ISSN 2541-9110

ЖИЛИЩНОЕ ХОЗЯЙСТВО
и коммунальная инфраструктура

№ 1(12), 2020

Воронежский государственный технический университет

Строительные конструкции, здания и сооружения

Экология и безопасность городской среды

Градостроительство. Реконструкция, реставрация и благоустройство

Экономика и организация строительства

Инженерные системы и коммуникации

Дорожно-транспортное хозяйство и строительная техника

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ЖИЛИЩНОЕ ХОЗЯЙСТВО
и коммунальная инфраструктура

№ 1(12), 2020

ПО ВОПРОСАМ

РАЗМЕЩЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ СТАТЕЙ

ОБРАЩАТЬСЯ В РЕДАКЦИЮ

НАУЧНОГО ЖУРНАЛА

ЖИЛИЩНОЕ ХОЗЯЙСТВО
и коммунальная инфраструктура

Адрес редакции:

394006, Россия
г. Воронеж,
ул. 20-летия Октября, дом 84, корп. I, ауд. 1326;
тел. (473) 271-28-92;
E-mail: vstu.gkh@gmail.com

ISSN 2541-9110

Научный журнал
Воронежского государственного
технического университета

Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура

16+

Издается с 2017 года

Учредитель и издатель:
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет»

Адрес издателя: 394026, Воронеж, Московский проспект, 14

Территория распространения – **Российская Федерация, зарубежные страны**

Выходит 4 раза в год

Журнал публикует материалы по следующим разделам:

- ✓ Строительные конструкции, здания и сооружения
- ✓ Инженерные системы и коммуникации
- ✓ Градостроительство. Реконструкция, реставрация и благоустройство
- ✓ Экология и безопасность городской среды
- ✓ Дорожно-транспортное хозяйство и строительная техника
- ✓ Экономика и организация строительства

Журнал размещен на сайте Научной электронной библиотеки, текст статьи подвергается проверке на уникальность.

Перепечатка материалов журнала без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

Воронеж

© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2020

ISSN 2541-9110

Scientific journal
Voronezh State Technical University
Housing and utilities infrastructure

16+

Published 2017

Founder and publisher:
Federal state budgetary educational educational establishment «Voronezh State Technical University»

Address of publisher: 14, Moscowsky prospekt, Voronezh, 394026

The territory of distribution – **Russian Federation, foreign countries**

Comes out 4 times per annum

Journal publishes materials on the following topics:

- ✓ Construction designs, buildings and constructions
- ✓ Engineering systems and communications
- ✓ Reconstruction, restoration and landscaping
- ✓ Environment and safety of the urban environment
- ✓ Road transport agriculture and construction equipment
- ✓ Economics and organization of construction

The journal is placed on the website of the Scientific Electronic Library, the text of the article is checked for uniqueness.

Reprint of the journal without the permission of the publisher is prohibited, links to journal when quoting.

Voronezh

© Voronezh State Technical University, 2020

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель – Колодяжный Сергей Александрович, ректор (Воронежский государственный технический университет)

Главный редактор – Яременко Сергей Анатольевич, декан факультета инженерных систем и сооружений (Воронежский государственный технический университет)

Редакционная коллегия:

Сазонов Э. В., д-р техн. наук, профессор, зам. главного редактора (Воронежский государственный технический университет)

Баранников Н. И., д-р техн. наук, профессор, зам. главного редактора (Воронежский государственный технический университет)

Арушанов М. Л., д-р физ.-мат. наук, профессор, действительный член Нью-Йоркской Академии наук (Среднеазиатский научно-исследовательский Институт им. В.А. Бугаева, г. Ташкент)

Блех Е. М., д-р экон. наук, профессор (Институт отраслевого управления РАНХиГС), г. Москва

Касьянов В. Ф., д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент жилищной академии РФ, заслуженный работник высшей школы, почетный работник высшего образования, почетный строитель России, почетный строитель Москвы, почетный работник ЖКХ РФ, НИУ МГСУ, г. Москва

Король Е. А., д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент РААСН, Почетный строитель России, академик РИА, член РОИС (Московский государственный строительный университет)

Лутовац Митар, академик, д-р, профессор университета (Union Belgrade, г. Белград, Сербия)

Маилян Л. Р., д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент РААСН, г. Ростов-на-Дону

Бодров М. В., д-р техн. наук, профессор (Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет)

Бондарев Б. А., д-р техн. наук, профессор (Липецкий государственный технический университет)

Зайцев О. Н., д-р техн. наук, профессор (Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь)

Зиганшин А. М., канд. техн. наук, доцент, зам. директора по научной работе Института строительных технологий и инженерно-экологических систем (Казанский государственный архитектурно-строительный университет)

Ежов В. С., д-р техн. наук, профессор (Юго-Западный государственный университет, г. Курск)

Кармазин Ю. И., д-р архитектуры, профессор (Воронежский государственный технический университет)

Кобелев Н. С., д-р техн. наук, профессор (Юго-Западный государственный университет, г. Курск)

Козлов В. А., д-р физ.-мат. наук, профессор (Воронежский государственный технический университет)

Леденев В. И., д-р техн. наук, профессор (Тамбовский государственный технический университет)

Опарина Л. А., д-р техн. наук, доцент (Ивановский государственный политехнический университет)

Пушкарев А. Э., д-р техн. наук, профессор (Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова)

Романова А. И., д-р экон. наук, профессор, директор Института дополнительного профессионального образования, член-корреспондент Международной академии инвестиций и экономики строительства, почетный работник ВПО РФ, г. Казань

Савин К. Н., д-р экон. наук, д-р техн. наук, профессор, почетный работник ЖКХ России, почетный работник Высшего профессионального образования РФ, руководитель направления ЖКХ (Тамбовский государственный технический университет)

Сидоренко В. Ф., д-р техн. наук, профессор (Волгоградский государственный технический университет)

Синеева Н. В., канд. техн. наук, доцент, декан инженерно-экологического факультета (Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет)

Столобушкин А. Ю., д-р техн. наук, профессор (Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк)

Уваров В. А., д-р техн. наук, профессор (Белгородский государственный технологический университет имени В. Г. Шухова)

Шибаева М. А., д-р экон. наук, профессор (Воронежский государственный технический университет)

Эвиев В. А., д-р техн. наук, профессор, декан инженерно-технологического факультета (Калмыцкий государственный университет, г. Элиста)

Jorg Rainer Noenning, профессор, факультет архитектуры (Технический университет Дрездена, Германия)

Lam Cao Van, Prof., Dr. of Sn., Da Nang University of Technology, Danang, Vietnam

Le Van Chung, Prof., Dr. of Sn., Military Technical Academy, Hanoi, Vietnam

Nguyen Phuong Ngoc, Prof., Dr. of Sn., Hanoi University of Architecture, Vietnam

Nguyen Van Long, Prof., Dr. of Sn., Ho Chi Minh City University of Transport, Ho Chi Minh, Vietnam

Ответственный секретарь – **Жерлыкина Мария Николаевна**, канд. техн. наук, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства (Воронежский государственный технический университет)

Редакторы: Кононова М. С., Жерлыкина М. Н.

Дизайн обложки Якубенко А. В *Фото обложки* Шмелев Г. Д.

Дата выхода в свет 17.02.2020. Усл. печ. л. 12,7. Формат 60×84/8. Тираж 500 экз. Заказ № 30

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77 – 69631

выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Цена свободная

Адрес редакции: 394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, дом 84, ком. 1326;

тел. (473) 271-28-92; e-mail: vstu.gkh@gmail.com.

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии издательства ВГТУ

394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, дом 84

EDITORIAL COUNCIL

The Head – **Kolodyazhniy Sergey Aleksandrovich**, rector (Voronezh State Technical University)

Editor-in-Chief – **Yaremenko Sergey Anatolevich**, dean of faculty engineering systems and structures (Voronezh State Technical University)

Editorial Board:

Sazonov E. V., Prof., Dr. of Sn., Deputy chief editor (Voronezh State Technical University)

Barannikov N. I., Prof., Dr. of Sn., Deputy chief editor (Voronezh State Technical University)

Arushanov M. L., Prof., Dr. of Sn., Full member of the New-York Academy of Sciences (Central scientific research Institute named after V. A. Bugaev, Tashkent)

Blekh E. M., Dr. of Sn., Prof. (Institute Branch Management RANEPA), Moscow

Kas'yanov V. F., Dr. of Sn., Prof., corresponding member of the housing Academy of the Russian Federation, honored worker of higher school, honored worker of higher education, honorary Builder of Russia, honorary Builder of Moscow, honorary worker of housing and communal services of the Russian Federation, National research Moscow state University of civil engineering (NRU MSUCE), Moscow

Korol' E. A., Dr. of Sn., Prof., corresponding member of RAACN, honored Builder of Russia, the academician of RIA, member of ROIS (Moscow State University of Civil Engineering)

Lutovac Mitar, academician, Dr. of Sn. Prof. University (Union Belgrade, Belgrade, Serbia)

Mailyan L. R., Dr. of Sn., Prof., corresponding member of RAASN, Rostov-on-Don

Bodrov M. V., Dr. of Sn., Prof. (Nizhny Novgorod state University of Architecture and Construction)

Bondarev B. A., Dr. of Sn., Prof. (Lipetsk State Technical University)

Zaitsev O. N., Dr. of Sn., Prof. (Federal State Autonomous educational institution «Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky», Simferopol)

Ziganshin A. M., PhD. tech. Sciences, associate Professor, Deputy Director on scientific work of Institute of building technology and environmental engineering systems (Kazan State University of Architecture and Civil Engineering)

Ezhov V. S., Dr. of Sn., Prof. (South-West State University, Kursk, Russia)

Karmazin Y. I., Dr. of Sn., Prof. (Voronezh State Technical University)

Kobelev N. S., Dr. of Sn., Prof. (South-West State University, Kursk, Russia)

Kozlov V. A., Dr. Phys.-math. Sciences, Professor (Voronezh State Technical University)

Ledenev V. I., Dr. of Sn., Prof. (Tambov State Technical University)

Oparina L. A., Dr. of Sn., associate Professor (Ivanovo State Polytechnic University)

Pushkarev A. E., Dr. of Sn., Prof. (Izhevsk State Technical University named after M. T. Kalashnikov)

Romanova A. I., Dr. of Sn., Prof., Director Institute of Continuing Professional Education, Corresponding Member International Academy of Investments and Construction Economics, Honorary Worker Higher Professional Education of Russian Federation, Kazan

Savin K. N., Dr. of Sn., Prof., Honorary Worker of Housing and Public Utilities of Russia, Honorary Worker of the Higher Professional Education of the Russian Federation, Head of the Housing and Utilities Sector (Tambov State Technical University)

Sidorenko V. F., Dr. of Sn., Prof. (Volgograd State Technical University)

Sineeva N. V., PhD. tech. Sciences, associate Professor, Dean of faculty of environmental engineering (Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering)

Stolobushkin A. Yu., Dr. of Sn., Prof. (Siberian State Industrial University, Novokuznetsk)

Uvarov V. A., Dr. of Sn., Prof. (Belgorod Shukhov State Technological University)

Shibaeva M. A., Dr. of Sn., Prof. (Voronezh State Technical University)

Eview V. A., Dr. of Sn., Prof., Dean of engineering-technological faculty (Calmic State University, Elista)

Jorg Rainer Noenning, Professor, faculty of architecture (Technical University of Dresden, Germany)

Lam Cao Van, Prof., Dr. of Sn., Da Nang University of Technology, Danang, Vietnam

Le Van Chung, Prof., Dr. of Sn., Military Technical Academy, Hanoi, Vietnam

Nguyen Phuong Ngoc, Prof., Dr. of Sn., Hanoi University of Architecture, Vietnam

Nguyen Van Long, Prof., Dr. of Sn., Ho Chi Minh City University of Transport, Ho Chi Minh, Vietnam

Executive Secretary – **Zherlykina Mariya Nikolaevna**, Cand. tech. Sciences,
associate Professor of the Department of housing and communal services (Voronezh State Technical University)
Editors: Kononova M. S., Zherlykina M. N.
Cover design Yakubenko A. V. *Photo cover* Shmelev G. D.

Date of publication 17.02.2020. Conventional printed sheets 12,7. Format 60×84/8. Circulation 500 copies. Order 30
Registration certificate ПИ № ФС 77 – 69631
issued by the Federal service for supervision of communications, information technology and mass communications
Price free

The Address of editorial Offce: 84 20-letiya Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russian Federation;
phone: (473) 271-28-92; e-mail: vstu.gkh@gmail.com.

Printed: department operative polygraphy publishings VSTU
84 20-letiya Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russian Federation

СОДЕРЖАНИЕ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Ширалиев С. Д., Боинская А. А., Мищенко А. В.
Исследование критериев рациональности многопролётных балок…….....9
Корниенко С. В.
Экспресс-анализ влагонакопления в наружных стенах ……...16
Кононова М. С., Андрияшкин О. О., Жданова О. А.
Экспериментальное обоснование расчетной температуры воздуха
в подвале при теплотехническом расчете жилого здания ……..….24

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И КОММУНИКАЦИИ

Мальцев С. А.
Анализ конструктивных решений компенсаторов надземных нефтепроводов
в районах высокого градиента температур на примере нефтепровода
Харьягинского нефтяного месторождения ……...31
Шичкин В. В., Жерлыкина М. Н., Яременко С. А., Соловьев С. А.
Обоснование применения рекуперации теплоты вентиляционного воздуха
при климатизации универсальных быстротрансформирующихся зданий.....40
Новосельцев Б. П., Мерщиев А. А., Манаева Ю. Н., Минакова Ю. В.
Особенности проведения капитального ремонта и реконструкции
системы отопления……..…49
Драпалюк Н. А., Кононова М. С., Андрияшкин О. О., Божко С. В.
Влияние климатических условий на эффективность автоматического регулирования
в системах централизованного теплоснабжения……54

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. РЕКОНСТРУКЦИЯ, РЕСТАВРАЦИЯ И БЛАГОУСТРОЙСТВО

Антонова Н. Н., Голдина Ю. А., Тен И. Г.
Разработка параметров комплексного обследования застройки градостроительного
памятника улица Мира в Волгограде …….....62

ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЕ ХОЗЯЙСТВО И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Смоленцева А. А., Бугаева М. А., Артемова С. Г.
Исследование пассажирообмена на пересечении проспекта Университетского
с улицей Аренского в Волгограде ……..71
Кононов А. Д., Кононов А. А., Гильмутдинов В. И., Иванов С. А.
Исследование характера ослабления информационного сигнала в канале
радиоуправления технологическими машинами дорожно-строительного
комплекса ……....77

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Кабанова Е. А.
Современные векторы развития строительной отрасли, регулируемые государством..…...89
Сироткин В. А., Романова А. Э., Скорин А. В.
Фактор демографии в ценообразовании первичного рынка жилой недвижимости……...98

ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ……..…..108

© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2020

CONTENTS

BUILDING CONSTRUCTION, BUILDINGS AND STRUCTURES

Shiraliev S. D., Boinskaya A. A., Mishchenko A. V.
Investigation of the rationality criteria of multi-span beams……..……..9
Korniyenko S. V.
Rapid analysis of moisture accumulation in outer walls..……..……16
Kononova M. S. Andriyashkin O. O., Zhdanova O. A.
Experimental justification of the calculated air temperature in the basement in the heat engineering calculation of a residential building...……....24

ENGINEERING SYSTEMS AND COMMUNICATIONS

Maltsev S. A.
Analysis of structural solutions of compensators of overground oil pipelines in areas of high temperature gradient on the example of oil pipeline of kharyaga oil field …….....31
Shichkin V. V., Zherlykina M. N., Yaremenko S. A., Solovyov S. A.
Justification of use heat recovery ventilation air in the air condition universal fast-transforming buildings …….....40
Novoseltsev B. P., Mershchiyev A. A., Manayeva Y. N., Minakova Y. V.
Peculiarities of major repair and reconstruction of heating system……..…49
Drapalyuk N. A., Kononova M. S., Andriyashkin O. O., Bozhko S. V.
Influence of climatic conditions on the efficiency of automatic control in the systems of centralized heating……54

CITY. RECONSTRUCTION, RESTORATION AND LANDSCAPING

Antonova N. N., Goldina Yu. A., Ten I. G.
Development of the parameters of an integrated survey of the building of the urban planning monument street of the World in Volgograd ……...62

ROAD TRANSPORT, AGRICULTURE AND CONSTRUCTION MACHINES

Smolentseva A. A., Bugaeva M. A., Artemova S. G.
A study of passenger traffic at the intersection of University avenue with the street Arensky in Volgograd.……...……..…71
Kononov A. D., Kononov A. A., Gilmutdinov V. I., Ivanov S. A.
Research of character of reducing an information signal in the channel of remote controlling technological machines of the road-building complex...……...……..77

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION

Kabanova E. A.
Modern vector of development of the construction industry, regulated by the state…..……89
Sirotkin V. A., Romanova A. E., Skorin A. V.
Demographics factor in pricing in the market of new construction of residential real estate…..…98

WRITING RULES AND GUIDELINES……..……..……..108

© Voronezh State Technical University, 2020

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ
BUILDING CONSTRUCTION, BUILDINGS AND STRUCTURES

УДК 624.072.22

ИССЛЕДОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ РАЦИОНАЛЬНОСТИ МНОГОПРОЛЁТНЫХ БАЛОК

С. Д. Ширалиев, А. А. Боинская, А. В. Мищенко

Ширалиев Самир Давуд оглы, студент кафедры железобетонных конструкций, ФГБУ ВПО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», Новосибирск, Российская Федерация, тел.: +7(999)450-09-58; e-mail: shiralievs97@mail.ru
Боинская Александра Анатольевна, студент кафедры металлических и деревянных конструкций, ФГБУ ВПО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», Новосибирск, Российская Федерация, тел.: +7(913)064-67-11; e-mail: boinskayaa@mail.ru
Мищенко Андрей Викторович, д-р техн. наук, профессор кафедры строительной механики, ФГБУ ВПО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», Новосибирск, Российская Федерация, тел.: +7(913)939-38-03; e-mail: mavr59@ngs.ru

Рассматривается применение энергетического, силового и деформационного критериев в задачах регулирования параметров состояния многопролетных балок. В качестве энергетического критерия применяется требование о достижении минимума потенциальной энергии деформации. Силовым критерием рациональности является выравнивание изгибающих моментов в расчетных сечениях балки. Согласно деформационному критерию углы поворота сечений балки на промежуточных опорах должны принимать нулевое значение. Параметрами-регуляторами являются относительные длины пролетов балки. Применение и численное сопоставление результатов выполнено на примерах различных схем двухпролетных балок, загруженных распределенными и сосредоточенными силами. Для регулируемых величин – потенциальной энергии, моментов и углов поворота с помощью MathCAD процессора построены серии графиков в зависимости от варьируемых регуляторов и параметров расчетных схем и нагрузок. Все критерии показали хорошее совпадение численных результатов, что объясняется их физической обоснованностью и корректностью. При этом силовой критерий в силу наличия бóльшего числа регулируемых величин и необходимости использования соответствующего числа регуляторов давал, при их недостатке, решение в виде Парето-области. Делается вывод о том, что энергетический и деформационный критерии регулирования имеют более простую форму, дают близкие результаты и могут эффективно использоваться в задачах рационального проектирования многопролетных балок.

Ключевые слова: критерии рациональности; потенциальная энергия; регулирование параметров состояния; область Парето.

Рациональное и оптимальное проектирование строительных сооружений является одной из приоритетных задач в строительной отрасли [1…6]. Конструкции, созданные на основе таких подходов, обладают повышенными эксплуатационными характеристиками, имеют больший срок службы, более экономичны. Одно из частных направлений теории оптимизации представляют методы целенаправленного регулирования состояния деформируемых систем [7…8]. В них, в соответствии с некоторым принятым критерием формируются расчетные условия-ограничения для величин, подлежащих регулированию – условия регулирования [7]. Удовлетворение данных условий достигается путем варьирования параметров – регуляторов. Поскольку критерии, положенные в основу условий регулирования, могут быть разными, то и результат решения также не будет единственным. В связи с этим

© Ширалиев С. Д., Боинская А. А., Мищенко А. В., 2020

интерес представляет сопоставление результатов решений задачи, полученных на основе различных постановок, а также оценка их эффективности и трудоемкости применения.

Исследование выполним на примере неразрезных двухпролетных балок (рис. 1). Используемые для них подходы и критерии могут быть применены и для других систем.

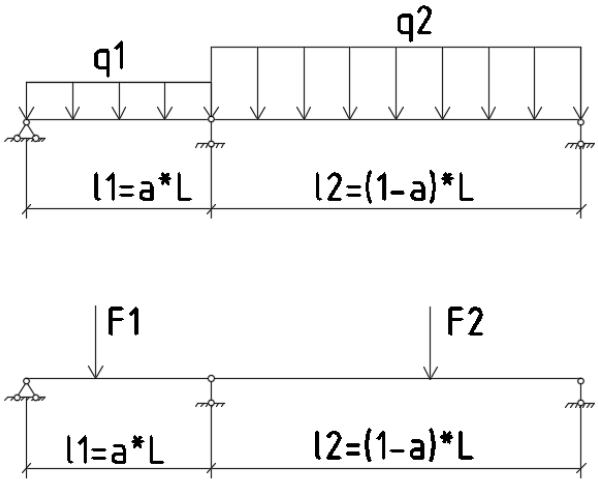


Рис. 1. Расчетные схемы балок

Для нагрузок и геометрических параметров балок будем использовать следующие параметрические соотношения:

$$q_1 = p\,q\,, \qquad q_2 = (1-p)\,q\,,$$
$$l_1 = a\,L\,, \qquad l_2 = (1-a)\,L\,.$$

В балках в качестве регулятора был принят геометрический параметр $0 \le a \le 1$.

В качестве расчетных критериев были использованы: энергетический, деформационный и силовой критерии.

Согласно ***энергетическому критерию*** [9, 10] считается, что в рациональной системе потенциальная энергия деформации (ПЭД) принимает минимальное значение. Считая балки относительно тонкими, пренебрегая энергией деформации сдвига, запишем критерий в виде:

$$U(a) = \sum_j \int_{l_j} \frac{M^2(x,a)}{EI} dx \;\to\; \min. \tag{1}$$

ПЭД системы является интегральной мерой, определяющей уровень напряженно-деформированного состояния. Чем меньше величина ПЭД, тем эффективнее система сопротивляется внешним воздействиям или воспринимает их при минимуме энергетических затрат.

Критерий (1) восходит к известному принципу «экономии энергии», используемому при описании саморегулирующихся систем в задачах синергетики [9, 11].

Второй критерий – ***деформационный***, согласно которому постулируется [9], что в рационально организованной многопролетной неразрезной балочной системе углы поворота на промежуточных *m* опорах принимают нулевые значения. В общем случае он записывается в виде:

$$\theta_j(l_1, l_2, ..., l_m) = 0\,, \quad (\,j = 1, ..., m\,), \tag{2}$$

где *m* – число промежуточных опор, l_j – длина *j*-го пролета.

Для двухпролетных балок, пренебрегая влиянием сдвигов, получим:

$$\theta(a) = \int_0^L \frac{M(x,a)\,M_1^{(0)}(x,a)}{EI} dx = 0\,. \tag{3}$$

Здесь $M_1^{(0)}(x,a)$ – изгибающий момент в многопролетной балке при действии единичного момента, приложенного в сечении $x = a$.

В третьем – ***силовом критерии,*** минимизируется максимальный изгибающий момент в балке. Практически для многопролетных балок он записывается в виде условий выравнивания абсолютных значений моментов в опасных сечениях пролетов и на промежуточных опорах. Данный критерий естественным образом вытекает из условий наиболее рациональной прочности и является общеизвестным [7, 8, 9]. Однако для рассматриваемых схем, содержащих три регулируемых момента

$$M_{\max,1}(a) = \left|M_{\text{оп}}(a)\right|, \qquad M_{\max,2}(a) = \left|M_{\text{оп}}(a)\right|, \tag{4}$$

он требует наличия в задаче не одного, а двух варьируемых параметров и поэтому может быть выполнен лишь с некоторой степенью приближения, что в последствии нами будет оценено.

Исследование заключалось в сопоставлении результатов, получаемых по трем критериям (1), (3), (4). Расчеты производились с помощью математического процессора MathCAD.

Двухпролетная балка, загруженная распределенными нагрузками (рис. 1). После записи основных соотношений и раскрытия статической неопределимости методом сил, были найдены аналитические зависимости трех расчетных критериев от параметров балок *p* и *a*.

На рис. 2 приведены графики зависимости ПЭД $U(a)$ и угла поворота $\theta(a)$ в зависимости от регулятора *a,* построенные при различных значениях параметра *p*. Данные графики показывают, что при каждом заданном значении параметра нагрузки *p* существует оптимальное значение регулятора *a*, при котором: согласно (1) ПЭД имеет минимальное значение (графики слева), а согласно (3) оптимальному значению регулятора *a*, соответствует нулевой угол поворота на промежуточной опоре. Примечательным является тот факт, что оптимальные значения регуляторов *a*, найденные по критериям (1) и (3) практически совпадают (таблица). Некоторое их расхождение (во втором знаке) наблюдается при малых значениях параметра нагрузки *p*.

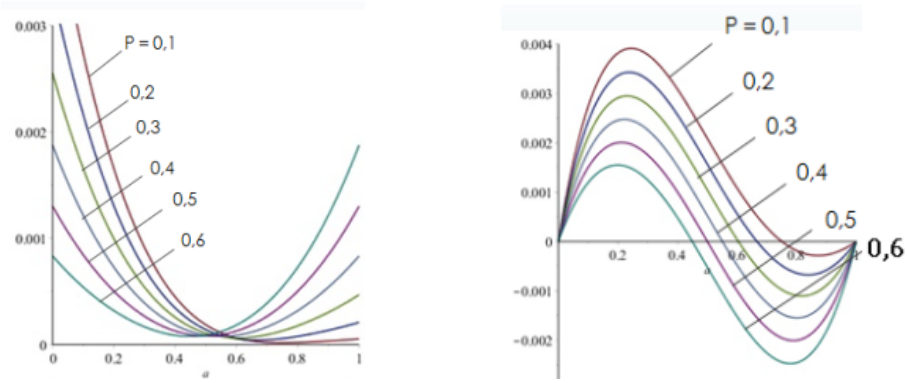


Рис. 2. Графики зависимости ПЭД (слева) и угла поворота (справа) от параметров *p* и *a* для балки, загруженной распределенными нагрузками

Рациональные значения регулятора *a*

p	Критерий (1)	Критерий (3)
0,1	0,70	0,75
0,2	0,65	0,67
0,3	0,60	0,60
0,4	0,55	0,55
0,5	0,50	0,50
0,6	0,45	0,45

Интерес представляет анализ выполнения условий выравнивания моментов (4), то есть третьего – силового критерия. На рис. 3 приведены графики трех моментов: в левом $M_{\max,1}(a)$, правом пролете $M_{\max,2}(a)$, а также модуля момента на промежуточной опоре $|M_{\text{оп}}(a)|$. Видно, что ни при каких значениях регулятора равенство всех трех моментов не реализуется, но в то же время, очевидно, что эти графики образуют некоторую область в форме криволинейного треугольника, которая представляет собой область *Парето решений*. Оптимальность по Парето – это такое состояние системы, при котором значение каждого частного показателя, характеризующего систему, не может быть улучшено без ухудшения других, что в данном случае относится к регулируемым изгибающим моментам.

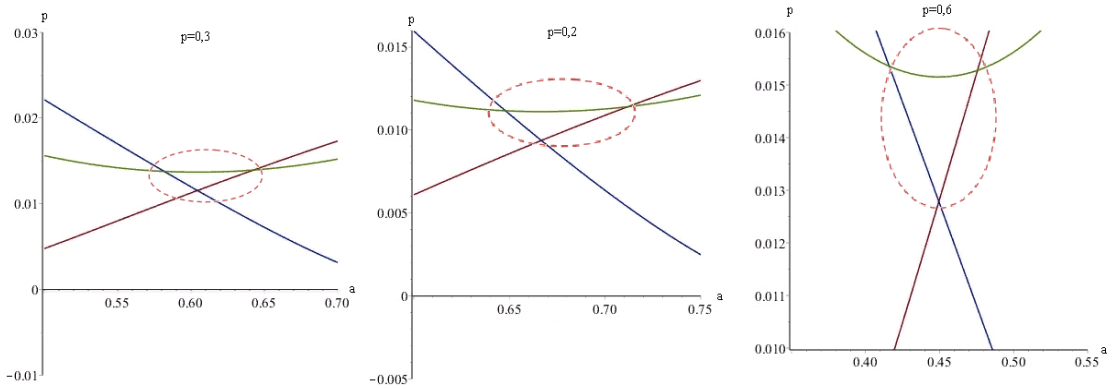


Рис. 3. Графики зависимости расчетных изгибающих моментов от регулятора *a* при различных значениях *p*

Таким образом, при помощи одного принятого регулятора невозможно добиться полного удовлетворения силового критерия (4), а рациональное решение задачи будет находиться в области криволинейного треугольника Парето с решением для параметра *a* в виде интервала. Реализация двух условий равенств (4) может быть получена при добавлении второго регулятора, например, в виде начального вертикального смещения промежуточной опоры.

Двухпролетная балка, загруженная сосредоточенными силами (рис. 1). Приняв такой же регулятор, как и в предыдущем исследовании, выполним расчет балки по трем критериям (1), (3), (4).

На рис. 4 приведены графики для ПЭД $U(a)$ и угла поворота на промежуточной опоре $\theta(a)$. Как и в предыдущем случае, графики показывают существование оптимального значения регулятора *a* по критерию минимума ПЭД (1) – графики слева и по критерию нулевого угла поворота (3) – справа. Для данной схемы балки обнаружено полное численное совпадение оптимальных значений регуляторов *a* по критериям (1), (3).

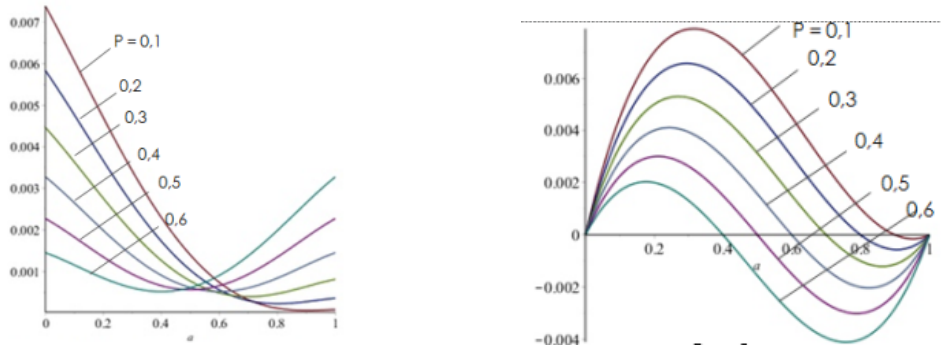


Рис. 4. Графики зависимости ПЭД (слева) и угла поворота (справа) от параметров *p* и *a* для балки, загруженной сосредоточенными нагрузками

На рис. 5 приведены схемы Парето-областей для балки, загруженной сосредоточенными нагрузками с интервальным решением для параметра *a*.

