Рис. 4. Структура колледжа «Холм», 1966 г.



Рис. 5. Вид колледжа «Холм» на холме Капуцинов, 1966 г.



Рис. 6. Рельеф природный и искусственно созданный (кровли и террасы колледжа), 2015 г.



Рис. 7. Здания общежитий колледжа «Трезубец» и панорамные виды на окружающие ландшафты, 2015 г.



Рис. 8. Главная площадь кампуса с видом на холмы области Марке



Рис. 9. Зона отдыха



Рис. 10. Фонари верхнего света на главной площади *Cafeteria Building*

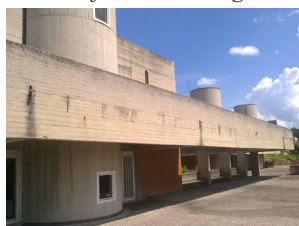


Рис. 11, 12. Брутальная архитектура кампуса



Рис. 13. Зеленая кровля колледжа «Воздушный змей»



Рис. 14. Внутренний дворик цокольного этажа



Рис. 15. Кольцо верхнего освещения



Рис. 16. Зеленые дворики у лестниц-связей



Рис. 17. Холл-кафе основного здания *Cafeteria Building*



Рис. 18. Озеленение, ландшафты кампуса



Рис. 19. Интерьеры общественной зоны

Примечание: Рис. 6–19. Фото автора, 2015 г.



К разработке новой модели колледжа Де Карло как убежденный сторонник включения пользователей в процесс проектирования широко привлекал студентов и преподавателей университета. Другой важный постулат теории Де Карло был связан с социальной ситуацией и отразился в исследовательской программе по изучению влияния масштабов деятельности и потребностей на поведение человека.

Изучение предпочтений молодежи по проживанию со всеми современными удобствами вдали от дома, но с увязкой к контексту исторического города, дало свои положительные результаты при архитектурно-ландшафтной организации кампуса. Пространственная организация его задумана так, чтобы дать ощущение безграничного пространства для всех потребителей среды при любом количестве студентов и преподавателей [3], что явилось ответом на острый «политический» запрос студенчества семидесятых (рис. 8 цв. вклейки). В результате строительства возник комплекс общежитий со своей инфраструктурой, по сути, это кампус, состоящий из нескольких колледжей.

Применяя структуру полицентричности, архитектор в контексте территориального и морфологического образа сформировал план кампуса в форме грозди винограда, где основными «ядрами» выступают колледжи «Трезубец» (1973–1980), «Воздушный Змей-Сerpантин» (1973–1981) и «Парус» (1973–1983). Построенные по одному конструктивному принципу блокирования небольших двухэтажных объемов, но талантливо сгруппированные в разные пространственные структуры, колледжи отличаются и по планировочной схеме. Так, «Трезубец» имеет 352 одноместных номера в блоках по 16 номеров, с удобствами и кухней на блок; «Парус» имеет 33 двухместных номера с туалетом и кухней и 156 одноместных номера в блоках по 6 номеров с туалетом и кухней на блок.

Колледжи формируются вокруг пяти ядер притяжения – зданий общественного назначения, первым из которых является древний монастырь Капуцинов. Располагаясь на вершине холма, он играет роль некой «матрицы» – масштабно смыслового символа и ориентира в диалоге горизонта, открытого пространства, объема и ландшафта. Другими важными центрами общественной жизни являются здания брутальной архитектуры (рис. 9–16 цв. вклейки): ресторан, библиотека, универсальный зал (публичное пространство, театр), офисное здание – факультет, где есть лекционные аудитории, зал, помещения для индивидуальных занятий. Все помещения социальных и творческих контактов имеют свободный доступ, индивидуальную мебель, необходимое оборудование (рис. 17, 19 цв. вклейки). Инфраструктура кампуса дополнена хозяйственными помещениями, помещениями гигиены, хранения, парковками и велосипедными стоянками.

Единство выбранных строительных и отделочных материалов (кирпич, бетон, натуральный камень) поддерживает закодированный в концепции постулат о естественно-природной, дружественной для человека среде, где поддерживается максимальное взаимопроникновение формы, объема и окружающего ландшафта: склоны холма, сады, зеленые кровли (рис. 13 цв. вклейки) и открытые террасы (рис. 6 цв. вклейки), а также фонари и верхнее освещение различных схем и типов (рис. 10, 15 цв. вклейки).

Де Карло, выступая за интеграцию природного и искусственного, предусмотрел сюжеты по максимальному раскрытию пейзажных картин для посетителя, где бы он ни находился. Пейзажное разнообразие кампуса – это продуманная многоуровневая система, включающая: планировочную структуру, архитектуру зданий, благоустройство и озеленение.

Визуально при перемещении по лестницам-связям зритель всегда находится в замкнутом малом пространстве, ограниченном фасадами общежитий, назначение которого – задать малый, человеческий масштаб окружения и вызвать внутренние чувства и эмоции, направленные на освоение этого «личного (моего) малого пространства, моего садика с любимым деревом» (рис. 14 цв. вклейки).

Пространство общественных зон решено на контрасте – попадая на террасу около дома, верхнюю террасу на кровле, внутреннюю улицу и главную площадь, зритель может осваивать другое состояние – наслаждаться открывающимися безграничными просторами зеленого окружения рафаэлевских холмов (рис. 8 цв. вклейки), видеть дальние перспективы с разных высот, любоваться меняющимися пейзажами (рис. 6, 13 цв. вклейки).

Красивый вид из окна продолжает развитие этой сюжетной линии. Раскрытость основных помещений общественных зданий и особенно жилых комнат общежитий на окружающие ландшафты была заложена на стадии проекта: все жилые комнаты располагаются с внешней стороны блоков и имеют южную инсоляцию; вспомогательные помещения расположены со стороны холма. Ступенчатость зданий, их разворот поперек и параллельно горизонталям рельефа не позволяют им прерывать дальние пейзажные перспективы.

В возникающем диалоге естественного и искусственного большое значение отводится озеленению. Постепенно, начиная с первых посадок деревьев на первом этапе строительства (рис. 5 цв. вклейки), озеленение кампуса за прошедшие годы сформировало привлекательный образ экологичного и эстетического природного окружения с множеством уединенных и общественных мест тихого отдыха, созерцания и медитации. Здесь работает трехступенчатая система озеленения: растения на земле – традиционная посадка деревьев в почву (рис. 18 цв. вклейки); растения на кровле – посадка деревьев, кустарников, луговых трав в почвенный субстрат на кровле зданий (рис. 13 цв. вклейки); растения «под землей» – зеленые внутренние дворiki глубокого пространства цокольного этажа, сверху раскрытые для солнца, являясь проводниками солнечного света внутрь интерьера, позволяют насладиться зеленью лип среди бетонных поверхностей брутальной архитектуры (рис. 14 цв. вклейки).

Растения для озеленения подобраны с максимальной степенью природности, продолжая тему взаимодействия естественно-природного и искусственного, не вдаваясь в украшательство, что реализует общий образ кампуса и совпадает с возможностью экономичной эксплуатации объекта. Малые формы архитектуры (лестницы, лавочки, цветочные вазоны, ограждения), выполненные в грубом бетоне, вместе с покрытием террас создают спокойный, не привлекающий внимания фон, на котором зелень растений и холмов выглядит еще ярче.

Таким образом, представленный пример создания университетской среды для проживания студентов (колледж, кампус) является ярким образцом комфортной среды, где природные элементы ландшафта, являются основой планировочной структуры и архитектуры, а визуальные возможности (пейзаж) входят в эту структуру на уровне визуально-эстетического образа, обогащая среду. Выражаясь словами Джанкарло Де Карло: «Архитектура становится щедрой и значительной для человечества только тогда, когда представляет собой заботливое и деликатное отношение к природе» [5].



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Lloyd-Jones, Tony. Butterworth Architecture / Tony Lloyd-Jones, Giancarlo de Carlo, Benedict Zucchi. – Oxford, 1992.
2. Бэнэм, Рейнер. Новый брутализм: этика или эстетика : пер. с англ. / Рейнер Бэнэм. – Москва : Стройиздат, 1973. – 199 с. : ил.
3. Bernardini, Claudia. I Collegi universitari di Urbino [Electronic resource] / Claudia Bernardini. – URL : http://www.vg-hortus.it/index.php?option=com_content&view=article&id=1592:i-collegi-universitari-di-urbino&catid=13:studi-storic&Itemid=15 (Data pubblicazione 2012.09.04).
4. De Carlo, G. La piramide rovesciata. – Bari : De Donato, 1968. – P. 50.
5. De Carlo, G. Conversazione su Urbino : intervista di Pierluigi Nicolini // Lotus International. – 1978. – № 18.

KIREEVA Tatiana Valentinovna, candidate of philosophical sciences, associate professor of the chair of landscape architecture and landscape construction

LANDSCAPE AND ARCHITECTURE OF THE CAMPUS OF THE UNIVERSITY OF URBINO

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 433-93-92;
fax: +7 (831) 430-19-36; e-mail: tkireeva2005@yandex.ru

Key words: campus, campus architectural and landscape environment, campus spatial organization, campus visual environment, regionalism, structuralism, active participation.

The article analyzes the prerequisites for the design and construction of the university campus, its planning, taking into account peculiarities of the cultural and historical landscape and architectural concepts of regionalism, structuralism, based on active participation.

REFERENCES

1. Tony Lloyd-Jones. Giancarlo de Carlo. Benedict Zucchi, Butterworth Architecture, Oxford, 1992, P. 40.
2. Reyner Banham. Novy brutalizm: etika ili estetika [The new brutalism: ethic or aesthetic]. Perevod s angl. Moscow. Stroyizdat. 1973. 199 p.
3. Bernardini Claudia. I collegi universitari di Urbino [Electronic resource]: http://www.vg-hortus.it/index.php?option=com_content&view=article&id=1592:i-collegi-universitari-di-urbino&catid=13:studi-storic&Itemid=15; data pubblicazione 2012.09.04.
4. G. De Carlo., La piramide rovesciata, Bari, De Donato, 1968. P. 50.
5. G. De Carlo, Conversazione su Urbino, intervista di Pierluigi Nicolini, in 'Lotus International', 1978. P. 18.

© Т. В. Киреева, 2016
Получено: 16.04.2016 г.



УДК 72.036 (470.341)

О. Ф. КРЫЛОВА, аспирант кафедры архитектурного проектирования

«КИРПИЧНЫЙ СТИЛЬ» СЕРЕДИНЫ XIX – НАЧАЛА XX ВЕКА В АРХИТЕКТУРЕ ГОРОДА ПАВЛОВА

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

Ключевые слова: «кирпичный стиль», Павлово, архитектура середины XIX – начала XX века.

Рассматривается краснокирпичная архитектура Павлова середины XIX – начала XX века. На конкретных примерах из практики строительства гражданских и промышленных зданий анализируются особенности, придающие своеобразие павловскому «кирпичному стилю».

В середине XIX века в русском зодчестве выделилось рационалистическое направление, основные идеи которого воплотились в формах «кирпичного стиля». Обоснованием прагматических воззрений в архитектуре явилась необходимость возводить здания и сооружения «для народа», соответствующие насущным потребностям широких масс населения [1, с. 72]. Как нельзя лучше этим задачам отвечал «кирпичный стиль», получивший большое распространение в российской провинции; ярким свидетельством этого является архитектура города Павлова (бывшего торгово-промышленного села Павлова Нижегородской губернии), где это направление стало преобладающим. Анализ планировочной структуры и общая картина архитектуры исторического центра города исследованы в публикациях С. М. Шумилкина и А. В. Лисицыной [2, с. 214–225; 3, с. 14–16]. Данная статья ставит своей целью изучение собственно «кирпичного стиля» в Павлове и выявление его отличительных особенностей.

Обновлению застройки центральной части Павлова способствовал большой пожар 1872 года. На месте утраченных домов возводились новые каменные здания. Распространение «кирпичного стиля» в Павлове носило массовый характер: строились жилые дома и усадьбы, торговые здания, благотворительные и образовательные учреждения. Среди построек с неоштукатуренными фасадами наибольшей художественной выразительностью обладают жилые дома и усадебные комплексы. Здесь присущие этому направлению черты рационализма уступают место стремлению к украшательству. Купцы и состоятельные крестьяне, подражая высшим сословиям, строили менее дорогие кирпичные дома [4, с. 86], прообразы которых черпали в архитектуре столичных и крупных городов.

Несмотря на различное назначение, все краснокирпичные постройки (жилые, общественные, промышленные) в Павлове имеют ряд общих черт: крупные размеры, небольшую этажность (один-два этажа, трехэтажные здания единичны), одинаковые композиционные приемы построения фасадов. Количество осей окон по главному фасаду различно: в жилых домах колеблется от трех до девяти осей, в общественных – до двенадцати, в промышленных – до двадцати одной.

Приверженность традициям проявилась в строго симметричном построении уличных фасадов (рис. 1–4 цв. вклейки). Преобладает центрально-симметричная фронтальная композиция, акцентированная размещением аттика. Подобное по-



строение главного фасада использовано в доме А. М. Маклакова (ул. Буденного, 6а), главном доме усадьбы И. К. Подшибихина (ул. Куйбышева, 6), доме призрения бедных имени И. М. и Е. С. Рябининых (ул. Профсоюзная, 48). В русле общей традиции симметричного построения фасадов получила распространение композиция со вспомогательными осями на флангах. Характерными примерами являются главный дом усадьбы И. С. Карачистова (ул. Нижегородская, 8), богадельня, построенная на средства Г. Н. Рябининой (ул. Шмидта, 6) (рис. 4 цв. вклейки). Наряду с этим, при участии профессиональных архитекторов сформировался совершенно новый для Павлова тип построения фасада, основанный на приеме дублирования. Особенность данного типа заключается в повторении дважды одной и той же композиции – одноосная раскреповка, завершенная развитым аттиком, фланкированная парами окон. Такое решение имеют доходный дом В. Смирнова (ул. Куйбышева, 3/13) (рис. 2 цв. вклейки), главный дом усадьбы М. И. Шевелева (ул. Кирова, 16), торговое здание (ул. Ломоносова, 1).

Композиционные закономерности построения фасадов для всех типов зданий одинаковы. Декор подчеркивал основные членения (карнизы, пояса, лопатки) и проемы окон и дверей, что характерно для эклектики в целом. В Павлове большое внимание уделялось развитым венчающим карнизам. Нередко они имели сложносоставной рисунок, который менялся в зависимости от расположения на пряслах фасада и в раскреповках. Такой прием использован в главном доме усадьбы М. В. Еремина (ул. Кузнечная, 6) (рис. 1 цв. вклейки), где венчающий карниз с фризом из крупных фигурных фестонов сменяется по центру карнизом с вытянутыми прямоугольными фестонами, поверх которых наложен ряд треугольных модульонов. Вместе с этим прослеживается частое применение у-образных фестонов во фризах. Такие детали можно видеть на фасадах дома А. М. Маклакова (ул. Буденного, 6а), дома А. И. Клокова (ул. Маяковского, 25), главного дома усадьбы А. С. Анучина (ул. Шмидта, 3). Декор вертикальных членений строг и лаконичен. Лопатки украшены рустом или прямоугольными филенками. Простенки между окнами чаще всего не заполнены или декорированы выступающей прямоугольной панелью, над которой в уровне верхней трети окон проходит пояс с сухариками. Распространенным декоративным приемом является использование разных типов наличников в пределах одного этажа в соответствии с членениями фасада. Этот прием наглядно иллюстрирует дом А. М. Маклакова (ул. Буденного, 6а), главный дом усадьбы М. И. Шевелева (ул. Кирова, 16), доходный дом В. Смирнова (ул. Куйбышева, 3/13). Выявлен наиболее характерный тип обрамления окон: узкий наличник, завершенный прямым сандриком с замковым камнем и двумя нишами в тимпанах (рис. 1 цв. вклейки). Традиционной для «кирпичного стиля» в Павлове является форма сандриков, аттиков и щипцов с прямоугольным подвышением [5, с. 69]. Такие декоративные элементы имеются на фасадах здания мужского училища (ул. Ленина, 29), главного дома усадьбы И. С. Карачистова (ул. Нижегородская, 8). Пластика фасадов достигается в основном за счет деталей, сохраняющих единый модуль и форму кирпича (сухарики; т-образные, п-образные, у-образные фестоны, ступенчатые карнизы и пояса, поребрик, выступающие и западающие филенки). Разнообразный нарядный декор, покрывающий плоскости уличных фасадов, обогащен применением тесаного кирпича. Такие детали встречаются в рисунках наличников, элементах карнизов, подоконных филенках.

Среди произведений «кирпичного стиля» в Павлове особое место принадлежит усадьбе горбатовского купца В. И. Гомулина (ул. Красноармейская, 6).