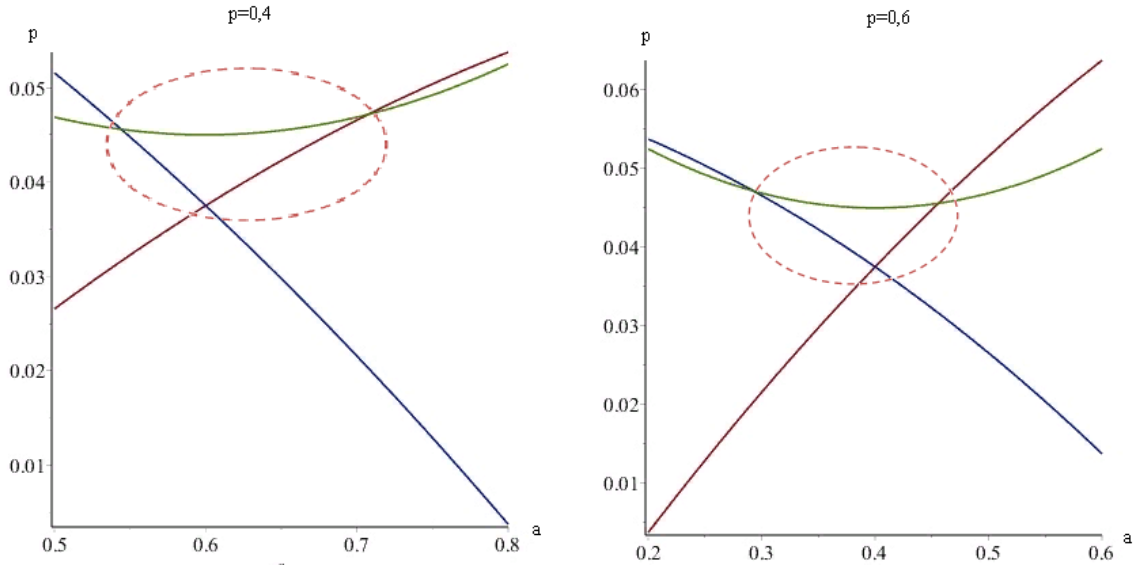


Рис. 5. Графики зависимости расчетных изгибающих моментов от параметра *a* при различных *p* (сосредоточенные нагрузки)

Заключение.

Рассмотренные энергетический и деформационный критерии регулирования имеют простую форму, дают близкие результаты и могут эффективно использоваться в многопролетных балках.

Применение деформационного критерия в виде «нулевого угла поворота» для многопролетных балок дает возможность существенно упростить решение задачи, рассматривая в пролетах отдельные жестко защемленные балки. При этом длины пролетов могут быть найдены из решения системы уравнений равновесия моментов на промежуточных опорах.

Применение однопараметрических критериев дает хорошие оценки решений задачи по более сложным – двухпараметрическим критериям – в виде построения областей Парето решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Ляхович, Л. С.** Особые свойства оптимальных систем и основные направления их реализации в методах расчета сооружений / Л. С. Ляхович. – Томск: Изд-во ТГАСУ, 2009. – 372 с.
2. **Троицкий, В. А.** Оптимизация формы упругих тел / В. А. Троицкий, Л. В. Петухов. – М.: Наука, 1982. – 432 с.
3. **Гольдштейн, Ю. Б.** Вариационные задачи статики оптимальных стержневых систем / Ю. Б. Гольдштейн, М. А. Соломещ. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1980. – 208 с.
4. **Мищенко, А. В.** Оптимизация геометрии наружных слоев и внешних параметров слоистых стержней переменного сечения / А. В. Мищенко // Известия вузов. Строительство. – 2003. – № 9. – С. 18-24.
5. **Мищенко, А. В.** Оптимизация слоисто-неоднородных рам на основе кусочно-непрерывных условий прочности / А. В. Мищенко, Ю. В. Немировский // Материалы V Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные вопросы строительства». – Новосибирск: НГАСУ. – 2012. – Т. 1. – С. 69-74.

6. **Мищенко, А. В.** Способ формирования нелинейных физических соотношений в прямых и обратных задачах расчета многофазных стержней / А. В. Мищенко // Вестник ЮУрГУ. Строительство и архитектура. – 2014. – Т. 14. – № 3. – С. 12-16.

7. **Себешев, В. Г.** Изучение особенностей работы статически неопределимых конструкций и регулирование усилий в них. Методические указания / В. Г. Себешев. – Новосибирск: Изд-во НГАСУ, 2008. – 88 с.

8. **Абовский**, Н. П. Избранные задачи по строительной механике и теории упругости (регулирование, синтез, оптимизация) / Н. П. Абовский, Л. В. Енджииевский, В. И. Саченков. – М: Стройиздат, 1978. – 188 с.

9. **Васильков, Г. В.** Эволюционные задачи строительной механики. Синергетическая парадигма: Учебное пособие / Г. В. Васильков. – Ростов на Дону: Изд-во Инфо Сервис, 2003. –180 с.

10. **Пустовой, Н. В.** Оптимальное проектирование стержней и подкрепленных пластин на основе минимизации энергии деформации / Н. В. Пустовой, Г. И. Расторгуев. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. – 317 с.

11. **Поддубный, Н. В.** Синергетика: диалектика самоорганизующихся систем / Н. В. Поддубный. – Ростов на Дону, Белгород: Изд-во БГУ, 1999. – 351 с.

Поступила в редакцию 30 октября 2019

INVESTIGATION OF THE RATIONALITY CRITERIA OF MULTI-SPAN BEAMS

S. D. Shiraliev, A. A. Boinskaya, A. V. Mishchenko

Shiraliev Samir Dawood Oglu, student, Department of reinforced concrete structures, Novosibirsk state university of architecture and civil engineering (Sibstrin), Novosibirsk, Russian Federation, phone: +7(999)450-09-58; e-mail: shiralievs97@mail.ru.

Boinskaya Alexandra Anatolevna, student, Department of metal and wooden structures, Novosibirsk state university of architecture and civil engineering (Sibstrin), Novosibirsk, Russian Federation, phone: +7(913)064-67-11; e-mail: boinskayaa@mail.ru

Mishchenko Andrey Viktorovich, PhD, professor, Department of structural mechanics, Novosibirsk state university of architecture and civil engineering (Sibstrin), Novosibirsk, Russian Federation, phone: +7(913)939-38-03; e-mail: mavr59@ngs.ru

The application of energy, force and deformation criteria in the problems of controlling the parameters of the state of multi-span beams is considered. As an energy criterion, the requirement to achieve a minimum potential strain energy is applied. The strength criterion of rationality is the alignment of bending moments in the calculated sections of the beam. According to the deformation criterion, the angles of rotation of the sections, the points on the intermediate supports should take zero value. The parameters-regulators are the relative lengths of the beam spans. The application and numerical comparison of the results is carried out on the examples of various schemes of two-span beams loaded with distributed and concentrated forces. For adjustable quantities – potential energy, moments and rotation angles using the MathCAD processor, a series of graphs are constructed depending on the variable controllers and the parameters of the design circuits and loads. All the criteria showed a good coincidence of the numerical results, which is explained by their physical validity and correctness. At the same time, the force criterion, due to the presence of a larger number of adjustable values and the need to use the corresponding number of regulators, provided, when they are deficient, a solution in the form of a Pareto-area. It is concluded that the energy and deformation criteria of regulation are simpler, give close results and can be effectively used in the tasks of rational design of multi-span beams.

Keywords: criteria of rationality; regulation of state parameters; Pareto-area.

REFERENCES

1. **Lyakhovich L. S.** *Special properties of optimal systems and the main directions of their implementation in the methods of calculation of structures*. Tomsk, Publishing House of Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering. 2009. 372 p. (in Russian)

2. **Troitsky V.A.** *Optimization of the shape of elastic bodies.* Moscow, Publishing House of Science. 1982. 432 p. (in Russian)

3. **Goldstein Yu. B.** *Variational problems of statics of optimal rod systems.* Leningrad, Publishing House of Leningrad State University. 1980. 208 p. (in Russian)

4. **Mishchenko A. V.** *Optimization of the geometry of the outer layers and external parameters of layered rods of variable cross section.* Proceedings of the Higher School. Construction. 2003. No. 9. Pp. 18-24. (in Russian)

5. **Mishchenko A. V., Nemirovsky Yu. V.** *Optimization of layered heterogeneous frames based on piecewise continuous strength conditions.* Materials V All-Russian Scientific and Technical Conference Urgent issues of construction. Novosibirsk, Publishing House of Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering. 2012. T. 1. Pp. 69-74. (in Russian)

6. **Mishchenko A. V.** *The method of forming nonlinear physical relationships in direct and inverse problems of calculating multiphase rods.* Herald South Ural State University. Construction and architecture. 2014. T. 14. No. 3. Pp. 12-16. (in Russian)

7. **Sebeshev V. G.** *Studying the features of the work of statically indeterminate structures and regulating the forces in them. Guidelines.* Novosibirsk, Publishing House of Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering. 2008. 88 p. (in Russian)

8. **Abovsky N. P.** *Selected tasks in structural mechanics and elasticity theory (regulation, synthesis, optimization)*. Moscow, Publishing House of Stroyizdat. 1978. 188 p. (in Russian)

9. **Vasilkov G. V.** *The evolutionary tasks of structural mechanics. Synergetic Paradigm: Study Guide*. Rostov on Don, Publishing House of Info Service. 2003. 180 p. (in Russian)

10. **Pustovoi N. V.** *Optimum design of rods and reinforced plates based on minimized deformation energy*. Novosibirsk, Publishing House of Novosibirsk State Technical University. 2002. 317 p. (in Russian)

11. **Poddubny N. V.** *Synergetics: the dialectics of self-organizing systems.* Rostov on Don, Belgorod, Publishing House of Belgorod State University. 1999. 351 p. (in Russian)

Received 30 October 2019

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Ширалиев, С. Д. Исследование критериев рациональности многопролётных балок / С. Д. Ширалиев, А. А. Боинская, А. В. Мищенко // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 1(12). – С. 9-15.

FOR CITATION:

Shiraliev S. D., Boinskaya A. A., Mishchenko A. V. *Investigation of the rationality criteria of multi-span beams*. Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 1(12). Pp. 9-15. (in Russian)

УДК 692.232.4:699.86

ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ ВЛАГОНАКОПЛЕНИЯ В НАРУЖНЫХ СТЕНАХ

С. В. Корниенко

Корниенко Сергей Валерьевич, д-р техн. наук, профессор кафедры архитектуры зданий и сооружений, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Российская Федерация, тел.: +7(988)491-24-59; e-mail: skorn73@mail.ru

В целях совершенствования российской нормативной базы и повышения качества проектирования зданий разработаны предложения по корректировке раздела «Защита от переувлажнения ограждающих конструкций» СП 50.13330.2012. Указанные предложения содержат принципиальные основы оценки влагозащитных свойств ограждающих конструкций по предельно допустимому состоянию увлажнения в годовом цикле и гармонизированы с международным стандартом ISO 13788. В отличие от метода расчета влагозащитных свойств, принятого в российских нормах, предлагаемый экспресс-метод позволяет выполнить анализ динамики влагонакопления в конструкции в годовом цикле. По сравнению с международным стандартом ISO 13788 этот метод дает более точную оценку влажностного режима современных многослойных ограждающих конструкций с повышенным уровнем теплозащиты. Выполнен экспресс-анализ влагозащитных свойств многослойной стеновой конструкции с лицевым кирпичным слоем для влажной климатической зоны. Расчет произведен для двух вариантов конструктивного исполнения ограждения: с невентилируемой и вентилируемой воздушной прослойкой. Анализ годового баланса влаги показывает, что систематического влагонакопления в конструкции с невентилируемой воздушной прослойкой в течение года не происходит, однако в период влагонакопления отмечается прирост влаги в конструкции. Устройство вентилируемой воздушной прослойки полностью исключает влагонакопление, что позволяет улучшить влажностный режим наружной стены.

Ключевые слова: здание; ограждающая конструкция; наружная стена; влагонакопление; влагозащита; комфорт; энергосбережение.

Защита от влаги – актуальная проблема строительства и архитектуры [1…5]. Переувлажнение строительных ограждающих конструкций приводит к ухудшению их эксплуатационных свойств. Прежде всего, снижаются теплозащитные свойства, что объясняется ростом теплопроводности строительных материалов с увеличением влажности. Накопление влаги на внутренней поверхности теплозащитной оболочки здания приводит к ухудшению микроклимата в помещениях, что связано с ростом плесневых грибов, являющихся источником аллергических заболеваний. Кроме того, влажные строительные материалы в составе ограждающей конструкции быстро разрушаются от коррозии, недостаточной морозостойкости и влагостойкости, биологических процессов, тем самым снижая долговечность конструкций. Поэтому при проектировании зданий необходимо предусматривать мероприятия и разрабатывать конструктивные решения, предотвращающие чрезмерное увеличение влажности [6…10].

Различают следующие виды влаги в ограждающих конструкциях: строительную, грунтовую, метеорологическую (атмосферную), эксплуатационную, гигроскопическую (сорбционную) и конденсационную (рис. 1). Наибольшую опасность для ограждающих конструкций в процессе их эксплуатации представляет конденсационное увлажнение. Оно возникает при термической конденсации водяного пара на внутренней поверхности или в толще конструкции.

Требования по защите от переувлажнения ограждающих конструкций содержатся в СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий». Оценку влагозащитных свойств конструкции

© Корниенко С. В., 2020

производят по предельно допустимому состоянию увлажнения на основе определения плоскости максимального увлажнения, относительно которой, используя уравнения баланса влаги, выполняют проверку необходимости устройства дополнительной пароизоляции в конструкции.

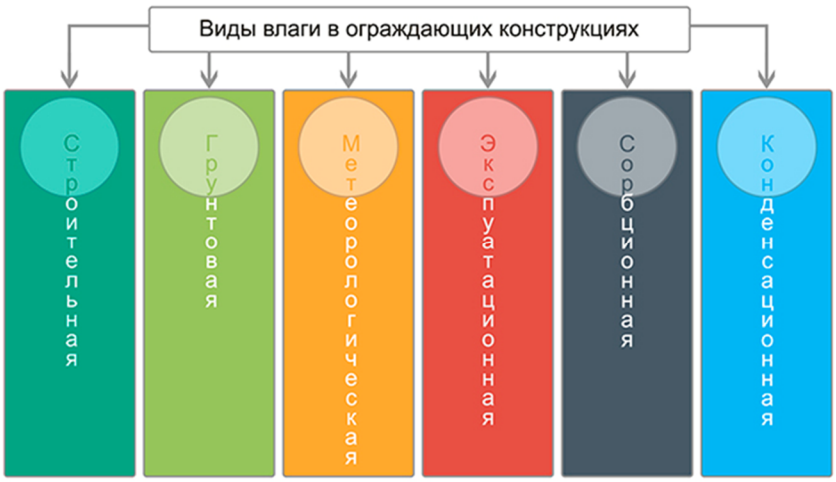


Рис. 1. Влага в ограждающих конструкциях

В СП 345.1325800.2017 «Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты» предложен упрощенный способ определения плоскости максимального увлажнения. Координату плоскости максимального увлажнения определяют по температуре в этой плоскости в зависимости от климатического и конструкционного факторов. Разделение факторов на климатический, зависящий от параметров микроклимата помещения и наружного климата, и конструкционный, зависящий от теплофизических свойств материалов и теплотехнических свойств ограждающей конструкции, повышает качество проектирования зданий. Однако недостаточная ясность алгоритма нахождения плоскости максимального увлажнения в конструкции сдерживает широкое применение этого метода на практике [11, 12].

Главным недостатком указанных выше норм является отсутствие возможности оценки влагонакопления в ограждающих конструкциях по месяцам в годовом цикле, что затрудняет детальный анализ влажности [13, 14].

В целях совершенствования российской нормативной базы и повышения качества проектирования зданий авторским коллективом [15] разработаны предложения по корректировке раздела «Защита от переувлажнения ограждающих конструкций» СП 50.13330.2012. Указанные предложения содержат принципиальные основы оценки влагозащитных свойств ограждающих конструкций по предельно допустимому состоянию увлажнения в годовом цикле и гармонизированы с международным стандартом ISO 13788 «Hygrothermal performance of building components and building elements – Internal surface temperature to avoid critical surface humidity and interstitial condensation – Calculation methods». В отличие от метода расчета влагозащитных свойств, принятого в российских нормах, предлагаемый экспресс-метод позволяет выполнить анализ динамики влагонакопления в конструкции в годовом цикле. По сравнению с международным стандартом ISO 13788 этот метод дает более точную оценку влажностного режима современных многослойных ограждающих конструкций с повышенным уровнем теплозащиты.

Расчет влажностного режима ограждающих конструкций выполняют в следующей последовательности:

1) по профилям парциального давления водяного пара и давления насыщенного водяного пара определяют плоскость конденсации влаги в ограждающей конструкции в наиболее холодный месяц года.

2) по разности удельных потоков влаги, приходящего к плоскости конденсации и уходящего от нее, определяют приращение количества влаги в плоскости конденсации в течение каждого месяца. Положительное приращение означает накопление влаги в конструкции, отрицательное приращение – испарение влаги из конструкции.

3) путем суммирования локальных приращений влаги определяют количество влаги, накопленной в ограждении с начала расчета.

4) по годовому балансу влаги оценивают влажностный режим и влагозащитные свойства ограждения.

Экспресс-анализ влагозащитных свойств ограждающих конструкций в годовом цикле эксплуатации является приближенным, но вместе с тем позволяет ответить на два принципиальных вопроса:

Будет ли в ограждении накапливаться влага? Отсутствие плоскости конденсации в конструкции в наиболее холодный месяц года гарантированно указывает на отсутствие влагонакопления в течение всего года.

Возможно ли переувлажнение материалов конструкции? Переувлажнение материалов конструкции отсутствует в том случае, если максимальное количество влаги в плоскости конденсации в период влагонакопления не превышает требуемых значений.

Ответы на указанные вопросы позволяют обоснованно выбрать конструктивное решение с требуемыми влагозащитными свойствами.

Ниже выполнен анализ влагозащитных свойств ограждающих конструкций, широко применяемых в практике гражданского строительства.

Объектом исследования является многослойная наружная стеновая конструкция с лицевым кирпичным слоем. С целью оценки влияния конструктивного решения наружных стен на их влажностный режим расчет выполнен для двух вариантов конструктивного исполнения ограждения:

- ✓ с невентилируемой воздушной прослойкой (вариант 1);
- ✓ с вентилируемой воздушной прослойкой (вариант 2).

Указанные варианты конструктивного решения наружных стен приведены на рис. 2.

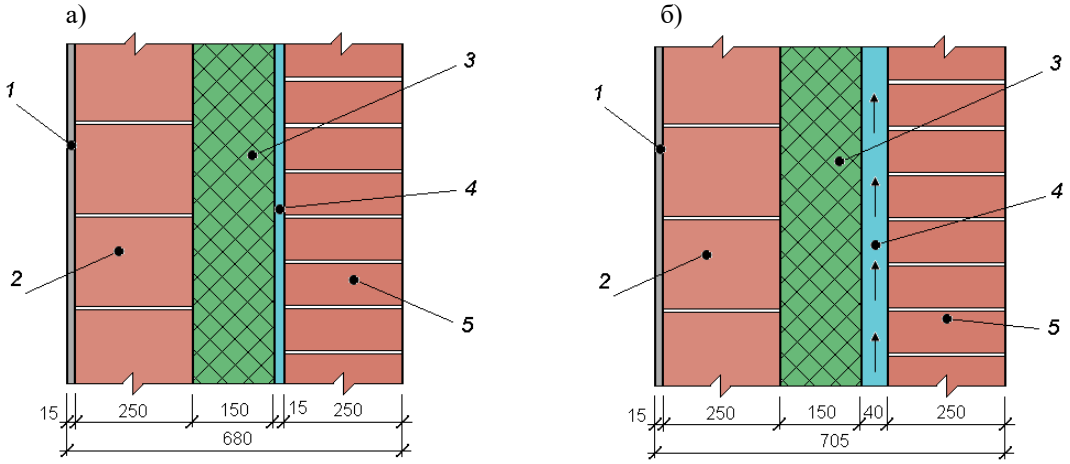


Рис. 2. Расчетные схемы наружной стены (а — по варианту 1; б — по варианту 2):
1 – внутренняя штукатурка; 2 – внутренний слой кирпичной кладки; 3 – теплоизоляция;
4 – воздушная прослойка; 5 – лицевой кирпичный слой

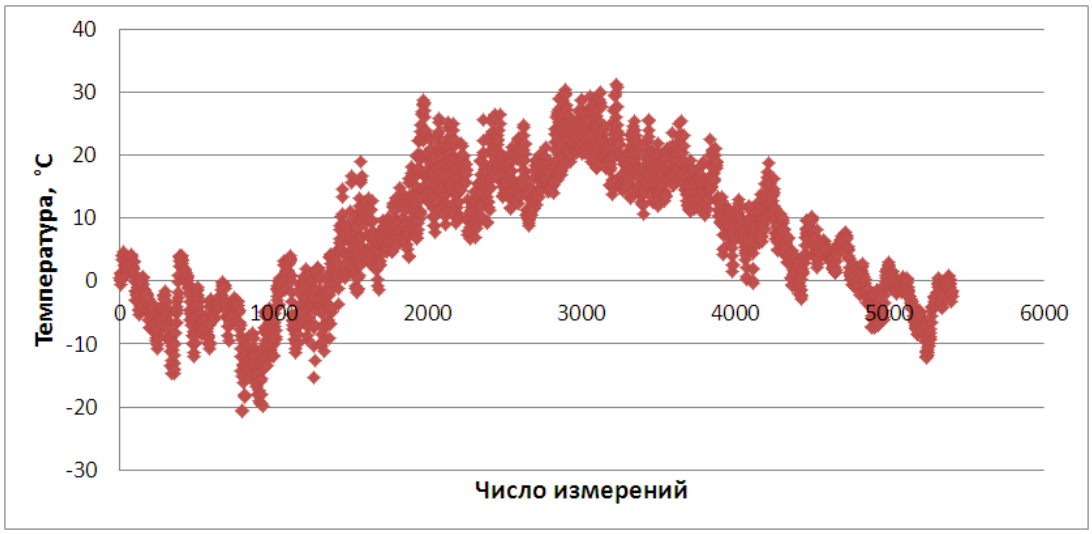
Расчет выполнен для жилого помещения, влажностный режим помещения – нормальный.

Климатический пункт – Санкт-Петербург, влажная зона (рис. 3).

Расчетные условия эксплуатации ограждающей конструкции – Б.

Расчетная оценка влажностного режима основана на определении максимального количества влаги в зоне конденсации в годовом цикле. Подробное описание конструкций приведено в [15].

а)



б)

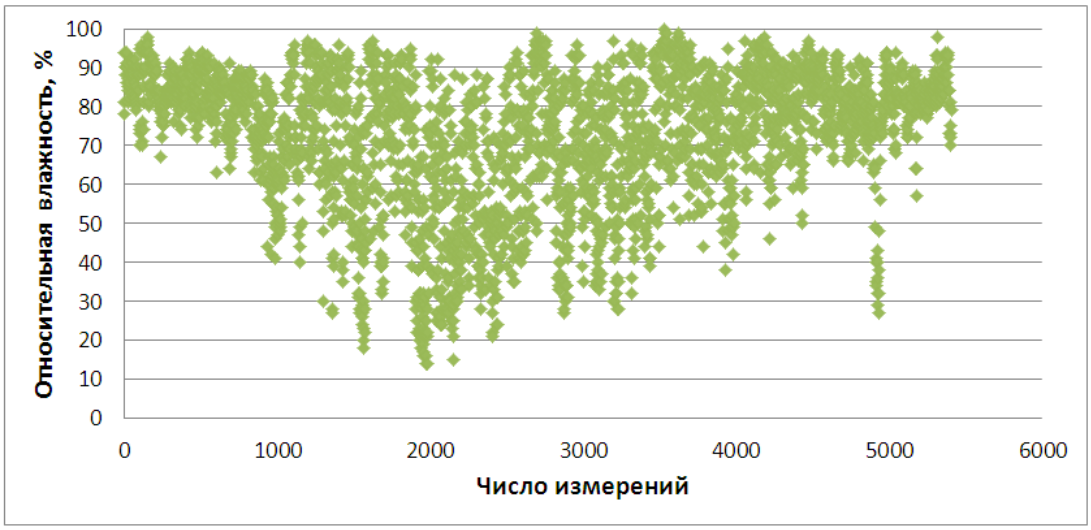


Рис. 3. Годовой ход температуры (а) и относительной влажности (б) наружного воздуха в г. Санкт-Петербург (URL: http:// http://pogodaiklimat.ru)

На основе имеющихся архивных климатических данных (рис. 3) определены среднемесячные значения параметров, использованные в расчете.

Исходными данными для расчета являются:

✓ параметры наружного климата (среднемесячные значения температуры и относительной влажности наружного воздуха);

✓ параметры микроклимата в помещении (среднемесячные значения температуры и относительной влажности внутреннего воздуха);

✓ теплотехнические показатели материалов ограждающей конструкции;

✓ граничные условия.

Параметры наружного климата и микроклимата в помещении приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры наружного климата и микроклимата в помещении

Месяц	Параметры наружного климата		Параметры микроклимата в помещении	
	Температура, °С	Относительная влажность	Температура, °С	Относительная влажность
Январь	–6,6	0,86	20,0	0,33
Февраль	–6,3	0,84	20,0	0,34
Март	–1,5	0,78	20,0	0,39
Апрель	4,5	0,73	20,0	0,45
Май	10,9	0,66	20,5	0,51
Июнь	15,7	0,68	22,9	0,56
Июль	18,3	0,71	24,2	0,58
Август	16,7	0,77	23,4	0,57
Сентябрь	11,4	0,81	20,7	0,51
Октябрь	5,7	0,84	20,0	0,46
Ноябрь	0,2	0,87	20,0	0,40
Декабрь	–3,9	0,88	20,0	0,36

Расчетные теплотехнические характеристики материалов ограждающей конструкции приведены в табл. 2.

Таблица 2

Расчетные теплотехнические характеристики материалов слоев

Номер слоя	Материал слоя	Теплопроводность, Вт/(м·К)	Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)
1	Раствор сложный	0,87	0,098
2	Кладка из пустотелого камня	0,35	0,14
3	Плиты теплоизоляционные	0,039	0,389
4	Воздушная прослойка	—	—
5	Кладка из пустотелого кирпича	0,55	0,13

Граничные условия включают в себя сопротивления тепло- и влагообмену у внутренней и наружной поверхностей ограждающей конструкции [15].

За начало расчета принят октябрь.

Результаты расчета показывают, что в конструкции с невентилируемой воздушной прослойкой образуется плоскость конденсации влаги в наиболее холодный месяц года. Плоскость конденсации влаги расположена на стыке невентилируемого воздушного зазора и наружного слоя кирпичной кладки. Координата этой плоскости x = 0,43 м.

Результаты расчета влажностного режима наружной стены в годовом цикле приведены на рис. 4.

Анализ полученных результатов показывают, что в период с ноября по март в конструкции с невентилируемой воздушной прослойкой происходит влагонакопление. Максимальное приращение влаги в конструкции за месяц отмечается в январе (0,05 кг/м^2), максимальное количество влаги с начала расчета – в марте (0,151 кг/м^2). Анализ годового баланса влаги показывает, что систематического влагонакопления в конструкции в течение года не происходит. Однако в период влагонакопления отмечается прирост влаги в конструкции.

В конструкции наружной стены с вентилируемой воздушной прослойкой конденсация влаги в наиболее холодный месяц года отсутствует. Влагонакопление в течение года также отсутствует. Таким образом, устройство вентилируемой воздушной прослойки позволяет улучшить влажностный режим наружной стены.

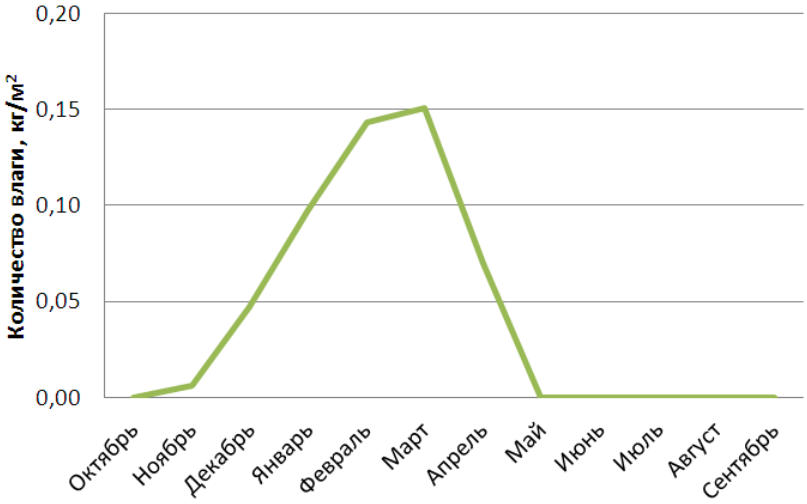


Рис. 4. Влажностный режим наружной стены с невентилируемой воздушной прослойкой в годовом цикле

Заключение.

Выполнен экспресс-анализ влагозащитных свойств многослойной стеновой конструкции с лицевым кирпичным слоем для влажной климатической зоны.

Расчет влагонакопления в годовом цикле произведен для двух вариантов конструктивного исполнения ограждения: с невентилируемой и вентилируемой воздушной прослойкой.

Анализ годового баланса влаги показывает, что систематического влагонакопления в конструкции с невентилируемой воздушной прослойкой в течение года не происходит, однако в период влагонакопления отмечается прирост влаги в конструкции.

Устройство вентилируемой воздушной прослойки полностью исключает влагонакопление, что позволяет улучшить влажностный режим наружной стены.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Ананьев, А. И.** Долговечность наружных стен зданий, облицованных керамическими материалами / А. И. Ананьев // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2019. – № 5. – С. 52-57.

2. **Гагарин, В. Г.** Анализ расположения зоны наибольшего увлажнения в ограждающих конструкциях с различной толщиной теплоизоляционного слоя / В. Г. Гагарин, В. В. Козлов, К. П. Зубарев // Жилищное строительство. – 2016. – № 6. – С. 8-12.

3. **Корниенко, С. В.** Эксплуатационная влажность автоклавного газобетона в стеновых конструкциях / С. В. Корниенко, Н. И. Ватин, А. С. Горшков, В. Я. Ольшевский, И. И. Пестряков // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2018. – № 8(71). – С. 22-40.

4. **Chung W. J., Lim J.-H.** Cooling operation guidelines of thermally activated building system considering the condensation risk in hot and humid climate // Energy and Buildings. – 2019. – No. 193. – Pp. 226-239.

5. **Мусорина, Т. А.** Теплотехнические свойства энергоэффективного материала на основе растительной добавки (сухой борщевик) / Т. А. Мусорина, Е. А. Наумова, Е. В. Шонина, М. Р. Петриченко, М. И. Куколев // Вестник МГСУ. – 2019. – Т. 14. – № 12. – С. 1555-1571.

6. **Bondi P., Stefanizzi P.** Hygro-thermal performance of hollow bricks and current standards. // Energy and Buildings. – 2001. – No. 33(7). – Pp. 731-736.

7. **Pavlík Z., Černý R.** Experimental assessment of hygrothermal performance of an interior thermal insulation system using a laboratory technique simulating on-site conditions // Energy and Buildings. – 2008. – No. 40(5). – Pp. 673-678.

8. **Корниенко, С. В.** Оценка влажностного режима стен с фасадными теплоизоляционными композиционными системами / С. В. Корниенко, Н. И. Ватин, А. С. Горшков // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2016. – № 6(45). – С. 34-54.

9. **Arslan O., Kose R.** Thermoeconomic optimization of insulation thickness considering condensed vapor in buildings // Energy and Buildings. – 2006. – No. 38(12). – Pp. 1400-1408.

10. **Немова, Д. В.** Воздушный режим трехслойной стеновой конструкции / Д. В. Немова, Н. И. Ватин, М. Р. Петриченко, С. В. Корниенко, А. С. Горшков // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2016. – № 6(45). – С. 102-114.

11. **Куприянов, В. Н.** Совершенствование метода расчета по защите от переувлажнения ограждающих конструкций / В. Н. Куприянов // Жилищное строительство. – 2017. – № 5. – С. 38-43.

12. **Перехоженцев, А. Г.** О необходимости корректировки СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» / А. Г. Перехоженцев // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2017. – № 8. – С. 54-57.

13. **Корниенко, С. В.** Предложения по корректировке СП 50.13330.2012 в части защиты от переувлажнения ограждающих конструкций / С. В. Корниенко // Жилищное строительство. – 2015. – № 7. – С. 31-34.