**К СТАТЬЕ О. Ф. КРЫЛОВОЙ «КИРПИЧНЫЙ СТИЛЬ»
СЕРЕДИНЫ XIX – НАЧАЛА XX ВЕКА В АРХИТЕКТУРЕ
ГОРОДА ПАВЛОВА**

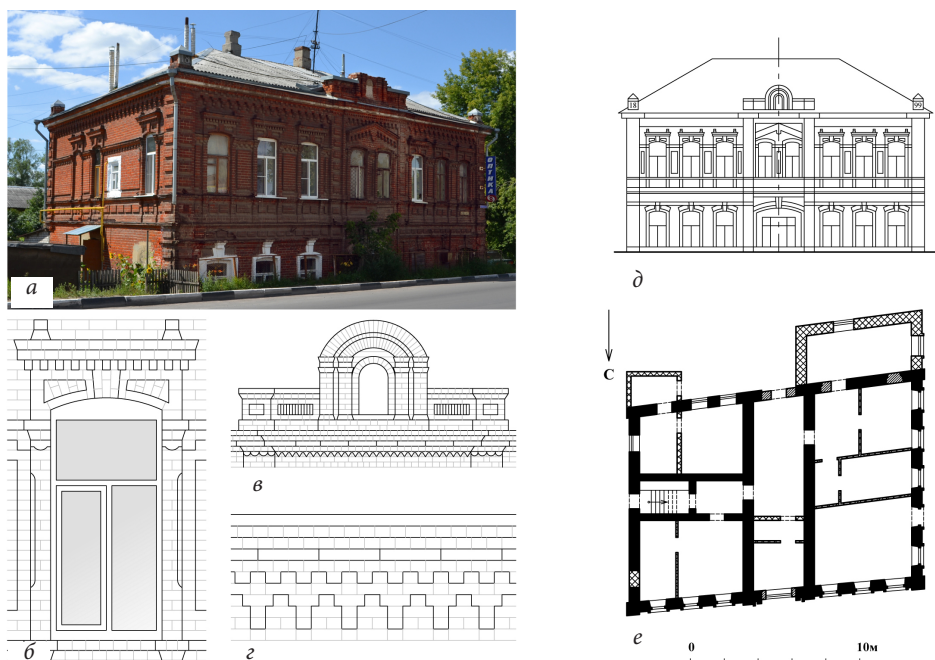


Рис. 1. Главный дом усадьбы М. В. Еремина (ул. Кузнечная, 6), 1899 г.: *а* – общий вид; *б* – окно; *в* – аттик; *з* – карниз; *д* – схема фасада; *е* – план 1-го этажа

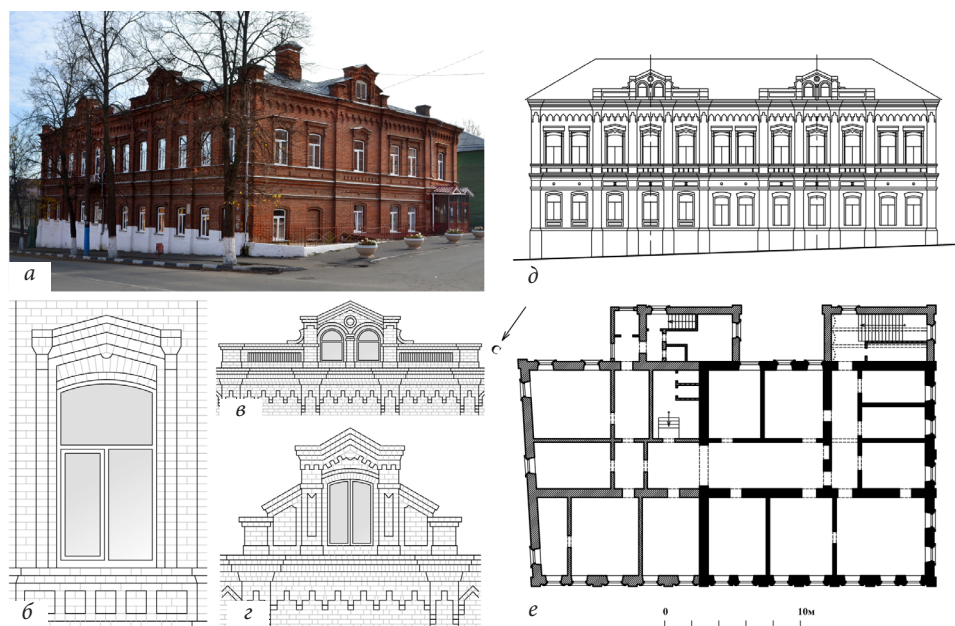


Рис. 2. Доходный дом В. М. Смирнова (ул. Куйбышева, 3/13). Конец XIX – начало XX века: *а* – общий вид; *б* – окно; *в* – аттик; *з* – аттик; *д* – схема фасада; *е* – план 1-го этажа

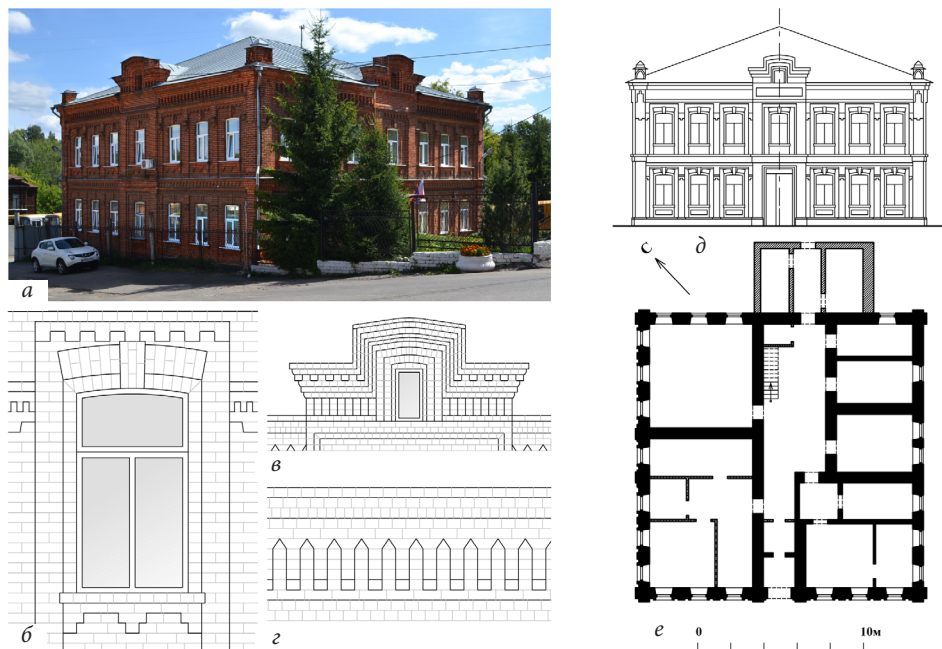


Рис. 3. Здание женского двухклассного училища (ул. Ленина, 27), 1894 г.: *а* – общий вид; *б* – окно; *в* – аттик; *г* – карниз; *д* – схема фасада; *е* – план 1-го этажа

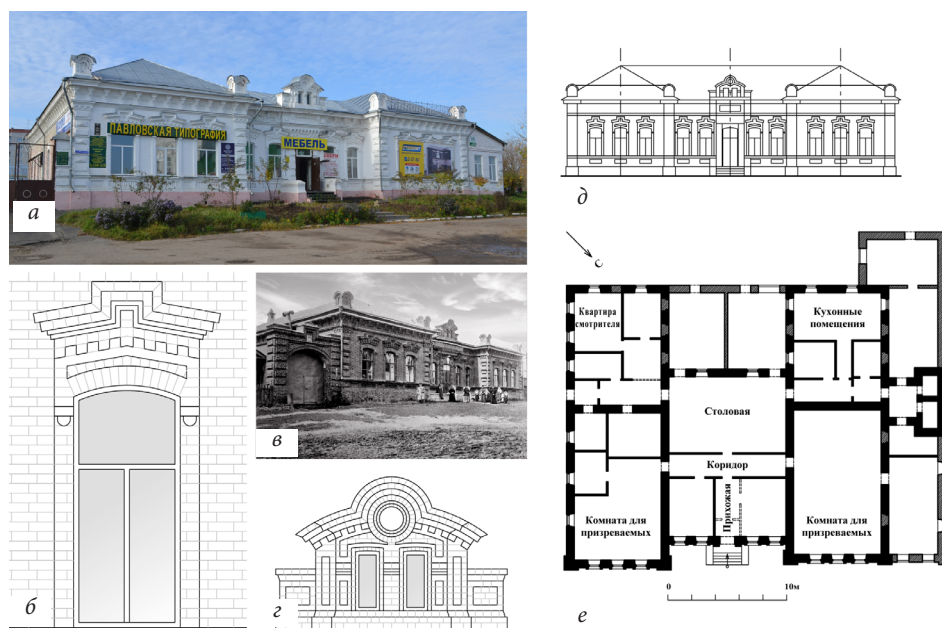


Рис. 4. Богадельня, построенная на средства Г. Н. Рябининой (ул. Шмидта, 6), 1889–1892 гг.: *а* – общий вид; *б* – окно; *в* – первоначальный вид (фото начала XX в.); *г* – аттик; *д* – схема фасада; *е* – план 1-го этажа

Комплекс был построен одним из первых (1885 г.) и стал своего рода эталоном данного стиливого направления в Павлове. Построенные позднее кирпичные здания в большинстве своем заимствовали те или иные его черты. Как предполагает С. М. Шумилкин, в живописной компоновке объемов и тонкой прорисовке элементов декора прослеживается высокое мастерство столичного архитектора [2, с. 222]. Усадьба представляет собой уникальный для Павлова архитектурный ансамбль, в состав которого входят главный дом, флигель и службы с торговой лавкой, объединенные оградой с воротами. Доминантой объемно-пространственной композиции главного дома-усадьбы является башня с двухъярусным завершением и шпилем. Динамичность силуэту придают трехчастные аттики, венчающие фланги смежных фасадов.

Внимание к архитектурному силуэту, продемонстрированное в архитектурном облике усадьбы В. И. Гомулина, является одной из главных особенностей «кирпичного стиля» в Павлове. В дальнейшем в роли композиционных и высотных доминант второго порядка, помимо церковных ансамблей, стали выступать дома состоятельных павловчан, украшенные башенками, эркерами, развитыми аттиками, щипцовыми завершениями и парапетными тумбами, например: главный дом усадьбы П. В. Щеткина (ул. Красноармейская, 14), дом Е. Е. Алипова (ул. Нижегородская, 3), дом Ф. М. Варыпаева (ул. Горького, 20а).

Характерной чертой краснокирпичных жилых домов Павлова, также внесенной архитектором усадьбы В. И. Гомулина, является использование инициалов собственника или даты постройки в декоративном оформлении аттиков, щипцов и парапетных тумб (главный дом усадьбы М. В. Еремина (ул. Кузнечная 6), дом Сопляковых (ул. Нижегородская, 14), дом Н. И. Соннова (ул. Нижегородская, 17)). В убранстве главного дома усадьбы В. И. Гомулина впервые использован прием включения белокаменных плит в карнизы и аттики, повторившийся в дальнейшем в целом ряде зданий: главный дом усадьбы М. И. Шевелева (ул. Кирова, 16), главный дом усадьбы И. С. Карачистова (ул. Нижегородская, 8), доходный дом наследников А. М. Маклакова (ул. Нижегородская, 12).

Как и повсюду в России, «кирпичный стиль» активно использовался в архитектуре учебных зданий: женского двухклассного училища (ул. Ленина, 27) (рис. 3 цв. вклейки), мужского училища (ул. Ленина, 29), ремесленного училища (ул. Коммунистическая, 3), Прядиловского училища (ул. Конопляная, 22). По сравнению с жилыми зданиями образовательные учреждения отличаются более крупными габаритами в плане и сдержанным декоративным убранством. Они представляют собой прямоугольные в плане двухэтажные здания под вальмовой крышей. Высота этажа и оконных проемов жилых и учебных зданий примерно одинакова. Исключением является здание ремесленного училища (ул. Коммунистическая, 3), выделяющееся из общего ряда образовательных учреждений п-образной формой плана, большей высотой этажа и увеличенными размерами окон.

В «кирпичном стиле» выполнены также два здания благотворительного назначения, известные как Рябининские богадельни: богадельня, построенная на средства Г. Н. Рябининой (ул. Шмидта, 6) и дом призрения бедных имени И. М. и Е. С. Рябiniųх (ул. Профсоюзная, 48). Оба здания различны по объемно-пространственной композиции и архитектурному облику. Одноэтажное здание богадельни имеет развитый п-образный план. Уличный фасад обильно украшен декоративными элементами, что более характерно для жилых домов. Двухэтажный дом призрения бедных имеет компактный квадратный план. В его архитектурном облике запечатлены тенденции рационализма.



В силу того, что металлообрабатывающее производство было основным средством заработка местного населения, особое место в Павлове принадлежало производственным предприятиям. Однако, если в других городах России, как и во всем мире, зарождение «кирпичного стиля» происходило именно в промышленной архитектуре, то в Павлове и подобных ему торгово-промышленных селах в силу кустарного характера производства наблюдается обратный процесс. Первоначально производственные здания были включены в структуру селитебной застройки. Только в конце XIX века в результате увеличения объемов производства появляется необходимость в строительстве обособленных промышленных зданий, формировании самостоятельных комплексов: фабрика торгового дома «М. И. Теребина сыновья»; (ул. Коммунистическая); фабрика И. И. Пухова (ул. Маяковского, 28); фабрика Павловской кустарной артели, основанная А. Г. Штанге (ул. Маяковского, 77); фабрика торгового дома «Карачистов и Ко» (ул. Речная, 31а); фабрика наследников Д. Д. Кондратова (ул. Шмидта, 11). Промышленные краснокирпичные постройки Павлова полностью воплощали идеи рационализма, для которых характерна скупость декоративного оформления фасадов. Постепенно архитектурное убранство становилось более упрощенным.

В стилевом аспекте в архитектуре Павлова второй половины XIX века господствовала провинциальная эклектика. Разнообразие кирпичным постройкам Павлова придают стилизаторские поиски, представленные работами профессиональных зодчих. Фасады зданий усадьбы В. И. Гомулина (ул. Красноармейская, 6) обладают чертами неоренессанса, в доме Ф. М. Варыпаева (ул. Горького, 20а) прослеживаются формы «русского стиля». С начала XX века «кирпичный стиль» обогащается чертами модерна (ул. Ломоносова, 1, 19).

В архитектуре Павлова ярко проявилась профессиональная составляющая архитектуры. По мнению С. М. Шумилкина, большая часть кирпичных зданий, расположенных на ул. Нижегородской, построена по проектам нижегородских зодчих: А. Р. Станкевича, М. И. Кунцевича, В. М. Лемке, П. А. Домбровского [2, с. 220]. Установлено, что нижегородским архитектором А. К. Никитиным были составлены проекты здания ремесленного училища (ул. Коммунистическая, 3) [6, с. 124], корпуса кузницы, шлифовальной и слесарной фабрики наследников Д. Д. Кондратова (ул. Шмидта, 11) [6, с. 304], а также ныне утраченной церкви преподобного Сергия Радонежского [6, с. 61]. Вместе с тем «кирпичный стиль» в Павлове, сформировавшийся под влиянием городской культуры, обладает яркой региональной спецификой, выразившейся в поисках местных мастеров. Известно имя одного из строителей каменных зданий в Павлове – подрядчика Ильи Егоровича Кубарева, уроженца села Панова Арзамасского уезда Нижегородской губернии. Среди объектов, построенных его артелью, усадьба И. К. Подшибихина (ул. Куйбышева, 6), доходный дом В. Смирнова (ул. Куйбышева, 3/13), дом Е. Е. Алипова (ул. Нижегородская, 3), утраченное ныне здание купеческого клуба (ул. Кузнечная) [7, с. 71].

Таким образом, в Павлове в середине XIX – начале XX в. велось массовое строительство в «кирпичном стиле», который получил распространение во всех типах зданий: гражданских (жилых и общественных), промышленных и церковных.

Краснокирпичные постройки в Павлове отличаются высоким художественным уровнем архитектуры, что обусловлено привлечением профессиональных зодчих. Для всех построек вне зависимости от назначения характерны следующие черты: крупные размеры, небольшая этажность, одинаковые композиционные приемы построения фасадов, активный силуэт, характерные детали. Выявлено



три типа фронтальной композиции фасадов: центрально-осевая композиция, симметричная композиция со вспомогательными осями, дважды повторенная центрально-осевая композиция.

К особенностям декоративного убранства относятся: использование инициалов собственника или даты постройки в оформлении аттиков, шипцов и парапетных тумб; сложносоставной рисунок венчающих карнизов с включением белокаменных плит; характерная форма сандриков, аттиков и шипцов с прямоугольным подвышением; чередование разных типов наличников в соответствии с членениями фасада.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бубнов, Ю. Н. Архитектура Нижнего Новгорода середины XIX – начала XX века / Ю. Н. Бубнов. – Нижний Новгород : Волго-Вят. кн. изд-во, 1991. – 176 с. : ил.
2. Шумилкин, С. М. Планировка и застройка торгового села Павлово на Оке в XVIII–XIX веках / С. М. Шумилкин // Архитектурное наследство. – Москва, 2012. – № 57. – С. 214–225.
3. Лисицына, А. В. Архитектурный облик исторического города Павлова Нижегородской области / А. В. Лисицына // Нижегородский проект. – 2002. – № 5. – С. 14–16.
4. Китнер, И. Кирпичная архитектура / И. Китнер // Зодчий. – 1872. – № 6. – С. 84–87.
5. Лисицына, А. В. Архитектура торгово-промышленных сел Нижегородской губернии конца XIX – начала XX в. : дис. ... канд. архитектуры : 18.00.01 / А. В. Лисицына ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2005. – 203 с. : ил.
6. Павловский район : ил. кат. памятников истории и культуры / [А. В. Лисицына [и др.] ; [редкол.: А. В. Лисицына (отв. ред.) и др.] ; Правительство Нижегород. обл., Упр. гос. охраны объектов культур. наследия Нижегород. обл. – Нижний Новгород : Кварц, 2015. – 559 с. : ил., цв. ил., портр. – (Объекты культурного наследия Нижегородской области).
7. Люди земли Павловской : сборник. – Павлово : [б. и.], 1994. – 172 с.

KRYLOVA Olga Fyodorovna, postgraduate student of the chair of architectural design

«BRICK STYLE» IN THE ARCHITECTURE OF THE TOWN OF PAVLOVO IN THE MID XIX – EARLY XX CENTURY

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

Key words: «brick style», Pavlovo, architecture of the mid XIX – early XX centuries.

The article discusses the red-brick architecture of the town of Pavlovo of the mid XIX – early XX century. Features that give originality to the Pavlovian «brick style» are analyzed by the specific examples of civil and industrial construction practice.

REFERENCES

1. Bubnov Yu. N. Arkhitektura Nizhnego Novgoroda serediny XIX – nachala XX veka [Architecture of Nizhny Novgorod of the mid XIX – early XX century]. Nizhny Novgorod, Volgo-Vyatskoe knizhnoe izdatelstvo, 1991, 176 p.



2. Shumilkin S. M. Planirovka i zastroyka torgovogo sela Pavlovo na Oke v XVIII–XIX vekakh [Planning and construction of the trade village of Pavlovo on the Oka River in the XVIII–XIX century]. Arkhitekturnoe nasledstvo [Architectural heritage]. Moscow, KRASAND, 2012, № 57. P. 214–225.
3. Lisitsyna A. V. Arkhitekturny oblik istoricheskogo goroda Pavlova Nizhegorodskoy oblasti [The architectural appearance of the historic town of Pavlovo of the Nizhny Novgorod region]. Nizhegorodskiy proekt [Nizhegorodsky project]. 2002, № 5. P. 14–16.
4. Kitner I. Kirpichnaya arkhitektura [Brick architecture]. Zodchiy [Architect]. 1872, № 6. P. 84–87.
5. Lisitsyna A. V. Arkhitektura torgovo-promyshlennykh syol Nizhegorodskoy gubernii kontsa XIX – nachala XX vv. [Architecture of commercial-industrial villages of Nizhny Novgorod province in the late XIX – early XX century]. Dis. ... kand. arkhitektury: 18.00.01. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2005, 203 p.
6. Illyustrirovanny katalog ob'ektov kulturnogo naslediya (pamyatnikov istorii i kultury), raspolozhennykh na territorii Pavlovskogo rayona Nizhegorodskoy oblasti [Illustrated catalogue of cultural heritage sites (historical and cultural monuments), located within Pavlovo district of the Nizhny Novgorod region]. Otv. red. A. V. Lisitsyna. Nizhny Novgorod, Kvartz, 2015, 560 p.
7. Lyudi zemli Pavlovskoy [The people of Pavlovo land]. Pavlovo, sbornik, 1994, 172 p.

© О. Ф. Крылова, 2016

Получено: 16.04.2016 г.

УДК 719:726.5.03(470.341)

Е. М. ВОЛКОВА, канд. арх., доц. кафедры стандартизации и инженерной графики

АРХИТЕКТУРНЫЙ ОБЛИК ПРЕДТЕЧЕНСКОЙ ЦЕРКВИ В П. КАТУНКИ ЧКАЛОВСКОГО РАЙОНА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-95;
факс: (831) 430-19-36; эл. почта: nir@nngasu.ru

Ключевые слова: архитектурный облик, Предтеченская церковь, п. Катунки, Чкаловский район, Нижегородская область.

Статья посвящена комплексному анализу архитектурного облика Предтеченской церкви в п. Катунки Чкаловского района Нижегородской области. Представлены архивные материалы, связанные с ее обликом.

Село Катунки в древности было административно-духовным центром Нижегородско-Суздальского княжества, первым документом о нем является Писцовая книга Белгородья 1621–1624 годов. До XVIII века село находилось в дворцовом владении, потом было подарено императрицей Елизаветой Петровной грузинскому царевичу генерал-лейтенанту Бакару Вахтанговичу, затем перешло по наследству Турчаниновым. Катунки относилось к торгово-промышленным селам, издревле распространенным на берегах Волги (рис. 1).



Рис. 1. Поселок Катунки. Съемка генерала А. И. Менде. 1860-е гг. [1]

В «Экономических примечаниях» Балахнинского уезда Нижегородской губернии 1798 года сказано, что в Катунках, расположенных на берегу Волги по обе стороны двух безымянных оврагов есть четыре церкви: 1-я – деревянная во имя Рождества Пресвятой Богородицы с приделами: святителя и чудотворца Николая и святой мученицы Параскевы, нареченной Пятницы; 2-я – каменная великомученицы Варвары с приделом Смоленской Божьей матери; 3-я – деревянная во имя Казанской Божьей матери с приделами: святителя и чудотворца Николая и святой великомученицы Параскевы, нареченной Пятницы; 4-я – каменная во имя святого Иоанна Предтечи с приделами: Казанской Божьей матери и святой мученицы Параскевы, нареченной Пятницы [2]. Графические материалы XIX века дают градостроительную картину застройки села, возродившегося из пепла по указу губернского начальства от 1781 года. Основу новой планировки с учетом особенностей рельефа составляли две протяженные вдоль реки Волги линии домов, соединенные между собой проулками, разделенные оврагом, через который были построены два моста, связывавшие широкие улицы, плотно застроенные двухэтажными домами (рис. 2, 3).

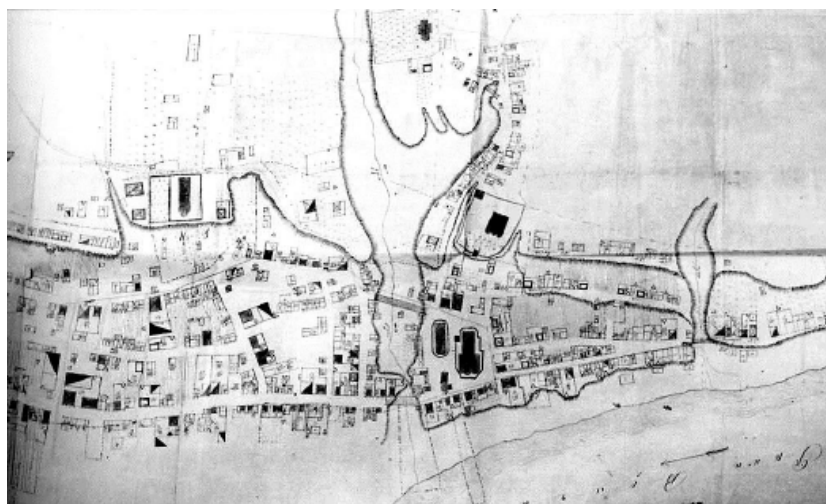


Рис. 2. Поселок Катунки. «План села Катунки Катунской волости Балахнинского уезда». Фрагмент 1899 г. [3]



Рис. 3. Поселок Катунки. Жилая застройка села в начале XX века. На горе – церковь Иоанна Предтечи, рядом – усадьба помещика Турчанинова. Фото 1905 г. [4]

В 1814 году в Катунках было открыто первое в Нижегородской губернии сельское приходское училище. В начале XIX века в селе проживало почти 2 тысячи человек, было 4 пристани, 40 небольших барж, несколько пассажирских пароходов, здесь плели кружева, занимались строчевышиванием, развивали кожевенный промысел на 30 кожевенных, 5 кошомных, 8 клейных заводах, «Катунский» клей считался лучшим в России. До 1917 года в селе действовало 5 храмов, являвшихся доминантами метроритмической композиции, формировавшей панораму. Это был неповторимый ансамбль, состоящий из Смоленской, Предтеченской, Крестовоздвиженской, Сергиевской церквей, собора Рождества Пресвятой Богородицы и часовни.

С 1938 года Катунки – рабочий поселок, сегодня расположенный в Чкаловском районе Нижегородской области, стоящий на берегу Горьковского водохранилища. В середине XX века при затоплении села большая часть исторических территорий ушла под воду, а с ними Крестовоздвиженская и Смоленская церкви, часовни (рис. 4). Сегодня в Катунках к памятникам истории и культуры областного значения относится лишь каменная, трехпрестольная церковь Рождества Пресвятой Богородицы (1824 г.), в перечне выявленных объектов культурного наследия значится Предтеченская церковь 1790 г.



Рис. 4. Поселок Катунки. Панорама с северо-востока. Фото 1947 г. [1]

Строительство Предтеченского храма в Катунках было начато по благословенной грамоте 1782 года епископа Нижегородского и Алатырского Антония. В 1787 году в Нижегородскую епархию сообщалось, что в Катунках вместо сгоревших церквей возведен новый каменный храм с освященными приделами: Казанской Богородицы и мученицы Параскевы, но церковь Иоанна Предтечи осталась недостроенной. В тяжелый период после пожара 1781 года, неурожая жители просили епископа Нижегородского и Алатырского Дамаскина заставить владельцев села выделить на достройку храма 460 рублей. Владыка воззвал в специальном послании к местным помещикам, и проблема решилась, в 1790 году строительство церкви закончилось. Новая Предтеченская церковь расположилась в южной части села, на возвышенной береговой террасе, поодаль и выше Смоленской церкви, дополнив вид сельской панорамы с Волги [1].

В адрес-календаре 1888 года сообщалось, что в селе Катунки есть каменная трехпрестольная церковь во имя Предтечи и Крестителя Господня Иоанна, построенная в 1790 году [5]. В адрес-календаре Нижегородской епархии за 1904 год уточнялось, что храм (1790) имеет престолы: главный холодный – Иоанна Предтечи, теплый правый – Казанской иконы Божьей Матери, левый – великомученицы Параскевы [6].

В описи храмов села Катунки 3-го благочинного округа Балахнинского уезда Нижегородской губернии 1910 года сообщалось: Предтеченская церковь каменная, построенная в 1790 году, внутри оштукатурена и расписана, крыта железом, окрашенным масляной зеленой краской, длина церкви вместе с колокольней 14 саж., наибольшая ширина 5 саж., высота до верха карниза 5 саж. Церковь имеет пятиглавое завершение, дверей наружных створчатых железных – 3 штуки, внутренних полустеклянных – 4 штуки, окон односторонних – 11 штук, двусторонних – 6. Иконостас длиной 12 саж., высотой 5 саж. оценен в 1000 рублей. Церковь отапливается двумя голландскими печами. Ближайшая постройка – дом священника – находится с северной стороны церкви на расстоянии 15 саж. (рис. 5). Здание церкви к 1910 году хорошо сохранилось, оценено вместе с иконостасом и колокольней в 8000 рублей. К колокольне пристроена каменная сторожка, крытая железом, длиной 2 ½ саж., шириной 3 ½ саж., с тремя окнами, двумя дверями, русской печью, оценена в 250 руб...[2].



Рис. 5. Поселок Катунки. Предтеченская церковь 1790 г. Архивный чертеж плана местности [9]



Общая композиция здания Предтеченской церкви типа «корабль»: на оси запад-восток последовательно располагались трехъярусная колокольня, протяженная трапезная и пятиглавый двусветный четверик с трехчастным алтарем (рис. 6–9). Кирпичная кладка стен была выполнена без штукатурки, с затиркой швов и последующей побелкой. Храмовая часть представляла собой бесстолпный двусветный четверик, перекрытый четырехгранным сомкнутым сводом и завершенный пятиглавием на центральном световом и угловых глухих барабанах. Толщина северной и южной стен на уровне второго яруса света утончалась за счет наружной стороны, получавшийся отлив был покрыт металлической кровлей с подзором. Стены четверика, оформленного по углам лопатками, завершались антаблементом с фризом, поделенным раскреповкой на три участка, в которых разместились полукруглые кокошники. Ненамного уступал по ширине молебному залу трехчастный алтарь с лопатками между апсидами, украшенный на уровне цоколя поребриком. Большая часть фасадного декора не отличалась особой тонкостью проработки: многопрофильный карниз четверика, кокошники, алтарный карниз с зубцами – все детали обусловлены размером и формой кирпича. Основными украшениями фасадов были разнообразные оконные обрамления: на трапезной окна имели простые рамочные завершения классического типа, на храмовой части – затейливые барочные.

Трехъярусная колокольня имела четко выраженное ступенчатое построение объемов: на массивном квадратном основании располагались два уменьшающихся четверика со срезанными углами. Фасады колокольни были мало декорированы деталями, за исключением первого яруса, оформленного парными пилястрами и рустом, следующие ярусы четверика со срезанными углами лишены декорации, даже карнизы ввиду крайне малого выноса практически сливались с плоскостью стен. Высокие арки оставляли минимум стенового массива, придавая верхним ярусам легкость и воздушность. Завершалась конструкция крутым куполом со шпилем на фигурном основании, на гранях которого располагались круглые циферблаты встроенных часов, ориентированные на запад и восток [6].

Архитектура храмовой части отличалась от колокольни и трапезной, что свидетельствует о поэтапном строительстве. Облик храма во многом сохранял следы вкусов предыдущих эпох, колокольня и трапезная создавались в барочных традициях, но с чертами классицизма. За время своего существования церковь Иоанна Предтечи претерпела большие изменения. На фотографиях 1940-х годов видно, как примыкала алтарная крыша к восточной стене четверика: первоначально кровля алтаря была устроена на два ската, закруглявшихся на апсидах, позднее, в период до 1838 года, она была переделана и приобрела форму конхи с высоким подъемом. В середине – второй половине XIX века с северной стороны четверика появилось оригинальное крыльцо с колоннами и высокой купольной кровлей фигурного абриса.

В 1938 году Предтеченская церковь была переоборудована под клуб имени В. П. Чкалова, на открытие которого приезжал сам легендарный летчик. Конфигурация церкви сильно изменилась после 1947 года: была утрачена колокольня, на ее месте появился двухэтажный пристрой, выступающий за пределы основного объема здания; под стандартную двускатную кровлю была подведена первоначально разновеликая высота здания; окна потеряли свои разнообразные обрамления (рис. 10, 12, 13). Сегодня узнаваемой остается лишь алтарная часть церкви (рис. 14, 15).

В 1990-х годах началось возрождение храмов Нижегородской епархии, сегодня в Катунках прекрасно отреставрирован и действует собор Рождества Богородицы. Потери, понесенные в период создания Горьковского водохранилища в 1950-х годах, связанные с затоплением церквей, восполнить никогда не удастся, но возродить, например, облик Предтеченской церкви сегодня еще можно, поскольку она как бы законсервирована под крышей клуба. Реконструкция архитектурного облика данной церкви дополнила бы красоту ансамбля древнего села Катунки, являющегося сегодня яркой точкой туристического маршрута по Волге.

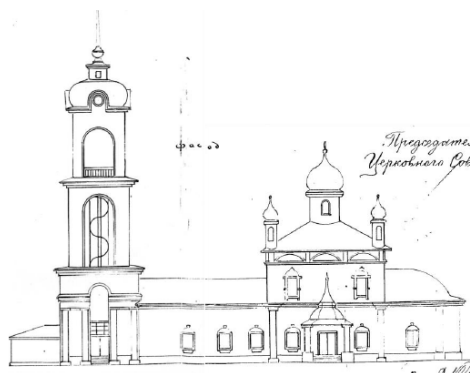


Рис. 6. Поселок Катунки. Предтеченская церковь 1790 г. Чертеж южного фасада [9]

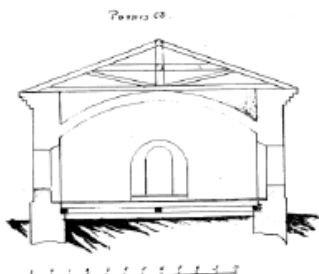


Рис. 7. Поселок Катунки. Предтеченская церковь 1790 г. Поперечный разрез [9]

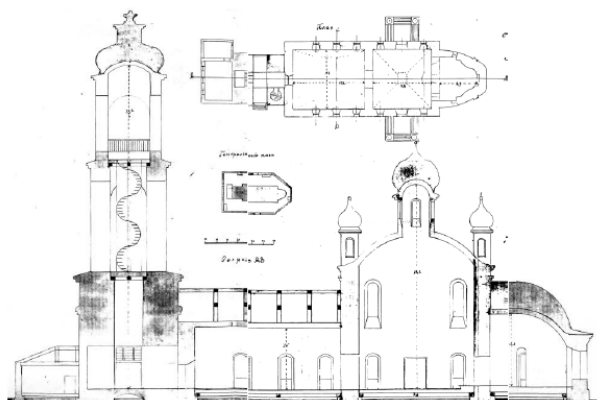


Рис. 8. Поселок Катунки. Предтеченская церковь 1790 г. Чертежи планов, продольного разреза [9]

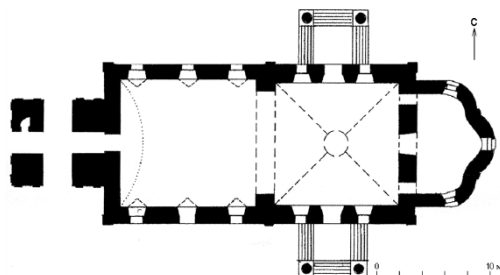


Рис. 9. Поселок Катунки. Предтеченская церковь. План на начало XX века. Реконструкция В. В. Коваля



Рис. 10. Поселок Катунки. Предтеченская церковь 1790 г. Северный фасад. Фрагмент северного фасада. Фото 1947 г. [5]



Рис. 11. Поселок Катунки. Предтеченская церковь 1790 г. Вид с северо-запада. Фото автора, 2011 г.

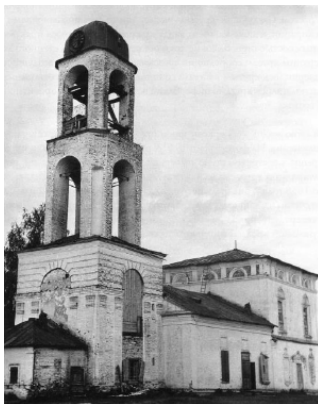


Рис. 12. Поселок Катунки. Предтеченская церковь 1790 г. Вид с юго-запада. Фото 1947 г. [5]



Рис. 13. Поселок Катунки. Предтеченская церковь 1790 г. Вид с запада, юго-запада. Фото автора, 2011 г.



Рис. 14. Поселок Катунки. Церковь Иоанна Предтечи. Восточный фасад. Фото 1947 г. [5]



Рис. 15. Поселок Катунки. Предтеченская церковь 1790 г. Вид с востока. Фото автора, 2011 г.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коваль, В. В. Храмы села Катунки / В. В. Коваль. – Нижний Новгород : Деком, 2006. – 96 с. : ил.
2. Филатов, Н. Ф. Слобода Катунки / Н. Ф. Филатов // Веси Нижегородского края. Очерки истории сел и деревень Поволжья. – Нижний Новгород : [б. и.], 1999. – С. 103–108.
3. ЦАНО (Цент. архив Нижегород. обл.). Ф. 3026. Оп. 1. Д. 115.
4. Фонд Катунской библиотеки. Архив А. Н. Добротина.
5. Снежницкий, А. Адрес-календарь Нижегородской епархии [в 1888 г.] / А. Снежницкий. – Нижний Новгород : Тип. губерн. правления, 1888. – 1031 с.
6. Драницын, Н. И. Адрес-календарь Нижегородской епархии на 1904 год / Н. И. Драницын. – Нижний Новгород : ЕЕ Медиа, 1904. – 412 с.
7. ЦАНО (Цент. архив Нижегород. обл.). Ф. 1679. Оп. 2. Д. 283.



**VOLKOVA Elena Mihailovna, candidate of architecture, associate professor of
the chair of standard and engineering graphic**

**THE ARCHITECTURAL IMAGE OF THE PRECURSOR
CHURCH IN THE CATUNKY SETTLEMENT OF THE CHKALOVSK
DISTRICT OF THE NIZHNY NOVGOROD REGION**

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-95;
fax: +7 (831) 430-19-36; e-mail: skynn@mail.ru

Key words: the architectural image, the Precursor church, the Catunki settlement, the Chkalovsk district, the Nizhny Novgorod region.

The article is devoted to a complex analysis of the architectural image of the Precursor church in the Catunki settlement of the Chkalovsk district of the Nizhny Novgorod region. For the first time present archives files of its image.

REFERENCES

1. Koval, V. V. Khramy sela Katunki [Churches the Katunki village]. – Nizhny Novgorod: Dekom, 2006. 95 p. : il.
2. Filatov, N. F. Sloboda Katunki [Sloboda Katunki] // Vesi Nizhegorodskogo craya [News of Nizhny Novgorod region]. Nizhny Novgorod: 1999, P. 103–108.
3. Gosudarstvennoe kazyonnoe uchrezhdenie Tsentralny arkhiv Nizhegorodskoy oblasti [Central archive of the Nizhny Novgorod region]. F.3026, Op. 1, D. 115, L. 1–9.
4. Arkhiv A. N. Dobrotina [A. N. Dobrotin's archive]. Fond Katunskoy biblioteki. – Nizhegor. obl., Chkalov. r-n, s. Katunki.
5. Snezhnitskiy A. Adres-kalendar Nizhegorodskoy eparkhii [Address-calendar of the Nizhny Novgorod diocese]. Nizhny Novgorod. 1888. – 1031 p. – P. 616.
6. Dranitsin N. N. Adres-kalendar Nizhegorodskoy eparkhii [Address-calendar of the Nizhny Novgorod diocese]. Nizhny Novgorod. 1904. XVI. – 308 p. – P. 214.
7. Gosudarstvennoe kazyonnoe uchrezhdenie Tsentralny arkhiv Nizhegorodskoy oblasti [Central archive of the Nizhny Novgorod region]. F. 1679. Op. 2. D. 283.

© **Е. М. Волкова, 2016**

Получено: 14.05.2016 г.

УДК. 72.01

Д. А. КОЛЕВАТЫХ, аспирант кафедры градостроительства

СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИСЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В АРХИТЕКТУРЕ: ВЫРАЖЕНИЕ ИДЕИ ЧЕРЕЗ ЯЗЫКОВЫЕ ФОРМЫ

ФГБОУ ВО «Самарский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 194. Тел.: (846) 242-17-84;
факс: (846) 332-19-65; эл. почта: sgasu@samgasu.ru

Ключевые слова: способы проектирования, системы в архитектуре, трансформации языка, конвертирование, архитектурный язык.

Рассмотрены способы преобразования исчислительных систем в архитектуре, принципы систематизации, концепции моделирования пространства, систематизирования и упорядочивания окружающего мира.

Стремление человека к упорядочиванию и формированию систем является одной из составляющей его сущности. Архитектурная сфера не является исключением. На протяжении многих столетий плоды интеллектуального труда человека образовывали схемы и иерархические таблицы, которые по своему предназначению должны дать нам лучшее представление об окружающем мире и его структуре.