14. **Sovetnikov, D. O.** Technical problems in churches in different climatic conditions / D.O. Sovetnikov, D.V. Baranova, A. Borodinecs, S.V. Korniyenko // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2018. – № 1(64). – С. 20-35.

15. **Корниенко, С. В.** Оценка влажностного режима многослойной стеновой конструкции в годовом цикле / С. В. Корниенко, Н. И. Ватин, М. Р. Петриченко, А. С. Горшков // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2015. – № 6. – С. 19-33.

Поступила в редакцию 20 января 2020

RAPID ANALYSIS OF MOISTURE ACCUMULATION IN OUTER WALLS

S. V. Korniyenko

Korniyenko Sergey Valeryevich, PhD, professor, Department of Architecture of Buildings and Structures, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: +7(988)491-24-59; e-mail: skorn73@mail.ru

In order to improve the Russian Codes and improve the quality of the design of buildings the offers to improve the SP 50.13330.2012 was developed. These offers contain the basic for assessing the moisture protection properties of the enclosure structures according to the maximum permissible state of humidification in the annual cycle and are harmonized with the International Standard ISO 13788. Unlike the method of calculation of moisture protective properties adopted in Russian norms, the proposed express method allows to perform analysis of dynamics of moisture accumulation in enclosing structures during the annual cycle. Compared to the International Standard ISO 13788, this method gives a more accurate assessment of the humidity mode of modern multilayer enclosing structures with an increased level of heat protection. Rapid analysis of moisture protection properties of multilayer wall structure with face brick layer for humid climatic zone was performed. The calculation was made for two versions of outer wall: with an unventilated and ventilated air layer. Analysis of the annual moisture balance shows that there is no systematic moisture accumulation in a structure with an unventilable air layer during the year, but during the moisture accumulation period there is an increase in moisture in the structure. Use of the ventilated air layer completely excludes moisture accumulation, which allows improving the humidity conditions of the outer wall.

Keywords: building; enclosing structure; outer wall; moisture accumulation; moisture protection; comfort; energy saving.

REFERENCES

1. **Ananyev A. I.** *Durability of External Building Walls Lined with Ceramic Materials.* ABOK. 2019. No. 5. Pp. 52-57. (in Russian)

2. **Gagarin V. G., Kozlov V. V., Zubarev K. P.** *Analysis of the Zone Location of Maximum Moistering in the Wall System with Different Thickness of Insulation Layer.* Zhilishchnoe Stroitel'stvo. 2016. No. 6. Pp. 8-12. (in Russian)

3. **Korniyenko S., Vatin N., Gorshkov A., Olshevskiy V., Pestryakov I.** *Operational humidity of autoclaved aerated concrete in outer walls.* Construction of Unique Buildings and Structures. 2018. No. 8(71). Pp. 22-40. (in Russian)

4. **Chung W. J., Lim J.-H.** *Cooling operation guidelines of thermally activated building system considering the condensation risk in hot and humid climate.* Energy and Buildings. 2019. No. 193. Pp. 226-239.

5. **Musorina T., Naumova E., Shonina E., Petrichenko M., Kukolev M.** *Heat engineering properties of energy-efficient material based on plant additives (dried hogweed).* Vestnik MGSU. 2019. V. 14. No. 12. Pp. 1555-1571. (in Russian)

6. **Bondi P., Stefanizzi P.** *Hygro-thermal performance of hollow bricks and current standards.* Energy and Buildings. 2001. No. 33(7). Pp. 731-736.

7. **Pavlík Z., Černý R.** *Experimental assessment of hygrothermal performance of an interior thermal insulation system using a laboratory technique simulating on-site conditions.* Energy and Buildings. 2008. No. 40(5). Pp. 673-678.

8. **Korniyenko S., Vatin N., Gorshkov A.** *Assessment of moisture conditions of walls with façade's thermoinsulation composite systems with external mortar layers.* Construction of Unique Buildings and Structures. 2016. No. 6(45). Pp. 34-54. (in Russian)

9. **Arslan O., Kose R.** *Thermoeconomic optimization of insulation thickness considering condensed vapor in buildings.* Energy and Buildings. 2006. No. 38(12). Pp. 1400-1408.

10. **Nemova D., Vatin N., Petrichenko M., Korniyenko S., Gorshkov A.** Air mode of a tripple wall. Construction of Unique Buildings and Structures. 2016. No. 6(45). Pp. 102-114. (in Russian)

11. **Kupriyanov V. N.** *Improved Calculation Method for Protection Against Strong Moistening of an Enclosuring.* Zhilishchnoe Stroitel'stvo. 2017. No. 5. Pp. 38-43. (in Russian)

12. **Perehozhentsev A. G.** *On the Need to Adjust Construction Rules SP 50.13330.2012 Thermal Protection of Buildings.* ABOK. 2017. No. 8. Pp. 54-57. (in Russian)

13. **Korniyenko S. V.** *Suggestions about Correction of SP 50.13330.2012 Concerning Protection of Enclosing Structures Against Overwetting.* Zhilishchnoe Stroitel'stvo. 2015. No. 7. Pp. 31-34. (in Russian)

14. **Sovetnikov D. O., Baranova D. V., Borodinecs A., Korniyenko S. V.** *Technical problems in churches in different climatic conditions.* Construction of Unique Buildings and Structures. 2018. No. 1(64). Pp. 20-35.

15. **Korniyenko S., Vatin N., Petrichenko M., Gorshkov A.** *Evaluation of Hygrothermal Performance of Multilayered Wall Design in Annual Cycle.* Construction of Unique Buildings and Structures. 2015. No. 6. Pp. 19-33. (in Russian)

Received 20 January 2020

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Корниенко, С. В. Экспресс-анализ влагонакопления в наружных стенах / С. В. Корниенко // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 1(12). – С. 16-23.

FOR CITATION:

Korniyenko S. V. *Rapid analysis of moisture accumulation in outer walls*. Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 1(12). Pp. 16-23. (in Russian)

УДК 699.86+697.1

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАСЧЕТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ПОДВАЛЕ ПРИ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОМ РАСЧЕТЕ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

М. С. Кононова, О. О. Андрияшкин, О. А. Жданова

Кононова Марина Сергеевна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: kniga18@mail.ru

Андрияшкин Олег Олегович, магистрант кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, Российская Федерация, тел. +7(473)271-5249; e-mail: aooaoo2013@mail.ru

Жданова Ольга Андреевна, магистрант кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, Российская Федерация, тел. +7(473)271-5249; e-mail: jdanowa.olia@yandex.ru

Рассмотрены современные особенности расчета зданий, имеющих контакт ограждений с землей, связанные с определением расчетной температуры воздуха заглубленной части зданий. Выявлена актуальность уточнения методики расчета теплопотерь заглубленных частей здания. В качестве объекта исследований выбран подвал многоквартирного жилого дома. Проведены теоретические расчеты температуры воздуха в подвале при различных значениях кратности воздухообмена и температуры наружного воздуха. Приведены результаты эксперимента по мониторингу температуры воздуха в подвале исследуемого здания. В результате обработки экспериментальных данных определена зависимость температуры воздуха в подвале от наружной температуры воздуха, имеющая линейный характер. Сравнение расчетных и экспериментальных данных показало, что при положительных температурах наружного воздуха расхождение минимальное, а с понижением температуры наружного воздуха расчетные значения температуры воздуха в подвале становятся все более низкими по сравнению с полученными экспериментальными данными. Также исследована зависимость перепада температур между температурой воздуха подвала и наружного воздуха, позволяющая предложить упрощенный метод определения расчетной температуры воздуха в подвале.

Ключевые слова: расчетная температура воздуха; подвал; техническое подполье; тепловой баланс; теплотехнический расчет.

В большинстве зданий различного назначения присутствует техническое подполье или подвал, предназначенный для размещения инженерных коммуникаций. Являясь неотъемлемой частью здания, подвальные помещения требуют обоснования расчетной температуры воздуха при решении целого ряда задач:

- ✓ теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций [1];
- ✓ определение теплозащитной характеристики при составлении энергетического паспорта здания [2…5];
- ✓ расчет теплопотерь через перекрытие подвала [6…10];
- ✓ определение расчетного воздухообмена подвального помещения [11];
- ✓ технико-экономическое обоснование теплозащитных мероприятий [12].

В своде правил СП 50.13330.2012 «Теплова защита зданий» по поводу обоснования расчетной температуры воздуха в подвале говорится, что её допускается принимать на основе расчета теплового баланса. Однако методики расчета в указанном СП не приводится.

В связи с этим, при решении вышеперечисленных задач часто приходится использовать методы, предложенные различными авторами, не расчета, а «определения» теплопотерь через полы и стены в грунт, оправдавшие себя на практике [1,3,6,7,8,10].

© Кононова М. С., Андрияшкин О. О., Жданова О. А., 2020

Используется также формула для определения температуры воздуха в техническом подполье (подвале) t_{int}^{b}, °С, приведенная в СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»:

$$t_{\text{int}}^{b} = [t_{\text{int}} A_b / R_o^{b.c} + \sum_{i=1}^{n} (q_{pi} l_{pi}) + 0,28 V_b n_a \rho t_{ext} + t_{ext} A_s / R_o^{r.s} + t_{ext} A_{b.w} / R_o^{b.w}] / [A_b / R_o^{b.c} + 0,28 V_b n_a \rho + A_s / R_o^{r.s} + A_{b.w} / R_o^{b.w}], \quad (1)$$

где t_{int} – расчетная температура воздуха в помещении над подвалом, °С; t_{ext} – расчетная температура наружного воздуха, °С; q_{pi} – линейная плотность теплового потока через поверхность теплоизоляции, приходящаяся на один метр длины трубопровода *i*-го диаметра, Вт/м; l_{pi} – длина трубопровода *i*-го диаметра, м; A_b – площадь перекрытия подвала (цокольного перекрытия), м^2; $R_o^{b.c}$ – сопротивление теплопередаче цокольного перекрытия, м^2·°С/Вт; V_b – объем воздуха, заполняющего пространство подвала, м^3; n_a – кратность воздухообмена в подвале, ч$^{-1}$: при прокладке в подвале газовых труб n_a = 1,0 ч$^{-1}$, в остальных случаях n_a = 0,5 ч$^{-1}$; ρ – плотность, кг/м^3; A_s – площадь пола и стен подвала, контактирующих с грунтом, м^2; $R_o^{r.s}$ – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций заглубленной части подвала, м^2·°С/Вт, $A_{b.w}$ – площадь наружных стен подвала над уровнем земли, м^2; $R_o^{b.w}$ – сопротивление теплопередаче части цокольной стены, расположенной выше уровня грунта, м^2·°С/Вт. Для стен, расположенных ниже уровня земли, сопротивление теплопередаче R_c, м^2·°С /Вт, принимается с учетом разбиения на зоны шириной 2 м, параллельные наружным стенам: 2,1 м^2·°С/Вт – для I зоны; 4,3 – м^2·°С /Вт II зоны; 8,6 м^2·°С /Вт – для III зоны; 14,2 м^2·°С /Вт – для IV зоны (для оставшейся площади пола).

Авторами была поставлена задача проверки соответствия расчетных значений, получаемых по формуле (1), экспериментально измеренным значениям температуры воздуха в подвале.

Исследования проводились на примере многоквартирного жилого дома, расположенного в *г. Воронеже, ул. Космонавта Комарова, 6. Год постройки здания – 1970, здание крупнопанельное, девятиэтажное (типовой проект серии 1-467 с-20).*

Схема подвала здания с указанием размеров и мест расположения вентиляционных продухов показана на рис. 1.

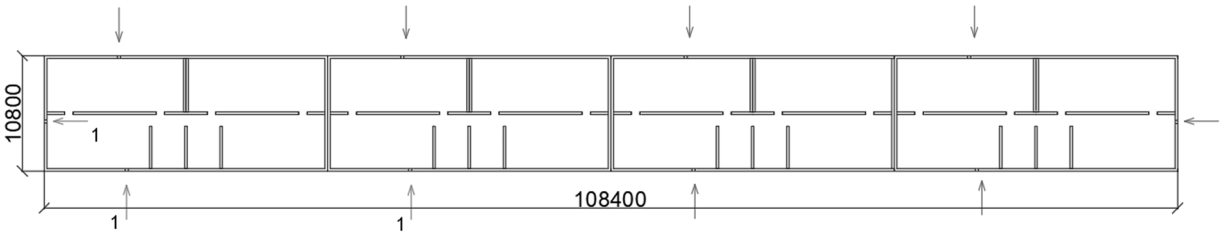


Рис. 1. Схема подвала исследуемого здания

Исходные данные, принятые при расчете:

- ✓ площадь перекрытия подвала A_b = 1192,86 м^2;
- ✓ сопротивление теплопередаче перекрытия подвала $R_o^{b.c}$ =2,65 м^2·°С/Вт;
- ✓ объем подвала V_b =3338,72 м^3;
- ✓ площадь наружных стен подвала над уровнем земли $A_{b.w}$ =262,68 м^2;
- ✓ сопротивление теплопередаче наружных стен над уровнем земли $R_o^{b.w}$ =2,21 м^2·°С/Вт;
- ✓ площади зон шириной 2м, расположенных ниже уровня земли: A_{sI} = 484,4 м^2; A_{sII} = 452,5 м^2; A_{sIII} = 420,4 м^2; A_{sIV} = 178,8 м^2;
- ✓ расчетная температура воздуха в помещении над подвалом t_{int} = 20 °С.

Одной из составляющих теплового баланса, учитываемых при расчете по формуле (1),

является теплоотдача от трубопроводов отопления и горячего водоснабжения, проложенных в подвале. Результаты расчета указанных теплопоступлений приведены в таблице.

Расчет теплопотерь труб, расположенных в подвале

Диаметр трубы, d_{pi}, мм	Длина трубы, l_{pi}, м	Линейная плотность теплового потока*, $q_{pi,}$ Вт/м	Тепловой поток, $q_{pi,} \cdot l_{pi}$, Вт
80	10,5	22,8	239
70	23,5	20,3	274
50	21,5	17,7	380
40	47,0	17,3	813
32	37,0	15,8	584
25	34,5	14,4	497
			$(\sum_{i=1}^{n} q_{pi} l_{pi})$=2787 Вт

*Значения приняты по данным СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», табл. 12

Далее были проведены расчеты температуры воздуха в подвале по формуле (1) для следующих варьируемых параметров:

- ✓ кратность воздухообмена n_a = 0,25; 0,5; 1 ч$^{-1}$;
- ✓ температура наружного воздуха t_{ext} =+5, 0, -5, -10, -15, -20 °С.

Результаты проведенных расчётов по формуле (1) приведены на рис. 1.

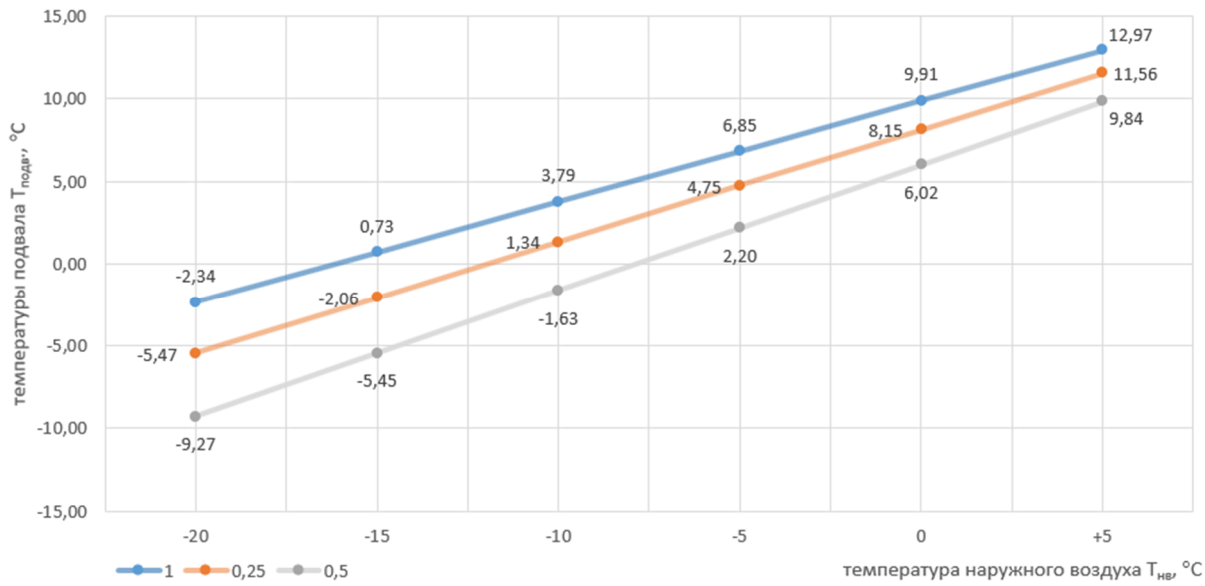


Рис. 2. График зависимости температуры подвала $T_{подв}$ от температуры наружного воздуха $T_{нв}$ при различных значениях кратности воздухообмена n

С целью проверки адекватности формулы (1) для рассматриваемого здания был проведён эксперимент по мониторингу температуры воздуха в подвале. Измерения проводились с 1.11.2018 по 28.02.2019 с помощью портативного цифрового термометра. Результаты проведенных замеров представлены в виде графиков (рис. 3).

Данные, полученные в результате проведенных измерений, были обработаны с целью выявления зависимости температуры воздуха в подвале от наружной температуры воздуха. В результате их аппроксимации была получена линейная зависимость, представленная на рис. 4.

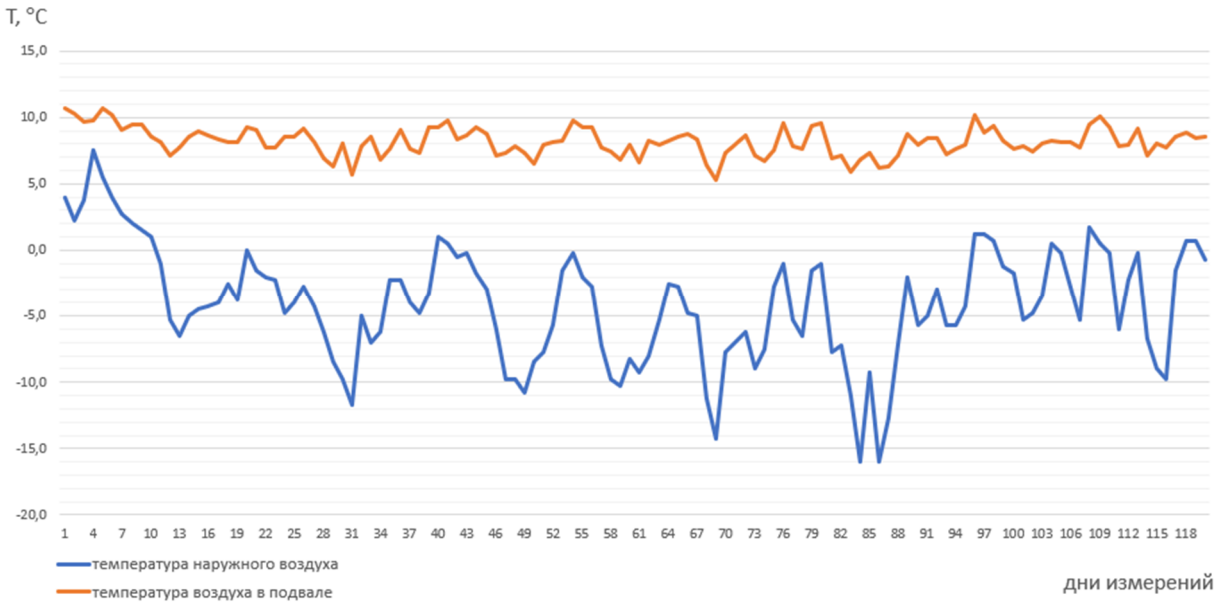


Рис. 3. График изменения температуры наружного воздуха
и температуры воздуха в подвале исследуемого здания в период с 1.11.2018 по 28.02.2019

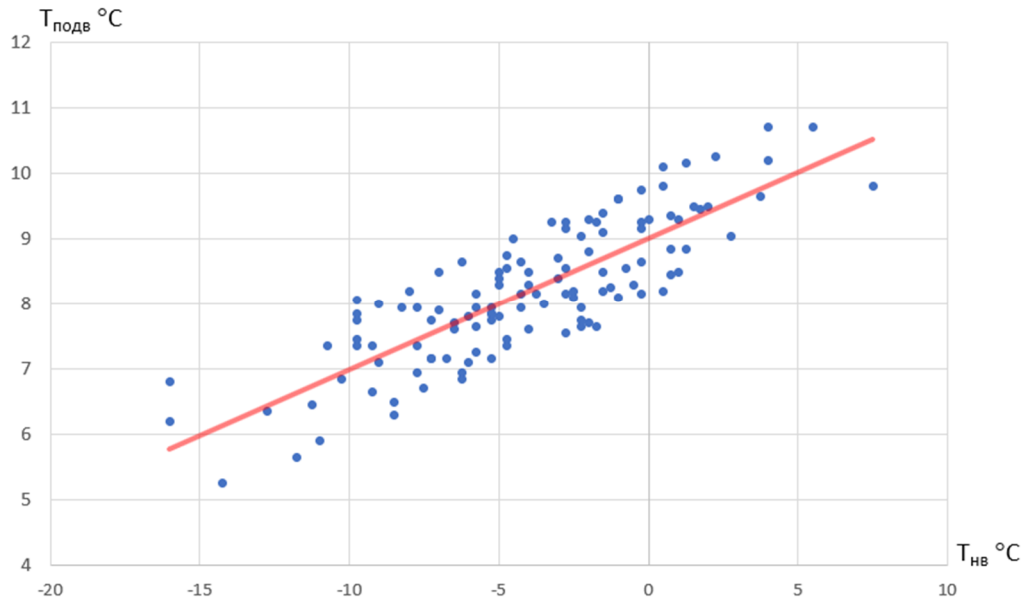


Рис. 4. График зависимости температуры подвала от температуры наружного воздуха

Разброс значений температуры воздуха в подвале при одинаковой температуре наружного воздуха можно объяснить различной скоростью ветра, влияющей на поступление наружного воздуха в помещение подвала. При этом можно отметить, что величина разброса проведенных измерений сопоставима с разбросом значений, полученных при расчете по формуле (1) при различных значениях кратности воздухообмена.

Сравнение расчетных и экспериментальных данных показывает, что при положительных температурах наружного воздуха расхождение минимальное, а с понижением температуры наружного воздуха расчетные значения температуры воздуха в подвале становятся все более низкими по сравнению с полученными экспериментальными данными. Эта тенденция отмечается также в работах других авторов [3, 9, 10].

В процессе дальнейшей обработки полученных данных были посчитаны перепады температур между воздухом в подвале и наружным воздухом:

$$\Delta T = T_{подв} - T_{нв}, \quad (2)$$

где $T_{подв}$, $T_{нв}$ – измеренные значения соответственно температуры воздуха в подвале и наружного воздуха, °С.

Зависимость полученных значений ΔТ от температуры наружного воздуха представлена на рис. 5.

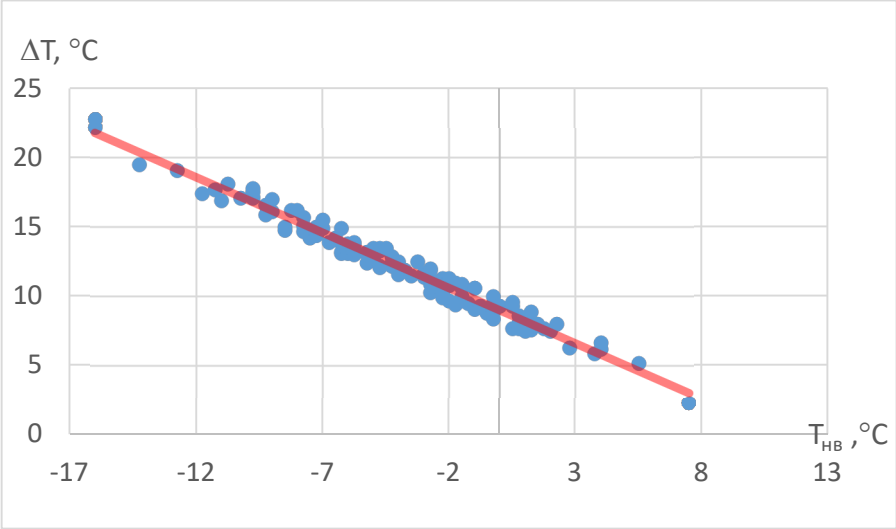


Рис. 5. График изменения перепада температуры воздуха в подвале и наружного воздуха

Полученная зависимость *ΔT* имеет выраженный линейный характер с незначительным среднеквадратическим отклонением. Такие результаты позволяют предположить, что при проведении некоторого количества экспериментов, аналогичных приведенному в статье, можно определить для конкретных климатических условий значение температурного перепада *ΔT*, использование которого позволит обосновать расчетную температуру воздуха в подвале при составлении энергетического паспорта здания.

Заключение.

На основе проведенного мониторинга получена зависимость температуры воздуха подвала от температуры наружного воздуха, имеющая линейный характер.

Проведенный натурный эксперимент показал, что данные о параметрах температуры воздуха в подвале не соответствуют теоретически рассчитанным параметрам. Таким образом, обоснована необходимость уточнения методики расчета температуры внутреннего воздуха заглубленных частей здания.

Предложен упрощенный метод определения расчетной температуры воздуха в подвале, основанный на мониторинге температур и определении характерного для конкретных климатических условий перепада температур между температурой воздуха в подвале и наружной температурой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Беляев, В. С.** Теплотехнический расчет техподполий и теплых чердаков / В. С. Беляев // Жилищное строительство. – 1998. – № 10. – С. 12-13.
2. **Кононова, М. С.** Исследование влияния некоторых геометрических параметров зданий на их теплоэнергетические показатели / М. С. Кононова // Известия вузов. Строительство. − 2010. – № 9. − С. 60-64.
3. **Сотников, А. Г**. Теплофизический расчет теплопотерь подземной части зданий / А. Г. Сотников // АВОК. – 2010. – № 8. – С. 62-67.
4. **Карауш, С. А.** Математическое моделирование теплового состояния подвального

помещения / С. А. Карауш, И. А. Лысак, М. В. Анисимов // Вестник ТГАСУ. – 2006. – № 2. – С. 133-141.

5. **Окунев, А. Ю.** Исследование теплопереноса в основании здания с неотапливаемым подвалом / А. Ю. Окунев, Е. В. Левин, К. С. Шагинян // Строительство и реконструкция. – 2017. – № 3(71). – С. 75-81.

6. **Дячек, П. И.** Расчет потерь теплоты заглубленных частей здания / П. И. Дячек, С. А. Макаревич // Водоснабжение и санитарная техника. – 1992. – № 8.

7. **Окунев, А. Ю**. Методы расчета теплопотерь через основания зданий и сооружений / А.Ю. Окунев, Е. В. Левин // Жилищное строительство. – 2016. – № 6. – С. 25-28.

8. **Малявина, Е. Г.** Инженерная методика расчета теплопотерь низкозаглубленных подвалов через ограждающие конструкции по грунту / Е. Г. Малявина, Д. С. Иванов // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2016. – № 3. – С. 40-47.

9. **Малявина, Е. Г.** Влияние различных факторов на результаты расчета теплопотерь подвалов по инженерным методикам / Е. Г. Малявина, Д. С. Иванов, Е. А. Михеева // Естественные и технические науки. – 2015. – № 10 (88). – С. 403-405.

10. **Карауш, С. А**. Теплоперенос через цокольную стену подвального помещения жилого здания / С. А. Карауш, М. В. Анисимов // Известия вузов. Строительство. – 2006. – № 10. – С. 45-47.

11. **Карауш, С. А.** Воздухообмен подвального помещения / С. А. Карауш, М. В. Анисимов // Строительство 2005: материалы международной конференции. – Ростов-на-Дону, 2005. – С. 311-313.

12. **Кононова, М.С.** Оценка снижения теплопотребления на отопление зданий при повышении сопротивления теплопередаче наружных ограждений / М.С. Кононова // Известия вузов. Строительство. − 2011. – № 8-9 − С. 78-83.

Поступила в редакцию 20 декабря 2019

EXPERIMENTAL JUSTIFICATION OF THE CALCULATED AIR TEMPERATURE IN THE BASEMENT IN THE HEAT ENGINEERING CALCULATION OF A RESIDENTIAL BUILDING

M. S. Kononova, O. O. Andriyashkin, O. A. Zhdanova

Kononova Marina Sergeevna, Cand. tech. Sciences, associate Professor, associate Professor of the Department of housing and communal services, Voronezh state technical University, Voronezh, Russian Federation; phone: +7(473)271-28-92, e-mail: kniga18@mail.ru

Oleg Andriyashkin Olegovich, graduate student of the Department of housing and communal services, Voronezh state technical University, Voronezh, Russian Federation; phone: +7(473)271-28-92; e-mail: aooaoo2013@mail.ru

Zhdanova Olga Andreevna, graduate student of the Department of housing and communal services, Voronezh state technical University, Voronezh, Russian Federation; phone: +7(473)271-28-92;e-mail: jdanowa.olia@yandex.ru

Modern features of the calculation of buildings that have fence contact with the ground associated with the determination of the calculated air temperature of the buried part of buildings are considered. The relevance of refining the method for calculating heat loss of buried parts of the building is revealed. The basement of an apartment building was chosen as the object of research. Theoretical calculations of the air temperature in the basement at different values of the air exchange multiplicity and the outdoor air temperature are carried out. The results of an experiment on monitoring the air temperature in the basement of the building under study are presented. As a result of processing experimental data, the dependence of the air temperature in the basement on the outdoor air temperature is determined, which has a linear character. Comparison of the calculated and experimental data showed that at positive outdoor temperatures, the discrepancy is minimal, and with a decrease in the outdoor temperature, the

calculated values of the air temperature in the basement become lower than the experimental data obtained. The dependence of the temperature difference between the temperature of the basement air and the outside air is also studied, which allows us to offer a simplified method for determining the calculated air temperature in the basement.

Keywords: calculated air temperature; basement; technical underground; heat balance; heat engineering calculation.

REFERENCES

1. **Belyaev B. C.** *Thermotechnical calculation of technical undergrounds and warm attics*. Housing construction. 1998. No. 10. Pp. 12-13. (in Russian)

2. **Kononova M. S.** *Examination of influence of some geometrical Parameters of buildings on their heat power indexes*. News of Higher Educational Institutions. Construction. 2010. No. 9. Pp. 60-64. (in Russian)

3. **Sotnikov A. G.** *Thermophysical calculation of heat loss of the underground part of buildings*. ABOK. 2010. No. 8. Pp. 62-67. (in Russian)

4. **Karaush S. A., Lysak I. A., Anisimov M. V.** *Mathematical modeling of the thermal state of the basement*. Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo Arkhitekturno-Stroitel'nogo Universiteta. Journal of Construction and Architecture. 2006. No. 2. Pp. 133-141. (in Russian)

5. **Okunev A. Yu., Levin E. V., Shaginyan K. S.** *Investigation of heat transfer at the base of a building with an unheated basement.* Construction and reconstruction. 2017. No. 3(71). Pp. 75-81. (in Russian)

6. **Dyachek P. I., Makarevich S. A.** *Calculation of heat loss of the buried parts of the building.* Water supply and sanitary equipment. 1992. No. 8. Pp. 22-23. (in Russian)

7. **Okunev A. Yu., Levin E. V.** *Methods for calculating heat loss through the foundations of buildings and structures.* Housing construction. 2016. No. 6. Pp. 25-28. (in Russian)

8. **Malyavina E. G., Ivanov D. S.** *Engineering methodology for calculating heat losses of low-buried basements through building envelopes on the ground.* ABOK: Ventilation, Heating, Air Conditioning, Heat Supply and Building Thermal Physics. 2016. No. 3. Pp. 40-47. (in Russian)

9. **Malyavina E. G., Ivanov D. S., Mikheeva E. A.** *Influence of various factors on the results of calculating the heat loss of basements by engineering methods.* Natural and Technical Sciences. 2015. No. 10(88). Pp. 403-405. (in Russian)

10. **Karaush S. A., Anisimov M. V.** *Heat transfer through the basement wall of the basement of a residential building.* News of higher educational institutions. Construction. 2006. No. 10. Pp. 45-47. (in Russian)

11. **Karaush S. A., Anisimov M. V.** *Air exchange of the basement.* Construction 2005: materials of an international conference. Rostov-on-Don, 2005. Pp. 311-313. (in Russian)

12. **Kononova M. S.** *Estimation of lowering of consumption of heat on heating of buildings at a heightening of resistance to heat transfer of outside protections*. News of Higher Educational Institutions. Construction. 2011. No. 8-9. Pp. 78-83. (in Russian)

20 December 2019

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Кононова, М. С. Экспериментальное обоснование расчетной температуры воздуха в подвале при теплотехническом расчете жилого здания / М. С. Кононова, О. О. Андрияшкин, О. А. Жданова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 1(12). – С. 24-30.

FOR CITATION:

Kononova M. S.,Andriyashkin O. O., Zhdanova O. A. *Experimental justification of the calculated air temperature in the basement in the heat engineering calculation of a residential building*. Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 1(12). Pp. 24-30. (in Russian)

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И КОММУНИКАЦИИ
ENGINEERING SYSTEMS AND COMMUNICATIONS

УДК 621.653.43

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ КОМПЕНСАТОРОВ НАДЗЕМНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ В РАЙОНАХ ВЫСОКОГО ГРАДИЕНТА ТЕМПЕРАТУР НА ПРИМЕРЕ НЕФТЕПРОВОДА ХАРЬЯГИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

С. А. Мальцев

Мальцев Степан Андреевич, магистрант кафедры строительного производства и геотехники, ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Российская Федерация, тел.:+7 (932)336-52-78; e-mail: smalczev@gmail.com

Произведён анализ конструктивных решений компенсаторов надземных нефтепроводов в районах высокого градиента температур. Объектом исследования является промысловый нефтепровод Харьягинского нефтяного месторождения. Цель исследования: проанализировать эффективные конструктивные решения компенсаторов нефтепроводов районов Крайнего Севера. В ходе работы выделены основные конструктивные решения компенсаторов, дана их краткая характеристика, области применения, преимущества и недостатки. По результатам составлена классификационная схема способов компенсации температурных деформаций трубопроводов, особое внимание уделялось районам с высоким градиентом температур, строительство трубопроводов в которых актуально в наше время. Проанализирована действующая нормативная литература в области проектирования компенсаторов, выявлено, что в существующей нормативной базе отсутствуют положения по расчёту трапецеидальных компенсаторов, в то время как они имеют ряд значительных преимуществ. Методом сил выведена формула для расчёта податливости трапецеидального компенсатора, доказана ее адекватность с применением программного комплекса SCAD Office путем сопоставления деформаций. Также было проведено сравнение податливости при разных углах наклона полок компенсатора с учетом металлоемкости, в результате определены оптимальные углы наклона. Кроме того, выполнено технико-экономическое сравнение трапецеидальных компенсаторов с сильфонными компенсаторами с помощью программного комплекса ГРАНД-Смета. Проведенными сравнениями доказана эффективность трапецеидальных компенсаторов в условиях высокого градиента температур и необходимость включения в нормативную литературу положений по их расчёту. Экономичность применения данных компенсаторов следует определять для каждого конкретного случая путем технико-экономического сравнения вариантов.

Ключевые слова: компенсатор; трапецеидальный компенсатор; нефтепровод; компенсаторы нефтепроводов; надземные нефтепроводы; компенсация температурных деформаций нефтепроводов.

В настоящее время с высокой интенсивностью разрабатываются нефтегазовые месторождения в районах Крайнего Севера. Для транспортировки углеводородов от месторождения до потребителя необходимо строительство трубопроводной сети, которое приходится осуществлять в тяжелых климатических условиях [1].

Для районов Крайнего Севера характерен высокий градиент температур наружного воздуха и транспортируемого трубопроводом продукта. 93 % нефтепроводов нашей страны составляют металлические трубопроводы, подверженные температурным деформациям. Остальные 7 % изготовлены из других материалов, из них не подвержены температурному воздействию лишь трубопроводы из стеклопластика [2]. Высокий температурный градиент

© Мальцев С. А., 2020

вызывает значительные температурные деформации металлических трубопроводов и обуславливает необходимость применения эффективных компенсаторов.

Рассмотрим в качестве примера Харьягинское нефтяное месторождение, темпы разработки которого набирают обороты с каждым годом, а геологические запасы нефти на 2019 г. оцениваются в 160,4 млн. т. При этом с 1999 г. по 2018 г. по данным АО «Зарубежнефть» добыча нефти на данном месторождении составила 20 млн. т.

В административном отношении месторождение расположено в Ненецком автономном округе Архангельской области. Территория, согласно прил. А СП 131.13330.2018, относится к району с суровым климатом (IГ). Абсолютный минимум температуры воздуха составляет -53°С, абсолютный максимум температуры воздуха составляет +34 °С. Градиент температуры может составить до 87°С. При коэффициенте линейного расширения стали $0{,}12 \times 10^{-4}$ °С трубопровод длиною 100 м может получить изменение линейной длины из-за температурных деформаций до 105 мм. Что еще раз доказывает необходимость применения компенсаторов и тщательный их выбор.

Выбор компенсаторов производится с учётом климатических условий площадки строительства, температуры, давления и агрегатного состояния перемещаемой среды. Данные параметры обуславливают наиболее выгодное с экономической точки зрения конструктивное решение.

Так как строительство в данных районах связано с большими затратами, а к трубопроводам для транспортировки углеводородов предъявляются высокие требования по их прочности, жесткости и устойчивости, то возникает необходимость в анализе конструктивных решений компенсаторов надземных нефтепроводов в районах высокого градиента температур, выделения основной области их применения, их преимуществ и недостатков и последующие выявление наиболее эффективной конструкции. Произведем это на примере промыслового нефтепровода Харьягинского нефтяного месторождения.

Стоит отметить, что существуют и бескомпенсаторная прокладка трубопроводов, при которой большинство опор выполняются неподвижными и ограничивают перемещения трубопровода. Применяется при относительно небольших температурных перепадах. Данное решение неприменимо в условиях Крайнего Севера.

Проанализировав существующие конструктивные решения компенсации температурных деформаций трубопроводов, была составлена классификационная схема (рис. 1). Компенсатор – конструкция, воспринимающая перемещения прямолинейной части трубопровода, обусловленное воздействием температуры и внутреннего давления.

Материалами для компенсаторов служат стали, чугун, сплавы композиционных пластмасс, полимеры [3].

По конструктивному решению выделят следующие компенсаторы:

1) тканевые компенсаторы – состоят из сильфона, выполненного из различных типов ткани в зависимости от назначения, с внутренним армированием. А также присоединительной арматуры: патрубки или фланцы. Способны компенсировать малейшие движения трубопровода в связи с низкой жесткостью ткани. Применяются для газопроводов, воздуховодов с низким давлением и большими перемещениями. Не применяются в нефтепроводах;

2) сальниковые компенсаторы – представляют собой два патрубка, один из которых вставлен в другой. Сложны в абсолютной герметизации в месте расположения сальника, следовательно, неприемлемы для нефтепроводов;

3) резиновые компенсаторы – состоят из сильфона, выполняемого из различных видов синтетической резины, и комплектуются фланцевым или муфтовым соединением. Данный вид компенсатора также не применятся для нефтепроводов;

4) линзовые компенсаторы – изготавливаются из линз и полулинз, сваренных в вершинах волны. Имеют относительно малую компенсирующую способность, по сравнению с

сильфонными компенсаторами, менее эффективны в условиях высокого градиента температур.

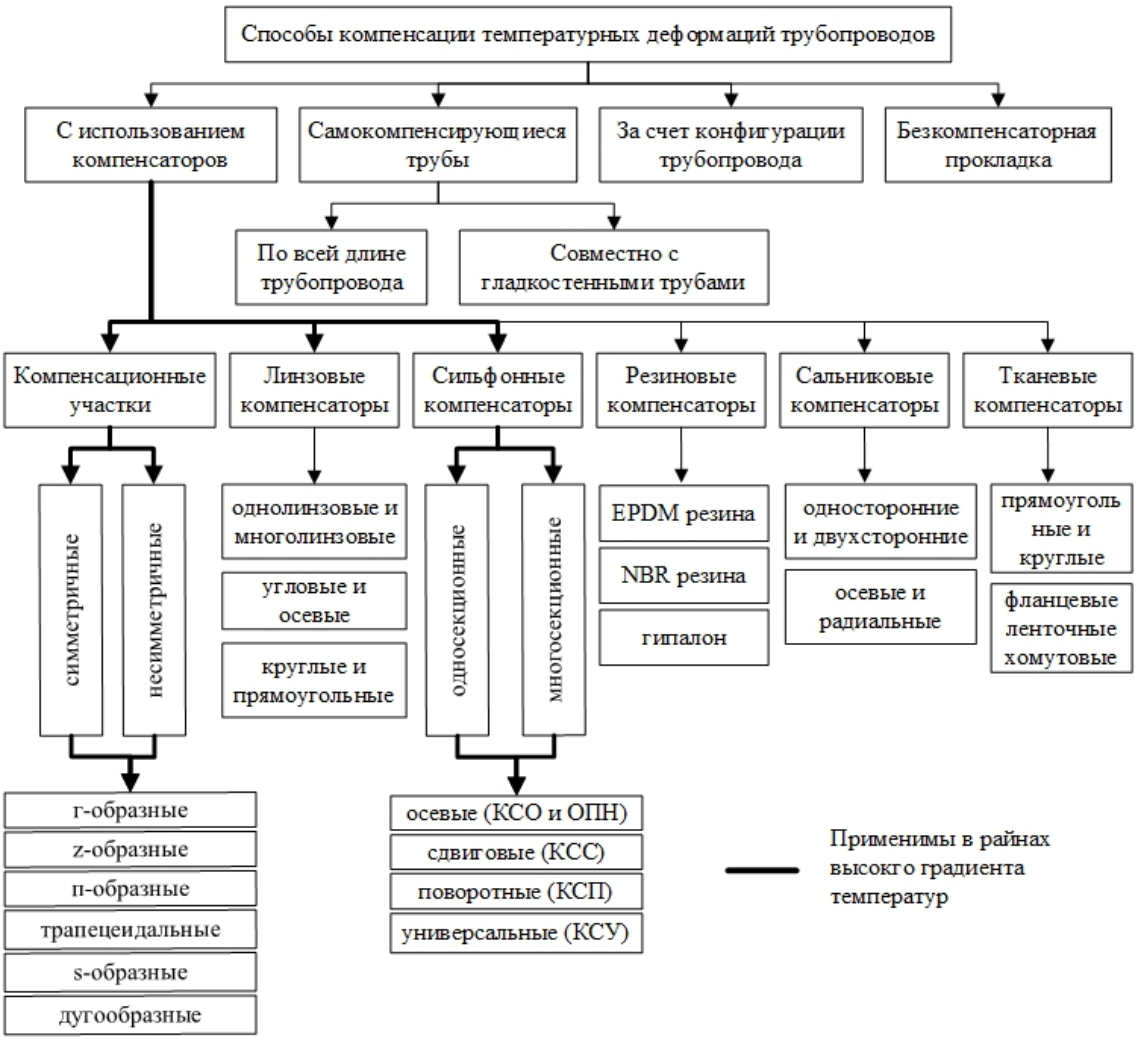


Рис. 1. Способы компенсации температурных деформаций трубопроводов

5) сильфонные компенсаторы–представляют собой сильфон – гофрированная оболочка из нержавеющей стали, сохраняющая плотность при многократных деформациях. Классифицируются в зависимости от деформаций, которые могу воспринимать: осевые, сдвиговые, угловые, универсальные.

Для изучения конструктивных решений таких компенсаторов был выполнен патентный поиск. Данные компенсаторы имеют ряд преимуществ, например, позволяют компенсировать большие линейные и угловые перемещения, могут воспринимать высокую частоту изменения компенсирующих размеров, им не страшны вибрации, гидроудары, механические и температурные деформации неподвижных опор. Они простоты в монтаже, неприхотливы в эксплуатации, нетребовательны в обслуживании. Главный недостаток – технологическая сложность изготовления, стоимость. Таким образом, особое внимание необходимо уделить технико-экономическому обоснованию их применения.

Компенсирующая способность сильфонных компенсаторов определяется по результатам испытаний или принимается по данным заводов-изготовителей.

6) наиболее распространённым вариантом являются компенсационные симметричные участки (г-образные, z-образные, п – образные) [4]. Данные компенсаторы воспринимают и обеспечивают свободное перемещение трубопровода на участке между неподвижными опорами. Подвижные опоры позволяют трубопроводу свободно перемещаться в

определенном направлении. Наибольшее распространение получили п-образные компенсаторы.

Компенсационные участки просты в изготовлении и выполняются из того же материала, что и линейная часть трубопровода. При их проектировании существует возможность регулировки податливости компенсатора до требуемой при помощи его геометрических параметров. Такие компенсаторы обладают хорошей компенсирующей способностью и передают небольшие нагрузки на неподвижные опоры. Они не нуждаются в обслуживании.

Из недостатков стоит отметить, что у таких компенсаторов возникает перепад давления в месте их гнутья или установки отводов, они имеют увеличенный расход труб по сравнению с сильфонными и линзовыми компенсаторами, требуют установки дополнительных опор, что в условиях Крайнего Севера имеет достаточно высокую трудоемкость и стоимость. А также требуется некоторое пространство, так как такие компенсаторы отличаются значительными размерами.

Также существуют *s*-образные [5] и дугообразные [6] компенсационные участки. *S*-образные компенсаторы предназначены для компенсации продольных усилий и изгибающих моментов, которые возникают в местах врезки в основной трубопровод за счёт изменения температуры и давления во врезаемом и основном трубопроводе. Недостаток – высокая металлоемкость и трудоемкость монтажа. Дугообразные компенсаторы, наоборот, предназначены для компенсации продольных усилий линейной части трубопроводов и выполняются из труб холодного гнутья, упруго искривленных труб и отводов с радиусом изгиба более пяти номинальных диаметров.

В общем случае расчет компенсационных участков проводится в следующей последовательности [7]:

1) определяют предельное напряжение в компенсаторе от расчетного внутреннего изгиба под действием поперечных нагрузок;

2) далее возможны два подхода. Выбор подхода зависит от исходных данных, конкретного случая проектирования.

1-ый подход: известна конструкция компенсатора и его геометрические параметры. В этом случае определяют его податливость и компенсирующую способность. По компенсирующей способности определяют расстояние между компенсаторами.

2-ой подход: известна требуемая компенсирующая способность, на основании которой определяют тип компенсатора и его геометрические параметры.

Проанализировав СП 36.13330.2012, можно заметить, что в нормативном документе приведены только формулы для расчёта г-образных, *z*-образных, п – образных компенсаторов, а формула расчета для трапецеидальных компенсаторов отсутствует.

Выведем формулу податливости трапецеидального компенсатора с использованием метода сил.

Податливость компенсатора – перемещение δ_{11} его конца от единичного усилия Н [7]. Единичное нагружение трапецеидального компенсатора и эпюра изгибающих моментов представлены на рис. 2.

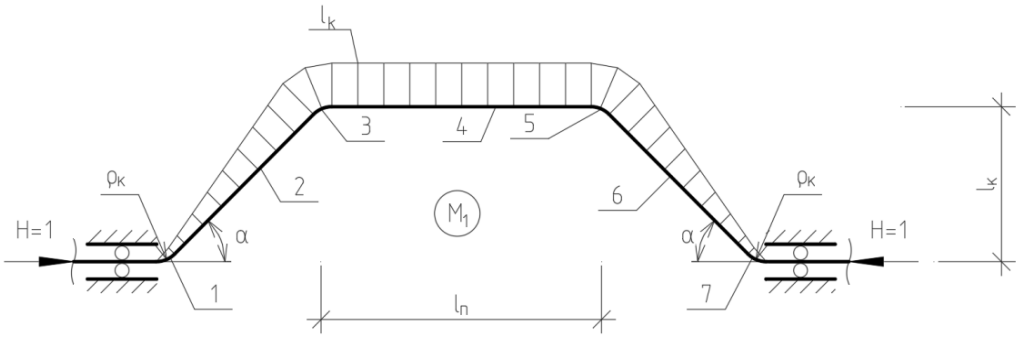


Рис. 2. Схема единичного загружения трапецеидального компенсатора

Податливость трапецеидального компенсатора определяется так же, как для стержневой системы, формула (1):

$$\delta_{11}=\sum_{i=1}^{n}\delta_{11,\,i}=\sum_{i=1}^{n}\int_0^l\frac{M_{1,i}^2}{EI_i}\,dx, \qquad (1)$$

где n – число участков компенсатора; $M_{1,i}$ – изгибающий момент от единичного усилия; EI_i–изгибная жесткость каждого участка.

Перемножим эпюру M_1 саму на себя и получим податливость трапецеидального компенсатора, формула (2):

$$\begin{aligned}\delta_{11}=\frac{1}{EI}\Big\{&\frac{2}{k_ж}\left[\rho_к^3\left(3\alpha+4\cos\alpha-\frac{1}{2}\sin2\alpha-4\right)+l_к^2\rho_к\alpha-2\rho_к^2 l_к(\alpha+\cos\alpha-1)\right]+\\&+\frac{2}{3\sin\alpha}\left[l_к^3-2\rho_к^3(1-\cos\alpha)^3+3l_к\rho_к^2(1-\cos\alpha)^2-3l_к^2\rho_к(1-\cos\alpha)\right]+\\&+l_п l_к^2-2\rho_к l_к^2(1-\cos\alpha)\Big\}.\end{aligned} \qquad (2)$$

Податливость П-образного компенсатора получим из формулы (2), приняв $\alpha = 90°$ и выполнив преобразования:

$$\delta_{11}=\frac{1}{2EI}\left[\frac{1}{k_ж}\left(1{,}42\rho_к^3+3{,}14l_к^2\rho_к-2{,}28\rho_к^2 l_к\right)+0{,}67l_к^3-1{,}34\rho_к^3+2\rho_к^2 l_к+l_п l_к^2-4\rho_к l_к^2\right], \qquad (3)$$

где $k_ж$ – коэффициент уменьшения жесткости отвода, определяемый по СП 36.13330.2012; $\rho_к$ – радиус оси изгиба отвода; $l_к$ – вылет компенсатора; $l_к$ – длина полки компенсатора.

Формула (3) является частным случаем формулы (2) и совпадает с формулой податливости П-образного компенсатора – формула (40), приведенная в СП 36.13330.2012. Следовательно, полученная формула податливости для трапецеидального компенсатора выведена правильно. Необходимо проверить адекватность формулы (2) и экономическую целесообразность данного компенсатора.

Для проведения технико-экономического сравнения вариантов компенсационных участков сравним их податливости при одинаковых геометрических параметрах и разных углах наклона (30, 45, 60, 90) и определим наиболее эффективные. При расчёте коэффициент уменьшения жесткости отвода $k_ж$ принят равным единице с целью сопоставления результатов расчета по формуле (2) с результатами в программном комплексе SCAD Office (проверка адекватности).

Результаты сравнения П-образного и трапецеидального компенсатора при одинаковых их геометрических параметрах приведены в таблице для трубы 325 × 8,0.

Результаты сравнения податливости при разных углах наклона

Угол наклона α, град	Длина полки $l_п$, см	Вылет $l_к$, см	Податливость δ, см/кН	Длина труб компенсатора, м	Коэффициент эффективности $k_э$
30	500	500	1,397	25,01	5,59
45	500	500	1,133	19,15	5,92
60	500	500	0,994	16,55	6,00
90	500	500	0,840	15,00	5,60

Из таблицы видно, что наибольшую компенсирующую способность имеют углы 30 и 45 градусов, но при таких углах длина труб больше. Учтем металлоемкость конструкции с помощью коэффициента эффективности $k_э$, равным отношению податливости к длине труб компенсатора. Коэффициент покажет, насколько эффективен каждый метр трубы компенсатора. По коэффициенту эффективности наиболее выгодны углы 45 и 60 градусов.

Отметим, что при угле 30 градусов ввиду значительной длины наклонного элемента в некоторых случаях возникнет необходимость постановки дополнительной опоры, что повлечет за собой увеличение стоимости строительно-монтажных работ.

Кроме того, компенсационные участки рекомендуется проектировать с учетом про-

пуска поршня для очистки полости трубопровода (в газопроводах такая очистка обязательна). Таким образом, компенсаторы рекомендуется располагать под углом 36…60° к продольной оси трубопровода. Наиболее оптимальным при этом условии является угол 45°.

В статье [8] производилось моделирование падения давления на углах поворота компенсатора. Углом α, при котором напряжения в компенсаторе и перепад давления лежат в оптимальных пределах является α = 45°.

Стоит отметить, что проводились экспериментальные исследования трубопроводов с несимметричными компенсационными участками. Эксперименты показали, что для различных форм трапецеидальных компенсаторов, применение несимметричных трапецеидальных компенсаторов более эффективно, чем симметричных [7].

Для проверки формулы (2) выполним расчёт компенсирующей способности трапецеидального и П-образного компенсатора в программном комплексе SCAD Office. Геометрические параметры: $l_п$ = 5м, $l_к$ = 5м, α = 45° и 90°. Труба диаметром 325 × 8,0мм. Усилие примем 1 кН. Одна из опор шарнирно-неподвижная, другая – шарнирно-подвижная.

Деформированная схема трапецеидального и П-образного компенсатора со значениями перемещений по оси x представлена на рис. 3.

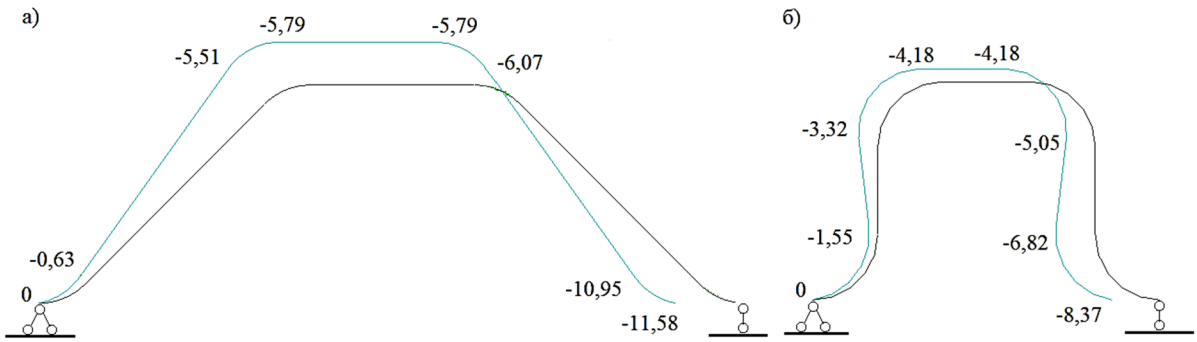


Рис. 3. Деформированная схема со значениями перемещений по оси x:
а – трапецеидального компенсатора; б – п-образного компенсатора

Результаты, полученные по формуле (2) (см. таблицу), сопоставимы с расчётами в SCAD Office (рис. 3). Погрешность составила 2,16 % для трапецеидального и 0,5 % для П-образного компенсатора, что позволяет сделать заключение об адекватности формулы (2).

Отметим, что в статье [9] произведен сравнительный анализ напряженного состояния П-образного компенсатора с использованием формулы (3) и положений п. 12.6 СП 36.13330.2012 с результатами расчёта в программном комплексе Ansys Workbench. Расхождение составило 4,8 %, что в 9,5 раз выше полученных автором результатов в данной статье. Такое расхождение можно объяснить неточностью определения коэффициента концентрации напряжений m_k в работе [9]. Для точности проделанных автором расчётов сравнение проводилось только за счёт податливости компенсатора, что позволяет исключить применение коэффициента m_k.

В статье [10] утверждается, что наиболее приемлемыми компенсаторами в районах с высоким градиентом температур являются сильфонные. Но такие выводы сделаны только лишь по результатам сравнения положительных и отрицательных качеств существующих компенсаторов. Для проверки данного утверждения выполним технико-экономическое сравнение трапецеидального компенсатора с сильфонным.

Так, максимальная компенсирующая способность сильфонного компенсатора 2КСО 300-16-360 П согласно данным завода-изготовителя составляет ±180 мм. При температуре нефти +70 °С и температуре окружающего воздуха в момент монтажа трубопровода -20 °С компенсатор будет способен воспринимать температурные деформации с участка трубопровода длиной 166 м.

Определим требуемые геометрические параметры трапецеидального компенсатора

для восприятия температурных деформаций на участке между неподвижными опорами длиной 166 м, трубопровод 325 × 8,0, рабочее давление 4 МПа. Расчёты производились с учетом действия на трубопровод всех нагрузок (постоянной, снеговой, ветровой, гололёдной). Податливость компенсатора определялась по формуле (2). Напряжение, возникающие в компенсаторе определялись из условия п. 12.6.1СП 36.13330.2012. В итоге были получены оптимальные геометрические параметры трапецеидального компенсатора для заданных условий: l_n = 11 м, $l_к$ = 5,5 м, α = 45°.

Стоимость компенсатора2КСО 300-16-360 П составляет 69870 руб. Стоимость материалов, необходимых для устройства трапецеидального компенсатора составит 33930 руб. Стоимостные расчёты трапецеидального компенсатора выполнены с учетом конкретно подобранных труб, отводов, опор по данным заводов-изготовителей. Однако стоимость строительно-монтажных работ на устройство трапецеидального компенсатора значительно выше. По результатам расчёта, выполненного в программном комплексе ГРАНД-смета, на устройство трапецеидального компенсатора с принятыми параметрами потребуется на 31450 руб. больше, чем на устройство сильфонного. Таким образом, экономический эффект от применения трапецеидальных компенсаторов составит 4490 руб.

Заключение.

Получена формула для определения податливости трапецеидального компенсатора, которую можно использовать для предварительных расчётов, в том числе длин температурного отсека, а также проверки результатов расчётов, полученных в специализированных программных комплексах. Рекомендуется включить в СП 36.13330 положения по расчёту трапецеидального компенсатора.

В результате проведенных расчетов показано, что трапецеидальный компенсатор имеет большую податливость по сравнению с П – образным компенсатором. Обоснован оптимальный угол наклона плеча трапецеидального компенсатора, равный 45°.

В результате проведенного технико-экономического сравнения сильфонного и трапецеидального компенсаторов показано, что трапецеидальный компенсатор может быть более экономически эффективным. Однако, в случае других исходных данных необходимо производить технико-экономическое сравнение вариантов.

В районах высокого градиента температур, где линейному изменению длины из-за температурных деформаций необходимо уделять особое внимание, трапецеидальные компенсаторы являются экономически выгодным вариантом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Мальцев, С. А.** Анализ способов прокладки нефтепроводов в районах с вечной мерзлотой / С. А. Мальцев // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. – 2019. – Т. 1. – С. 212-218.

2. **Нефтегазовое дело. Полный курс:** учебное пособие / В. В. Тетельмин, В. А. Язев. – Д.: Издательский дом «Интеллект», 2009. – 800 с.

3. **Михалькова, Л. А.** Материалы для изготовления компенсаторов температурных деформаций / Л. А. Михалькова, Н. А. Михальков // Наука молодых – будущее России. – 2017. – Т. 5. – С. 110-111.

4. **Технология сооружения газонефтепроводов** / Ф. М. Мустафин, Л. И. Быков, Г. Г. Васильев. – У.: Нефтегазовое дело, 2007. – 632 с.

5. ***S*-образный компенсатор для трубопровода:** пат. Рос. Федерация / А. М. Шаммазов, Ф. М. Мустафин, Ф. Ш. Ахметов, А. И. Гаскаров, Р. Х. Нафиев, Д. Н. Веселов, Ю. И. Спектор, Р. Р. Хасанов.– № 2009148360/22; заявл. 24.12.09; опубл. 10.06.10. Бюл. № 16. – 4 с.

6. **Дугообразный компенсатор для трубопровода:** пат. Рос. Федерация / Ф. М. Мустафин,А. М. Шаммазов, К. В. Куценко, А. К. Абзалов, Э. Р. Абсалямов, Э. В. Мамлиев, А. Ю. Машин. – № 2013148693/06; заявл. 31.10.13; опубл. 10.06.14. Бюл. № 16. – 3 с.

7. **Расчет магистральных и промысловых трубопроводов на прочность и устойчивость**: справочное пособие / А. Б. Айнбиндер. – М.: Недра, 1991. – 287 с.

8. **Колосов, С. М.** Оптимизация геометрии гнутых компенсаторов с целью снижения энергетических затрат на транспортировку нефти / С. М. Колосов// Интеллектуальные системы в производстве. – 2009. – № 1(13). – С. 14-24.

9. **Фицнер, А. Ф.** Определение напряжений П-образного компенсатора / А. Ф. Фицнер, А. Ф. Секачёв, В. В. Титенко// Наука и молодежь в XXI веке. – 2017. – С. 187-190.

10. **Михалькова, Л. А.** Компенсация температурных деформаций трубопроводов в условиях высокого градиента температур / Л. А. Михалькова, В. С. Щетинин // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2017. – № 2(30). – С. 63-66.

Поступила в редакцию 21 января 2020

ANALYSIS OF STRUCTURAL SOLUTIONS OF COMPENSATORS OF OVERGROUND OIL PIPELINES IN AREAS OF HIGH TEMPERATURE GRADIENT ON THE EXAMPLE OF OIL PIPELINE OF KHARYAGA OIL FIELD

S. A. Maltsev

Maltsev Stepan Andreevich, student, Civil Engineering Faculty, Perm National Research Polytechnic University, Perm city, Russian Federation, phone: +7(932)336-52-78; e-mail: smalczev@gmail.com

In this work, the analysis of constructive solutions of compensators of over ground oil pipelines in areas of high temperature gradient was carried out. The object of the research is the industrial oil pipeline of the Kharyaga oil field. The purpose of the study: to analyze effective constructive solutions of oil pipeline compensators in regions of the Far North. In the course of work the basic constructive solutions of compensators, their fields of application, advantages and disadvantages are highlighted. As a result, a classification scheme for methods of compensating for temperature deformations of pipelines was drawn up, special attention was paid to areas with a high temperature gradient. The current normative literature in the field of design of compensators was analyzed, it was revealed that in SP 36.1330.2012 there is no method for calculating trapezoidal compensators. The method of force deduced a formula for calculation of the atleness of the trapezoidal compensator, its adequacy with application of SCAD Office software complex is proved. Comparison of compensators flexibility at different angles of inclination with regard to metal capacity is made. A technical and economic comparison with bellows compensators was performed. The effectiveness of trapezoidal compensators in conditions of high temperature gradient and the need to include in the normative literature provisions for their calculation is proved.

Keywords: compensator; trapezoidal compensator; oil pipeline; compensators of oil pipelines; overground oil pipelines; compensation of temperature deformations of oil pipelines.