Человеку, привыкшему к систематизированию пространства и попавшему в ситуацию, в которой нарушена «ортогональность» его привычного окружающего мира, ничего не остается, как начать упорядочивать хаос (рис. 1).

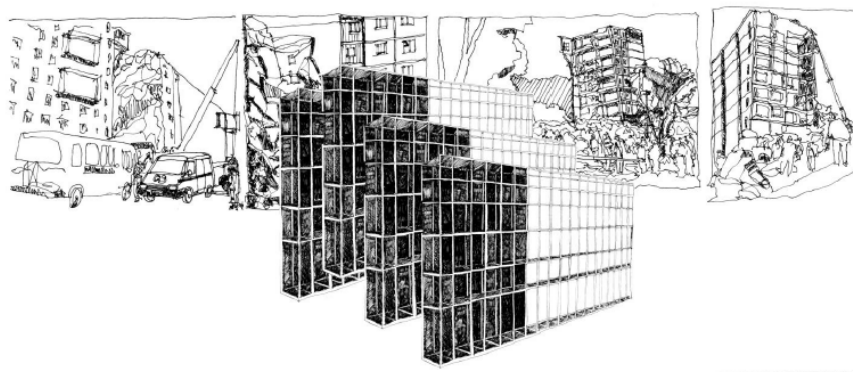


Рис. 1. Схема «Таблицы ждут своего заполнения. Ортогональная решетка и жилые здания»

Исчисление – это формальная система, система символов, основными компонентами которой являются: 1) алфавит (совокупность элементарных символов букв, цифр); 2) правила построения формул из символов алфавита; 3) аксиомы (исходные доказуемые формулы) [1].

Порядок (в широком смысле слова) – гармоничное, ожидаемое, предсказуемое состояние или расположение чего-либо [1].

Конвертирование (от англ. *conversion*, нем. *konvertierung*) – преобразование (либо обмен) чего-либо в иную форму или в другую координатную систему [2].



Деятельность человека на протяжении долгих времен стремилась обрести порядок и систему, которую ему было бы легко воспринимать и использовать. Систематизирование и упорядочивание окружающего мира лежит в природе понимания человека как такового. Помимо информации человек систематизировал и старался сделать понятным и пространство, которое его окружало. На протяжении истории трансформации пространства обитания человека, разные концепции ставились во главу «моделирования». Архитекторы в содружестве с лучшими умами на протяжении всей истории существования человечества создавали системы, которые функционировали на протяжении целых веков и даже тысячелетий. Формирование пространства вокруг человека, всегда побуждало его к действию и самоанализу. Помогало разобраться, какое место он занимает в природе и в мире в целом. Зачастую не только архитекторы являлись триггерами для создания нового концептуального ядра для формирования проектируемой системы или «ордера». В данной деятельности исследователи выбирали и сопоставляли несколько элементов из разных координатных систем по общим признакам. И таким образом получали новый систематизированный механизм для проектирования. Информация о языковых формах транслируется сквозь поколения на протяжении многих тысячелетий. Одним из наиболее распространенных и популярных языков в архитектурном мире является греческая ордерная система, ее структурный фрагмент представлен в табл. 1 на примере дорического ордера.

Таблица 1

Составные фрагменты дорического ордера

ЭЛЕМЕНТЫ НЕ СИСТЕМАТИЗИРОВАНЫ	НАЗВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ	ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМАТИЗИРОВАНЫ
	Акротерий	
	Наклонная линия	
	Наклонный гейсон	
	Водосток	
	Гейсон	
	Мутул с гуттами	
	Тригelif	
	Метопы	
	Темия	
	Регула с гуттами	
	Архитрав	
	Абака	
	Эхин	
	Анули	
	Гипотрахелия	
	Скамиллус	
	16-20 каннелюр с ребрами	

В современном мире принципы алфавитизации и упорядочивания объектов можно встретить в работах британского скульптора, фотографа и художника Энди Голдсворта. Он является одним из приверженцев концептуализма (рис. 2 цв. вклейки) и в своих работах использует принципы систематизации. Отдельного рассмотрения заслуживает монофактурность работы, которая заключается в использовании только одного рода элементов, что и дает яркий контраст с окружающей средой и подчеркивает (антропогенный) неприродный характер возникновения данных инсталляций. Нужно отметить, что системный подход художника

выражается в упорядочивании элементов по нескольким признакам, а чаще всего по цветовым качествам и по размерам. Но тем не менее все эти качества подчинены основной идее, которая диктует общую структуру инсталляции и в итоге образует конкретную форму. Также находится немало исследователей, которые пытаются сопоставить координаты разных систем, тем самым конвертируя языковую форму из одной области в другую. Одним из таких примеров является: Янис Ксенакис – французский архитектор и композитор греческого происхождения. Один из лидеров современной «новой музыки» и концептуализма в архитектуре, создатель стохастической музыки (рис. 2) [3, 4].

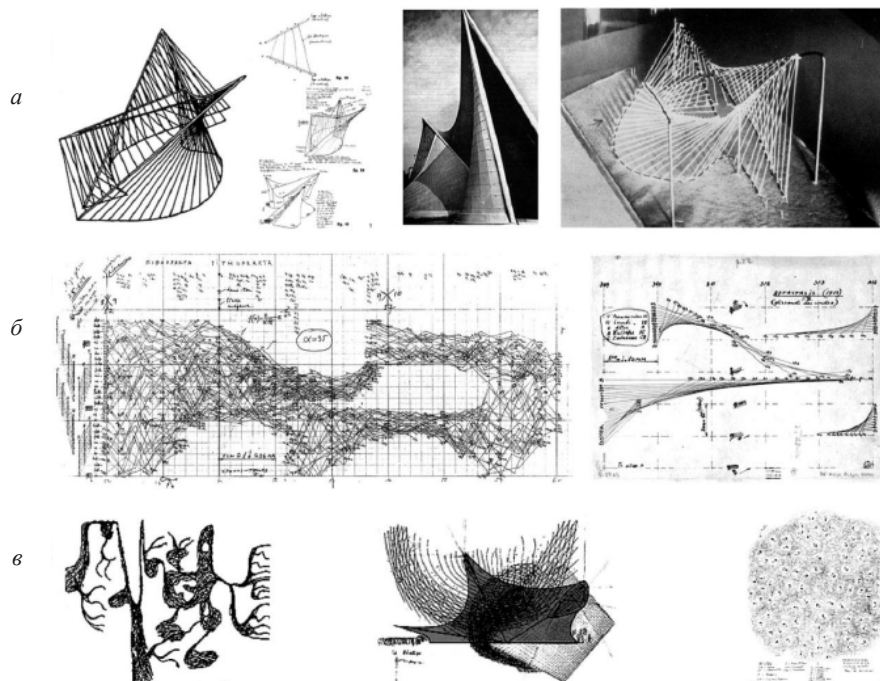


Рис. 2. Творчество Яниса Ксенакиса: *а* – партитура сочинения «павильон Philips»; *б* – слева направо: пьеса «Phithoprakta», партитура для большого симфонического оркестра, фрагмент партитуры пьесы «Metastaseis»; *в* – слева направо: графическая партитура пьесы «Musesae Alpha» 1980 (изображенный фрагмент длится 46 секунд), единство пространства звука и света Diatore, иллюстрация к пьесе «Terretektorh»

Стохастический [гр. *stochastikos* умеющий угадывать] – случайный, вероятностный, беспорядочный, непредсказуемый [2].

Стохастическая музыка согласно Леджарану Хиллеру [5] – это название вида композиционной техники, при котором законы теории вероятности определяют факт появления тех или иных элементов композиции при заранее обусловленных общих формальных предпосылках. Однако в 1956 году Янис Ксенакис ввел свой термин «стохастическая музыка» для описания музыки, основанной на законах вероятностей и законах больших чисел. Он исследовал взаимодействие как минимум двух координатных систем, пытаясь трансформировать качества одной системы в другую. Вот что говорил сам архитектор относительно создания павильона «Philips»: «При его проектировании я заимствовал идеи из оркестровой

К СТАТЬЕ Д. А. КОЛЕВАТЫХ
«СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИСЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В
АРХИТЕКТУРЕ: ВЫРАЖЕНИЕ ИДЕИ ЧЕРЕЗ ЯЗЫКОВЫЕ ФОРМЫ»



Рис. 1. Коллаж «Контрастность, противоречивость и многослойность современного ордера России»



Рис. 2. Работы Энди Голдсворта

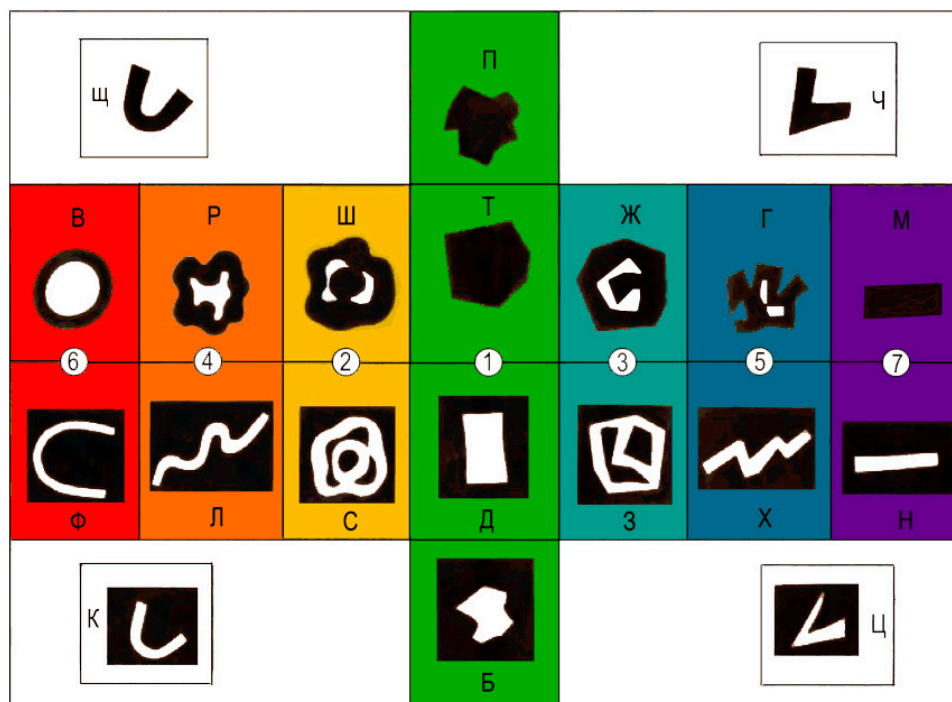


Рис. 3. Борис Эндер. Таблица из сборника Александра Туфанова «К Зауми», 1924 г. [7]

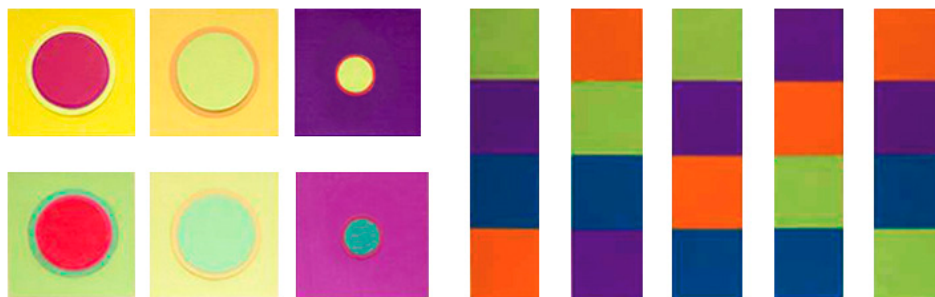


Рис. 4. Выставка «Группа КОРН. 1930. М. В. Матюшин и ученики». Таблицы изменения цветового пятна и цветового фона во времени при закрытом глазе, 1930-е годы (бумага, картон, аппликация, гуашь)

музыки, которую сочинял в то время. Я хотел создать мобильное пространство, которое бы постоянно видоизменялось при перемещении прямой линии. В результате в архитектуре появляются гиперболические параболоиды, а в музыке – глissандо» [3, 4]. В совсем недавней истории XX века понимание о трансформации информации и ее упорядочивании становится все более распространенным. Примерами могут послужить такие известные деятели как:

– Борис Владимирович Эндер (рис. 3 цв. вклейки) – советский русский художник, представитель авангардизма, один из пионеров биоморфной абстракции. Цель составленной Б. В. Эндером таблицы – ориентирование в звуках речи в отношении к цвету и форме. Разработка звука поставлена в Институте исследования искусств (г. Москва, пл. Воровского, 9.);

– Сергей Михайлович Эйзенштейн (рис. 3) – советский режиссер театра и кино, художник, сценарист, теоретик искусства, педагог, автор фундаментальных работ по теории кинематографа. В данном случае С. М. Эйзенштейн использует «конвертирование» как способ поиска связи контекстуальных воплощений [2];

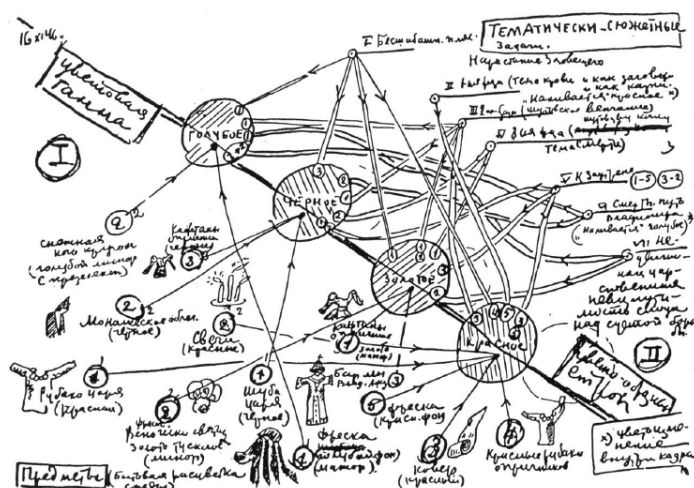


Рис. 3. Эскиз к фильму «Иван Грозный», С. М. Эйзенштейн [6, 7]

– Михаил Владимирович Матюшин (рис. 4 цв. вклейки) – русский художник, композитор, теоретик искусств. Создатель «Мастерской пространственного реализма» – исследование пространственно-цветовой среды в живописи. Руководитель группы КОРН («Коллектив расширенного наблюдения») – исследования по влиянию цвета на восприятие человека в психоэмоциональном контексте. Результатом экспериментальной деятельности группы КОРН стали цветочные таблицы «цветоформы», которые использовались в окраске фасадов зданий Ленинграда. В 1930 г. состоялась итоговая выставка группы КОРН. Выставка была посвящена опытам по изучению цвета. На ней впервые экспонировалось более 70 экспериментальных цветочных таблиц из фондов Государственного музея истории Санкт-Петербурга, созданных художником и его учениками [7].

Тема взаимосвязи сенсорики и восприятия человеком окружающего мира волновала также и композиторов XX века. Совокупность и схожесть этих решений наглядно представлена в табл. 2 на примере работ Н. А. Римского-Корсакова, А. Н. Скрябина и Б. В. Асафьева.



Таблица 2

**Цвето-звуковая синестетическая таблица восприятий музыкальных
тональностей**

Тональность	А. Н. Скрябин	Н. А. Римский-Корсаков	Б. В. Асафьев
C-dur	красный	белый	—
G-dur	оранжевый, розовый	светлый, коричневый, золотой	изумрудный
D-dur	желтый, яркий	дневной, желтый, солнечный	излучение света
A-dur	зеленый	ясный, розовый	световое ощущение
E-dur	синий, белый	син. темн. сапфир, блеск.	ночное звездное небо
H-dur	синий, белый	темно-синий со стальным	-
Fis-dur	сине-яркий	серовато-зеленоватый	апельсиновый
Des-dur	фиолетовый	темноватый, багряный	красное зарево
As-dur	пурпурно-, фиолетовый	серовато-фиолетовый	вишневый
Es-dur	стальной	темный, серо-синеватый	лазурь, синий
B-dur	стальной	темный	цвет слоновой кости
F-dur	красный	ясно-зеленый	—

Рассмотренные примеры показывают заинтересованность далеко не всех специалистов, интересующихся поиском связи между координатными системами разных языковых форм. Учитывая все вышеприведенные примеры поисков и изысканий, автору статьи в качестве резюме представляется возможным заявить, что, помимо основных задач, суть деятельности архитектора в наши дни не исключает корректной работы с пространственными языковыми системами. Однако данная деятельность по-прежнему остается слабо развитой в современной России. Также хочется отметить, что человек все чаще обращается к теме понимания структуры окружающего мира. Сегодня архитектурно-пространственное полотно России представляет собой эклектично-мозаичную систему, которая не является устойчивой, многие архетипические модели безвозвратно исчезают или остаются несправедливо забытыми или разрушенными [8]. Создание универсальной языковой системы для работы с такого рода архетипами упростит процесс по сохранению подобных «артефактов» в контексте городской структуры и позволит использовать те же принципы при проектировании «с нуля». Автор статьи попытался создать образный коллаж на тему «Контрастность, противоречивость и многослойность современного архитектурного ордера России» (рис. 1 цв. вклейки). Данный скетч демонстрирует хрупкость и открытость российского архитектурно-пространственного мира, представляющего собой постоянно меняющуюся систему, которую едва ли успевают фиксировать современные исследователи. Автор статьи предполагает, что сложную систему российской действительности можно представить как набор более простых элементов, которые будут подвер-



гнуты анализованию и системному упорядочиванию с целью выявления современного архитектурного ордера, который даст более четкое представление о природе русского бытия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новая философская энциклопедия. В 4 т. Т. 1–4 / Ин-т философии РАН ; Нац. обществ.-науч. фонд ; науч. ред. В. С. Степин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Мысль, 2010.
2. Комлев, Н. Г. Словарь иностранных слов / Н. Г. Комлев. – М. : Эксмо-Пресс, 2006. – 672 с.
3. VARGA, Bálint A. Nicht nur von Musik ist die Rede / Bálint A. VARGA // It is not only a question of music. – 1982. – № 41. – P. 3–4.
4. WEID, Jean-Noël. Demain, tous les compositeurs seront des cerveaux / Jean-Noel WEID // Le Monde de la Musique. – 1982. – № 42. – P. 66–68.
5. Библиотека университета Баффало [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://library.buffalo.edu/libraries/units/music/exhibits/hillerexhibitssummary.pdf>.
6. Галеев, Б. М. Скрябин и Эйзенштейн. Кино и видимая музыка // Волга. – 1967. – № 7. – С. 150–162.
7. Репина, Е. А. Синестетическое моделирование архитектурной формы (Исследование рациональных методов проектирования 20-х годов) : автореф. дис. ... канд. архитектуры : 18.00.0 / Е. А. Репина. – Москва, 2009. – 20 с.
8. Колеватых, Д. А. Архетипы вчера и сегодня. Современные архетипы в российской архитектуре / Д. А. Колеватых // Вестник СГАСУ. – 2015. – Вып 3. – С. 5.