REFERENCES

1. **Maltsev S. A.** *Analysis of ways of laying oil pipelines in regions with permafrost*. Modern technologies in construction. Theory and practice. 2019. Vol. 1. Pp. 212-218. (in Russian)

2. **Tetelmin V. V., Yazev V. A.** *Oil and gas business. Full course. Tutorial*. Dolgoprudny, publishing house Intellect. 2009. 800 p. (in Russian)

3. **Mikhalkov L. A., Mikhalkov N. A.** *Materials for manufacturing of compensators of*

temperature deformations. Young Science is Russia's future. 2017. Vol. 5. Pp. 110-111. (in Russian)

4. **Mustafin F. M., Bykov L. I., Vasiliev G. G.** *Technology of gas pipeline construction*. Ufa, Oil and Gas business. 2007. 632 p. (in Russian)

5. **Shammazov A. M., Mustafin F. M, Akhmetov F. Sh., Gaskarov A. I., Nafiev R. H., Veselov D. N., Spektor Yu. I., Khasanov R. R.** *S-type compensator for pipe*. Patent Russian Federation. 2010. No. 2009148360/22. (in Russian)

6. **Mustafin F. M., Shammazov A. M., Kutsenko K. V., Abzalov A. K., Absalyamov E. R., Mamliev E. V., Mashin A. Yu.** *Arc-shaped compensator for the pipeline*. Patent Russian Federation. 2014. No. 2013148693/06. (in Russian)

7. **Ainbinder A. B.** *Calculation of trunk and field pipelines for strength and stability: a reference guide.* Moscow, Nedra. 1991. 278 p. (in Russian)

8. **Kolosov S. M.** *Optimization of the geometry of bent expansion joints in order to reduce energy costs for oil transportation.* Intelligent systems in production. 2009. No. 1(13). Pp. 14-24. (in Russian)

9. **Fitzner A. F., Sekachev A. F., Titenko V. V.** *Determination of stresses of a p-shaped compensator*. Science and youth in the 21st century. 2017. Pp. 187-190. (in Russian)

10. **Mikhalkova L. A., Schetinin V. S.** *Compensation of temperature deformations of pipelines in a high temperature gradient.* Scientific notes Komsomolsk-on-Amur State Technical University. 2017. No. 2(30). Pp. 63-66. (in Russian)

Received 21 January 2020

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Мальцев, С. А. Анализ конструктивных решений компенсаторов надземных нефтепроводов в районах высокого градиента температур на примере нефтепровода Харьягинского нефтяного месторождения / С. А. Мальцев // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 1(12). – С. 31-39.

FOR CITATION:

Maltsev S. A. *Analysis of structural solutions of compensators of overground oil pipelines in areas of high temperature gradient on the example of oil pipeline of Kharyaga oil field*. Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 1(12). Pp. 31-39. (in Russian)

УДК 628.83

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ РЕКУПЕРАЦИИ ТЕПЛОТЫ ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ВОЗДУХА ПРИ КЛИМАТИЗАЦИИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ БЫСТРОТРАНСФОРМИРУЮЩИХСЯ ЗДАНИЙ

В. В. Шичкин, М. Н. Жерлыкина, С. А. Яременко, С. А. Соловьев

Шичкин Виталий Владимирович, аспирант, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(980)544-13-89; e-mail: adiadi23@mail.ru
Жерлыкина Мария Николаевна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: zherlykina@yandex.ru
Яременко Сергей Анатольевич, канд. техн. наук, доцент, декан факультета инженерных систем и сооружений, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-53-21; e-mail: jaremenko83@mail.ru
Соловьев Сергей Анатольевич, ассистент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(960)123-57-61; e-mail: swiftsnake@rambler.ru

Рассмотрены различные конфигурации быстротрансформирующихся помещений многофункциональных общественных зданий. Выявлены их особенности, которые определяют нагрузку на систему климатизации объекта строительства, в том числе категорийность, продолжительность функционирования и вместимость людей. В качестве объекта исследования выбран многоцелевой концертный зал Event-Hall, расположенный в городе Воронеж. Выполнен численный эксперимент, по результатам которого уточнен минимальный расход холода в системе климатизации, рассчитанный только по избыткам явной теплоты в помещении. Для каждого отдельного типа помещения представлены численные значения расходов воздуха, необходимых на ассимиляцию тепловых избытков в помещении, и определены величины температур уходящего воздуха с учетом высоты помещения более 4 м при действующей системе климатизации. Предложено решение по повышению энергосбережения системы климатизации при выявленных характеристиках приточно-вытяжного воздуха, а именно – рекуперация с промежуточным теплоносителем и дополнительными теплообменниками. Представлена принципиальная схема и уточнены температурные диапазоны сред, циркулирующих в контурах системы.

Ключевые слова: многофункциональное здание; энергоэффективность; рекуперация; теплоизбытки; температура; воздух; приточно-вытяжная вентиляция; продолжительность пребывания людей; теплообменник; холодоноситель.

В настоящее время на территории Российской Федерации отмечается массовое строительство универсальных быстротрансформирующихся зданий. Следует отметить, что архитектурно-планировочное проектирование и устройство систем обеспечения микроклимата для помещения зрительного зала со сценой характеризуются многозадачностью и индивидуальностью проработки. Особенности функционально-технологических процессов необходимо учитывать при проектировании системы вентиляции, которая в свою очередь должна быть энергоэффективной. Направления повышения эффективности действующей системы микроклимата зрительного зала, предназначенной для создания и постоянного поддержания нормативных параметров комфортной воздушной среды в рабочей зоне, определяются в ходе решения ряда задач, полученных практическим путем специалистами-проектировщиками [1, 2, 3].

В ходе анализа тенденций современного строительства определены типы концертных залов, представленные в табл. 1.

© Шичкин В. В., Жерлыкина М. Н., Яременко С. А., Соловьев С. А., 2020

Таблица 1

Типы концертных залов универсальных быстротрансформирующихся зданий

Тип зала	Назначение	Программы	Вмести-мость, мест (человек)	Акустика
Узкоспециализированные	Для программ одного профиля и масштабности (если число таких программ обеспечивает годовой цикл функционирования зала)	филармонические, органные, хоровые концерты	500…2500	Естественная, регулирование естественной акустики
		эстрадные концерты	500…6000	Звукоусиленная
		народной вокально-инструментальной музыки и танцев	900…2500	Естественная, звукоусиление
		музыкально-речевые	200…600	Естественная, звукоусиление
Универсальные	демонстрация программ различных видов концертов одной масштабности	театрально-концертные, киноконцертные, театрально-киноконцертные, спортивно-концертные, цирко-концертные	250…2500	Естественная, звукоусиление
Многоцелевые	Демонстрация различных видов концертов и других видов зрелищ, а также досуговых и / или общественных видов деятельности одной масштабности	концертно-танцевальные, концертно-танцевально-банкетные, лекционно-концертные, в том числе танцы, банкеты, собрания, елки / собрания, конгрессы, фестивали, съезды	250…2000	Естественная акустика, звукоусиление

Также следует отметить, что наилучшими решениями для приведенных типов зданий (табл. 1) по простоте и эффективности трансформации являются раздвижные и подъемные полотняные и пластиковые акустические перегородки, автоматически убирающиеся бличеры (трибуны), поворотные трибуны, эстрады, поднимающиеся на телескопической конструкции, закрывающиеся жалюзи на окнах, раздвижные складчатые перегородки, трансформируемое спортивное оборудование. Достоинством современных систем являются телескопические трибуны, работающие бесшумно, обладающие функцией складываться и раскладываться в короткий промежуток времени, и возможностью применения в залах с большой вместимостью.

В настоящее время концертные залы проектируют в конфигурациях, представленных на рис. 1.

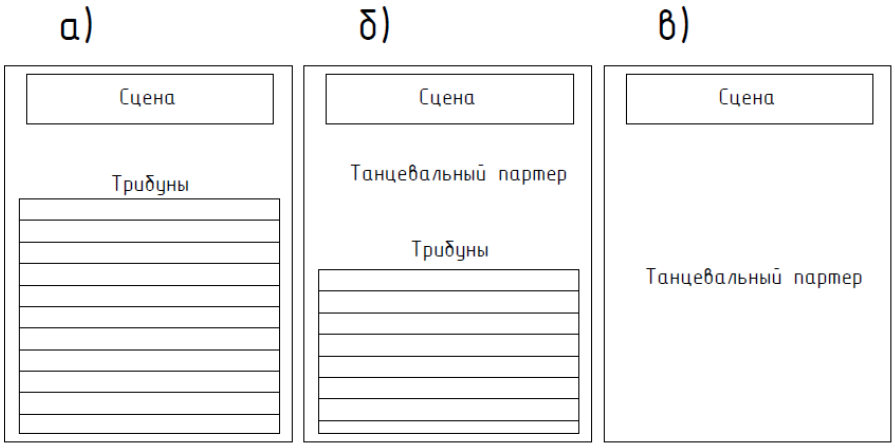


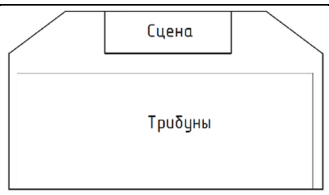
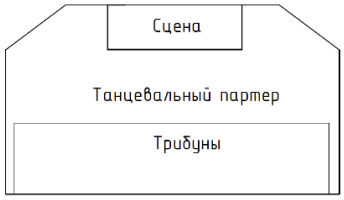
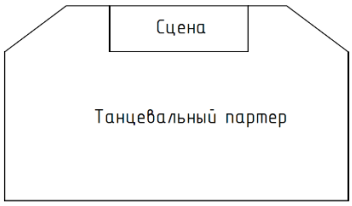
Рис. 1. Схема конфигураций концертных залов: а– трибуны; б – трибуны и танцевальный партер; в – танцевальный партер

В помещениях значительного объема, трансформирующихся от вида проводимого мероприятия, основной задачей является организация воздухообмена, которая должна быть оптимальна для каждой конфигурации зала с точки зрения комфортности пребывания людей, экономически обоснована, а также с учетом акустики зала и его дизайна. Однако, в ходе вентилирования помещений требуется значительное количество энергии на подготовку приточного воздуха [4, 5].

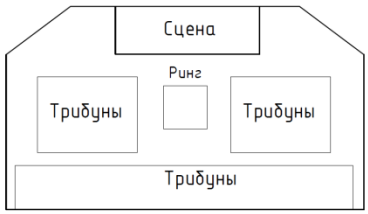
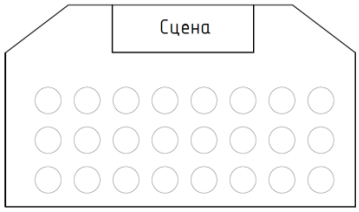
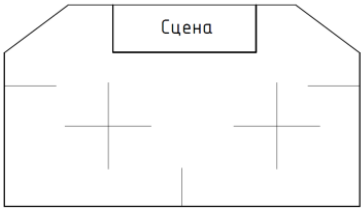
Объектом исследования выбран многоцелевой концертный зал Event-Hall, расположенный в г. Воронеж, площадь которого составляет 2100 м². Конфигурации зрительного зала, позволяющие проводить мероприятия разного формата, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Форматы концертного зала в Event-Hall

Тип зала	**Формат**	**Схема зала**	**Количество человек (мест)**	**Функциональное назначение**
1	Трибуны с полной посадкой		2200	Проведение концертов, мюзиклов и других жанровых мероприятий
2	Танцевальный партер с трибуной		3000 (возможны варианты по количеству посадочных мест)	Проведение концертов, с комбинированным размещением зрителей
3	Танцевальный партер		5000	Проведение концертов, предполагающих только танцевальный партер, дискотек

Продолжение табл. 2

Тип зала	Формат	Схема зала	Количество человек (мест)	Функциональное назначение
4	Ринг плюс трибуны		1500	Проведения спортивно зрелищных мероприятий
5	Торжественные мероприятия		1000	Банкеты, фуршеры и другие корпоративные мероприятия и праздники
6	Выставочный павильон		4000	Проведение выставок, семинаров, презентаций
6.1	максимально заполненный			
6.1	минимально заполненный		500	

Источником тепловыделений, определяющем тепловлажностный режим помещения многофункционального назначения, является человек. Количество явной теплоты, поступающей от присутствующих в помещении людей, определяется для диапазона нормируемых параметров температур внутреннего воздуха и с учетом времени их пребывания в нем, по зависимости [6], Вт:

$$Q_{\text{люд.я.}} = q_{\text{люд.я.}} \cdot N \cdot \tau, \quad (1)$$

где $q_{\text{люд.я.}}$ – количество явной теплоты, выделяемой человеком, Вт/(ч·чел); N – число посетителей; τ – продолжительность пребывания людей, ч, представлена в табл. 3

Таблица 3

Продолжительность пребывания людей в помещении многоцелевого зала

Тип помещения	Категория работ*	Продолжительность пребывания людей, ч
Трибуны с полной посадкой людей (категория 3а)	1а	1,5…2
Танцевальный партер с трибуной (категория 4)	2а	1,5…2
Танцевальный партер (категория 4)	2а	1,5…2
Ринг плюс трибуны (категория 3а)	1а	3…5
Торжественные мероприятия (категория 3а)	1б	2…4
Выставочный павильон (категория 3в)	3в	до 12

Примечание: * СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Результаты расчета поступления явной теплоты в помещение для теплого периода года представлены на рис. 2.

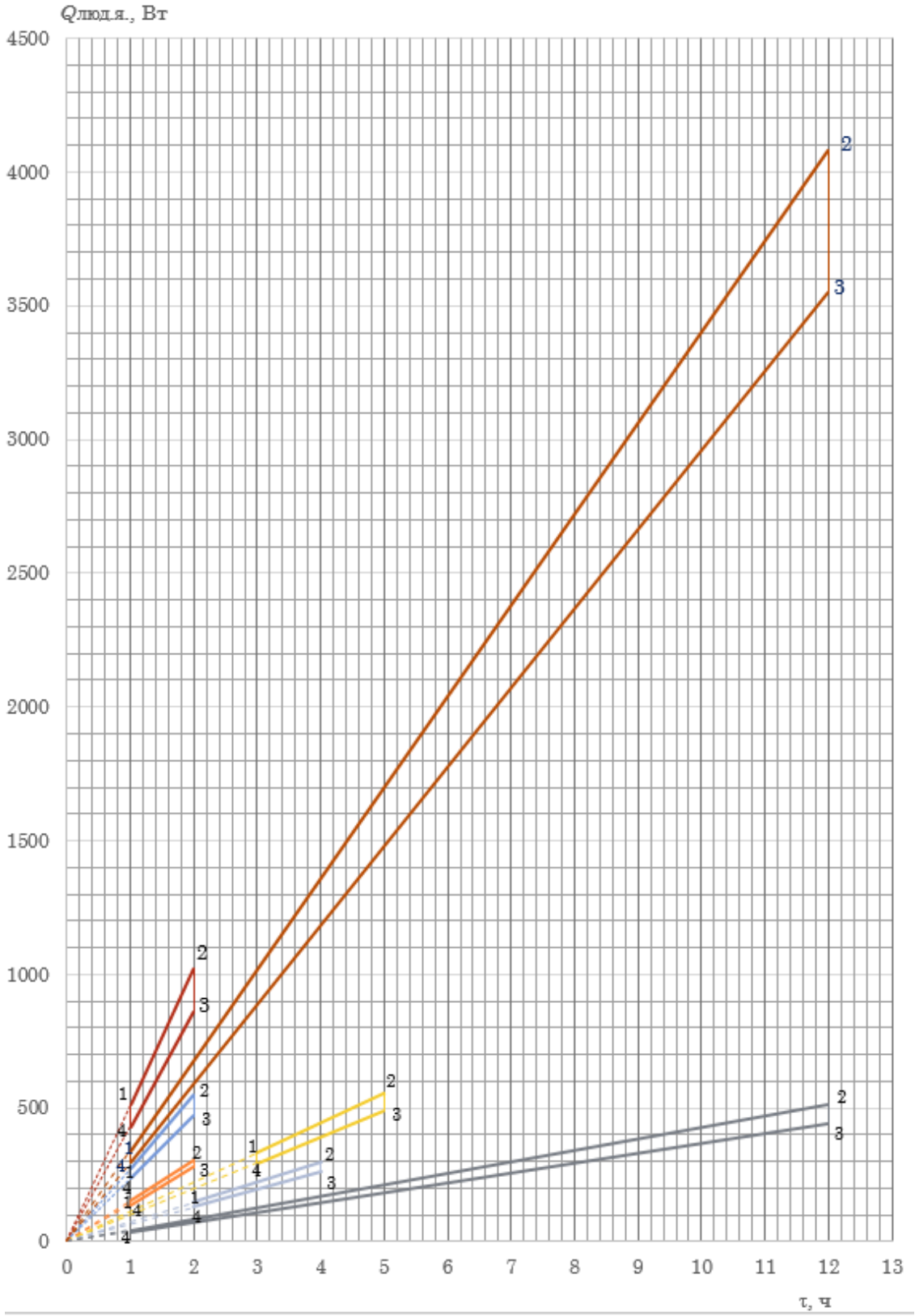


Рис. 2. Зависимость поступления явной теплоты от людей в помещение при различном его назначении: 1, 2 – линии, характеризующие процесс при температуре внутреннего воздуха 23 ºС; 3-4 – при 25 ºС,

Тип помещения 1 Тип помещения 2 Тип помещения 3
Тип помещения 4 Тип помещения 5 Тип помещения 6.1
Тип помещения 6.2

Температура воздуха, удаляемого системами вентиляции, для помещения высотой более 4 м, ºС, определяется по зависимости [6]:

$$t_{у} = t_{в} + gradt \cdot (h - h_{возд}), \quad (2)$$

где $h_{возд}$ – высота обслуживаемой зоны, м, принимаем равной 1,5 м; $gradt$ – градиент температуры по высоте помещения, °С/м, определяется в зависимости от удельных избытков явной теплоты в помещении.

Производительность системы климатизации, кг/ч, в зависимости от продолжительности пребывания людей определяется по зависимости:

$$G = \frac{3,6 \cdot \sum Q_{я}}{c_{в} \cdot \left(t_{у} - t_{п}\right)}, \quad (3)$$

где $c_{в}$ – удельная теплоёмкость воздуха, равная 1,005 кДж/(кг/ºС); $t_{п}$ – температура приточного воздуха, ºС.

Расчет по формулам (2) и (3), выполнен исходя из минимального пребывания людей в помещении и представлен на рис. 3.

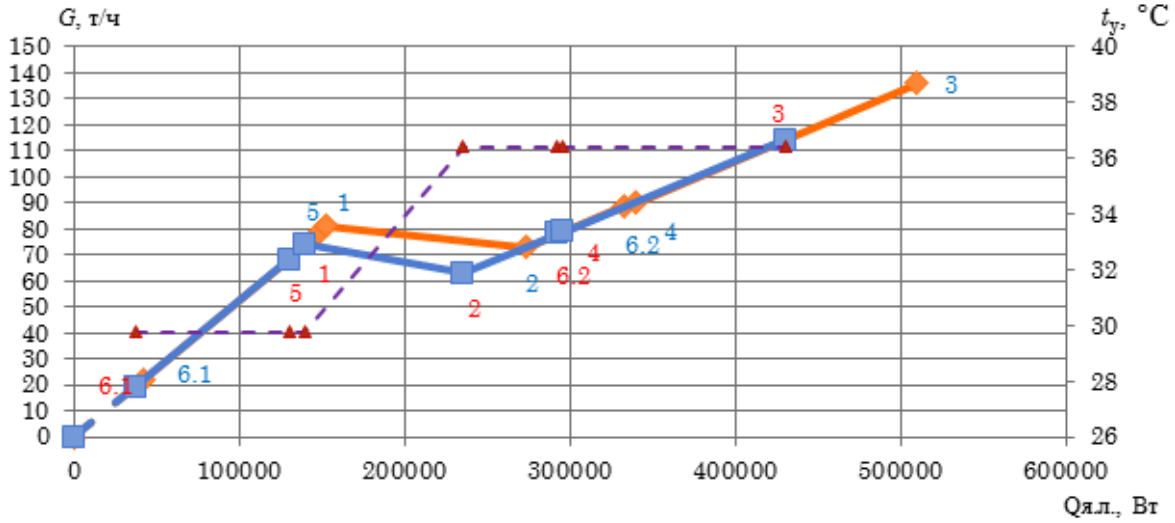


Рис. 3. Определение температуры уходящего воздуха при вентилировании помещения заданного назначения (табл. 2), ◆, ✕ - при температуре внутреннего воздуха 23 ºС, ■, ▲ – при 25 ºС.

Оценивая результаты численного эксперимента для концертного зала Event-Hall при минимальном пребывании людей можно сделать вывод, что диапазон температур уходящего воздуха составляет от 27,75 ºС до 39,25 ºС.

Таким образом, теплоту уходящего воздуха рекомендуется использовать для рекуперации [7, 8] с промежуточным теплоносителем и дополнительными теплообменниками. Энергетические функции, которые возможны в теплый период года – это рекуперация теплоты и охлаждение. Принципиальная схема рекуперации холодоносителя разработана на основании данных, приведенных в [9, 10], представлена на рис. 4.

В системе рекуперации используется пластинчатый теплообменник. В теплый период года температурный график холодильной машины для холодоносителя фреона имеет температурный диапазон $t_{хм1.1}$ / $t_{хм1.2}$ = +7 ºС / +12 ºС. В замкнутом контуре циркулирует промежуточный холодоноситель – 30 % этиленгликоль. Применение предлагаемой схемы возможно при строгом соблюдении и поддержании параметров жидкости внутри замкнутого контура между приточной и вытяжной установкой в расчетном диапазоне. Например, в климатологических условиях исследуемого объекта и температуре наружного воздуха $t_{н}$ обеспеченностью 0,98, температурный диапазон составляет $t_{эг1.1}$ / $t_{эг1.2}$ = +13,4 ºС / +24,4 ºС на

входе в приточный теплообменник и на выходе из вытяжной части соответственно. Температурный диапазон для воздуха, уходящего из помещения, направленного в рекуператор, и уходящего в окружающую среду после прохождения теплообменника $t_у$ / $t_{уд}$ определяется: $t_у$ по графику (рис. 3) / +20…+29 ºС.

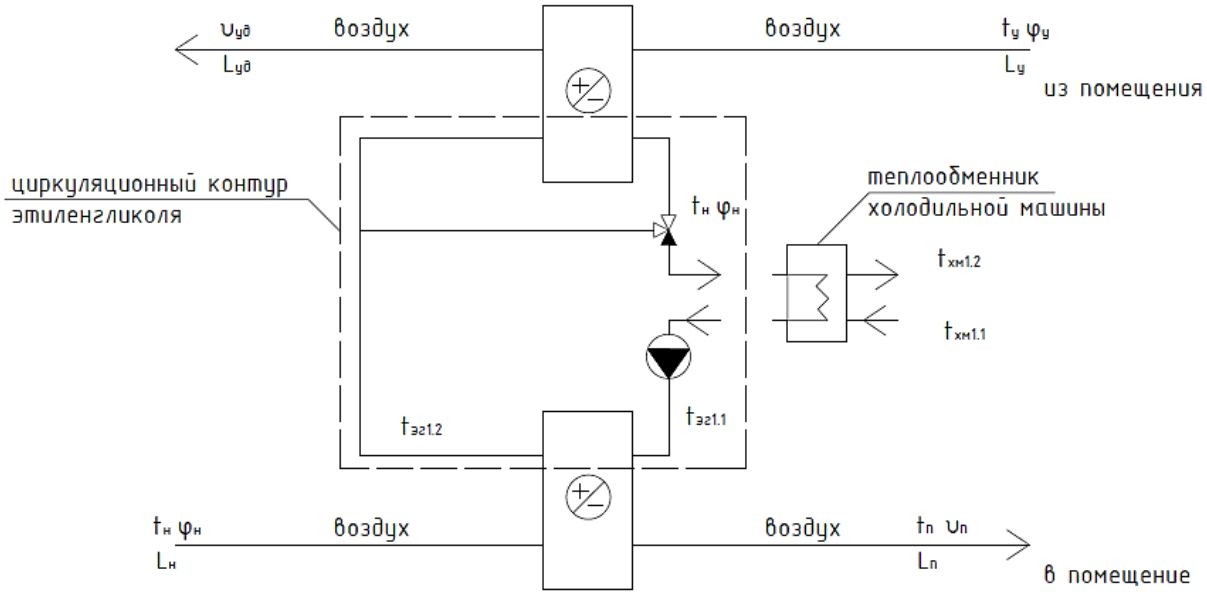


Рис. 4. Принципиальная схема системы рекуперации холодоносителя в теплый период года:
$t_у$, $\varphi_у$, $L_у$–температура, ºС, относительная влажность, %, объемный расход, м^3/ч, уходящего воздуха;
$t_{уд}$, $\varphi_{уд}$, $L_{уд}$ – температура, ºС, относительная влажность, %, объемный расход, м^3/ч, удаляемого воздуха;
$t_п$, $\varphi_п$, $L_п$ – температура, ºС, относительная влажность, %, объемный расход, м^3/ч, приточного воздуха;
$t_н$, $\varphi_н$, $L_н$ – температура, ºС, относительная влажность, %, объемный расход, м^3/ч, наружного воздуха;
$t_{эг1.1}$, $t_{эг1.2}$ – температура этиленгликоля на входе и на выходе в теплообменник, соответственно, внутри замкнутого контура; $t_{хм1.1}$, $t_{хм1.2}$ – температура холодоносителя на входе и на выходе, соответственно, в теплообменник холодильной машины.

Заключение.

Многофункциональные здания включают быстротрансформирующиеся помещения, особенностями которых являются различная категорийность, продолжительность функционирования и вместимость людей. Эти факторы определяют необходимость проектирования систем климатизации с переменным режимом работы.

В результате анализа потоков вредных выделений выявлено, что значительная нагрузка на системы климатизация определяется в результате поступления теплоты от людей.

Определено количество теплоты и требуемый на его ассимиляцию расход приточного воздуха для каждого отдельного типа помещения.

Уточнены температуры уходящего воздуха при действующей системе климатизации с учетом значительной высоты помещения.

С целью повышения энергосбережения системы климатизации предложена принципиальная схема системы рекуперации с промежуточным теплоносителем и дополнительными теплообменниками.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Миллер, Ю. В.** Рекомендации по проектированию систем ОВК спортивных сооружений / Ю. В. Миллер // АВОК. – 2015. – № 6. – С. 39-46.

2. **Мерщиев, А. А**. Особенности проектирования систем обеспечения микроклимата торгово-выставочных комплексов / А. А. Мерщиев, Н. А. Старцева // Инженерные системы и сооружения. – 2012. – № 2. – С. 50-55.

3. **Лобанов, Д. В.** Учет комплекса параметров при оценке состояния микроклимата в помещении / Д. В. Лобанов, В. В. Шичкин // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2017. – № 4(3). – С. 70-75.

4. **Жерлыкина**, **М. Н.** Обеспечение энергосбережения СКВ предприятий общественного питания / М. Н. Жерлыкина, Т. В. Щукина, Е. И. Лобов // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 3(6). – С. 34-42.

5. **Сотникова, О. А.** Адаптивные системы вентиляции торговых центров / О. А. Сотникова, Е. Г. Иваницкая // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2015. – № 3. – С. 44-48.

6. **Жерлыкина, М. Н.** Кондиционирование воздуха и холодоснабжение общественных зданий: учебное пособие / М. Н. Жерлыкина. – Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2011. – 128 с.

7. **Мерщиев, А. А.** Рекуперация тепла в здании / А. А. Мерщиев, И. П. Мерщиева // Инженерные системы и сооружения. – 2013. – № 4. – С. 16-21.

8. **Богуславский, Л. Д.** Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: справочное пособие / Л. Д. Богуславский. – Москва: Стройиздат, 1990. – 624 с.

9. **Свердлов, А. В.** Современные технологии рекуперации тепла в климатическом оборудовании / А. В. Свердлов // АВОК. – 2014. – № 3. – С. 28-30.

10. **Свердлов, А. В.** Температурный расчет системы рекуперации тепла Econet / А. В. Свердлов // АВОК. – 2015. – № 2. – С. 22.

Поступила в редакцию 26 января 2020

JUSTIFICATION OF USE HEAT RECOVERY VENTILATION AIR IN THE AIR CONDITION UNIVERSAL FAST-TRANSFORMING BUILDINGS

V. V. Shichkin, M. N. Zherlykina, S. A. Yaremenko, S. A. Solovyov

Shichkin Vitaly Vladimirovich, graduate student, Voronezh state technical University, phone: +7(980)544-13-89; e-mail: adiadi23@mail.ru

Zherlykina Mariya Nikolaevna, Cand. Tech. Sciences, associate Professor, associate Professor, Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92; e-mail: zherlykina@yandex.ru

Yaremenko Sergey Anatolevich, Cand. Tech. Sciences, associate Professor, dean of faculty engineering systems and structures, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-53-21; e-mail: jaremenko83@mail.ru

Solovyov Sergey Anatolyevich, assistant, Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(960)123-57-61; e-mail: swiftsnake@rambler.ru

Various configurations fast-transforming premises multifunctional public buildings are considered. Their features are revealed, which determine the load on the climate system construction object, including the category, duration of operation and capacity of buildings. The multipurpose concert hall Event-Hall, located in the city Voronezh, was chosen as the object of research. A numerical experiment was performed, which resulted in specifying the minimum consumption of cold in the climatization system, namely, only for the excess of apparent heat in the room. For each type of space represented by the numerical value air flow required for assimilation of the thermal excess in the room, and the values temperature of the outgoing air subject to the building height more than 4 m under the present system of air-conditioning. A solution is proposed to improve the energy saving air conditioning system with the identified characteristics exhaust air, namely, recovery with an intermediate heat carrier and additional

heat exchangers. A schematic diagram is presented and the temperature ranges media circulating in the system circuits are specified.

Keywords: multifunctional building; energy efficiency; recovery; heat surpluses; temperature; air; supply and exhaust ventilation; duration of stay of people; heat exchanger; cold carrier.

REFERENCES

1. **Miller Y. V.** *Recommendations about design of the OVK systems of sports constructions*. AVOK. 2015. No. 6. Pp. 39-46. (in Russian)

2. **Mershchiyev A. A., Startseva N. A.** *Features of design of systems of providing microclimate of trade exhibition complexes*. Engineering systems and construction. 2012. No. 2. Pp. 50-55. (in Russian)

3. **Lobanov D. V., Shichkin V. V.** Onsideration of the complex parameters in the assessment of indoor climate. Housing and municipal infrastructure. 2017. No. 4(3). Pp. 70-75. (in Russian)

4. **Zherlykina M. N., Shchukina T. V., Lobov E. I.** *Ensuring energy saving of air conditioning system of public catering enterprises*. Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 3(6). Pp. 34-42. (in Russian)

5. **Sotnikova O. A.** *Adaptive ventilation systems of shopping centers*. Scientific journal. Engineering systems and structures. 2015. No. 3. Pp. 44-48. (in Russian)

6. **Zherlikina M. N.** *Air conditioning and cooling of public buildings*. Voronezh, Voronezh State Architectural and Construction University. 2011. 124 p. (in Russian)

7. **Mershchiyev A. A., Mershchiyeva I. P.** *Recovery is warm in Building*. Engineering systems and constructions. 2013. No. 4. Pp. 16-21. (in Russian)

8. **Boguslavsky L. D.** *Energy saving in heat supply, ventilation and air conditioning systems. Handbook.* Moscow, Stroyizdat.1990. 624 p. (in Russian)

9. **Sverdlov A. V.** *Modern technologies of heat recovery in climatic equipment.* AVOK. 2014. No. 3. Pp. 28-30. (in Russian)

10. **Sverdlov A. V.** *Temperature calculation of heat recovery system Econet.* AVOK. 2015. No. 2. Pp. 22. (in Russian)

Received 26 January 2020

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Обоснование применения рекуперации теплоты вентиляционного воздуха при климатизации универсальных быстротрансформирующихся зданий / В. В. Шичкин, М. Н. Жерлыкина, С. А. Яременко, С. А. Соловьев // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 1(12). – С. 40-48.

FOR CITATION:

Shichkin V. V., Zherlykina M. N., Yaremenko S. A., Solovyov S. A. *Justification of use heat recovery ventilation air in the air condition universal fast-transforming buildings*. Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 1(12). Pp. 40-48. (in Russian)

УДК 697.317.42

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА И РЕКОНСТРУКЦИИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Б. П. Новосельцев, А. А. Мерщиев, Ю. Н. Манаева, Ю. В. Минакова

Новосельцев Борис Петрович, канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: vgasu.gkh@gmail.com
Мерщиев Александр Александрович, старший преподаватель кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: sasha__1990@mail.ru
Манаева Юлия Николаевна, студент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(952)550-23-71; e-mail: yulya_yul99@mail.ru
Минакова Юлия Владимировна, студент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: sasha__1990@mail.ru

В Воронежской области утверждена региональная программа проведения капитального ремонта недвижимого имущества на период с 2014 по 2044 год. При тального ремонта здания проводится полная или частичная замена системы отопления. При реконструкции здания система отопления предполагает модернизацию существующей системы. В статье поднимается вопрос о необходимости проведения полной замены системы отопления при проведении капитального ремонта. В материалах статьи рассмотрены виды прокладки магистральных трубопроводов систем отопления при реконструкции или капитальном ремонте. Показано, что при капитальном ремонте и реконструкции здания целесообразно использовать системы водяного отопления с прокладкой, подающей и обратной магистралей у пола. При этом обеспечивается экономия теплоты и материалов, а при использовании современных материалов и запорно-регулирующих устройств достигается экономия энергетических ресурсов в процессе дальнейшей эксплуатации здания.

Ключевые слова: реконструкция; капитальный ремонт; отопление; отопительные приборы; подающая магистраль; обратная магистраль.

Реконструкция систем отопления включает в себя не только замену устаревшего оборудования, прокладку инженерных коммуникаций, но и реконструкцию самого здания.

Соответственно, реконструкция систем отопления предусматривает установку оборудования, способного работать автономно, не требующего постоянного присутствия специалистов [1, 2]. Такая система регулирования теплоснабжения позволяет значительно снизить риск аварийных ситуаций в силу «человеческого фактора».

Необходимость капитального ремонта систем отопления определяется сроками эксплуатации трубопроводов и отопительного оборудования, устанавливаемыми заводом-изготовителем. Также учитывают условия эксплуатации и техническое состояние отопительных приборов, трубопроводов и запорно-регулирующей арматуры [3, 4, 5]. Чаще всего при капитальном ремонте возникают отрицательные факторы (меняется температурный режим, появляются протечки, ухудшается состояние теплоизоляции), которые сопровождаются жалобами жильцов.

В таких случаях проверяют состояние системы отопления, снимают показания контрольно-измерительных приборов, составляют дефектную ведомость на планируемый капитальный ремонт со списком работ и необходимых материалов.

Во время проведения капитального ремонта, полной или частичной замене, восста-

© Новосельцев Б. П., Мерщиев А. А., Манаева Ю. Н., Минакова Ю. В., 2020

новлению или модернизации подлежит вся система отопления. Зачастую работы выполняют в теплое время года, после отопительного сезона. Для капитального ремонта заранее составляют список, планируемых работ и через тендер выбирают компанию на проведение работ.

При проведении реконструкции здания иногда осуществляют его перепланировку, в связи с этим происходит полная замена системы отопления. В этом случает требуется новое проектное решение системы с заменой устаревших конструкций и использованием нового оборудования. Проектирование проводят с учетом изменения тепловых нагрузок на отопление помещений с учетом современных нормативных документов [6, 7].

В производственных зданиях конструкция отопительной системы может меняться вследствие изменения технологических процессов, теплового режима помещений.

Изменение условий теплоснабжения здания (изменение температуры, давления теплоносителя) вызывает реконструкцию узла ввода теплоносителя и индивидуального теплового пункта [8]. Дополнительно устанавливают теплообменники, циркуляционные, смесительные и подпиточные насосы, расширительные баки, контрольно-измерительные приборы и запорно-регулирующую арматуру.

Одной из причин реконструкции узла ввода теплоносителя и индивидуального теплового пункта может быть изменение условий эксплуатации системы отопления здания. Например, переход от постоянного теплового режима помещений здания к переменному. В данном случае, изменяют тепловую мощность системы отопления, ее конструкцию, схему системы отопления, устанавливают новое оборудование.

В зданиях старой постройки реконструкция связана с конструктивными изменениями (например, с перекладкой магистральных трубопроводов).

Частичная реконструкция системы отопления может вызвать какой-либо внутренний дефект, который нельзя устранить путем ремонта. Например, при выходе из строя отопительных приборов, замоноличенных в строительные конструкции устанавливаются новые непосредственно в обогреваемых помещениях, присоединяя их к существующей системе отопления.

В общественных зданиях, построенных в 50…60 годы прошлого столетия, по экономическим и техническим причинам подвальные помещения не предусматривались. В указанных зданиях устраивались как правило двухтрубные системы с нижней разводкой, подающей и обратной магистралями, а также двухтрубные с верхней разводкой магистралей. Системы отопления с нижней разводкой, подающей и обратной магистралях прокладывали в непроходных каналах, а при монтаже системы отопления с верхней разводкой магистралей в подпольном канале прокладывали обратную магистраль [9]. Подпольные каналы устраивались по периметру наружных стен. При прокладке трубопроводов системы отопления в непроходимых подпольных каналах необходимо обеспечить доступ к трубопроводам и запорно-регулирующей арматуре, установленной на стояках или ветках. Для этой цели перекрытие подпольных каналов делалось съёмным: при сложных полах перекрытие осуществлялось установкой (укладкой) железобетонной плиты, а при деревянных полах по лагам – предусматривался съёмный деревянный щит, который укладывался по железобетонной плите. Габариты каналов должны были давать возможность осуществлять прокладку изолированных трубопроводов с надлежащим уклоном и установкой запорно-регулирующей арматуры на стойках и ветках.

На рисунке показан пример размещения отопительного прибора с прокладкой подающего и обратного трубопроводов. При расположении в канале подающей и обратной магистрали ширина канала должна быть 550 мм при диаметре трубопроводов 50 мм, а высота – 620 мм при длине канала 50 м. При реконструкции или изменении системы отопления нет необходимости проводить ремонт непроходных каналов, а обратную магистраль при верхней разводке или подающую и обратную магистрали проложить у пола.

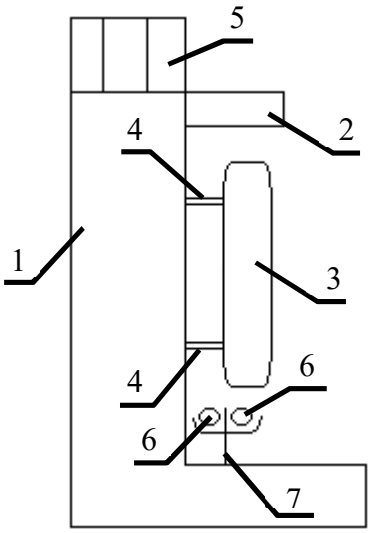


Схема расположения отопительного прибора и магистралей системы отопления:
1 – наружная стена; 2 – подоконная доска; 3 –отопительный прибор; 4 – кронштейн для крепления отопительного прибора; 5 – окно; 6 – подающая и обратная магистраль;
7 – общий кронштейн для магистрали, мм

Для этого следует использовать отопительные приборы с монтажной высотой 250 или 300 мм. Длина отопительного прибора будет шире, что приведет к улучшению санитарно-гигиенических условий в помещении. При этом магистраль (или обе магистрали) следует прокладывать у пола с надлежащим уклоном (не менее 0,003).

Зачастую трубопроводы системы отопления нецелесообразно размещать на полу; расстояние от пола до низа трубопровода по возможности требуется сохранять от 30 до 60 мм для проведения уборки и поддержания естественной конвекции. Целесообразно трубопроводы укладывать на общий кронштейн, который следует прикрепить к полу. Расстояние от стенки трубы до внутренней поверхности наружной стены должно быть не менее 20…30мм, а расстояние «*L*» между трубопроводами должно быть не менее длинны равной наружному диаметру магистрали. При таком расположении магистрали теплоотдача от трубопроводов полностью будет использована на отопление помещений. В этом размещении трубопроводов системы отопления есть ряд достоинств:

- ✓ нет необходимости ремонтировать подпольные каналы;
- ✓ возможность использования теплоты, которая поступает в помещение от трубопроводов системы отопления [10];
- ✓ сокращение сроков монтажа системы отопления.

На каждом стояке следует установить отключающую арматуру, и арматуру для спуска воды из стояка, которые следует декорировать (закрыть) съемным щитом (устройством). Слив воды при опорожнении системы проводить с помощью шланга.

Если при реконструкции здания ширина подоконной доски осталась без изменения, то отопительный прибор следует ставить на удлиненных кронштейнах. А если ширина подоконника измениться, то прибор можно устанавливать на обычных кронштейнах, но условия установки следует четко соблюдать иначе конвективная теплоотдача прибора уменьшится.

Заключение.

Предложено при реконструкции систем отопления зданий, не имеющих технического подполья, применять прокладку подающей и обратной магистралей у пола (в системах отопления с нижней разводкой), а в системах отопления с верхней разводкой – обратную магистраль. В качестве отопительных приборов при этом использовать приборы с монтажной высотой не более 300 мм.

Использование такой системы позволяет экономить поверхность нагревательных приборов за счёт использования теплоотдачи трубопроводов, проложенных в обслуживаемой зоне помещений. Кроме того, обеспечивается экономия трубопроводов. Сокращаются сроки монтажа, за счёт менее трудоемкой прокладки трубопроводов и сокращения количества деталей системы отопления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха:** справочное пособие / Л. Д. Богуславский [и др.]. – М.: Стройиздат, 1990. – 624 с.

2. **Снижение расхода энергии при работе систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха:** справочное пособие / Л. Д. Богуславский [и др.]. – М.: Стройиздат, 1985. – 336 с.

3. **Отопление**: учебник для студентов вузов / А. Н. Сканави [и др.]. – М.: АСВ, 2002. 576 с.

4. **Автоматизированные системы водяного отопления** / Б. П. Новосельцев, Р. А. Кумаков. – Воронеж, 2009. – 106 с.

5. **Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.** Жилые здания со встроенно-пристроенными помещениями общественного назначения и стоянками автомобилей. Коттеджи: справочное пособие / Г. И. Стомахина [и др.]. – М.: Пантори, 2003. – 308 с.

6. **Мерщиев, А. А.** Особенности проектирования систем обеспечения микроклимата кредитно-финансового учреждения / И. П. Мерщиева, А. Е. Проскуряков, О. С. Замерина // Инженерные системы и сооружения. – 2013. – № 2. – С. 52-58.

7. **Системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений**: учебное пособие / М. Н. Жерлыкина, С. А. Яременко. – Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2013. – 160 с.

8. **Мерщиев, А. А.** Особенности проектирования систем обеспечения микроклимата торгово-выставочных комплексов / А. А. Мерщиев, Н. А. Старцева // Инженерные системы и сооружения. – 2012. – № 2. – С. 50-55.

9. **Новосельцев, Б. П.** Выбор системы отопления для встроенных в жилые дома помещений общественного назначения / А. А. Мерщиев, С. А. Соловьев // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2019. – № 2. – С. 50-55.

10. **Мерщиев**, **А. А.** Применение системы стенового отопления для обеспечения параметров микроклимата помещений / А. А. Мерщиев, Е. Н. Мартынов, М. М. Коробова, Е. О. Чеботарева // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2019. – № 4. – С. 67-77.

Поступила в редакцию 27 января 2020

PECULIARITIES OF MAJOR REPAIR AND RECONSTRUCTION OF HEATING SYSTEM

B. P. Novoseltsev, A. A. Mershchiyev, Y. N. Manayeva, Y. V. Minakova

Novoseltsev Boris Petrovich, Cand. Tech. Sciences, associate Professor, Professor, Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92; e-mail: vgasu.gkh@gmail.com

Mershchiyev Alexander Aleksandrovich, senior teacher, Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92; e-mail: sasha__1990@mail.ru

Manaeva Yulia Nikolaevna, student, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone:+7(952)550-23-71; e-mail: yulya_yul99@mail.ru

Minakova Yulia Vladimirovna, student, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473) 271-28-92; e-mail: sasha__1990@mail.ru

A regional program for capital repairs of real estate for the period from 2014 to 2044 has been approved in the Voronezh region. Full or partial replacement of the heating system is carried out during major repairs of the building. During the reconstruction of the building, the heating system involves the modernization of the existing system. The article raises the question of the need to completely replace the heating system during major repairs. The materials of the article discuss the types of laying of main pipelines of heating systems during reconstruction or major repair. It is shown that during major repair and reconstruction of the building it is advisable to use water heating systems with a gasket, supply and return lines at the floor. At the same time heat and materials are saved, and when using modern materials and shut-off and control devices, energy resources are saved during further operation of the building.

Keywords: reconstruction; capital repairs; heating; heating devices giving the highway; the return highway.

REFERENCES

1. **Boguslavsky L. D.** *Energy saving in the systems of heat supply, ventilation and air conditioning.* Moscow, Stroyizdat. 1990. 624 p. (in Russian)

2. **Boguslavsky L. D.** *Decrease in power consumption during the work of heating systems, ventilation and air conditioning.* Moscow, Stroyizdat. 1985. 336 p. (in Russian)

3. **Skanavi A. N.** *Heating. The textbook for students of higher education institutions.* Moscow, DIA. 2002. 576 p. (in Russian)

4. **Novoseltsev B. P., Kumakov R. A.** *The automated systems of water heating.* Voronezh, Voronezh State Architectural and Construction University. 2009. 106 p. (in Russian)

5. **Stomakhina G. I.** *Heating, ventilation and air conditioning. Residential buildings with the built-in attached rooms of public appointment and parking of cars. Cottages.* Moscow, Pan-Tory. 2003. 308 p. (in Russian)

6. **Mershchiyev A. A., Mershchiyeva I. P., Proskuryakov A. E., Zamerina O. S.** *Features of design of systems of providing microclimate of trade exhibition complexes.* Engineering systems and construction. 2013. No. 2. Pp. 52-58. (in Russian)

7. **Zherlykina M. N., Yaremenko S. A.** *Systems of providing microclimate of buildings and constructions.* Voronezh, Voronezh State Architectural and Construction University. 2013. 160 p. (in Russian)

8. **Mershchiyev A. A., Startseva N. A.** *Features of design of systems of providing microclimate of trade exhibition complexes.* Engineering systems and construction. 2012. No. 2. Pp. 50-55. (in Russian)

9. **Novoseltsev B. P., Mershchiyev A. A., Solovyov S. A.** *The choice of heating system for built-in residential building public rooms.* Housing and utilities infrastructure. 2019. No. 2(9). Pp. 50-55. (in Russian)

10. **Mershchiyev A. A., Martynov E. N., Korobova M. M., Chebotaryova E. O.** *Application of the wall heating system to ensure the room microclimate parameters.* Housing and utilities infrastructure. 2019. No. 4(11). Pp. 67-77. (in Russian)

Received 27 January 2020

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Особенности проведения капитального ремонта и реконструкции системы отопления / Б. П. Новосельцев, А. А. Мерщиев, Ю. Н. Манаева, Ю. В. Минакова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 1(12). – С. 49-53.

FOR CITATION:

Novoseltsev B. P., Mershchiyev A. A., Manayeva Y. N., Minakova Y. V. *Peculiarities of major repair and reconstruction of heating system*. Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 1(12). Pp. 49-53. (in Russian)

УДК 697.34:697.444

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Н. А. Драпалюк, М. С. Кононова, О. О. Андрияшкин, С. В. Божко

Драпалюк Наталья Александровна, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: kniga18@mail.ru
Кононова Марина Сергеевна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92;e-mail: kniga18@mail.ru
Андрияшкин Олег Олегович, магистрант кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-52-49; e-mail: aooaoo2013@mail.ru
Божко Светлана Владимировна, магистрант кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-52-49; e-mail: lana_svetova@rambler.ru

Системы централизованного теплоснабжения российских городов обладают значительным потенциалом энергосбережения, связанным с особенностями регулирования температуры теплоносителя. Значение потенциальной экономии теплоты при организации автоматического регулирования в системах централизованного теплоснабжения зависит от климатических условий. Приведены результаты расчета числа часов стояния температур наружного воздуха для десяти городов России по данным погодных архивов за пять лет. Рассчитаны значения потенциальной экономии теплоты для исследуемых городов на основе годовых графиков теплопотребления при различной расчетной температуре теплоносителя. Оценено влияние изменения температур по сезонам и определены средние значения энергосберегающего потенциала. Получены осредненные значения относительной экономии теплоты для климатических подрайонов I*В* и II*В*.

Ключевые слова: экономия энергии на отопление; эффективность автоматического регулирования; годовой график теплопотребления; число часов стояния температур; централизованное теплоснабжение.

Большинство российских городов имеют централизованное теплоснабжение с центральным качественным регулированием температуры теплоносителя. Особенностью такого способа регулирования является то, что температура теплоносителя в течение некоторой части отопительного сезона (в основном в его начале и конце) поддерживается на более высоком уровне, чем это требуется для отопления зданий, так как тепловые сети должны обеспечить также нагрев воды для нужд горячего водоснабжения [1]. Этот период характеризуется диапазоном температур наружного воздуха от $t_{из}$ до +8 °С (где $t_{из}$ – значение температуры наружного воздуха в точке излома температурного графика, которое может быть разным в зависимости от расчетной температуры теплоносителя и климатического района строительства [2]).

Таким образом, системы централизованного теплоснабжения обладают потенциалом энергосбережения, который может быть реализован за счет установки у потребителей приборов автоматического регулирования [3]. Однако принятие решения об установке дорогостоящих регулирующих приборов в конкретном здании должно быть обосновано величиной получаемой экономии. В связи с этим задача оценки получаемой экономии теплоты при организации автоматического регулирования температуры теплоносителя является актуальной, её решению посвящено достаточно много исследований [1…5], при этом энергосберегающий потенциал оценивается в очень широком диапазоне – от 4 % до 70 %.

© Драпалюк Н. А., Кононова М. С., Андрияшкин О. О., Божко С. В., 2020

Одним из методов теоретической оценки потенциальной экономии в системах централизованного теплоснабжения является метод, основанный на построении графика годового теплопотребления [1, 2]. Однако основной трудностью при использовании вышеупомянутого метода является отсутствие актуальных климатических данных по продолжительности стояния температур наружного воздуха за последние годы. Кроме того, климатические данные по годам могут значительно отличаться, соответственно предполагаемая экономия тоже может иметь различные значения [5, 6].

Для уточнения влияния климатических условий на эффективность автоматического регулирования в системах централизованного теплоснабжения была проведена расчетно-аналитическая работа, включающая следующие этапы:

1) формирование актуальных данных по числу часов стояния температур наружного воздуха на основе погодных архивов за 2015…1019 годы;

2) построение графиков годового теплопотребления на основе сформированных данных по числу часов стояния температур;

3) оценка энергосберегающего потенциала на основе графиков годового теплопотребления при различных расчетных температурах теплоносителя $T_п$ (в расчетах приняты значения $T_п$, равные 95 °С, 110°С, 130 °С).

Для исследования были выбраны 10 городов России, расположенных в двух климатических подрайонах. Основные климатические характеристики исследуемых городов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Некоторые климатические характеристики исследуемых городов

Наименование города	Температура холодной пятидневки $t_{х5}$, °С	Средняя температура за отопительный период, $t_{ср}$, °С	Продолжительность отопительного периода z, сут
Климатический подрайон I*В**			
Архангельск	-33	-4,5	250
Екатеринбург	-32	-5,4	221
Новосибирск	-37	-8,1	221
Омск	-37	-8,1	216
Пермь	-35	-5,5	255
Климатический подрайон II*В**			
Брянск	-24	-2,0	199
Воронеж	-24	-2,5	190
Казань	-31	-4,8	208
Москва	-25	-2,2	205
Санкт-Петербург	-24	-1,3	213

Примечание: *В соответствии с СП 131.13330.2012 «Строительная климатология», (табл. Б1)

На первом этапе были исследованы погодные архивы, в результате анализа которых было выяснено, что в них имеются данные по минимальным, максимальным и средним значениям температур наружного воздуха за сутки. Используя эти данные, были посчитаны часы часов стояния температур для исследуемых городов за 2015…2019 гг. (результаты представлены в табл. 2).

Анализ полученных результатов показывает, что для одного и того же города продолжительность отопительного периода (периода со среднесуточной температурой наружного воздуха ниже +8 °С) за исследуемые годы в среднем отличается на 5…10 %. Кроме того, иногда присутствует значительная разница в числе часов стояния температур.

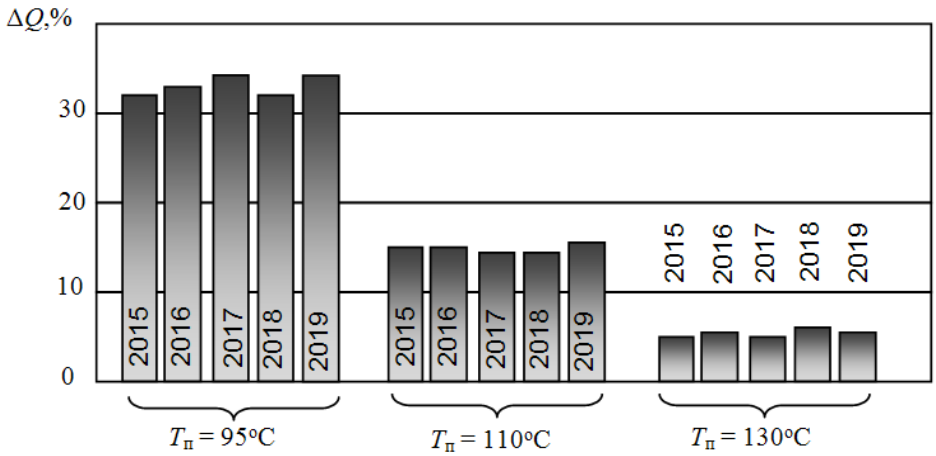
Таблица 2

Число часов стояния температур наружного воздуха

Наименование города	Год	Продолжительность периода в течение отопительного сезона с температурой ниже указанной, n_i, час								
		-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	8
Климатический подрайон I*B**										
Архангельск	2019	-	72	180	408	636	936	1452	2808	5328
	2018	-	72	144	216	432	792	1296	2724	5580
	2017	-	-	96	228	624	1020	1668	3048	5640
	2016	-	12	180	372	564	924	1668	2904	5520
	2015	-	84	252	600	900	1200	1788	2820	5460
Екатеринбург	2019	-	180	336	660	1044	1320	1932	2940	5160
	2018	-	24	180	288	660	1032	1764	2988	5352
	2017	-	168	300	492	840	1176	1860	3072	5388
	2016	-	-	180	516	948	1236	1752	2796	5256
	2015	-	120	456	876	1104	1332	1776	2808	5088
Новосибирск	2019	36	156	408	672	936	1272	1860	2916	5148
	2018	-	60	192	456	732	1020	1596	2760	5064
	2017	60	228	372	600	912	1284	1824	2928	5328
	2016	-	48	216	504	816	1164	1644	2736	5304
	2015	216	432	864	1080	1308	1560	1944	2964	5124
Омск	2019	60	204	480	720	1008	1380	1908	2844	5028
	2018	-	72	204	540	828	1188	1932	2880	5148
	2017	-	216	456	624	972	1320	1980	2928	5340
	2016	-	36	216	588	924	1248	1824	2784	5232
	2015	72	336	588	936	1248	1476	1884	2772	5064
Пермь	2019	12	36	324	600	984	1380	2220	3612	5928
	2018	-	72	240	444	768	1164	2016	3660	5940
	2017	24	96	288	420	684	1020	1656	2904	5304
	2016	-	24	144	324	720	1044	1596	2808	5160
	2015	-	-	216	516	828	1128	1680	2676	4908
Климатический подрайон II*B**										
Брянск	2019	-	-	-	24	132	480	1104	2544	4740
	2018	-	-	-	24	36	216	576	2040	4632
	2017	-	-	12	120	264	612	1152	2376	4680
	2016	-	-	-	48	180	648	1224	2532	4536
	2015	-	-	24	204	552	960	1464	2532	4428
Воронеж	2019	-	-	-	48	216	384	924	2112	4512
	2018	-	-	-	24	84	216	732	2184	4512
	2017	-	-	48	132	204	444	963	2220	4596
	2016	-	-	-	-	108	384	996	2220	4488
	2015	-	-	48	192	444	684	1068	2052	4380
Казань	2019	-	24	96	276	480	888	1488	2496	4800
	2018	-	12	36	168	420	624	1380	2532	4776
	2017	-	36	144	288	468	792	1512	2604	4824
	2016	-	-	-	144	492	912	1404	2412	4729
	2015	-	-	84	384	684	1008	1512	2376	4536
Москва	2019	-	-	36	60	324	696	1500	3096	4224
	2018	-	-	-	12	84	240	852	2772	4536
	2017	-	-	12	60	216	528	1080	2424	4092
	2016	-	-	-	-	264	600	1176	2448	3936
	2015	-	-	36	204	456	684	1212	2304	3720
Санкт-Петербург	2019	-	-	48	168	240	372	924	2160	4824
	2018	-	-	-	-	48	180	588	1824	5040
	2017	-	-	-	36	156	372	768	2136	5016
	2016	-	-	24	104	204	480	1212	2208	4776
	2015	-	-	24	264	384	612	1140	2388	4968

Примечание: *См. примечание к табл. 1

Далее были построены графики годового теплопотребления в соответствии с методикой, приведенной в [7], значения температур наружного воздуха в точке излома температурного графика $t_{из}$ приняты из работы [1]. На основе анализа графиков годового теплопотребления были определены значения потенциальной экономии теплоты, которую можно получить при организации автоматического регулирования. В качестве иллюстрации полученных результатов на рисунке представлены полученные значения для г. Воронежа. Колебания значений потенциальной экономии по годам находятся в пределах от 0,6 до 2,8 %, причем больший диапазон разброса относится к графику регулирования с температурой $T_п$ = 95 °С.



Результаты определения относительной экономии теплоты для г. Воронежа

Аналогичные построения и расчеты были проведены для всех исследуемых десяти городов, результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Значения относительной экономии теплоты для исследуемых городов, рассчитанные по климатическим данным за 2015-2019гг. при различных температурных графиках

Наименование города	Относительная экономия теплоты ΔQ, %, по годам, при расчетной температуре теплоносителя $T_п$														
	$T_п$ = 95°C					$T_п$ = 110°C					$T_п$ = 130°C				
	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
Климатический подрайон I*B**															
Архангельск	44	47,5	46,9	52,3	47,7	25	26,6	26,3	30,2	26,9	11,7	12,2	11,7	13,6	12
Екатеринбург	37,4	40,7	39,4	42	36,8	21,3	23,1	21,7	23	20	9,5	10,4	9,5	10	9
Новосибирск	41,8	54	49,3	53,5	47,9	24,9	32,3	29,2	31,4	28	12,2	16	14	15,2	13,7
Омск	44,4	50,8	48	49,5	45,8	26,8	30	28	28,7	26,9	13,5	15	14	14	13,8
Пермь	46	49	49	40,6	42,9	26,8	28,8	28	21,6	24	12,8	13,5	13	8,8	10,8
Климатический подрайон II*B**															
Брянск	32,7	33,0	34,5	32,4	35,0	16,1	16,0	15,8	15,2	16,8	8,5	7,7	8,3	6,7	7,4
Воронеж	31,8	32	33,5	31,2	34	15,6	15,5	15,3	15,1	16,4	5,3	5,6	5	5,9	5,7
Казань	40,12	44	42	44,7	42,6	22,3	24,3	22,7	24	23,4	9,9	10,7	9,3	10,4	10,3
Москва	32,9	34	37,7	40,6	28,4	11,7	12	13,4	13,6	8,6	4,2	4,2	4,7	4,7	2,88
Санкт-Петербург	35,2	36,1	34,2	32,1	33,1	17,5	16,7	15,5	14,3	15,1	5,8	6	5,9	5,5	5,4

Примечание: *См. примечание к табл. 1

Анализ полученных результатов показывает, что в среднем разброс значений потенциальной экономии теплоты ΔQ составляет: около 8 % – при температуре $T_п$ = 95 °С; около 5,5 % – при температуре $T_п$ = 110 °С; около 3 % – при температуре $T_п$ = 130 °С. Этот разброс может иметь существенное значение при решении практических задач, связанных с модернизацией и оптимизацией систем централизованного теплоснабжения [8, 9].

Приведенные в табл. 3 значения показывают влияние изменения климатических условий на величину потенциальной экономии энергии, однако для практических расчетов удобнее пользоваться средними величинами, значения которых приведены в табл. 4. Анализ полученных средних величин $\Delta Q_{ср}$ показывает, что даже в пределах одного климатического подрайона величина потенциальной экономии теплоты для разных городов может существенно отличаться, но в целом полученные результаты коррелируются с результатами других исследований [2…4].

Таблица 4

Средняя относительная экономия теплоты для исследуемых городов

Наименование города	Значения средней относительной экономии $\Delta Q_{ср}$, % и её среднеквадратическое отклонение σ, при расчетной температуре теплоносителя $T_п$					
	$T_п$ = 95°С		$T_п$ = 110°С		$T_п$ = 130°С	
	$\Delta Q_{ср}$	σ	$\Delta Q_{ср}$	σ	$\Delta Q_{ср}$	σ
Климатический подрайон I*B**						
Архангельск	47,68	2,66	27,0	1,72	12,24	0,7
Екатеринбург	39,26	1,96	21,82	1,15	9,68	0,48
Новосибирск	49,3	4,42	29,16	2,62	14,22	1,3
Омск	47,7	2,34	28,08	1,19	14,1	0,5
Пермь	45,44	3,38	25,84	2,67	11,78	1,75
Климатический подрайон II*B**						
Брянск	33,52	1,03	15,98	0,52	7,72	0,65
Воронеж	32,5	1,07	15,6	0,44	5,5	0,32
Казань	42,7	1,6	23,3	0,76	10,1	0,48
Москва	34,72	4,17	11,86	1,79	4,14	0,67
Санкт-Петербург	34,1	1,43	15,8	1,14	5,7	0,23

Примечание: *См. примечание к табл. 1

Для обеспечения возможности использования полученных результатов для других городов, расположенных в исследуемых климатических подрайонах, в табл. 5 приведены осредненные значения потенциальной экономии.

Таблица 5

Осредненные значения относительной экономии теплоты по климатическим подрайонам*

Климатический подрайон	Значения средней относительной экономии $\Delta Q_{ср}$, % при расчетной температуре теплоносителя $T_п$		
	$T_п$ = 95 °С	$T_п$ = 110 °С	$T_п$ = 130 °С
I*B**	45,9	26,4	12,4
II*B**	35,5	16,5	6,6

Примечание: *См. примечание к табл. 1

Анализируя данные табл. 5, можно отметить, что для климатического подрайона II*B*, характеризующегося более высокими температурами наружного воздуха, значения $\Delta Q_{ср}$ в среднем на 5…8 % меньше, чем для климатического подрайона I*B*.

Заключение.

В результате проведенных расчетов сформированы актуальные данные по числу часов стояния температур для десяти городов, которые могут быть использованы в задачах, связанных с расчетом теплопотребления.

Посчитанные значения потенциальной экономии теплоты показали, что эта величина может существенно отличаться по годам в зависимости от климатических условий. Получены осреднённые значения, которые могут быть использованы не только для городов, участвующих в расчётах, но и для других населенных пунктов с аналогичными климатическими условиями.

Полученные результаты имеют практическое значение и могут быть использованы для вычисления годовой экономии при оценке срока окупаемости приборов автоматического регулирования при модернизации индивидуальных тепловых пунктов систем централизованного теплоснабжения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Кононова, М. С.** К вопросу оценки экономии теплоты при автоматическом регулировании температуры теплоносителя в системах централизованного теплоснабжения / М. С. Кононова // Известия вузов. Строительство. – 2016. – № 7. – С. 46-52.

2. **Шелудько, Л. П.** Анализ возможности сокращения «перетопа» тепловых потребителей при «изломе» температурного графика теплосети / Л. П. Шелудько // Новости теплоснабжения. – 2004. – № 5. – Pp. 35-38.

3. **Панферов, В. И.** Об экономии теплоты при автоматизации систем отопления зданий / В. И. Панферов // Вестник ЮУрГу. Серия «Строительство и архитектура». – 2016. – № 2. – С. 52-57.