KOLEVATYKH Dmitry Alekseevich, postgraduate student of the chair of town-planning

WAYS OF TRANSFORMATION OF ENUMERATIVE SYSTEMS IN ARCHITECTURE: IDEA EXPRESSION VIA LINGUISTIC FORMS

Samara State University of Architecture and Civil Engineering

194, Molodogvardeyskaya St., Samara, 443001, Russia. Tel.: +7 (846) 242-17-84; fax: +7 (846) 332-19-65; e-mail: sgasu@samgasu.ru

Key words: methods of design, systems in architecture, language transformation, language form, conversion, architectural language.

The article addresses methods of transformation of enumerative systems in architecture, principles of systematization, concepts of space modeling, systematization and sorting-out of the world.

REFERENCES

1. Novaya filosofskaya entsiklopediya. [The New Encyclopedia of Philosophy]. In-t filosofii RAN; Nats. obshchestv.-nauch. fond ; nach. red. V. S. Stepin. – 2-e izd., ispr. i dop. – Moscow : Mysl, 2010.
2. Komlev N.G. Slovar inostrannykh slov. [Dictionary of foreign words]. Moscow: Eksmo-Press, 2006. 672 p.
3. VARGA Bálint A., "Nicht nur von Musik ist die Rede" ("It is not only a question of music" Boosey and Hawkes Verlagsnachrichten № 41, 1982, P. 3–4.
4. WEID Jean-Noël, "Demain, tous les compositeurs seront des cerveaux", Le Monde de la Musique № 42, 1982, P. 66–68.



5. Biblioteka universiteta Buffalo [University Library Buffalo], [elektrony resurs] – Rezhim dostupa : <http://library.buffalo.edu/libraries/units/music/exhibits/hillerexhibitssummary.pdf>.

6. Galeev B. M. Skryabin i Eyzenshteyn. Kino i vidimaya muzyka. [Scriabin and Sergei Eisenstein. Movies and music visible] // Volga. [Volga Magazine]. 1967. № 7. P. 150–162.

7. Repina E. A. Sinesteticheskoe modelirovanie arkhitekturnoy formy (issledovanie ratsionalnykh metodov proektirovaniya 20-kh godov), [Synesthetic modeling of architectural form (Study of rational design techniques of the 20s)]. Avtoref. dis. ... kand. Arkhitektury, Moscow, 2009, 20 p.

8. Kolevatykh D.A. Arkhetipy vchera i segodnya. Sovremennyye arkhetipy v rossiyskoy arkhitekture [Archetypes of yesterday and today. Modern archetypes in Russian architecture] / Vestnik SGASU [Bulletin of Samara State University of Architecture and Civil Engineering] / Vyp. 3, 2015. P. 5.

© Д. А. Колеватых, 2016

Получено: 14.05.2016 г.

УДК 719:725.4

Н. С. СОЛЕНИНА, преп. кафедры теории архитектуры и профессиональных коммуникаций

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ АРХИТЕКТУРНОЙ ПРЕЗЕНТАЦИИ ИНДУСТРИАЛЬНОГО НАСЛЕДИЯ ОПРЕДЕЛЕННОГО РЕГИОНА

ФГБОУ ВО «Уральский государственный архитектурно-художественный университет»
Россия, 620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 23. Тел: (343) 371-33-69;
e-mail: saydan86@gmail.com

Ключевые слова: индустриальное наследие, архитектурная презентация индустриального наследия, комплексное освоение индустриального наследия, индустриальное наследие региона.

Описана методика создания комплексной архитектурной презентации объектов регионального индустриального наследия для актуализации их ценности, популяризации, сохранения и последующего эффективного использования.

В последнее десятилетие в российском обществе можно наблюдать процесс постепенного осознания ценности индустриального наследия. Многие значимые, но не действующие промышленные исторические объекты крупнейших городов уже реконструированы и адаптированы под новые актуальные функции. Бывшие промышленные предприятия, находящиеся в центральных частях Москвы и Санкт-Петербурга трансформированы в объекты культуры, высокочеловеческие коммерческие центры и жилые пространства. Ведется активная разработка проектов по реновации объектов промышленной архитектуры и их интеграции в городскую среду. Однако многочисленные и не менее ценные памятники индустриальной эпохи, а также сформированные ими на протяжении нескольких столетий региональные промышленные кластеры, и даже индустриальные ансамбли не могут быть сохранены теми же способами, что и объекты крупнейших городов, так как находятся на большом удалении от центров экономической и социокультурной активности. Такие объекты на сегодняшний день не привлекательны для инвесторов, а их архитектурную и историко-культурную ценность необходимо раскрыть для современного общества.



Существуют примеры памятников промышленной эпохи, которые, несмотря на свое удаленное расположение и региональный статус, играют роль культурного и туристического аттрактора, притягивая множество посетителей. Это такие известные объекты, как Невьянская наклонная башня, Музейный комплекс «Северская домна», Нижнетагильский завод-музей, Нижне-Синячихинский музей-заповедник деревянного зодчества на месте бывшего металлургического завода и другие. На первый взгляд, может показаться, что такие качества эти достопримечательные места приобрели случайно, по стечению обстоятельств. Но на самом деле за каждым из них стоит многолетняя кропотливая работа ученых, искусствоведов, реставраторов, архитекторов, краеведов и многих других специалистов, которые вложили свой труд в создание этих региональных культурных центров.

Индустриальное наследие исторически сложившегося промышленного региона можно определить как сложное явление, связанное с взаимодействием отдельных объектов индустриальной культуры между собой, а также с окружающими их городами и поселениями, действующими промышленными предприятиями и природной средой.

Проблему актуализации и дальнейшего сохранения регионального индустриального наследия можно решить посредством комплексной архитектурной презентации [1]. Независимо от степени сохранности отдельных объектов, комплексная архитектурная презентация дает возможность качественного освоения всего индустриального наследия региона через выявление его специфики и потенциала, а также формирование концепции и ее последовательной реализации с применением актуальных принципов и средств презентации.

Многоступенчатый порядок работы с памятниками промышленной архитектуры, исторически ценными индустриальными ландшафтами, заводскими комплексами и другими архитектурными объектами, имеющими отношение к промышленности и ее истории, обусловлен многогранностью объекта исследования.

Специфика исследования заключается в том, что оно включает два уровня формирования архитектурной презентации индустриального наследия, которые различаются между собой по степени конкретизации. Разработанная методика позволяет в рамках первого уровня сформировать общую концепцию презентации исторически сложившегося промышленного культурного центра, а затем, в рамках второго уровня – работать уже с конкретными объектами индустриального наследия исследуемого центра (рис. 1). Под объектом индустриального наследия здесь понимается исторически сложившееся предприятие, независимо от его степени сохранности входящее в структуру исторически сложившегося индустриального культурного центра. В свою очередь, исторически сложившиеся индустриальные культурные центры – это особые кластеры, в которых вокруг наиболее сохранившегося объекта индустриального наследия и крупных транспортных магистралей по принципу близости объединяются другие исторические промышленные предприятия [2].

Ход исследования может быть построен как в порядке от общего к частному, то есть от создания общей концепции презентации промышленного культурного центра к презентации конкретных объектов индустриального наследия, так и наоборот: от разработки презентации объекта индустриального наследия к формированию общей концепции презентации промышленного культурного центра, которая объединит несколько объектов индустриального наследия. В свою очередь, уровни исследования прорабатываются поэтапно, при этом каждый этап определяет действие или комплекс действий в процессе исследования.



Рис. 1. Методика формирования комплексной архитектурной презентации индустриального наследия: *а* – уровень общей концепции презентации исторически сложившегося промышленного культурного центра; *б* – уровень презентации объекта индустриального наследия



Уровень разработки общей концепции архитектурной презентации исторически сложившегося промышленного культурного центра направлен на работу с несколькими объектами индустриального наследия, входящими в состав этого центра, и подразумевает поиск и систематизацию информации и далее создание концепции презентации на основе выявленных факторов, которые объединяют объекты наследия индустриальной эпохи исследуемого промышленного культурного центра. Такие объединяющие факторы могут быть различными, но в основу концепции архитектурной презентации следует поместить те из них, которые связаны с историческим контекстом, так как в этом случае презентационная основа будет иметь наибольшую культурную ценность. Материалы исследования, сформированные на этом уровне могут быть использованы для создания бренда исследуемой территории, ее презентации и популяризации [3].

Исследовательский этап предусматривает поиск информации, связанной с историей формирования промышленного культурного центра, выявление историко-культурных особенностей, анализ существующей ситуации и определение презентационных качеств исторически сложившегося промышленного культурного центра.

В процессе работы на этом этапе должно быть определено местоположение объектов наследия индустриальной эпохи промышленного культурного центра относительно значимых населенных пунктов региона, промышленных, культурных и рекреационных центров, а также выявлены исторически сложившиеся транспортные связи и другие ресурсы территории, способствующие ее аттрактивным функциям. Например, это может быть наличие рекреационной или туристической инфраструктуры, благоприятные экологические и природные условия. Кроме этого, на данном этапе необходимо определить комплекс презентационных качеств исследуемого исторически сложившегося промышленного культурного центра. Презентационные качества такого центра – это те составляющие, которые являются определяющими при создании его комплексной архитектурной презентации. Такие качества обуславливают процесс формирования имиджа центра, расчет социальной, культурной, экологической и экономической выгоды от его дальнейшего развития. В ходе исследования было выявлено 7 видов презентационных качеств объектов индустриального наследия и объединяющих их промышленных культурных центров: *историко-культурные, архитектурные, технические, территориальные, средовые, ландшафтные, интерьерные*.

Результатом работы на этом этапе станет постепенное раскрытие сначала историко-культурного, а затем историко-архитектурного и туристического потенциала исследуемого промышленного культурного центра.

Этап разработки концепции предполагает создание текстовой и графической концепции комплексной архитектурной презентации для исторически сложившегося промышленного культурного центра с использованием специальных принципов и средств архитектурной презентации [4].

Структура будущей архитектурной презентации индустриального культурного центра формируется на основе всех выявленных объектов наследия индустриальной эпохи с учетом их презентационных качеств. Для этого рекомендует использовать систему презентационных принципов и средств (рис. 2).

Специфика выявленных качеств определит направление презентации и доминантные объекты – наиболее значимые и хорошо сохранившиеся или представленные элементы, характерные именно для исследуемого индустриального культурного центра. Далее формулируется теоретическая концепция презентации.

Таким образом, в завершение всех вышеперечисленных действий на этом уровне исследования формируется концепция архитектурной презентации исторически сложившегося индустриального культурного центра, которая имеет определенную структуру и содержит описание архитектурно-дизайнерских решений и способов реализации средств архитектурной презентации.

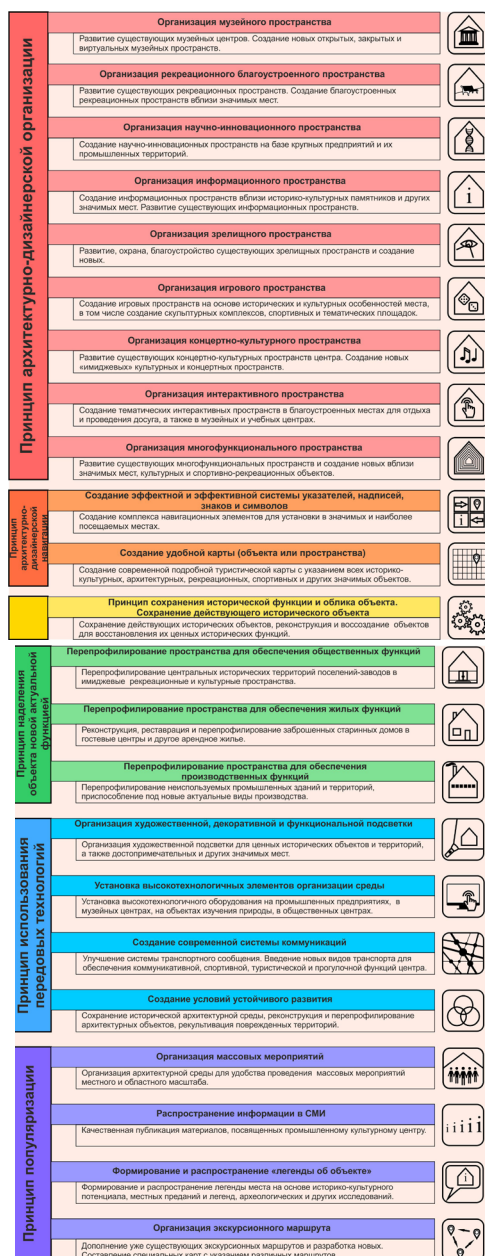


Рис. 2. Структура архитектурной презентации индустриального культурного центра, сформированная на основе принципов и средств архитектурной презентации индустриального наследия



Уровень разработки архитектурной презентации объекта индустриального наследия отличается от предыдущего уровня гораздо более детальной проработкой. Каждый объект индустриального наследия включает ряд элементов, имеющих архитектурную и культурно-историческую ценности. Такие элементы должны быть подробно изучены и положены в основу архитектурной презентации. Результатом работы на этом уровне является концептуальное проектное предложение по архитектурной презентации объекта индустриального наследия.

Предпроектный этап предусматривает поиск историко-культурных особенностей, анализ существующей ситуации и определение презентационных качеств конкретного объекта индустриального наследия.

На данном этапе необходимо сформировать комплекс следующих исследовательских материалов. Диаграмма динамики развития предприятия или поселения-завода, выполненная на основе исторической справки, наглядно продемонстрирует экономический, технологический и культурный рост предприятия в определенные периоды его исторического развития. Анализ архивных документов, чертежей, планов и других изображений, касающихся исследуемого объекта, покажет, каким образом происходили изменения в его пространственной организации и внешнем облике. Не менее важной составляющей здесь является выполнение аналитических схем для изучения современной ситуации, а конкретно опорного плана территории, схемы транспортных и пешеходных связей и схемы ресурсов территории. Неотъемлемой частью этого этапа является натурное обследование объектов с подробной фотофиксацией.

Далее необходимо определить качества объекта индустриального наследия, которые требуют презентации. Рекомендуется использовать табличную форму для систематизации собранной ранее информации, например соотнесения исторических данных и результатов натурного обследования. При этом подход к изучению презентационных качеств должен быть объективным, так как некоторые элементы объекта индустриального наследия могут быть не признаны ценными на период исследования. В результате проделанной работы, как и на исследовательском этапе уровня общей концепции, должно получиться не более 7 групп элементов, которые составляют презентационные качества исследуемого объекта.

Проектный этап предполагает разработку концепции архитектурной презентации для объекта индустриального наследия, входящего в структуру исторически сложившегося индустриального культурного центра.

В рамках определенного ранее направления концепции будущей презентации рекомендуется использовать вариантное проектирование. Наличие нескольких вариантов проектных предложений для объекта индустриального наследия позволит посредством анализа определить наиболее подходящие и эффективные архитектурно-дизайнерские решения, сформированные на основе выбранных принципов и средств презентации. Критерии такого анализа формируются на основе существующих современных требований к сохранению, развитию и использованию памятников индустриального наследия, а также культурно-исторических и рекреационных объектов.

Далее необходимо сформулировать теоретическую концепцию будущей архитектурной презентации. Выявленные в ходе анализа вариантов архитектурно-дизайнерские решения должны быть связаны общей идеей, направленной на эффективное сохранение и использование исследуемого объекта индустриального наследия, а также представлены в текстовом виде и обоснованы.



Создание проектной концепции предполагает разработку концептуального проектного решения на основе сформулированной теоретической концепции и выявленных ранее оптимальных архитектурно-дизайнерских решений.

Таким образом, результатом всех вышеперечисленных этапов исследования станет концепция комплексной архитектурной презентации объекта индустриального наследия, входящего в состав исторически сложившегося промышленно-культурного центра. Такая презентация направлена на актуализацию ценности индустриального наследия, его популяризацию, сохранение и эффективное использование в современных условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Акатьева, А. О. Архитектурная презентация: анализ понятия и проблемного поля [Электронный ресурс] / А. О. Акатьева // Архитектон: известия вузов. – 2012. – № 47. – Режим доступа : http://archvuz.ru/2012_3/15.
2. Солонина, Н. С. Историко-архитектурный потенциал индустриального наследия Среднего Урала [Электронный ресурс] / Н. С. Солонина, О. А. Шипицына // Архитектон: известия вузов. – 2015. – № 2 (50). – Режим доступа : http://archvuz.ru/2015_2/8.
3. Визгалов, Д. Брендинг города / Д. Визгалов. – Москва : Ин-т экономики города, 2011. – 160 с. : ил.
4. Солонина, Н. С. Принципы и формы архитектурной презентации объектов индустриального наследия / Н. С. Солонина // Архитектура и дизайн в современном обществе : российский опыт и мировые тенденции : материалы Всерос. науч. конф., 24–25 окт. 2012 г. / Урал. гос. архитектур.-художеств. акад. ; ред. совет : С. П. Постников, М. В. Пучков [и др.]. – Екатеринбург, 2012. – С. 183–185.

SOLOININA Nadezhda Sergeevna, teacher of the chair of theory of architecture and professional communications

FORMATION OF INTEGRATED ARCHITECTURAL PRESENTATION OF INDUSTRIAL HERITAGE OF A CERTAIN REGION

Ural States University of Architecture and Arts

23, Karl-Liebknecht St., Yekaterinburg, 620075, Russia. Tel.: +7 (343) 371-33-69; e-mail: saydan86@gmail.com

Key words: industrial heritage, architectural presentation of industrial heritage, integrated development of industrial heritage, regional industrial heritage.

The article describes methodology of creating integrated architectural presentation of industrial heritage sites. The methods can be used for industrial heritage value actualization, popularization of industrial relics, their further preservation and effective use.

REFERENCES

1. Akatieva A. O. Arkhitekturnaya prezentatsiya: analiz ponyatiya i problemnogo polya [Architectural presentation: analysis of the concept and the problem field]. Arkhitekton: izvestiya vuzov [Architecton: Proceedings of Higher Education], 2012, №39. – Rezhim dostupa: http://archvuz.ru/2012_3/15.
2. Solonina N. S., Shipitsyna O. A. Istoriko-arkhitekturny potentsial industrialnogo naslediya Srednego Urala [Historical and architectural potential of the Ural's industrial heritage]. Arkhitekton: izvestiya vuzov [Architecton: Proceedings of Higher Education], 2015, № 2 (50). – Rezhim dostupa: http://archvuz.ru/2015_2/8.



3. Vizgalov D. Brending goroda [Breeding of city]. Moscow: In-t ekonomiki goroda, 2011, 160 p.

4. Solonina N. S. Printsipy i formy arkhitekturnoy prezentatsii industrialnogo naslediya [Principles and forms of architecture presentation of industrial heritage]. Arkhitektura i dizayn v sovremennom obschestve : rossiyskiy opyt i mirovye tendentsii [Architecture and design of contemporary society: Russian experience and global trends] materialy Vseros. nauch. konf., 24–25 okt. 2012 g. / Ural. gos. arkhitektur.-khudozhestv. akad. ; red. sovet : S. P. Postnikov, M. V. Puchkov [et al.]. Yekaterinburg, 2012, P. 183–185.

© **Н. С. Солонина, 2016**

Получено: 30.04.2016 г.

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

УДК 727.7:629.113(430)

А. Л. ГЕЛЬФОНД, д-р арх., проф., чл.-кор. РААСН, зав. кафедрой архитектурного проектирования

ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНОГО ФОРМИРОВАНИЯ МУЗЕЕВ АВТОМОБИЛЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ГЕРМАНИИ)

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

Ключевые слова: музей, автомобили, экспозиция.

Раскрываются особенности архитектурного формирования музеев автомобилестроения. Анализируется архитектура трех германских музеев: BMW в Мюнхене, Mercedes-Benz и Porsche в Штутгарте. Статья сопровождается авторскими фотографиями.

Для общественно-деловых центров крупных городов в последние годы актуальной стала тенденция перманентного перераспределения функций. Однако существуют типы зданий, которые изначально несут в себе сочетание функций, присущих разным функциональным зонам городов и поселений. Для иллюстрации этого явления обратимся к анализу архитектурного формирования музеев автомобилестроения. Такой выбор определяется «чистотой» постановки проблемы: с одной стороны, речь идет об общественном здании *культурно-досугового* назначения – музее, с другой (в силу специфики объекта) – о *деловых* центрах крупных производственных образований.

Типологически проблему можно заострить. Как правило, закономерности формирования архитектуры деловых центров крупных производственных образований рассматриваются в двух направлениях: делового центра собственно производства и делового центра, возникшего при нем жилого района [1]. При этом роль общественных зданий – обслуживание этого жилого района. Здание музея не вписывается в эту схему: музеи техники или истории завода, как правило, функционируют непосредственно при производстве в специальных помещениях. С другой стороны, для крупных отдельно стоящих зданий музеев в городах наиболее характерными являются три основных типа размещения в зависимости от градостроительной ситуации:

- в *парковой зоне* – островное, свободное размещение;
- размещение в зоне *реконструируемой застройки*;
- в *составе культурного центра* города.

В аспекте данной статьи речь идет о четвертом типе размещения – при крупном производственном образовании, максимально приближенно к производственной зоне или в составе ее центра. Рассмотрим эту проблему, выявив особенности архитектурного формирования музеев автомобилей, а точнее, музеев автомобилестроения на примере крупных концернов Германии – BMW в Мюнхене, Mercedes-Benz и Porsche в Штутгарте.



Севернее городской черты широкая автомагистраль разделяет в Мюнхене две знаковые территории: Олимпийского парка со спортивными объектами и концерна BMW с его многофункциональными сооружениями. Участок Олимпийской деревни для XX летних Олимпийских игр 1972 г., строительство которой велось в конце 1960-х – начале 1970-х гг., ранее занимал пустырь. В начале XX века здесь был аэродром, а рядом с ним – небольшой авиамоторный завод. К шестидесятым годам XX века завод превратился в гигант автопрома BMW. Именно здесь, в 1968 г., был возведен Олимпийский комплекс, включающий Олимпийский парк, Олимпийскую деревню на 15 тыс. жителей, Олимпийский стадион на 80 тыс. мест; Олимпийский зал на 15 тыс. мест; Олимпийский плавательный бассейн на 10 тыс. мест; открытые спортивные площадки. Спортивные сооружения, построенные по проекту архитекторов Гюнтера Бениша и Фрая Отто, органично сочетаются с окружающим ландшафтом, словно являясь его неотъемлемой частью.

Плавные очертания рельефа, озеро, холмы, террасы и прогулочные тропинки – все это завязывает природные и антропогенные составляющие в единый комплекс, связанный мостиками с территорией автогиганта BMW, расположенной по другую сторону автострады.

Зона общественно-деловой застройки концерна примыкает к автострате, словно создавая буфер между природной средой Олимпийского парка и промышленным производством, не предназначенным для туристического обзора. В этой зоне расположены три объекта: административное здание концерна BMW (арх. К. Шванцер, 1968–1972), музей BMW (арх. К. Шванцер, 1972) и комплекс продаж Мир BMW (КООП Химмелблау, Вольф де Прикс, 2003–2007). Эти объекты сложились в трехчастную линейную композицию, каждая часть которой одновременно воспринимается как автономная и коммуникативная.

Центром композиции является 18-этажное административное башенное здание (рис. 1 цв. вклейки). Оно состоит из четырех вертикальных цилиндров, стоящих напротив друг друга и подвешенных на центральном ядре жесткости [2]. Ассоциативно поверхность фасадов адресует к архетипу шин гоночного автомобиля. Вторая часть композиции – здание музея BMW. Светлая серебристо-серая чаша, или раковина правильной цилиндрической формы, плавно переходящая в перевернутый усеченный конус в нижней части (40 м в верхнем и 20 м в нижнем диаметре), завершает композицию с севера (рис. 1 цв. вклейки). Расположенный внутри эскалатор осуществляет движение посетителей по этажам, одновременно обеспечивая возможность обзора экспозиции.

Круглый в плане объем музея словно создает вращающий момент, который заставляет, обернувшись вокруг здания, возвратиться через мостик в третий и более поздний объект комплекса – центр Мир BMW (рис. 2 цв. вклейки). Мир BMW – здание-скульптура [3], имеющее обозрение со всех сторон: с мостиков, ведущих из Олимпийского парка, с автострады, из входной зоны. В нем на прямом и ассоциативном уровнях нашли свое отражение окружающий живописный ландшафт, плывущие облака и обтекаемые формы автомобилей. Двойная коническая структура спиралевидной ramпы стала ярким отличительным элементом этого объекта. Согласно жесткой функциональной типологии этот объект можно отнести к магазинам-салонам, но правильнее отметить, что это не торговое, а зрелищное здание, т. к. здесь идет постоянное представление. Салоны открыты в зал, автомобили движутся по ramпам в соответствии с изначальной драматургией, а зритель-покупатель участвует в заданном сценарии, который включает несколько взаимосвязанных действий:

**К СТАТЬЕ А. Л. ГЕЛЬФОНД «ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНОГО
ФОРМИРОВАНИЯ МУЗЕЕВ АВТОМОБИЛЕЙ (на примере Германии)»**



Рис. 1. Административное здание концерна и музей «BMW» в Мюнхене, арх. Карл Шванцер, 1968–1972 гг.



Рис. 2. Центр продаж «Мир BMW» в Мюнхене, КООП Химмелблау, арх. Вольф де Прикс, 2003 – 2007 гг.

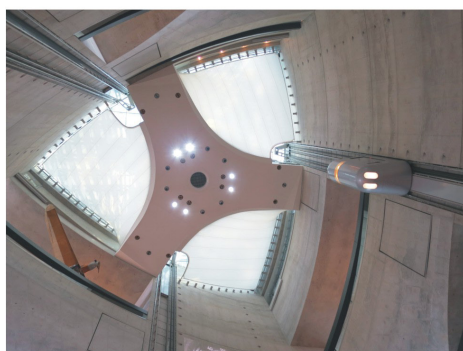


Рис. 3. Музей автомобилестроения «Mercedes-Benz» в Штутгарте, арх. бюро UN Studio, Ван Беркель и Бос, 2003–2006 гг.

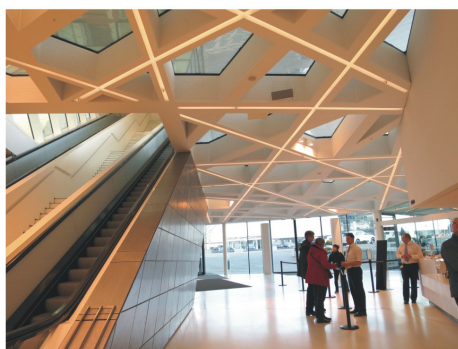
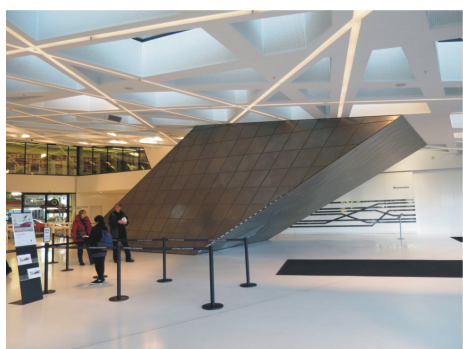


Рис. 4. Музей автомобилестроения «Porsche» в Штутгарте, арх. бюро Delugan Meissl, HG Merz, 2009 г.



- пролог – осмотр Олимпийского парка и знаменитых олимпийских объектов;
- завязка – обзор панорамы Олимпийской башни и комплекса общественных сооружений концерна BMW на фоне производственных зданий;
- экспозиция – переход по мостикам над автострадой к музею BMW и центру Мир BMW;
- кульминация – осмотр экспозиции, поездка на автомобиле, возможное его приобретение;
- развязка – возвращение в парк, прогулка с возможностью отдыха на озере.

Как известно, продуманный график движения характерен для всех музейных комплексов, но в Мюнхене он уникален в силу множества исторических, природных и экономических факторов. Таким образом, идея движения подчеркивается не только на предметном (вещественный памятник – автомобиль, в т. ч. движущийся), объектном (здание музея), но и на пространственном уровне благодаря общему сценарию осмотра экспозиции.

Рядом с шоссе, ведущим с восточной стороны к другому германскому городу – Штутгарту – расположены сооружения автоконцерна, салон продаж и музей автомобилей *Mercedes-Benz*, арх. бюро *UN Studio*, Ван Беркель и Бос, 2003–2006. Музей – компактное островное 9-этажное здание (высота 47,5 м, площадь застройки 4 800,0 м²) обтекаемой формы, полностью разработанное дигитально в виде 3Д-модели на компьютере – включает автопарк, постоянную коллекцию автомобилей, выставочный зал для сменных выставок. Площадь экспозиции составляет 16 000,0 м².

Структура объекта строится по принципу клеверного листа: полукруглые в плане этажи размещаются вокруг центрального атриума, образуя горизонтальное плато, на которые посетителей доставляют три панорамных лифта в форме капсул. Чтобы подчеркнуть доминирующую в художественном облике здания идею движения как постоянной смены впечатлений, широко используется прием чередования: высоты этажей (в один и два света); спиральных лент открытых и остекленных проемов на фасадах (1 800 оконных проемов, из которых каждый уникален); естественного и искусственного освещения.

Идея движения подчеркивается не только формой, но и другими типологическими составляющими объекта: его функцией и конструкцией. Так, график осмотра экспозиции подчинен концепции движения по двойной спирали. Основные круговые обходы включают семь хронологически расположенных по мере спуска «пространств мифов и легенд» и пять тематически упорядоченных коллекционных пространств. На верхнем этаже посетитель выбирает один из двух путей по спирали вниз, при этом пересекающиеся друг с другом в нескольких точках, как пряди в спирали ДНК, пандусы позволяют посетителю свободно изменять маршруты осмотра.

Экспозиционные залы постоянной коллекции связаны друг с другом конструктивными элементами двойкой кривизны, словно вращающимися в твисте. В качестве системы дымоудаления при пожаре используется искусственный торнадо высотой 34,4 м (самый высокий в мире).

Дизайн экспозиции выполнен архитектурной мастерской *HG Merz*, что роднит этот объект со следующим объектом в исследуемом нами ряде – музеем автомобилестроения *Porsche*, арх. бюро *Delugan Meissl, HG Merz*, 2009.

Музей *Porsche* (рис. 4 цв. вклейки) расположен в Штутгарте, в районе Цуффенхаузен, где расположен завод по производству автомобилей и штаб-



квартира *Porsche*. Здание расположено на междумагистральной территории между железнодорожной и автомобильной ветками и выходит своим главным фасадом на *Porsche-platz* – небольшую площадь, которой он придает принципиально новое пространственное звучание. По мнению авторов, скульптурная форма объекта «служит олицетворением скорости, динамики и собранности как основополагающих свойств автомобилей *Porsche*», но также «находится в живом симбиозе с окружающим пространством и постройками» [4].

Это монолитное здание динамичной формы, которое кажется парящим над землей. «...Многогранник выставочного корпуса музея весом 35 000 т поднят на трех опорах, при его общей длине около 140 м на основной консольный вынос приходится 40 м, а длина пролета достигает 60 м» [5]. Под главным объемом расположен вход в музей. В вестибюле размещены материалы по истории фирмы *Porsche* с 1900-го до 1948-го года, а далее экспозиция расположена в хронологической последовательности на террасах, которые соединены между собой длинными анфиладами лестниц и эскалаторов. В концепцию выставок заложена идея «подвижный музей»: 80 гоночных и спортивных автомобилей составляют сменную часть экспозиции. Кроме доминирующей выставочной функции музей включает необходимые сопутствующие функции: торговли, питания, хранения автомобилей.

Проанализировав уникальные здания музеев, выявим присущие им всем специфические особенности архитектурного формирования, характерные именно для музеев автомобилестроения:

- с точки зрения смысловой и «идеологической» – эти объекты являются частью крупных производственных корпораций – признанных в мире автоконцернов;
- это определяет градостроительное расположение музеев автомобилей, как правило, не центральное, а в промышленной зоне или на границе промышленной и общественно-деловой зон крупного города;
- зданиям музеев автомобилей присуща многофункциональность, при этом как доминирующие выступают не только культурно-зрелищные, но и деловые функции: как правило, в комплексе с музеями существуют автосалоны, центры продаж автомобилей, что превращает музей не только в культурный, но и деловой центр;
- экспозиция расположена на нескольких уровнях, связанных эскалаторами для посетителей и пандусами для автомобилей, чтобы обеспечивать возможность обзора экспонатов с разных точек по мере кругового обхода или объезда на автомобиле;
- расположенный в комплексе с администрацией и производством, музей автомобилестроения всегда самодостаточен, несмотря на то, что является частью комплекса: это достигается его контрастным противопоставлением производственным зданиям;
- в архитектуре музеев автомобилей используются приемы формообразования, характерные для музеев или крупных павильонов по продаже автомобилей, что проявляется, прежде всего, в преднамеренном укрупнении масштаба: за единицу отсчета принимается не человек, а автомобиль;
- в художественном облике зданий, прежде всего, доминирует концепция образного воплощения скорости, движения; для достижения образной знаковости используются прямые ассоциации: машина, механизм, выражи; широко использу-



ется тема прозрачности и отражения для создания иллюзии смены впечатлений за окном мчащегося автомобиля; автодизайн экстерьеров и интерьеров сооружений;

– сочетание традиционных и новаторских приемов и форм экспонирования.

Специфику и основной характер функционирования экспозиции определяет вещественный памятник (экспонат), хранение и показ которого осуществляется в каждом конкретном музее. Поэтому выстраивая архитектурную концепцию музейного здания любого типа, необходимо, прежде всего, опираться именно на специфику экспоната. В то же время в современных условиях музейное здание часто превращается в универсальный центр общения по интересам, причем для разных возрастных и социальных групп населения. Отечественный и зарубежный опыт насчитывает немало музеев научных и технических достижений, здания которых трактуются как многофункциональные досуговые центры [6]. С этой позиции, не покажется странным, что выявив особенности архитектурного формирования музеев автомобилей и сопоставив их с особенностями музеев, демонстрирующими другие экспонаты, я обнаружила общие закономерности. Прежде всего, это определяется тем, что использование новейших технологий, различных технических достижений, поэтика движения, воплощенная в цифровой архитектуре, в целом главенствуют в архитектурном формировании крупных зрелищных зданий. А тема данной статьи лишь позволила раскрыть эти особенности на наиболее ярких и острых примерах новейшей архитектуры – музеях автомобилей крупных автоконцернов Германии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гельфонд, А. Л. Деловой центр как новый тип общественного здания : монография / А. Л. Гельфонд. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2002. – 129 с. : ил.
2. Architekturführer München in Zusammenarbeit mit dem Architekturmuseum der Technischen Universität München: Dritte überarbeitete und erweiterte Auflage. – Berlin : Dietrich Reiner Verlag, 2007.
3. Baumeister, N. Architektur neues München / N. Baumeister. – Berlin : Verlaghaus Braun, 2008.
4. Ода скорости [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://archi.ru/world/13237/oda-skorosti>
5. AutoBusiness info. Достоверно об автобизнесе [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://abinfo.ru/articles/news.php?id=2325>.
6. Гельфонд, А. Л. Архитектурная концепция нижегородского музея науки и техники / А. Л. Гельфонд, М. В. Дуцев // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2014. – № 4. – С. 169–173.

GELFOND Anna Lasarevna, doctor of architecture, professor, corresponding member of RAACS, holder of the chair of architectural design

FEATURES OF ARCHITECTURAL FORMATION OF AUTOMOBILE MUSEUMS (BY THE EXAMPLE OF GERMANY)

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

Key words: museum, cars, exposition.



The article reveals the features of formation of automobile museums. The architecture of three German museums: BMW in Munich, Mercedes-Benz and Porsche in Stuttgart is analyzed. The article is accompanied by the author's photographs.

REFERENCES

1. Gelfond, A. L. Delovoy tsentr kak novy tip obschestvennogo zdaniya [A business centre as a new type of a public building]. Nizhny Novgorod : Izd-vo NNGASU, 2002. 129 p.: il.
2. Architekturführer München in Zusammenarbeit mit dem Architekturmuseum der Technischen Universität München: Dritte überarbeitete und erweiterte Auflage. Dietrich Reiner Verlag, Berlin, 2007.
3. Baumeister, N. Architektur neues München / N. Baumeister, – Berlin: Verlaghaus Braun, 2008.
4. Oda skorosti [The ode of speed]. Elektronnyy resurs. 2009. Rezhim dostupa : <http://archi.ru/world/13237/oda-skorosti>.
5. AutoBusiness info. Dostoverno ob avtobiznese [Reliably about the autobusiness]. Elektronnyy resurs. 2005. Rezhim dostupa : <http://abinfo.ru/articles/news.php?id=2325>.
6. Gelfond, A. L., Dutsev M. V. Arkhitekturnaya kontseptsiya nizhegorodskogo muzeya nauki i tekhniki [The architectural conception of the Nizhny Novgorod museum of science and technology]. Privolzhskiy nauchnyy zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkh.-stroit. un-t – Nizhny Novgorod: NNGASU, 2014. – № 4. – P. 169–173.

© А. Л. Гельфонд, 2016

Получено: 02.08.2016 г.

УДК 725.578

О. С. АНДРИАНОВА, аспирант кафедры архитектурного проектирования

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ УЧРЕЖДЕНИЙ И ТИПОВ ЗДАНИЙ ОПЕКИ ДЛЯ ДЕТЕЙ В РОССИИ

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

Ключевые слова: учреждения опеки, архитектурная типология, дети-сироты, интернат, приспособленное здание

Представлены основные исторические этапы архитектурного формирования учреждений социальной опеки для детей в России, дан краткий анализ отечественного опыта проектирования и строительства в данной сфере. Рассматриваются формы устройства детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, их специфика и перспективы.

Развитие системы учреждений опеки для детей в России происходило в течение долгих лет. В ходе ретроспективного анализа становления отечественной системы социальной защиты брошенных и осиротевших детей нами были установлены следующие этапы развития сети учреждений общественного воспитания:

- первый этап (до 1917 г.) – «становление»;
- второй этап (1917–1950 гг.) – «приспособление»;



- третий этап (1950–1980 гг.) – «унификация»;
- четвертый этап (1988–2013 гг.) – «реновация»;
- пятый этап (с 2013 г.) – «реструктуризация».