4. **Ханнанова, В. Н.** Анализ энергетической эффективности методов регулирования температуры в помещениях / В. Н. Ханнанова // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – № 23. – С. 152-158.

5. **Дементьев, С. А.** Экономический эффект от автоматизации индивидуального теплового пункта жилого дома при разных режимах подачи теплоносителя / С. А. Дементьев, М. Н. Жерлыкина, М. С. Кононова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2017. – № 4(3). – С. 90-97.

6. **Чапаев, Д. В.** Влияние климатических факторов на теплопотребление жилых зданий / Д. В. Чапаев, И. В. Зоря, А. А. Оленников // Известия вузов. Строительство. – 2014. – №2. – С. 89-95.

7. **Кононова, М. С.** Алгоритм расчета энергосберегающего потенциала зданий при автоматическом регулировании систем отопления / М. С. Кононова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2015. – № 2(6). – С. 71-74.

8. **Кононова, М. С.** Определение оптимальных параметров транспортировки теплоносителя в тепловых сетях / М. С. Кононова // Известия вузов. Строительство. – 2005. – № 11-12. – С. 56-61.

9. **Кононова, М. С.** О влиянии температуры теплоносителя на технико-экономические показатели проектируемых тепловых сетей / М. С. Кононова // Известия вузов. Строительство. – 2012. – №10. – С. 67-73.

10. **Шеина, Е. И.** Алгоритмы выбора мероприятий по реконструкции систем централизованного теплоснабжения / Е. И. Шеина, М. С. Кононова, Ю. А. Воробьева // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – Воронеж– 2018. – № 1(15). – С. 131-134.

Поступила в редакцию 28 января 2020

INFLUENCE OF CLIMATIC CONDITIONS ON THE EFFICIENCY OF AUTOMATIC CONTROL IN THE SYSTEMS OF CENTRALIZED HEATING

N. A. Drapalyuk, M. S. Kononova, O. O. Andriyashkin, S. V. Bozhko

Drapalyuk Natalya Aleksandrovna, Cand. tech. Sciences, associate Professor, head of Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92; e-mail: kniga18@mail.ru
Kononova Marina Sergeevna, Cand. tech. Sciences, associate Professor, associate Professor, Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92; e-mail: kniga18@mail.ru
Oleg Andriyashkin Olegovich, master, Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-52-49; e-mail: aooaoo2013@mail.ru
Bozhko Svetlana Vladimirovna, master, Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-52-49, e-mail: jdanowa.olia@yandex.ru

The systems of centralized heating of Russian cities have a considerable potential of energy economy, related to the features of regulating the temperature of the heat transfer medium. The value of potential saving of heat at organization of autocontrol in systems of centralized heating depends on climatic requirements. The outcomes of calculation of number of hours of outside air temperature holding for ten cities of Russia are given, based on data of weather archives for five years. The values of potential saving of heat for the examined cities are calculated on the basis of the annual graphs of heat consuming at different calculated temperature of the heat transfer medium. The influence of a change in temperature during seasons is evaluated and the medial values of the heat saving potential are defined. The average values of relative saving of heat for climatic regions IB and IIB are obtained.

Keywords: energy economy on heating; effectiveness of automatic control; annual graph of heat consuming; number of hours of temperature holding; centralized heating.

REFERENCES

1. **Kononova M. S.** *To the problem of estimation of saving of heat at autocontrol of temperature of the heat transfer in systems of the centralized heat supply*. News of Higher Educational Institutions. Construction. 2016. No. 7. Pp. 46-52. (in Russian)
2. **Shelud'ko L. P.** *The analysis of possibility of decrease of «overheat» of thermal customers at «break» of the temperature graph of a thermal web*. News of heating. 2004. No. 5. Pp. 35-38. (in Russian)
3. **Panferov V. I.** *On heat savings in case of heating auotomation*. Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture. 2016. No. 2. Pp. 52-57. (in Russian)
4. **Khannanova V. N.** *The analysis of power efficiency of methods of an attemperation in dwelling-house.* Bulletin the Kazan Technological University. 2014. No. 23. Pp. 152-158. (in Russian)
5. **Dementyev S. A., Zherlykina M. N., Kononova M. S.** *The economic effect of automation ofindividual heating unit of a residential building at different conditions of heat carrier.* Housing and communal infrastructure. 2017. No 4(2). Pp. 90-97. (in Russian)
6. **Chapaev D. B., Zorya I. V. Olennikov A. A.** *The influence of climatic factors on the thermal input of residential buildings on the examples.* News of Higher Educational Institutions. Construction. 2014. No. 2. Pp. 89-95. (in Russian)
7. **Kononova M. S.** *Algorithm of calculation saving means of potential of buildings at*

autocontrol of heater systems. The scientific bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series Information techniques in building, social and economical systems. 2015. No. 2(6). Pp. 71-74. (in Russian)

8. **Kononova M. S.** *Definition of Optimal Heat Carrier Transportation Parameters in Heat Network*. News of Higher Educational Institutions. Construction. 2005. No. 11-12. Pp. 56-61. (in Russian)

9. **Kononova M. S.** *About temperature effect of the heat transfer medium on technological indexes of designed thermal webs.* News of Higher Educational Institutions. Construction. 2012. No. 10. Pp. 67-73. (in Russian)

10. **Sheina E. I., Kononova M. S., Vorob'eva Y. A.** *The selection algorithms of measures for the reconstruction of central heating systems*. Information techniques in building, social and economical systems. 2019. No. 1(15). Pp. 131-134. (in Russian)

Received 28 January 2020

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Влияние климатических условий на эффективность автоматического регулирования в системах централизованного теплоснабжения / Н. А. Драпалюк, М. С. Кононова, О. О. Андрияшкин, С. В. Божко // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 1(12). – С. 54-61.

FOR CITATION:

Drapalyuk N. A., Kononova M. S., Andriyashkin O. O., Bozhko S. V. *Influence of climatic conditions on the efficiency of automatic control in the systems of centralized heating*. Housing and utilities infra-structure. 2020. No. 1(12). Pp. 54-61. (in Russian)

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. РЕКОНСТРУКЦИЯ, РЕСТАВРАЦИЯ И БЛАГОУСТРОЙСТВО
CITY. RECONSTRUCTION, RESTORATION AND LANDSCAPING

УДК 72.03:711(470.45)

РАЗРАБОТКА ПАРАМЕТРОВ КОМПЛЕКСНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ЗАСТРОЙКИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПАМЯТНИКА УЛИЦА МИРА В ВОЛГОГРАДЕ

Н. Н. Антонова, Ю. А. Голдина, И. Г. Тен

Антонова Наталья Николаевна, доцент кафедры архитектуры зданий и сооружений, Институт архитектуры и строительства, Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Российская Федерация, тел.: +7(905)330-83-92; e-mail: antonovann.nata@mail.ru
Голдина Юлия Андреевна, студент, Институт архитектуры и строительства, Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Российская Федерация, тел.: +7(917)645-57-80; e-mail: lady. goldina@yandex.ru
Тен Ирина Германовна, студент, Институт архитектуры и строительства, Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Российская Федерация, тел.: +7(999)629-81-83; e-mail: tenirisha@mail.ru

Улица Мира – первая улица г. Волгограда, восстановленная после Второй Мировой войны, являющаяся образцом архитектурно-градостроительного ансамбля центральной части города. С учетом важного градостроительного и социального статуса, данная территория требует научного подхода к вопросу сохранения архитектурного облика, индивидуальности и исторической ценности. Результатом исследования является разработка параметров комплексного обследования внешнего облика фасадов и существующей ансамблевой структуры, направленных на сохранение архитектурно-художественного единства исторического участка.

Ключевые слова: историческая застройка; улица Мира; градостроительный ансамбль; сталинский ампир.

В непрерывном развитии города - пространственном и историческом - неизбежно возникает вопрос о сосуществовании старого и нового. Задачи комплексного обследования и реконструкции исторически сложившейся застройки приобретают особое значение в связи с актуализацией вопроса сохранения историко-архитектурного наследия, обладающего особой индивидуальностью и духом места в облике города.

Волгоградская область обладает богатейшим историко-культурным наследием. Только в Волгограде выявлено 2646 памятников архитектуры и культуры, подлежащих обследованию и сохранению [1]. Выявляя и изучая архитектурное наследие г. Волгограда можно выделить несколько основных групп памятников. Это объекты исторически сложившейся планировочной структуры и комплексы историко-градостроительных памятников нашего города, которые по архитектурно-градостроительным признакам подразделяются:

- ✓ отдельные здания (архитектурные памятники гражданского и культового назначения);
- ✓ градостроительные элементы (историко-архитектурные комплексы и ансамбли застройки улиц);
- ✓ архитектурно-планировочные территории (рабочие поселки при промышленных центрах и заводах, историко-культурные поселения) [2, с. 186].

Предметом данного исследования выступает архитектурно-градостроительный памятник центральной части города – ансамбль улицы Мира, привлекающий внимание

© Антонова Н. Н., Голдина Ю. А., Тен И. Г., 2020

в результате внесения множественных эксплуатационных изменений в архитектурно-художественный облик ансамбля. На основании становится актуальным вопрос сохранения индивидуальности образа историко-архитектурного памятника и проведения обследования внешнего облика фасадов и существующей ансамблевой структуры пространства улицы с дальнейшей разработкой концептуальных предложений и рекомендаций по сохранению архитектурно-градостроительной среды.

Были определены следующие направления исследований: изучение историко-архитектурных данных; обследование фасадов с фото фиксацией; выявление стилистических, композиционных, объемно-планировочных параметров; выявление внесенных изменений на фасадах; изучение домов и фасадов представителей; составление рекомендаций по сохранению архитектурно-художественного и исторического единства.

В конце XIX – начале XX века территория улицы Мира состояла из улиц Ломоносовской, Саратовской и расположенной между ними косой сетки небольших улочек (рис. 1, а) (ул. Ломоносова заканчивалась там, где сегодня располагается Главпочтамт, а Саратовская начиналась от современной библиотеки им. Горького) [2]. Застройка этих улиц изначально представляла собой одноэтажные деревянные жилые и торговые дома, однако со временем они были заменены на трёх-четырёх-этажные каменные дома, построенные на деньги купцов.

Улица Мира – первая улица, восстановленная в послевоенном разрушенном Сталинграде. Она проходит по площади Павших борцов и замыкается зданием Планетария (арх. В. Н. Симбирцев, М. А. Хомутов) с севера и Городским детско-юношеским центром (арх. Е. И. Левитан и А. С. Леушканов) с юга [3, с. 119]. Именно улица Мира стала символом возрождения разрушенного города. Ансамбль застройки ул. Мира (1945…1950) выполнен по проекту архитектора В. Н. Симбирцева, является памятником градостроительства регионального значения. Тем же статусом обладают комплекс застройки площади Павших борцов, Аллеи Героев, улиц Ленина и Комсомольской (1945…1955, арх. В. Н. Симбирцев, Е. И. Левитан, С. К. Кобелев, В. П. Статун), которые улица Мира пересекает.

Сегодня это одна из доминирующих и композиционно значимых осей центральной части города (рис. 1, б). Ансамбль улицы компонуется 26 зданиями, и в пограничных пределах составляет 1,5 км. В комплекс зданий представителей этой улицы входят историко-архитектурные памятники, театр, почтамт, планетарий, гостиницы, жилые дома и другие сооружения.

а) б)

Рис. 1. Территория ул. Мира: а – в начале XIX - к. XX вв.; б – современное расположение ул. Мира

Улица была запроектирована с большим чувством ансамбля, с широкими раскрытыми внутриквартальными пространствами, с постановкой разных по трактовке, но взаимосвязанных между собой домов [4, с. 124]. Удачное соотношение ширины улицы и высоты формирующих ее зданий гармонично подчеркивает стилевое решение. Периметральная застройка жилых кварталов по ул. Мира имеет исторические корни, и является характерным градостроительный приемом этого ансамбля [5, с. 561].

На этапе формирования ансамбля улицы Мира в Сталинграде в его структуру включались озелененные курдонеры, рядовые и модульные посадки, цветники и элементы вертикального озеленения. Дворы жилых кварталов по замыслу авторов раскрывались в сторону улицы курдонерами, там высаживались розы и деревья. На майские праздники улица утопала в цветах и зелени, большую часть посадок составляли кусты сирени [6, с. 116]. Этот прием частично сохранен и на сегодняшний день. Это разнообразило её внешний облик и делало уютной и сомасштабной человеку. Исторически заложенные приемы озеленения на сегодняшний день, частично утрачены.

Например, дом по ул. Мира, 20 полностью соответствует традициям сталинского ампира. Строгая геометрия дома и двора с элементами декора на фасаде и внутридвором пространстве, соответствует авторской концепции домов этой улицы. Двор в целом сохранил планировочное и функциональное зонирование, но состояние зеленого фонда и элементов благоустройства требует восстановления и вмешательства со стороны архитекторов в соответствии с градостроительными регламентами и проектом [4, с. 121].

По проекту фасад этого дома обрамлялся пилонами, предназначенными для вертикально растущих сортов растений (рис. 2). Концепция вертикального озеленения была специально разработана для первых послевоенных построек нашего города, а точнее ул. Мира, так как климатической особенностью региона было и есть жаркое лето. Но такое использование вертикального озеленения в домах улицы Мира восстановленного Сталинграда носило еще и символический смысл мира [4, с. 120].

Рис. 2. Внешний вид вертикального озеленения дома по адресу ул. Мира, 20

Сегодня значительное число домов по ул. Мира характеризуется неудовлетворительным состоянием, в нескольких случаях наблюдается аварийное разрушение отдельных архитектурных деталей на фасадах, что приводит к снижению эксплуатационных свойств и снижению эстетических характеристик. Наряду с временными изменениями в архитектуре фасадов, некоторые владельцы помещений зданий и сооружений, руководствуются лишь личными предпочтениями. Под натиском необдуманных идей видоизменяют решения фасадов - модернизируются оконные и дверные проемы, видоизменяются входные группы, добавляется этажность, самовольно остекляются балконы и лоджии, появляются вывески, устанавливаются кондиционеры, спутниковые антенны и пр. Архитектура зданий перестает

гармонировать с окружением, нарушается стилистика, теряются художественные достоинства архитектурного памятника.

На данный момент, назрела необходимость грамотно подойти к вопросам обследования исторических объектов, разработке справочных материалов, нормативно-методической базы системы паспортизации, проектных предложений по восстановлению и поддержанию исторически заложенного архитектурно-художественного образа ансамбля ул. Мира. Актуальность данного исследования подтверждается отсутствием конкретных справочно-нормативных материалов и необходимостью учета местных особенностей в обследовании внешнего облика фасадов.

Для наиболее эффективного решения проблем ранее авторами были определены основные параметры обследования и анализа территории, а также концептуальные направления по реконструкции территории [7, с. 301]. Соответственно, были выявлены такие параметры территории, как объемно-планировочные, стилистические, композиционные, ландшафтные. Наряду с выявленными территориальными параметрами, было предложено оптимизировать транспортно-пешеходные коммуникации, благоустройство и озеленение (таблица).

Параметры комплексной оценки территории

№	Параметры	Расшифровка
1	Объемно-планировочные	Этажность, высотность, размер квартала
2	Стилистические	Характеристика застройки соответственная временному периоду
3	Композиционные	Симметрия, ритм, чередование
4	Ландшафтные	Озеленение

Например, к определяющим критериям *объемно-планировочных* параметров территории ансамбля ул. Мира отнесли: этажность застройки (здания высотой в четыре, пять этажей), соотношение высотности исторической застройки к протяженности и ширине всего ансамбля (исторический планировочный каркас), размер, конфигурация и параметры кварталов (рис. 3).

а) б)

…

Рис. 3. Объемно-планировочные параметры территории ансамбля улицы Мира:
а – исторический планировочный каркас ул. Мира;
б – пример конфигурации квартальной застройки по адресу ул. Мира, 11.

Глядя сейчас на ансамбль можно характерно проследить, как в те годы менялось отношение к этажности застройки города [9, с. 51].

Стилистические параметры обследования раскрылись в визуальной характеристике застройки соответственной временному периоду (50-е годы). Это было подчеркнуто определенным набором архитектурных деталей и цветовых решений фасадов, соответствующих сталинскому ампиру [8, с. 99] – обрамление нижних этажей рустом, наличие пилястр и пилонов, карнизов и поясков, портика и элементов ордерной системы, скульптурных деталей. Симметричные входные группы с арками подчеркивали парадность фасадной композиции Приемы цветовых решений - белые декоративные элементы и желтые фасады домов (рис. 4).

Рис. 4. Стилистические параметры обследования улицы Мира

В основу **композиционных параметров** легли раскрывающие композиционные средства такие, как ритмическое чередование курдонеров в ансамбле улицы, квартальной и градостроительной планировке наметивших движение по главной планировочной оси, чередование элементов пластики фасадов жилых и общественных зданий, проявляющихся в зеркально симметричных и ассиметричных композициях фасадов, вертикальные и горизонтальные членения фасадов поясками, и ордерными элементами, а так же метрическими рядами разнообразных перфораций на фасадах (рис. 5).

Рис. 5. Примеры композиционных параметров в плоскости фасадов, квартальной и градостроительной планировке

Ландшафтные параметры были рассмотрены авторским коллективом в лояльной концепции озеленения для малоэтажных исторических территорий. Здесь предусматривается развитие сценарного подхода [10, с. 344] с сохранением традиций исторического озе-

ленения территории, где предусматривается бережное использование существующих курдонеров с заменой и дополнением видового дендросостава, воссоздание отсутствующих элементов рядовых посадок уличного озеленения общего пользования в целях улучшения экологических и художественно-эстетических показателей среды. Применение фрагментов вертикального озеленения - (дикий виноград) поспособствует затенению и защите конструкций, и в комплексе с цветочным оформлением акцентирует пространство, создав дружелюбную среду. Использование всех перечисленных приемов будет способствовать сохранению своеобразия, выразительности и целостности исторической застройки (рис. 6). Сегодня, к сожалению, озеленение улицы частично уничтожено или находится в упадке, и т.к. улица является памятником градостроительства, то оно должно быть восстановлено в предусмотренном проектом виде.

Рис. 6. Ландшафтные параметры ул. Мира

Основные проблемы, выявленные при обследовании территории:

✓ потерян первоначальный стилистический облик отдельных элементов зданий (пояски, пилястры, рустовка и т.п.), так и благоустройства прилегающей территории (дворовые зоны, общественные);

✓ изменение фасадов зданий (проделывание дополнительных входов, изменение функционального назначения помещения, установка на фасад металлических труб вентиляции, присутствие рекламных баннеров и вывесок, сплит систем не соответствующих стилистике здания на фасадах);

✓ утрата отдельных элементов озеленения (курдонеры, вертикальное озеленение, модульное озеленение, цветники);

✓ появление стихийных парковок, как вдоль улиц, так и во внутри дворовых пространств и т.п. И эти фрагментарные приводит к разрушению городской среды. В связи с этим предложены конкретные предложения по оптимизации данной территории на конкретных примерах дворового пространства по ул. Мира, 20.

Совершенствование транспортно-пешеходной системы ул. Мира предусматривает ограничение стихийных парковок вдоль улицы на внутри дворовых пространствах с возможностью размещения индивидуального транспорта на привокзальной площади и площади Павших борцов, организацию транзитных пешеходных пространств на внутри дворовых территориях.

Благоустройство дворовых пространств по ул. Мира необходимо рассматривать с учетом единой стилистики – мощения, элементов освещения, всевозможных парапетов и ограждений, а также других малых форм, сохраняющих за дух времени и особую камерность пространства.

Ансамбль улицы Мира – является памятником градостроительства регионального значения. Он не только один из самых красивых в архитектурном и планировочном аспектах жилой застройки г. Волгограда, но и символ мира и победы, которую необходимо сохранить для потомков в том виде, в котором он задумывался его создателями.

Теоретические и практические положения исследования изложены в работе «Исследование архитектурного наследия г. Волгограда» [7], представленной на смотре-конкурсе научных, конструкторских и технологических работ студентов ВолГТУ (апрель 2018 г.).

Заключение.

Для проведения комплексной оценки территории улицы Мира авторами предложены четыре варианта параметральной оценки, дающие возможность подойти к разработке рекомендаций по сохранению архитектурно-художественного единства исторического участка в современной среде города. С учетом объемно-планировочных, стилистических, композиционных, ландшафтных и социальных параметров, рассмотрен анализ планировочного каркаса; сформулированы основные приемы композиционного решения фасадов, систематизированы составляющие единой ансамблевой стилистики фасадов.

Для проведения полного мониторинга в этом направлении необходимо более тщательно подойти к вопросу паспортизации фасадов, созданию модели фасадов, формированию банка состояния и обмеров фасадов, создание типологии внешнего вида фасадов и общей рекомендации по оформлению ансамбля улицы Мира.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Иванова, Н. В.** Разработка рекомендаций по сохранению архитектурно-художественного и исторического единства фасадов застройки г. Волгограда (на примере градостроительного памятника улицы Мира) / Н. В. Иванова, Н. Н. Антонова // Известия Ереванского государственного университета архитектуры и строительства. – 2011. – № 24. – С. 61-64.

2. **Иванова, Н. В.** Изучение архитектурного наследия как способ формирования творческого потенциала и конкурентоспособности архитектора-бакалавра / Н. В. Иванова, Н. Н. Антонова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. – 2011. – Вып. 23(42). – С. 186-191. – Библиогр.: С. 191

3. **Аргасцева, С. А.** Свод историко-архитектурного наследия Царицына – Сталинграда - Волгограда (1589-2004г.г.) / С. А. Аргасцева, Л. В. Гуренко. – Волгоград: «Панорама», 2004. – 238 с.

4. **Самойлова, Н. В.** «Памятники архитектуры Волгоградской области: дом № 20, улица Мира, г. Волгоград». / Н. В. Самойлова // Электронный научно-образовательный журнал ВГСПУ «Грани познания». – 2015. – № 8(42). – С. 119-125.

5. **Олейников, П. П.** Архитектурное наследие Сталинграда / П. П. Олейников. – Волгоград: Издатель. –2012. – 560 с.

6. **Иванова, Н. В.** Восстановление Сталинграда после войны. Вклад советских архитекторов в создании общегородского центра / Н. В. Иванова, В. С. Лазарева // Материалы ежегодной научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава и студентов Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. – Волгоград. – 2014. – С. 114-118.

7. **Голдина, Ю. А.** Исследование архитектурного наследия г. Волгограда (на примере ул. Мира) / Ю. А. Голдина, И. Г. Тен // Смотр-конкурс научных, конструкторских и технологических работ студентов Волгоградского государственного технического университета: тез. докл. – Волгоград. – 2018. – С. 300-301.

8. **Иванова, Н. В.** Сталинская архитектура / Н. В. Иванова, Н. Н. Антонова, В. С. Павленко // Ежегодная научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава и студентов Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета: матер. конф., в 2 ч. – Ч. 2. – 2014. – С. 97-100.

9. **Атопов, В. И.** Волгоград / В. И. Атопов, В. Е. Масляев, А. Ф. Липявкин. – М.: Стройиздат, 1985. – 215 с.

10. **Иванова, Н. В.** Художественно-эстетические основы формирования городской среды в процессе подготовки конкурентоспособных специалистов ландшафтного дизайна / Н. В. Иванова, Н. Н. Антонова // Новые идеи нового века – 2014: материалы XIX Международной науч. конф. в 3 т. – Хабаровск: Изд-во ТОГУ. – 2014. – Ч. 2. – С. 343-348.

Поступила в редакцию 29 октября 2019

.

DEVELOPMENT OF THE PARAMETERS OF AN INTEGRATED SURVEY OF THE BUILDING OF THE URBAN PLANNING MONUMENT STREET OF THE WORLD IN VOLGOGRAD

N. N. Antonova, Yu. A. Goldina, I. G. Ten

Antonova Natalya Nikolaevna, Associate Professor, Department of Architecture of Buildings and Structures, Institute of Architecture and Construction, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: +7(905)330-83-92; e-mail: antonovann.nata@mail.ru
Goldina Julia Andreyevna, student, Institute of Architecture and Construction, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: +7(917)645-57-80; e-mail: lady. goldina@yandex.ru
Ten Irina Germanovna, student, Institute of Architecture and Construction, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: +7(999)629-81-83; e-mail: ten-irisha@mail.ru

Mira Street is the first street in Volgograd, restored after the Second World War, which is an example of the ensemble development of the city center and quarter buildings. Given the important urban planning and social status, this territory requires the development of a concept for preserving the architectural appearance, its individuality and historical value. The result of the study is a comprehensive development of building parameters to preserve the ensemble of Peace Street.

Keywords: historical buildings; Mira street; urban planning ensemble; Stalin's empire.

REFERENCES

1. **Ivanova N. V., Antonova N.N.** *Development of recommendations for preserving the architectural, artistic and historical unity of the building facades of Volgograd (on the example of the urban planning monument of Peace Street).* Bulletin of Yerevan State University of Architecture and Construction. 2011. No. 24. Pp. 61-64. (in Russian)

2. **Ivanova N. V. Antonova N. N.** *Study of architectural heritage as a way of creating creative potential and competitiveness of an architect-bachelor*. Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Ser: Construction and architecture. 2011. Issue 23(42). Pp. 186-191. (in Russian)

3. **Argastseva S. A., Gurenko L.V.** *Archive of the historical and arch-heritage of Tsaritsyn-Stalingrad-Volgograd (1589-2004)*. Volgograd, Panorama. 2004. (in Russian)

4. **Samoilova N. V.** *Monuments of architecture of the Volgograd region: house number 20, Mira street, Volgograd.* Electronic scientific and educational journal of VGSPU Faces of knowledge. 2015. No. 8(42). Pp. 119-125. (in Russian)

5. **Oleinikov P. P**. *The architectural heritage of Stalingrad*. Volgograd, Publisher. 2012. 560 p. (in Russian)

6. **Ivanova N. V., Lazareva V. S.** *Restoration of Stalingrad after the war. The contribution of Soviet architects in the creation of the city center.* Volgograd, Annual scientific and technical conference of the faculty and students of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. 2014. Pp. 114-118. (in Russian)

7. **Goldina Yu. A., Ten I. G.** *Study of the architectural heritage of Volgograd (on the example of Mira St.)* Volgograd, Review-competition of scientific, design and technological works of students of Volgograd State Technical University. 2018. Pp. 300-301. (in Russian)

8. **Ivanova N. V. Antonova N. N., Pavlenko V. S.** *Stalin's architecture.* Volgograd, Annual scientific and technical conference of the faculty and students of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. 2014. Pp. 97-100. (in Russian)

9. **Atopov V. I., Maslyaev V. E., Lipyavkin A. F.** *Volgograd.* Moscow, Stroyizdat. 1985. 215 p. (in Russian)

10. **Ivanova N. V. Antonova N. N.** *Art and aesthetic foundations of the formation of the urban environment in the process of preparing competitive landscape design specialists.* New ideas of the new century – 2014, materials of the XIX International scientific. conf. Khabarovsk, TOGU. 2014. Pp. 343-348. (in Russian)

Received 29 October 2019

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Антонова, Н. Н. Разработка параметров комплексного обследования застройки градостроительного памятника улица Мира в Волгограде / Н. Н. Антонова, Ю. А. Голдина, И. Г. Тен // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 1(12). – С. 62-70.

FOR CITATION:

Antonova N. N., Goldina Yu. A., Ten I. G. *Development of the parameters of an integrated survey of the building of the urban planning monument street of the World in Volgograd.* Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 1(12). Pp. 62-70. (in Russian)

ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЕ ХОЗЯЙСТВО И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
ROAD TRANSPORT, AGRICULTURE AND CONSTRUCTION MACHINES

УДК 656.02

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАССАЖИРООБМЕНА НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ ПРОСПЕКТА УНИВЕРСИТЕТСКОГО С УЛИЦЕЙ АРЕНСКОГО В ВОЛГОГРАДЕ

А. А. Смоленцева, М. А. Бугаева, С. Г. Артемова

Смоленцева Анастасия Алексеевна, бакалавр кафедры «Строительства и эксплуатации транспортных сооружений», ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Российская Федерация, тел.: +7(904)758-18-28; e-mail: smolentseva.asya@yandex.ru
Бугаева Мария Александровна, магистрант кафедры «Строительства и эксплуатации транспортных сооружений», ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Российская Федерация, тел.: +7(995)426-16-24; e-mail: mariabugayova@yandex.ru
Артемова Светлана Георгиевна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Строительства и эксплуатации транспортных сооружений», ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Российская Федерация, тел.: +7(902)652-69-39; e-mail: snartemov@mail.ru

В больших городах велика не только доля индивидуального транспорта, но и общественного. Например, в Волгограде доля автобусов в транспортном потоке составляет от 2 % до 4 %, маршрутных такси от 4 % до 9 % от общего числа всех транспортных средств. Поэтому возникает проблема организации безопасной перевозки пассажиров. Статья посвящена комплексному исследованию пассажирообмена на пересечении проспекта Университетского с улицей Аренского в г. Волгограде. Основное внимание обращено на отсутствие транспортной инфраструктуры на месте остановки маршрутного такси. Это приносит неудобства как для пассажиров, так и для водителей. Недостаток обзора и большой поток транспортных средств усугубляют ситуацию. В статье приведены результаты натурных наблюдений. Представлена динамика изменения пассажирообмена по дням недели и выявлены наиболее «загруженные» дни, в которые пассажирообмен наиболее высок. По результатам наблюдения можно сделать вывод, что необходимо провести мероприятия, которые будут направлены на организацию остановочного пункта на данном участке. Это позволит повысить удобство и безопасность передвижения для всех участников дорожного движения.

Ключевые слова: пассажирообмен; остановочный пункт; маршрутные такси; пассажиропоток.

В ходе наблюдений за движением транспортных и пешеходных потоков в границах пересечения проспект Университетского с улицей Аренского было отмечено, что большое количество маршрутных такси осуществляет посадку и высадку пассажиров непосредственно за рассматриваемым пересечением и чаще всего на пешеходном переходе. Данное пересечение не оборудовано остановочным пунктом и специальными техническими средствами организации дорожного движения (рис. 1). Сложившаяся ситуация в разы увеличивает вероятность возникновения ДТП по следующим причинам. Остановка любого транспортного средства на пешеходном переходе приводит снижениюобзора, как для водителей, так и для пешеходов, тем самым увеличивая вероятность наезда. Кроме того, они становятся источниками помех для других автомобилей, не позволяя им своевременно проехать перекресток без совершения дополнительных маневров. Для оценки сложившейся ситуации было проведено исследование пассажирообмена на данном участке. Пассажирообменом остановочного пункта принято называть суммарное количество пассажиров, вошедших

© Смоленцева А. А., Бугаева М. А., Артемова С. Г., 2020

в транспортные средства и вышедших из транспортных средств на остановочном пункте в единицу времени.

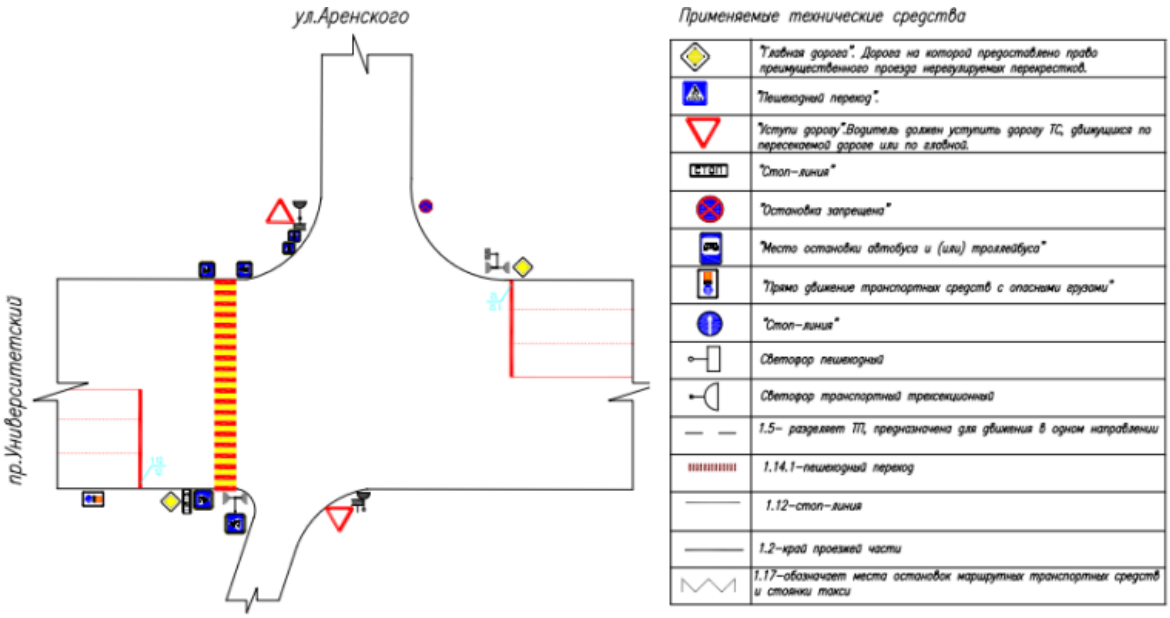


Рис. 1. Существующая схема организации дорожного движения

Существует большое количество методов исследования движения пассажиров, например, анкетный, талонный, билетный методы, но для разового обследования наиболее применим табличный метод.