Данная периодизация была проведена на основе общности архитектурно-типологических и функциональных особенностей зданий учреждений для детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, характерных для определенного промежутка времени.

Этап становления. Создание государственной системы общественного призрения детей-сирот начинается примерно с XI века [1].

До конца XVII века детские учреждения для сирот строились преимущественно у церковных оград, дети воспитывались в строгости, и главным условием их содержания был полезный труд. Здания сиротских домов состояли в большинстве случаев из помещений проживания детей и общего обеденного зала, при возможности дополнительно отводилось место для учебных занятий.

В XVIII веке с укреплением роли государства и общества в деле призрения «безродных» детей происходит укрепление и расширение сети учреждений социальной опеки: возникают воспитательные дома, больницы, а также «гошпитали» для грудных младенцев. В 1764 году в Москве был заложен первый камень в основании крупнейшего на то время учреждения для сирот – Императорского воспитательного дома. По плану этот величественный ансамбль состоял из центрального корпуса (корделож) и двух боковых в форме квадратов с внутренними дворами. Помимо жилых ячеек воспитанников, состоящих из комнат казарменного типа на несколько человек, в состав воспитательного дома вошли: две домовые церкви, часовня, больница, жилые квартиры воспитателей и служащих, мастерские, учебные классы, кухня, прачечная и другие помещения, необходимые для обеспечения полного цикла обслуживания детей, а также их воспитания и обучения. Предполагалось устройство прилегающих садов [2].

До начала XX века основными типами учреждений опеки являлись воспитательные дома и приюты. Не исключались опека и семейный патронат. В это время в стенах воспитательного учреждения ребенок мог получить пропитание, грамоту, навыки профессии, медицинское обслуживание, но жизнь его протекала замкнуто, он был лишен личного пространства.

Этап приспособления. Значительные изменения сети учреждений для детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, последовали за сменой политического режима в нашей стране. Система сиротских учреждений создавалась хаотично, в экстренном порядке и имела небывалое разнообразие: дома ребенка, детские городки, трудовые колонии и др. Социальная политика государства проводилась в режиме непрерывного поиска решений устройства детей, оказавшихся без дома и без семьи. Одни проблемы сменяли другие, рост сиротства не останавливался.

Большинство зданий вновь организованных учреждений опеки размещались в приспособленных зданиях исторического наследия, городских и сельских усадебных домов. Функционально-планировочная реорганизация приспособленного здания проводилась в спешном порядке, поэтому общая структура учреждения в большинстве случаев не отвечала элементарным санитарно-гигиеническим требованиям содержания и воспитания детей в особенности, если подопечные нуждались в специальном медицинском обслуживании [3].

При сохранении прежних функций (полное содержание, воспитание, образование, медицинское обслуживание, организация трудовой деятельности и про-



фессиональной подготовки) учреждения для детей-сирот оставались закрытыми от общества. Помещения проживания напоминали больничные палаты или казармы, отсутствовало индивидуальное пространство, а возможность самореализации происходила в процессе производительного труда.

На основе сложившегося опыта социальной работы проводились попытки типового проектирования социальных учреждений для детей, нуждающихся в опеке [4]. Были определены некоторые рекомендации относительно планировочных решений, однако реализовать данные положения в полной мере не представлялось возможным. В военные годы страну захлестнула новая волна сирот, для чего потребовалось продолжения курса на приспособление строительного фонда: под учреждения для детей-сирот теперь отводились общеобразовательные школы, детские сады, общежития.

Этап унификации. К 50-м гг. XX века в Советском Союзе был уже сформирован определенный отличный от других стран опыт работы с сиротами, утвердилась типология учреждений общественного воспитания [5]. Для детей младенческого возраста создавались дома ребенка, для детей дошкольного и школьного возраста – детские дома и школы-интернаты.

Это позволило на некоторое время привести систему учреждений опеки для детей в состоянии стабильности, что впоследствии спровоцировало возникновение стереотипного представления об условиях содержания детей, оказавшихся в государственном заведении.

За это время завершается унификация как в сфере образования сирот, так и в устройстве пространств их жизнедеятельности и развития. Закрепляются основные функции учреждения опеки: содержание, воспитание, бытовое и медицинское обслуживание, образование, творческое и физическое развитие, организация трудовой деятельности и в ряде случаев начальной профессиональной подготовки. Для каждого из этих процессов в структуре учреждения выделяется соответствующая функциональная зона: широкое распространение получает блочная композиция зданий. Определяется теоретическая база для формирования первых норм проектирования учреждений для детей-сирот, создаются первые проектные институты по проектированию учебных зданий.

Таким образом, во второй половине XX века начинается строительство детских учреждений по типовым проектам. Возникают специализированные учреждения для детей-инвалидов и школы-интернаты, в которых сироты могли одновременно проживать и получать полное среднее образование наравне с детьми, воспитывающимися в семье [3]. Несмотря на обозначившуюся тенденцию к отказу от казарменного содержания, главным недостатком этих учреждений оставалось отсутствие такой архитектурной среды, которая, хотя бы отдаленно, напоминала домашнюю обстановку, а вместимость учреждения могла достигать 500 человек. Одновременно намечается поворот к осознанию роли семьи в воспитании ребенка.

Этап реновации. К концу существования советского государства общество, имевшее в своих рядах уже не одно поколение выходцев из интернатных учреждений, укрепилось в мысли о перспективности семейных форм устройства сирот и детей, оставшихся без попечения родителей. В 1988 г. вышло постановление «О создании детских домов семейного типа».

Начинается реновация существующих учреждений с целью создания условий, «приближенных к домашним» [6–7]. Сокращается вместимость учреждений и уменьшается наполняемость групп, организуются ячейки квартирного типа,



в структуре учреждения появляются семейные воспитательные группы. В 1996 году открывается первая детская деревня-SOS в п. Томилино Московской области – негосударственное образовательное учреждение, воспитанники в котором проживают не так, как в традиционном учреждении интернатного типа, а в отдельных коттеджах – семьями по 8 человек с «мамой»-воспитательницей [8]. В структуре поселения размещается административный корпус, но бытовое обслуживание происходит самостоятельно, дети посещают муниципальные учреждения: детские сады, школы, поликлиники и др.

Одновременно в нашей стране появляются новые учреждения с целью осуществления превентивных мер по борьбе с детским социальным сиротством: социально-реабилитационные центры, социальные приюты и центры помощи детям, оказавшимся без попечения родителей. По функционально-организационной структуре они во многом напоминают учреждения традиционного типа, но дети в них содержатся временно (как правило, до полугода), а главным направлением работы является налаживание детско-родительских отношений и возвращение ребенка в семью.

Этап реструктуризации. Сегодня в России существует разветвленная сеть различных по назначению учреждений для детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей [9]. В условиях приоритетности семейных форм устройства, работа традиционных учреждений, сложившихся в советское время, повсеместно критикуется [1, 7]. Назрела необходимость в реструктуризации детского дома как института социальной опеки детей и, как следствие, изменения архитектурной типологии зданий сиротских учреждений.

С этой целью в нашей стране с 2013 года на базе существующих образовательных организаций для детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, создаются учреждения нового типа (Центры содействия семейному воспитанию), что происходит в два этапа [9]:

1. Разукрупнение путем устройства части детей в приемные и замещающие семьи;

2. Организация на высвобожденных площадях социальных служб: социальной помощи семьям и детям, подготовки патронатных родителей, постинтернатного сопровождения выпускников и др.

Организация пространства жизнедеятельности детей, которые остаются в Центре до устройства в семью, направлена на формирование благоприятных условий для их всестороннего развития и социальной адаптации. Одним из перспективных направлений работы подобных учреждений в дальнейшем видится в формировании среды, открытой социальному окружению, в том числе путем создания развивающих пространств, доступных не только воспитанникам Центра, но и детям, воспитывающимся в семьях.

Выводы:

Подводя итоги вышесказанному, необходимо отметить, что в нашей стране еще с царских времен в деле призрения детей-сирот широкое распространение получили учреждения интернатного типа, которые до сих пор составляют значительную часть всей сети организаций для детей, оставшихся без попечения родителей. Сегодня Россия переживает этап качественных изменений в архитектурной типологии зданий учреждений опеки для детей:

– меняется принцип градостроительной локализации: учреждения тяготеют к городу и социальной среде;

– появляются комплексы зданий, состоящие из отделений различного на-



значения (социально-административного, семейного, постинтернатного и др.), территориально не связанных между собой, но объединенных общей задачей – устройством детей в семьи;

– происходит функциональная реорганизация отдельных учреждений с изменением их назначения: от образовательного к социальному.

В условиях современных социально-педагогических тенденций и модернизации системы учреждений общественного воспитания перед архитектурной наукой стоят две непростые задачи: повышение качества архитектурной среды существующих учреждений и формирование моделей современных типов учреждений социальной опеки для детей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шахманова, А. Ш. Сиротство как социально-историческое явление / А. Ш. Шахманова // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2012. – № 6. – С. 63–67.
2. Артамонов, М. Д. Московский Воспитательный дом / М. Д. Артамонов // Московский журнал. – 2002. – № 8. – С. 31–37.
3. Мосин, В. О. Становление и развитие учреждений для детей-инвалидов в России / В. О. Мосин // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2010. – № 4 (29). – С. 93–99.
4. Карманов, В. Ф. Проекты зданий для учреждений социального воспитания / В. Ф. Карманов, В. Н. Панфилова, К. Н. Попов. – Москва : [б. и.], 1930. – 127 с.
5. Потенко, Н. Д. Архитектура специализированных зданий для детей-сирот / Н. Д. Потенко // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. – 2014. – № 4 (17). – С. 29–33.
6. Рекомендации по проектированию детских домов семейного типа. – Москва : ЦНИИЭП учеб. зданий, 1991. – 18 с.
7. Шахманова, А. Ш. Социальное развитие детей в детском доме / А. Ш. Шахманова // Мир науки, культуры, образования. – 2014. – № 6 (49). – С. 38–41.
8. Пересветов, Е. Ю. Детская деревня в Томилино / Е. Ю. Пересветов // Жилищное строительство. – 1999. – № 2. – С. 19–22.
9. Меньшов, В. А. Центр содействия семейному воспитанию – новая форма «помогающей» организации [Электронный ресурс] / В. А. Меньшов, С. В. Комарова, Н. С. Ращупкина // Ресурсный центр помощи приемным семьям с особыми детьми. – Режим доступа : <http://www.detivokrug.org/spetsialistam/185-vy-rabotaete-v-sisteme//organizatsiya-raboty-po-semejnomu-ustrojstvu>.

ANDRIANOVA Olga Sergeevna, postgraduate student of the chair of architectural design

THE STEPS OF DEVELOPMENT OF THE SYSTEM OF CHILDREN'S GUARDIANSHIP INSTITUTIONS AND TYPES OF BUILDINGS THEREOF IN RUSSIA

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

Key words: guardianship institutions, architectural typology, orphans, boarding school, adapted building.



The article presents the basic historical stages of architectural formation of children's guardianship institutions in Russia. A brief analysis of domestic experience of designing and building houses for orphans is given. The forms of accommodation of orphans and children left without parental care, their specifics and prospects are considered.

REFERENCES

1. Shakhmanova, A. S. Sirotstvo kak socialno-istoricheskoe yavlenie [Orphanhood as a socio-historical phenomenon] / Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta [Bulletin of Tomsk state pedagogical university]. 2012. № 6. P. 63–67.
2. Artamonov, M. D. Moskovskiy vospitatelny dom [Moscow Foundling Hospital] / Moskovskiy jurnal [Moscow journal]. 2002. № 8. P. 31–37.
3. Mosin, V. O. Stanovlenie i razvitiye uchrezhdeniy dlya detey-invalidov v Rossii [Formation and development of boarding schools for disabled children in Russia] / Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta [Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Building]. 2010. № 4 (29). P. 93–99.
4. Karmanov, V. F., Panfilov, V. N., Popov, K. N. Proekty zdaniy dlya uchrezhdeniy social'nogo vospitaniya [The building design for social education institutions]. 1930, 127 p.
5. Potienko, N. D. Arkhitektura spetsializirovannykh zdaniy dlya detey-sirot [Architecture of special-purpose buildings for orphan children] / Vestnik SGASU. Gradostroitel'stvo i arkhitektura [Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Building. Town planning and architecture]. 2014. № 4 (17). P. 29–33.
6. Rekomendatsii po proektirovaniyu detskikh domov semeynogo tipa [Recommendations for the design of children's homes of family type]. Moscow, Tsentr. nauch.-issled. i proekt. in-t tepl. i eksperiment. proektirovaniya uchebnykh zdaniy, 1991, 18 p.
7. Shakhmanova, A. S. Sotsialnoye razvitiye detey v detskom dome [Social development of children in an orphanage house] / Mir nauki, kultury, obrazovaniya [The world of science, culture, education]. 2014. № 6 (49). P. 38–41.
8. Peresvetov, E. Yu. Detskaya derevnya v Tomilino [Children's Village in Tomilino] / Zhilishchnoe Stroitel'stvo [House-building]. 1999. № 2. P. 19–22.
9. Menshov, V. A., Komarova, S. V., Raschupkina, N. S. Tsentr sodeystviya semeynomu vospitaniyu – novaya forma "pomogayushey" organizatsii [Center for promotion of family education – a new form of "helping" organization] [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.detivokrug.org/spetsialistam/185-vy-rabotaete-v-sisteme//organizatsiya-raboty-po-semejnomu-ustroystvu>.

© О. С. Андрианова, 2016

Получено: 30.04.2016 г.

ЮБИЛЕЙ ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК Р. В. ЧЖАНА



5 сентября 2016 года исполнилось 75 лет главному научному сотруднику Института мерзлотоведения Сибирского отделения РАН, доктору технических наук Рудольфу Владимировичу Чжану.

С 1964 г., после окончания Московского гидромелиоративного института, трудовая и научная деятельность Р. В. Чжана связана с Институтом мерзлотоведения СО РАН, где он вырос от лаборанта до директора (2004–2012 гг.), стал доктором технических наук, известным ученым-мерзлотоведом, крупным специалистом в области северной гидротехники, признанным научным авторитетом в России и за ее рубежами, Заслуженным деятелем науки Российской Федерации и Республики Саха (Якутии).

Многие научные труды Р. В. Чжана, в том числе монография «Температурный режим и устойчивость низконапорных гидроузлов и грунтовых каналов в криолизоне», переведены на английский язык, изданы в Китае.

Результаты его научно-производственной деятельности способствовали развитию гидротехнического и мелиоративного строительства в предшествующие годы и послужат предстоящему подъему экономики северо-востока страны.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет и Институт мерзлотоведения СО РАН имеют давние творческие связи по целевой подготовке специалистов-гидротехников для Севера, совместным теоретическим и натурным исследованиям гидротехнических сооружений и водохранилищ в области вечной мерзлоты. Свежим примером научного сотрудничества является стимулирующая поддержка лично Р. В. Чжаном двух докторских диссертаций сотрудников университета по северной гидротехнике, защищенных в 2015 и 2016 гг.

Вызывает уважение активная и разносторонняя современная организационно-научная деятельность Р. В. Чжана в органах власти, научном сообществе и производственных структурах Республики Саха (Якутии).

Вызывает восхищение его дружная творческая семья.

Ректорат, коллектив кафедры гидротехнических и транспортных сооружений, студенты – гидротехники ННГАСУ, редакционная коллегия «Приволжского научного журнала» сердечно поздравляют Рудольфа Владимировича Чжана с юбилеем, желают ему здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов!

ЮБИЛЕЙ ПРОФЕССОРА А. Н. СУПРУНА

9 сентября 2016 года исполнилось 80 лет Супруну Анатолию Николаевичу, доктору физико-математических наук, профессору, заведующему кафедрой информационных систем и технологий ННГАСУ, члену редакционной коллегии Приволжского научного журнала.

Супрун Анатолий Николаевич в 1956 г. окончил с отличием Владимирский строительный техникум по специальности ПГС. С 1956 по 1957 год по направлению работал в тресте № 49 «Спецстрой» г. Омска в должности мастера, фактически руководя строительством крупного объекта. В 1957 г. поступил и в 1962 г. закончил с отличием ГИСИ им. В. П. Чкалова по специальности ПГС и был оставлен в аспирантуре при кафедре строительной механики. В 1965 году досрочно защитил кандидатскую диссертацию по техническим наукам и был оставлен в ГИСИ на преподавательскую работу, где прошел путь от ассистента до заведующего кафедрой информационных систем и технологий, профессора, доктора физико-математических наук (1986 г., Ленинградский государственный университет). В 1967 г. А. Н. Супруном была организована вычислительная лаборатория, которая стала центром информатизации института, а в 1989 г. приобрела официальный статус Информационно-вычислительного центра. С 2001 по 2006 г. Супрун А. Н. – проректор по информатизации университета, с 2006 г. – заместитель председателя Комиссии по компьютеризации учебного процесса вузов РФ по строительному образованию. В 2000 г. в ННГАСУ была открыта специальность «Информационные системы и технологии», выпущено свыше пятисот инженеров, бакалавров и магистров этого приоритетного в РФ направления развития науки, техники и технологий.

А. Н. Супрун достойно представляет отечественную науку за рубежом, выступая с докладами и лекциями (Эссенский университет, Германия; Варшавский технический университет, Польша; Университет Желины, Словакия; Ноттингемский университет, Англия). С 2000 года А. Н. Супрун является членом Международного редакционного совета научного журнала «Construction, строительство», Минск, с 2003 года – членом редакционного комитета Польско-Российско-Словацкого семинара «Теоретические основы строительства», в 2007 г. – член редакционной коллегии журнала «Open Mechanics Journal». Большое внимание Анатолий Николаевич уделяет воспитанию научных кадров – им подготовлено 12 канди-



датов и докторов наук, он является членом докторского совета ННГУ им. Н. И. Лобачевского. За исследования, получившие применение в строительстве, судостроении, космической и вычислительной технике, за значительный вклад в дело подготовки высококвалифицированных специалистов профессору А. Н. Супруну в 1999 г. было присвоено почетное звание «Заслуженный работник высшей школы РФ», а в 2007 г. он награжден медалью ордена «За заслуги перед Отечеством второй степени».

Ректорат, коллектив преподавателей и студентов ННГАСУ, редакционная коллегия Приволжского научного журнала поздравляют Анатолия Николаевича с юбилеем, желают ему здоровья, благополучия и творческих успехов!

НОВЫЕ ИЗДАНИЯ



Борисов, А. Ф. Новый класс сверхтекучих макроскопических квантовых жидкостей на основе борных оксидных расплавов : монография / А. Ф. Борисов, В. А. Забелин; под общ. ред. А. Ф. Борисова ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород : ННГАСУ, 2016. – 88 с.

ISBN 978-5-528-00108-1

Монография посвящена открытию нового класса макроскопических квантовых жидкостей на основе борных оксидных расплавов. Работа обобщает немногочисленные материалы, опубликованные по этой проблеме с 2011 г. Впервые идентифицированы и рассмотрены многочисленные признаки квантовости, такие как специфические явления перетекания, топологические свойства, двухжидкостная структура и многие другие. Наиболее подробно с использованием математической интерпретации рассмотрены термоэлектрические процессы в изучаемых системах. Дается описание ряда новых разработанных аналитических методов исследования сверхтекучих жидкостей.

Предназначено для студентов, аспирантов, научных работников и специалистов, занимающихся фундаментальными исследованиями квантового состояния материалов.



ПЕРЕЧЕНЬ ТРЕБОВАНИЙ И УСЛОВИЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ НАУЧНОЙ СТАТЬИ В ПЕРИОДИЧЕСКОМ НАУЧНОМ ИЗДАНИИ «ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ»

1. Список материалов, необходимых для публикации научной статьи

1.1. Автор (авторы) в соответствии с приведенными ниже требованиями должен оформить материалы научной статьи: рукопись статьи и сопроводительные документы к ней. Журнал является двуязычным и материалы научной статьи могут подаваться в редакцию на русском или на английском языках (здесь имеется ввиду язык основного текста статьи, т. к. часть материалов статьи должна оформляться на обоих языках).

1.2. Рукопись статьи представляется в двух экземплярах в печатном виде на листах формата А4 (оформление – см. п. 2) и в электронном виде (оформление – см. п. 3). ***Печатный и электронный варианты рукописи статьи должны быть идентичны.***

1.3. Сопроводительные документы к рукописи статьи должны включать в себя:

1.3.1. Сопроводительное письмо в двух экземплярах в печатном виде на листе формата А4 **по утвержденной форме**, которая приведена на интернет-сайте журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru> Данное письмо подписывается руководителем организации (юридического лица), откуда исходит рукопись статьи. Если автор статьи не является работником какой-либо организации, не является аспирантом, докторантом, соискателем ученой степени, то сопроводительное письмо подписывается им лично (в этом случае к сопроводительному письму должны прилагаться документы, подтверждающие статус безработного). Для работников ННГАСУ, а также для аспирантов, докторантов, соискателей ученой степени, официально оформленных в ННГАСУ, сопроводительное письмо представлять не требуется.

1.3.2. Выписку из протокола заседания кафедры (отдела, научно-технического совета или иного правомочного органа) с рекомендацией статьи к публикации в Приволжском научном журнале в двух экземплярах в печатном виде на листах формата А4. Если статья представляется не от лица какой-либо организации, а непосредственно физическим лицом, то вместо выписки представляется рекомендация к опубликованию, подписанная научным работником, имеющим ученую степень по соответствующей специальности (определяется по номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной Минобрнауки России).

1.3.3. Экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати в двух экземплярах в печатном виде на листах формата А4. Данный документ оформляется по форме, утвержденной в организации, откуда исходит рукопись статьи. Форма экспертного заключения, утвержденная в ННГАСУ, размещена на интернет-сайте журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru> (для работников ННГАСУ, а также для аспирантов, докторантов, соискателей ученой степени, официально оформленных в ННГАСУ, данный документ оформляется в отделе интеллектуальной собственности и трансфера технологий (корпус II, каб. 213-а, тел.: (831) 430-19-34)).

Если в организации, откуда исходит рукопись статьи, нет утвержденной формы экспертного заключения, то в качестве образца может использоваться форма ННГАСУ (при этом автор должен внести соответствующие изменения в наименования должностей и Ф.И.О. ответственных лиц). Если статья представляется не от лица какой-либо организации, а непосредственно физическим лицом, то экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати представлять не требуется.

1.3.4. Документ (копия бланка подписки), подтверждающий оформление подписки на Приволжский научный журнал на 2 (два) номера или более (ин-

декс 80382 в каталоге Агентства «Роспечать»). Подписка может быть оформлена физическим или юридическим лицом. Требование по оформлению подписки **не распространяется** на следующие категории лиц: 1) на аспирантов (статус аспиранта подтверждается справкой из организации, в которой проходит обучение в аспирантуре); 2) на штатных сотрудников ННГАСУ; 3) на членов редакционной коллегии Приволжского научного журнала. *Примечание:* если соавтором статьи является лицо, не относящееся ни к одной из вышеуказанных категорий, то требование по оформлению подписки на журнал сохраняется.

1.4. Если авторами статьи являются работники различных организаций (юридических лиц), то сопроводительные документы оформляются от одной из организаций (по усмотрению авторов), а от остальных необходимо представить выписки из протоколов заседаний кафедр (отделов, научно-технических советов или иных правомочных органов) с рекомендацией статьи к опубликованию с учетом сформированного авторского коллектива. Данные выписки должны быть подписаны руководителем организации, которая заверяется печатью организации.

2. Правила оформления рукописи научной статьи в печатном виде

2.1. Рукопись статьи (при оформлении основного текста статьи **на русском языке**) должна включать в себя следующие составные элементы:

- индекс УДК (универсальная десятичная классификация);
- фамилии, инициалы авторов **на русском языке**;
- ученые степени и ученые звания авторов **на русском языке** (звания в негосударственных академиях наук не указывать);
- должности авторов (по основному месту работы, а также по совместительству (если имеется)) **на русском языке** (если автор является аспирантом, докторантом или соискателем ученой степени, то необходимо указать название кафедры, на которой он оформлен);
- название статьи **на русском языке**;
- полное наименование организации (юридического лица), являющегося местом работы автора (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на русском языке**;
- контактная информация для переписки (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на русском языке**: почтовый адрес организации (с указанием индекса); номер телефона, номер факса (с указанием кода города), адрес электронной почты;
- ключевые слова **на русском языке** (3 – 5 слов и (или) словосочетаний);
- аннотация статьи **на русском языке** (общий объем не более 0,3 стр.);
- основной текст статьи **на русском языке**;
- библиографический список **на русском языке** (не менее трех источников);
- фамилии, имена, отчества (полностью) авторов **на английском языке**;
- ученые степени и ученые звания авторов **на английском языке** (звания в негосударственных академиях наук не указывать);
- должности авторов (по основному месту работы, а также по совместительству (если имеется)) **на английском языке** (если автор является аспирантом, докторантом или соискателем ученой степени, то необходимо указать название кафедры, на которой он оформлен);
- название статьи **на английском языке**;
- полное наименование организации (юридического лица), являющегося местом работы автора (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на английском языке**;



- контактная информация для переписки (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на английском языке**: почтовый адрес организации (с указанием индекса); номер телефона, номер факса (с указанием кода города), адрес электронной почты;

- ключевые слова **на английском языке** (3 – 5 слов и (или) словосочетаний);
- аннотация статьи **на английском языке** (общий объем не более 0,3 стр.);
- библиографический список **на английском языке** (не менее трех источников);
- знак охраны авторского права, состоящий из следующих элементов: латинская буква «С» в окружности, фамилии, инициалы авторов на русском языке, год направления статьи в редакцию.

Расположение и оформление вышеперечисленных частей рукописи статьи должно соответствовать образцу оформления научной статьи, который размещен на интернет-сайте журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru>.

2.2. Рукопись статьи (при оформлении основного текста статьи **на английском языке**) должна включать в себя те же составные элементы, которые указаны в п. 2.1. При этом русскоязычное написание заменяется на англоязычное, а англоязычное – на русскоязычное.

2.3. При оформлении рукописи статьи необходимо соблюдать следующие требования:

2.3.1. Текст рукописи статьи набирается на компьютере в текстовом редакторе «Microsoft Word» и распечатывается на принтере на листах бумаги формата А4 с одной стороны. Плотность бумаги 80 г/м². Размеры полей страниц: верхнее 25 мм, нижнее 25 мм, левое 25 мм, правое 25 мм. Страницы должны быть пронумерованы в нижней правой части.

2.3.2. Текст рукописи статьи набирается шрифтом Times New Roman Cyr. Шрифт № 14 с межстрочным интервалом 1,0 (одинарный) используется для набора следующих частей рукописи: индекс УДК, Ф.И.О. авторов, ученые степени и ученые звания авторов, должности авторов, название статьи. Шрифт № 14 с межстрочным интервалом 1,5 (полуторный) используется для набора следующих частей рукописи: основной текст статьи, знак охраны авторского права. Шрифт № 12 с межстрочным интервалом 1,0 (одинарный) используется для набора следующих частей рукописи: наименование организации (места работы авторов), контактная информация (адрес организации и др.), аннотация статьи, ключевые слова, библиографический список.

2.3.3. Буквы русского и греческого алфавитов (в том числе индексы), а также все цифры (в том числе индексы) необходимо набирать прямым шрифтом, а буквы латинского алфавита – курсивом. Аббревиатуры, стандартные функции (Re, sin, cos и т. п.) и символы химических элементов набираются прямым шрифтом.

2.3.4. Текст статьи может включать формулы, которые должны набираться **только с использованием редактора формул «Microsoft Word»**. При этом необходимо использовать редактор формул «MathType 6» или «Microsoft Equation 3.0». При использовании текстового редактора «Microsoft Word, Office-2010» не допускается использование редактора формул, открывающегося по команде «Вставка – Формула» (кнопка «π» на панели быстрого доступа). В данной версии необходимо в меню «Вставка» нажать кнопку «Объект» и в выпадающем меню выбрать тип вставляемого объекта – «Microsoft Equation 3.0». Шрифт формул должен соответствовать требованиям, предъявляемым к основному тексту статьи (см. выше). В статье должен быть необходимый минимум формул, все второстепенные и промежуточные математические преобразования при необходимости могут выноситься в приложение к статье (в качестве поясняющей информации для рецензента).

2.3.5. Текст статьи может включать таблицы, а также графические материалы (рисунки, графики, фотографии и др.). Данные материалы должны иметь сквоз-

ную нумерацию и названия. На все таблицы и графические материалы должны быть сделаны ссылки в тексте статьи. При этом расположение данных объектов должно быть после ссылок на них. Шрифт таблиц должен соответствовать требованиям, предъявляемым к тексту статьи (см. выше). Шрифт надписей внутри рисунков, графиков, фотографий и др. графических материалов Times New Roman Сур, размер № 12, межстрочный интервал 1,0 (одинарный). В случае использования в статье цветных графических материалов (рисунки, графики, фотографии и др.) их необходимо скомпоновать на четном количестве страниц – либо на двух, либо на четырех отдельных страницах (но не более четырех страниц). К данным рисункам должны быть сделаны подписи, а в тексте статьи на них должны быть ссылки. Использование цветных графических материалов должно быть оправданным (в тех случаях, когда их нельзя заменить черно-белым аналогом).

2.3.6. Библиографический список должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5-2008 (с учетом вступления в силу последующих версий данного документа). Нумерация литературных источников в списке дается в порядке последовательности ссылок. На все литературные источники должны быть ссылки в тексте статьи (в квадратных скобках). В библиографический список включаются только те работы (документы), которые опубликованы в печати на момент представления рукописи статьи в редакцию. Количество литературных источников в списке должно быть не менее 3-х. В качестве цитируемых литературных источников должны использоваться научные статьи, опубликованные за последние 5 лет в российских и зарубежных рецензируемых научных периодических изданиях. Не допускается ссылаться на учебники и учебные пособия, научно-популярную литературу, если они не являются объектом исследования. В англоязычном варианте библиографического списка русскоязычные литературные источники должны быть представлены в транслитерации, на латинице. Кроме того названия статей и названия журналов переводятся на английский язык (перевод указывается в квадратных скобках). Библиографические описания англоязычных изданий приводятся в оригинальном виде. Для изданий на других языках названия статей и названия журналов должны быть переведены на английский язык (перевод указывается в квадратных скобках).

2.3.7. Объем рукописи статьи (включая черно-белые и цветные графические материалы), оформленной с учетом вышеперечисленных требований, **не должен превышать**: а) 11 (одиннадцать) страниц при наличии в тексте не менее 3-х графических материалов (рисунков, графиков, фотографий); б) 8 (восемь) страниц во всех остальных случаях.

2.4. Рукопись статьи должна быть тщательно отредактирована и подписана всеми авторами (лично) с обратной стороны последней страницы с указанием даты представления рукописи в редакцию (число.месяц.год).

3. Правила оформления рукописи научной статьи в электронном виде

3.1. В электронном виде необходимо представить файл, подготовленный в редакторе «Microsoft Word» (тип файла «doc» или «docx» или «rtf»). Данный файл должен включать рукопись статьи (подготовленной в соответствии с п. 2) со вставленными в текст графическими материалами (если они имеются). В названии файла должна присутствовать фамилия автора статьи. Файл должен быть записан на компакт-диск (CD-R или CD-RW).

3.2. Каждый отдельный графический материал (рисунок, график, фотография и др.) должен быть записан в виде отдельного файла, при этом названия файлов должны соответствовать нумерации данных материалов (например: «Рис.1»). Все графические материалы должны быть доступны для редактирования, для этого



они должны быть представлены **в исходном формате** (например, для рисунков, созданных в графическом редакторе «CorelDraw», необходимо представление файлов в формате «cdr»). Представление графиков, рисунков и т. п. графических материалов в виде отсканированных изображений **не допускается**. Файлы фотографий должны иметь расширение «jpg». Качество всех графических материалов должно быть высоким (не ниже 300 dpi).

4. Порядок представления в редакцию материалов научной статьи

Подготовленные с учетом всех вышеперечисленных требований материалы научной статьи (рукопись статьи и сопроводительные документы к ней) должны быть запечатаны в конверт формата А4, на котором указывается адрес редакции: *Россия, 603950, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65. ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет». Ответственному секретарю Приволжского научного журнала Моничу Д. В.*

Конверт с материалами может быть отправлен по почте, с использованием курьерской доставки или доставлен лично автором (доверенным лицом автора). В случае отправки с использованием курьерской доставки, а также в случае личной доставки, конверт необходимо сдавать в канцелярию ННГАСУ (г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65, ННГАСУ, корпус I, 1-й этаж, каб. 127).

5. Порядок рассмотрения редакцией материалов научной статьи и ее рецензирования

5.1. После получения материалов научной статьи ответственный секретарь журнала проводит оценку их достаточности и правильности оформления. В случае отклонений от установленных требований, автору по электронной почте направляется письмо с уведомлением: «Материалы научной статьи не соответствуют требованиям, установленным редакцией журнала».

5.2. Материалы статей, оформленные в соответствии с установленными требованиями, ответственный секретарь регистрирует и направляет для рассмотрения члену редакционной коллегии журнала, который имеет соответствующую специальность (по номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной Минобрнауки России). Член редакционной коллегии организует рецензирование (экспертную оценку) рукописи научной статьи в соответствии с порядком, установленным редакцией журнала. С составом редакционной коллегии, в т. ч. с научными специальностями ее членов, а также с «Порядком рецензирования научных статей» можно ознакомиться на интернет-сайте Приволжского научного журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru>

5.3. Если на статью получена положительная рецензия, то она включается в план публикации соответствующего тематического раздела журнала. Автору статьи по почте, а также по электронной почте направляется копия рецензии (без указания личности рецензента) и уведомление «Включено в план публикации». Сроки и очередность опубликования устанавливаются редакцией с учетом количества статей, находящихся в плане публикации соответствующего тематического раздела журнала. Как правило, дата приема статей для издания очередного номера устанавливается не позднее, чем за 4 (четыре) месяца до месяца выхода (например, для № 1 (март) этот срок должен быть не позднее 01 ноября). При этом дата устанавливается по дате получения редакцией положительной рецензии на статью.

5.4. Если на статью получена рецензия с замечаниями, но рецензент указывает на возможность публикации статьи после доработки, то автору статьи по почте направляется копия рецензии (без указания личности рецензента) и уведомление «На доработку». Порядок оформления, представления и рассмотрения дорабо-

танных рукописей статей такой же, как для вновь поступающих материалов статей. К доработанной рукописи статьи необходимо приложить документ «Ответы на замечания рецензента», оформленный в печатном виде на листах формата А4, в двух экземплярах. Ответы даются на каждое замечание (по пунктам), внизу ставятся личные подписи всех авторов с указанием даты представления доработанной рукописи в редакцию (число.месяц.год). Подписи авторов должны быть заверены канцелярией или отделом кадров организации, откуда исходит рукопись статьи. Сопроводительные документы к рукописи статьи (по п. 1.3.) переоформляются только в том случае, если при доработке изменяется название статьи и (или) изменяется авторский коллектив.

5.5. Если на статью получена отрицательная рецензия (рецензия с замечаниями, без указания на возможность публикации статьи после доработки), то автору статьи по почте направляется копия рецензии (без указания личности рецензента) и уведомление «Не рекомендуется к публикации».

6. Общие требования и условия публикации

6.1. Редакцией не принимаются к рассмотрению: 1) научные статьи, не соответствующие тематическим направлениям журнала, по которым осуществляется рецензирование (экспертная оценка). Данные направления соответствуют научным направлениям членов редакционной коллегии журнала (по номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной Минобрнауки России); 2) научные статьи, публиковавшиеся ранее; 3) материалы, не соответствующие установленным редакцией требованиям; 4) рекламные материалы.

6.2. Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения рукописей статей. Редакция имеет право частично или полностью предоставлять материалы научных статей в российские и зарубежные организации, обеспечивающие индексы научного цитирования, а также размещать данные материалы на интернет-сайте журнала.

6.3. Авторский коллектив, направляющий научную статью в редакцию журнала, несет ответственность за неправомерное использование объектов интеллектуальной собственности, объектов авторского права или «ноу-хау» в полном объеме, в соответствии с действующим законодательством.

6.4. Авторские права на каждый номер журнала (в целом) принадлежат учредителю журнала – федеральному государственному бюджетному образовательному учреждению высшего образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ). Перепечатка материалов «Приволжского научного журнала» без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

6.5. Материалы научных статей, направляемые в редакцию журнала, авторам не возвращаются. Вознаграждение (гонорар) за опубликованные научные статьи не выплачивается.

6.6. Оплата за рассмотрение научной статьи редакцией взимается путем оформления автором подписки на журнал (условия – см. п. 1.3.4 выше). Плата с аспирантов за публикацию научных статей не взимается.



ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА
на I полугодие 2017 г.
НА ПЕРИОДИЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ
«ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ»

Основан в 2006 году

Периодичность – ежеквартально

Журнал рассчитан на профессорско-преподавательский состав, аспирантов, а также студентов старших курсов вузов, работников научно-исследовательских и проектных институтов, инженерно-технический персонал организаций и предприятий.

Журнал имеет разделы:

- Строительные конструкции, здания и сооружения (05.23.01);
- Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (05.23.03);
- Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов (05.23.04);
- Строительные материалы и изделия (05.23.05);
- Гидротехническое строительство (05.23.07);
- Гидравлика и инженерная гидрология (05.23.16);
- Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства (05.23.19);
- Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия (05.23.20);
- Архитектура зданий и сооружений.
- Творческие концепции архитектурной деятельности (05.23.21);
- Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов (05.23.22).

В ЖУРНАЛЕ ПУБЛИКУЮТСЯ

статьи о результатах научных исследований по группе научных специальностей 05.23.00 «Строительство и архитектура». Статьи рецензируются.

Каталожная цена за 6 месяцев – 1000 руб.

Цена отдельного номера – 500 руб.

Подписной индекс по каталогу Агентства «Роспечать» –
«Газеты. Журналы»: 80382

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

Тел./факс: (831) 433-04-36, 430-19-46

ISSN 1995-2511



9 771995 251524 >