Данный метод не требует больших финансовых затрат, но при этом обеспечивает высокую точность полученных данных. Табличный метод основан на регистрации учетчиками количества пассажиров, входящих и выходящих из автобуса. Регистрация пассажиров может проводиться учетчиками как внутри салона автобуса, так и на остановочных пунктах маршрута.

По прибытии автобуса или маршрутного транспортного средства на остановку в протоколе фиксируется:

- ✓ регистрационный номер автобуса;
- ✓ количество вышедших и вошедших пассажиров (суммарное по всем дверям).

На рассматриваемом участке улично-дорожной сети наблюдения проводились с понедельника по пятницу в интервале с 15:45 до 16:15 (рис. 2). После чего полученные данные переводились в суммарный часовой пассажирообмен (рис. 3).

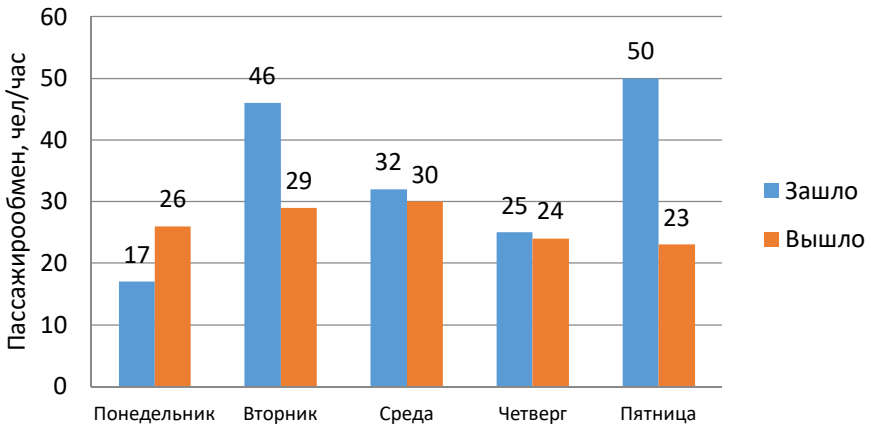


Рис. 2. Динамика изменения пассажирообмена на пересечении пр. Университетского и ул. Аренского в исследуемый промежуток времени с 15:45 до 16:15 по дням недели

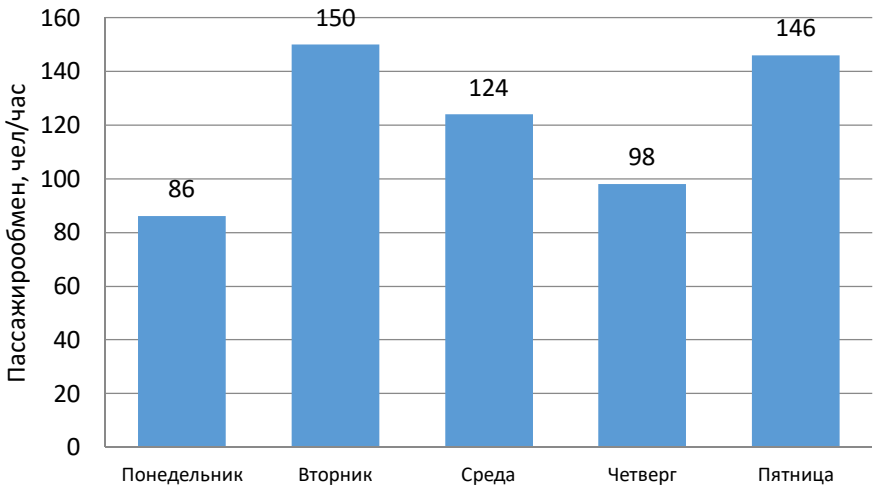


Рис. 3. Динамика изменения часового пассажирообмена на пересечении пр. Университетского и ул. Аренского по дням недели

Исходя из результатов наблюдений, можно сделать вывод, что максимальные значения пассажирообмена достигаются во вторник и пятницу и составляют 150 и 146 чел/час соответственно. Минимальное же значение зафиксировано в понедельник и составляет 86 чел/час, что на 43 % меньше, чем во вторник. Как показало исследование, количество зашедших в маршрутное такси людей, как правило, больше, чем количество вышедших. Например, в пятницу разница между этими показателями равна 27 чел., а в четверг – 1. Исключением является понедельник, т.к. количество пассажиров, которое вышло на 10 человек больше тех, кто зашел.

За время наблюдения в пределах исследуемого участка регулярно фиксировалась остановка 15 видов маршрутных такси: 1с, 3с, 8с, 15с, 31к, 5а, 46а, 56а, 64а, 70а, 90а, а также маршрутных такси с номерами 36, 58, 174 и 260. После анализа полученных данных стало известно, что 50 % всего пассажирообмена приходиться на четыре маршрута: 20 % составляет маршрут 3с, по 11 % приходится на маршруты 15с и 174, и 8 % на маршрут №46а. Остальные 50 % распределяются между оставшимися 11 маршрутами (рис. 4).

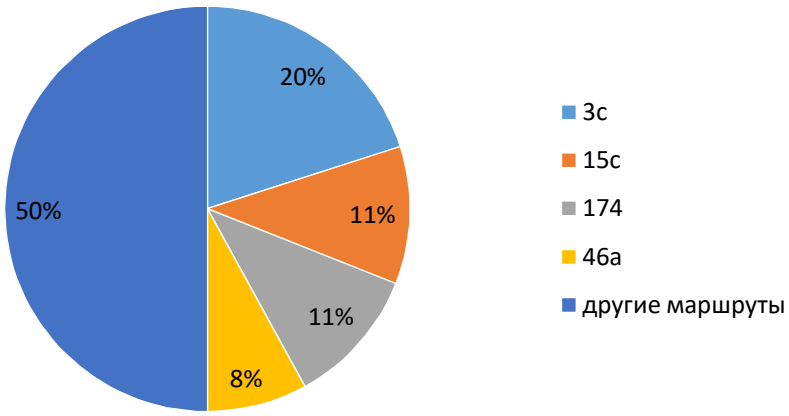


Рис. 4. Распределение пассажирообмена по маршрутам на пересечении пр. Университетского и ул. Аренского

Обобщив вышесказанное можно сделать вывод, что для обеспечения безопасности и удобства всех участников дорожного движения необходимо провести организационно –

технические мероприятия, направленные на организацию остановочного пункта на пересечении улицы Аренского и проспекта Университетского

Предлагаемый остановочный пункт можно классифицировать как, промежуточный остановочный пункт автобуса по требованию, то есть предназначенный для посадки и высадки пассажиров автобусами, микроавтобусами, а также маршрутными такси. Остановка транспортных средств будет осуществляться при наличии людей на остановочном пункте или по требованию пассажиров (рис. 5).

Кроме того, при разработке новой схемы организации дорожного движения было предложено установить светофорные объекты для пешеходов и нанести разметку 1.14.1 «Пешеходный переход» на подходах со стороны ул. Аренского. Целью данного мероприятия является устранение конфликта между транспортными и пешеходными потоками.

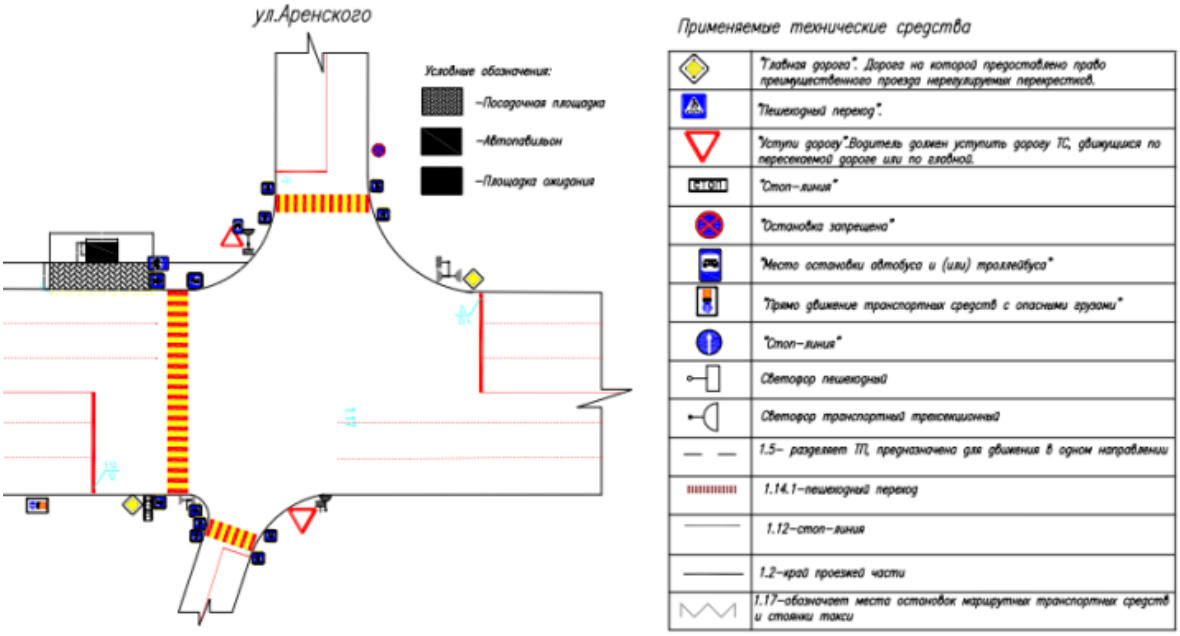


Рис. 5. Предлагаемая схема организации дорожного движения после проведения мероприятий

Заключение.

Проведённые исследования показали, что часовой пассажирообмен в границах пересечения пр. Университетского с ул. Аренского варьируется от 86 до 150 чел./час.

На основе анализа полученных данных выявлена необходимость совершенствования схемы организации дорожного движения.

Для повышения удобства и безопасности передвижения для всех участников дорожного движения предложен комплекс мероприятий, включающий организацию остановочного пункта и пешеходных переходов, установку и нанесение новых технических средств организации дорожного движения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙСПИСОК

1. **Аземша, А. А.** Обеспечение безопасности дорожного движения и перевозок: учеб пособие / С. А. Аземша, В. А. Марковцев, Д. В. Рожанский. – Гомель: БелГУТ, 2011.–259 с.

2. **Аземша, С. А**. Правила дорожного движения с иллюстрациями и комментариями: учеб пособие / С. А. Аземша, Т. В. Грищенко, С. В. Скирковский. – Гомель: БелГУТ, 2010. – 271 с.

3. **Гудков, В. А**. Методика обследования пассажирообмена на городском пассажирском транспорте / В. А. Гудков, Н. В. Дулина, Х. Н. ТхиТхуХыонгНгуен, П. А. Мыльников

// Технология, организация и управление автомобильными перевозками. – 2010. – № 3. – С. 90- 95

4. **Горбачёв, П. Ф.** Модифицированный метод табличного обследования пассажирских корреспонденций в средних городах / П. Ф. Горбачёв, А. В. Россолов, С. Ю. Гончаренко // Автомобильный транспорт (Харьков). – 2014. – № 34. – С. 101-104.

5. **Сорокин, А. А.** К методике анализа результатов обследования пассажиропотоков / А. А. Сорокин // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. – 2011. – № 1. – С. 267-271.

6. **Хенли, Э. Дж.** Надежность технических систем и оценка риска / Э. Дж. Хенли, Х. Кумамото, пер. с англ. В. С. Сыромятникова, Г. С. Деминой. – М.: Машиностроение, 1984. – 528 с.

7. **Денисов, М. В.** Обследование транспортного и пассажирского потоков / М. В. Денисов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2011. – № 3. – С. 509-516.

8. **Врубель, Ю. А.** Опасности в дорожном движении / Ю. А. Врубель, Д. В. Капский. – М.: Новое знание, 2013. – 142 с.

9. **Петрова, Е. В.** Практикум по статистике транспорта: учебное пособие / Е. В. Петрова, О. А. Ганченко, И. М. Алексеева. – М.: Финансы и статика, 2009. – 109 с.

10. **Сафиуллин, Р. Н.** Системы автоматизации контроля движения на автомобильном транспорте: монография / Р. Н. Сациауллин, В. В. Резниченко, А. Ф. Калюжный; под редакцией Р. Н. Сафиуллина. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 22 с.

Поступила в редакцию 29 октября 2019

A STUDY OF PASSENGER TRAFFIC AT THE INTERSECTION OF UNIVERSITY AVENUE WITH THE STREET ARENSKY IN VOLGOGRAD

A. A. Smolentseva, M. A. Bugaeva, S. G. Artemova

Smolentseva Anastasia Alekseevna, bachelor, Department of Building and exploitation of transport buildings, Volgograd state technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: +7(904)758-18-28; e-mail: smolentseva.asya@yandex.ru

Bugaeva Maria Alexandrovna, master's student, Department of Building and exploitation of transport buildings, Volgograd state technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: +7(995)426-16-24; e-mail: mariabugayova@yandex.ru

Artemova Svetlana Georgievna, Cand. tech. sciences, associate Professor, Departament of Building and exploitation of transport buildings, Volgograd state technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: +7(902)652-69-39; e-mail: snartemov@mail.ru

In large cities, not only the proportion of individual transport, but also public. For example, in Volgograd, the share of buses in the traffic flow is from 2 % to 4 %, taxis from 4 % to 9 % of the total number of all vehicles. Therefore, there is a problem of the organization of safe transportation of passengers. This article is devoted to a comprehensive study of passenger exchange at the intersection of Universitetskiy Avenue with Arensky street. The main attention is paid to the lack of transport infrastructure at the place of the taxi stop. This brings inconvenience for both passengers and drivers. Lack of visibility and a large flow of vehicles exacerbate the situation. The article presents the results of field observations. The dynamics of changes in passenger exchange on days of the week is presented and the most «busy» days in which passenger exchange is highest are revealed. According to the results of observation, it can be concluded that it is necessary to carry out activities that will be aimed at organizing a stopping point at this site. It will be more convenient and safe for all road users. This problem is poorly understood and requires further research and measures to address it.

Keywords: passenger traffic; bus stop; taxi; passenger traffic.

REFERENCES

1. **Azemsha A. A., Markovtsev V. A., Rozhansky D. V.** *Ensuring road safety and transportation: textbook.* Gomel, Belgut. 2011. 259 p. (in Russian)

2. **Azemsha S. A., Grishchenko, T. V., Kirkovsky S. V**. *Rules with illustrations and comments.* Gomel, Belgut. 2010. 271 p. (in Belarus)

3. **Gudkov V. A., Dulina N. V.** *Methods of passenger exchange survey on urban passenger transport.* Technology, organization and management of road transport. 2010. No. 3. Pp. 90-95. (in Russian)

4. **Gorbachev P. F., Rossolov A. V., Goncharenko S. Yu.** *Modified method of tabular survey of passenger correspondence in medium-sized cities.* Road transport (Kharkiv). 2014. No. 34. Pp. 101-104. (in Russian)

5. **Sorokin A. A.** *On the methodology of analysis of passenger traffic survey results.* Bulletin of the North Caucasus state technical University. 2011. No. 1. Pp. 267-271. (in Russian)

6. **Henley E. J., Kumamoto H.** *Reliability of technical systems and risk assessment.* Moscow, Mashinostroenie. 1984. 528 p. (in Russian)

7. **Denisov M. V.** *Survey of transport and passenger flows.* Proceedings of Tula state University. Technical science. 2011. No. 3. Pp. 509-516. (in Russian)

8. **Vrubel Y. A., Cape D. V.** *Danger in road traffic*. Moscow, Novoye Znanie. 2013. 142 p. (in Russian)

9. **Petrova E. V., Ganchenko, A. O., Alekseev I. M.** *Workshop on transport statistics.* Moscow, Finance and statics. 2009. 109 p. (in Russian)

10. **Safiullin R. N.** *Systems of automation of traffic control on motor transport*. St. Petersburg, LAN. 2019. 22 p. (in Russian)

Received 29 October 2019

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Смоленцева, А. А. Исследование пассажирообмена на пересечении проспекта Университетского с улицей Аренского в Волгограде / А. А. Смоленцева, М. А. Бугаева, С. Г. Артемова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 1(12). – С. 71-76.

FOR CITATION:

Smolentseva A. A., Bugaeva M. A., Artemova S. G. *A study of passenger traffic at the intersection of University avenue with the street Arensky in Volgograd.* Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 1(12). Pp. 71-76. (in Russian)

УДК 621.396.7:621.878

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА ОСЛАБЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО СИГНАЛА В КАНАЛЕ РАДИОУПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ МАШИНАМИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

А. Д. Кононов, А. А. Кононов, В. И. Гильмутдинов, С. А. Иванов

Кононов Александр Давыдович, канд. физ.-мат наук, доцент кафедры систем управления и информационных технологий в строительстве, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-52-70; e-mail: sovet_femit@mail.ru
Кононов Андрей Александрович, д-р техн. наук, профессор кафедры систем управления и информационных технологий в строительстве, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-52-70; e-mail: kniga126@mail.ru
Гильмутдинов Владимир Исламович, канд. техн. наук, доцент кафедры систем управления и информационных технологий в строительстве, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-52-70; e-mail: gilmutdinov_v_i@mail.ru
Иванов Сергей Александрович, канд. техн. наук, доцент кафедры систем управления и информационных технологий в строительстве, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-52-70; e-mail: 36sa@rambler.ru

Исследована зависимость множителя ослабления информационного управляющего сигнала от расстояния от передатчика до технологической машины дорожно-строительного комплекса, высот передающей и приемной антенн, вида поляризации радиоволн, характеристик и состояния канала радиоуправления. Проводится анализ влияния отражений от статистически шероховатой земной поверхности на передачу дискретных команд и помехоустойчивость систем управления строительными и дорожными машинами. Проведена оценка взаимного влияния поляризационно-ортогональных каналов радиоэлектронных систем, использующих пространственные характеристики электромагнитных волн, с учетом деполяризации сигналов при взаимодействии с подстилающей поверхностью. Проведено сравнение теоретических результатов с данными экспериментальных исследований при реальных режимах работы дорожно-строительной техники. Рассмотрены вопросы технической реализации измерительной сверхвысокочастотной установки. С учетом анализа специфики распространения электромагнитных волн ультракоротковолнового диапазона вблизи земной поверхности даны рекомендации по применению антенных систем приемно-передающих устройств, устанавливаемых на управляемых технологических машинах дорожно-строительного комплекса, которые обеспечивают надежность и устойчивость радиоуправления рабочими процессами.

Ключевые слова: технологические машины; дорожно-строительный комплекс; канал радиоуправления; передача сигналов.

Введение. Интенсификация рабочих процессов мобильных технологических машин (ТМ) различного назначения [1] неразрывно связана с развитием систем дистанционного радиоуправления [2…4]. Для функционирования в автоматическом режиме любой строительной и дорожной техники, работающей на земной поверхности [5], весьма важно знать характер и степень влияния подстилающей поверхности на команды управления в различных условиях распространения электромагнитных волн. Учет этого влияния позволит оптимизировать мощность передатчика, необходимую для обеспечения требуемой надежности системы дистанционного управления и устойчивости ее работы в реальных условиях, при которых обеспечивались бы требования всепогодности, универсальности, высокой точности сопровождения, относительно малой стоимости.

Диапазон ультракоротких волн (УКВ), в котором сосуществуют многие виды служеб-

© Кононов А. Д., Кононов А. А., Гильмутдинов В. И., Иванов С. А., 2020

ной связи, имеет ряд особенностей. По специфике распространения колебания этого диапазона делятся на пространственные и поверхностные. При этом применительно к диапазону частот 165,5…167,5 МГц и дальности радиоуправления объектами менее 150 м (что, как правило, вполне достаточно для управления строительной техникой [6…7] на конкретном участке производства дорожных работ), пространственные волны могут не учитываться и рассматриваются только особенности распространения поверхностных (околоземных) волн.

Характер распространения этих волн по отношению к подстилающей земной поверхности связан с состоянием этой поверхности. Поэтому напряженность поля на входе приемной антенны зависит от высот передающей h_1 и приемной h_2 антенны, рельефа местности, метеоусловий и др.

В точке приема сигнала отраженная волна и прямой луч складываются. При расчете надежности и устойчивости работы приемно-передающей аппаратуры [8] необходимо принимать во внимание тот факт, что при небольших высотах антенн h_1 и h_2 подстилающая поверхность может изменить их эквивалентные параметры.

Расчет энергетических характеристик сигнала в канале радиоуправления.

Напряженность поля $\overline{E}$ при распространении УКВ в реальных условиях в общем случае определяется [9] в виде

$$\overline{E} = E_0 \cdot F_p^{-1} = \left|E_0\right|\left|F_p^{-1}\right|^{i\phi_0 + arcF_p^{-1}}, \qquad (1)$$

где $\overline{E}_0 = \dfrac{\sqrt{30\, p_1 G_1 \eta_1}}{r}$ – эффективное значение напряженности поля в свободном пространстве; $\phi_0 = \dfrac{2\pi}{\lambda} \cdot r$ – фаза волны при распространении ее в свободном пространстве; G_1 – коэффициент усиления антенны по отношению к ненаправленному излучателю; p_1 – мощность, подводимая к излучателю; η_1 – к.п.д. системы передачи энергии от передатчика к передающей антенне; r – расстояние, м; $F_p^{-1} = \dfrac{\overline{E}}{\overline{E}_0} = \left|F_p^{-1}\right| e^{i\, arc\, F_p^{-1}}$ – множитель ослабления, учитывающий влияние поверхности земли на распространение УВК, причем $\left|F_p^{-1}\right|$ – модуль множителя ослабления, а $arc\, F_p^{-1}$ – его фаза.

Значение F_p^{-1} зависит от расстояния между передатчиком и приемником, высот антенн h_1 и h_2 над поверхностью земли, поляризации излучаемых радиоволн [10, 11], рельефа местности и т.д.

Мощность сигнала на входе приемника может быть записана [12, 13] в виде:

$$P_2 = P_1 \frac{G_1 \eta_1 G_2 \eta_2 \lambda^2}{16\pi^2 r^2} \left|F_p^{-1}\right|, \qquad (2)$$

где $\omega_{вх}$ – сопротивление приемника; G_1 и G_2 – коэффициенты усиления передающей и приемной антенн; η_1 и η_2 – к. п. д. систем передачи энергии соответственно для передающей и приемной антенн.

Для расчетов требуемой мощности, обеспечивающей заданную надежность управления объектами, величину P_2 следует измерять в децибелах относительно одного ватта, то есть

$$P_{2[дб.вт]} = P_{1[дб.вт]} + 20\lg\frac{\lambda}{4\pi r} + G_{1[дб]} + \eta_{1[дб.вт]} + G_{2[дб.]} + \eta_{2[дб.]} + F_{p[дб]}^{-1}. \qquad (3)$$

Учет влияния подстилающей поверхности.

Для учета влияния земли рассмотрим схему распространения радиоволн в канале «передатчик – приемник» (рис. 1), откуда видно, что электромагнитная энергия приходит в

точку приема с двух направлений, ℓ_1 и ℓ_2, где ℓ_1 – прямой луч, а ℓ_2 – рассеянный. Амплитуда прямого луча в точке приема определяется выражением:

$$\overline{E}_0 = E_0 \cdot e^{-i\alpha\ell_1}. \tag{4}$$

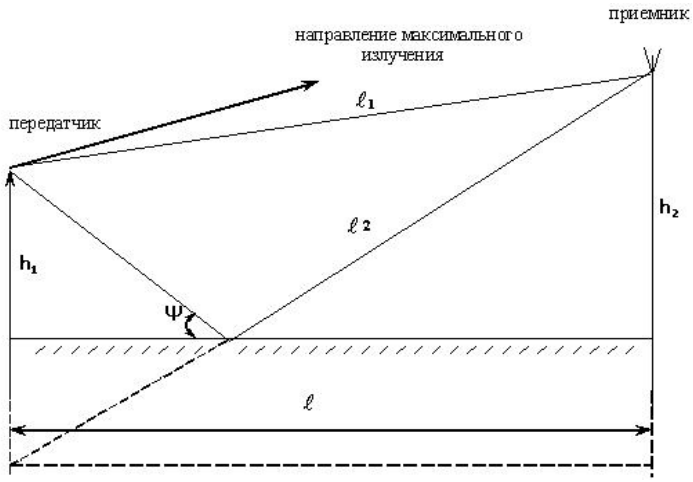


Рис. 1. Схема суперпозиции лучей в канале с переотражением

Рассеянный луч испытывает поглощение части энергии и изменение по фазе, что может быть записано в виде

$$F_{\text{г}} = E_0 \Gamma e^{-i(\alpha\ell_2+\phi)}, \tag{5}$$

где $\overline{\Gamma} = \Gamma e^{-i\phi}$ – комплексный коэффициент отражения.

Напряженность поля в точке приема определяется по формуле

$$\overline{E} = \overline{E}_0 + E_r = E_0 e^{-i\phi\ell_1}\left[1 + \Gamma e^{-i(\alpha\Delta\ell+\phi)}\right], \tag{6}$$

где $\Delta\ell = \ell_2 - \ell_1$.

Множитель ослабления будет определяться выражением

$$F_p^{-1} = \left[1 + \Gamma e^{-i(\alpha\Delta\ell+\phi)}\right]^2 = 1 + \Gamma^2 + 2\Gamma\cos\Delta\alpha, \tag{7}$$

где $\Delta\alpha = \alpha\Delta\ell + \phi$.

Из рис. 1 следует, что

$$\Delta\ell = \sqrt{\ell^2 + (h_1 + h_2)^2} - \sqrt{\ell^2 + (h_2 - h_1)^2}. \tag{8}$$

При известном комплексном коэффициенте отражения Γ и его фазе φ легко определяется множитель ослабления, а, следовательно, и принимаемая мощность.

Величины Γ и φ зависят от электрических параметров земной поверхности $G_з$ и $\varepsilon_з$, частоты волны, поляризации колебаний и от угла облучения ψ.

Для горизонтально ориентированной волны коэффициент отражения может быть определен в виде

$$\Gamma = \frac{\sin\psi - Z}{\sin\psi + Z} = \frac{\sin\psi - \sqrt{\varepsilon - \cos^2\phi}}{\sin\psi + \sqrt{\varepsilon - \cos^2\phi}}, \tag{9}$$

при вертикальной ориентации:

$$\Gamma = \frac{\varepsilon\sin\psi - \sqrt{\varepsilon - \cos^2\psi}}{\varepsilon\sin\psi + \sqrt{\varepsilon - \cos^2\psi}}, \tag{10}$$

в предположении, что $G_3 = 0$ и подстилающая поверхность является идеальным диэлектриком, что соответствует [12] частотам > 100 МГц.

Фаза коэффициента отражения для вертикальной поляризации находится из условия

$$\varepsilon \sin\psi_0 - \sqrt{\varepsilon - \cos^2\psi_0} = 0\,, \tag{11}$$

где ψ_0 – угол Брюстера. При этом $\phi = 0$, если $\psi > \psi_0$ и $\phi = 180°$, если $\psi < \psi_0$.

Описанный механизм радиосвязи имеет место, если разность хода прямого и отраженного лучей больше величины $\lambda/6$. Если $\Delta\ell < \lambda/6$, то рассматривают дифракционную волну [13]. Так как в описываемом случае высоты передающей h_1 и приемной h_2 антенн всегда больше, чем $\lambda/4$, то можно не учитывать дифракционную волну и пренебречь влиянием земли на излучение и прием соответствующих антенн.

Из энергетических соображений следует ориентировать антенны дорожно-транспортных машин таким образом, чтобы максимумы диаграмм направленности совпадали с кратчайшей линией, соединяющей антенны. Однако иногда может оказаться целесообразным, чтобы направления этих максимумов не совпадали. В частности, если диаграмму излучения несколько приподнять, то минимум поля приема можно сделать менее глубоким и, задавшись формой диаграммы направленности, можно определить оптимальную величину *Г*, при которой в минимуме диаграммы уровень поля будет максимальным.

При идеально ровной подстилающей поверхности для горизонтальной поляризации радиоволн можно записать выражение (10) в виде:

$$\Gamma_{\text{гор}} = \frac{\sin\psi - \sqrt{\bar{\varepsilon}_{\text{з}} - \cos^2\psi}}{\sin\psi + \sqrt{\bar{\varepsilon}_{\text{з}} - \cos^2\psi}}\,, \tag{12}$$

а для вертикальной поляризации:

$$\Gamma_{\text{вер}} = \frac{\bar{\varepsilon}_{\text{з}} \sin\psi - \sqrt{\bar{\varepsilon}_{\text{з}} - \cos^2\psi}}{\bar{\varepsilon}_{\text{з}} \sin\psi + \sqrt{\bar{\varepsilon}_{\text{з}} - \cos^2\psi}}\,, \tag{13}$$

где $\bar{\varepsilon}_{\text{з}}$ – комплексная величина диэлектрической постоянной земной поверхности. Учитывая, что

$$\sin\psi = \frac{h_1 + h_2}{\sqrt{(h_1 + h_2)^2 + \ell^2}}\,, \qquad \cos^2\psi = \frac{\ell^2}{(h_1 + h_2)^2 + \ell^2}\,,$$

коэффициенты отражения можно записать в виде следующих выражений:

$$\Gamma_{\text{гор}} = \frac{1 - \sqrt{\bar{\varepsilon}_{\text{з}} + (\bar{\varepsilon}_{\text{з}} - 1)\dfrac{\ell^2}{(h_1 + h_2)^2}}}{1 + \sqrt{\bar{\varepsilon}_{\text{з}} + (\bar{\varepsilon}_{\text{з}} - 1)\dfrac{\ell^2}{(h_1 + h_2)}}}\,, \tag{14}$$

$$\Gamma_{\text{вер}} = \frac{\bar{\varepsilon}_{\text{з}} - \sqrt{\bar{\varepsilon}_{\text{з}} + (\bar{\varepsilon}_{\text{з}} - 1)\dfrac{\ell^2}{(h_1 + h_2)^2}}}{\bar{\varepsilon}_{\text{з}} + \sqrt{\bar{\varepsilon}_{\text{з}} + (\bar{\varepsilon}_{\text{з}} - 1)\dfrac{\ell^2}{(h_1 + h_2)}}}\,. \tag{15}$$

Результаты расчетов множителя ослабления F_p^{-1} для различных видов поляризации сигналов по формулам (9), (10), (11), (13) и дальностей радиоуправления дорожно-строительной машиной [14] находятся в хорошем совпадении с экспериментальными зависимостями для *F*, приведенными на рис. 2 и рис. 3. Отметим, что множитель ослабления при вертикальной поляризации больше на 10…15 дБ по сравнению с горизонтальной ориентацией антенной системы.

С увеличением высот антенн, увеличивается уровень сигналов, но увеличивается и зона интерференции, так как увеличивается число переотражений.

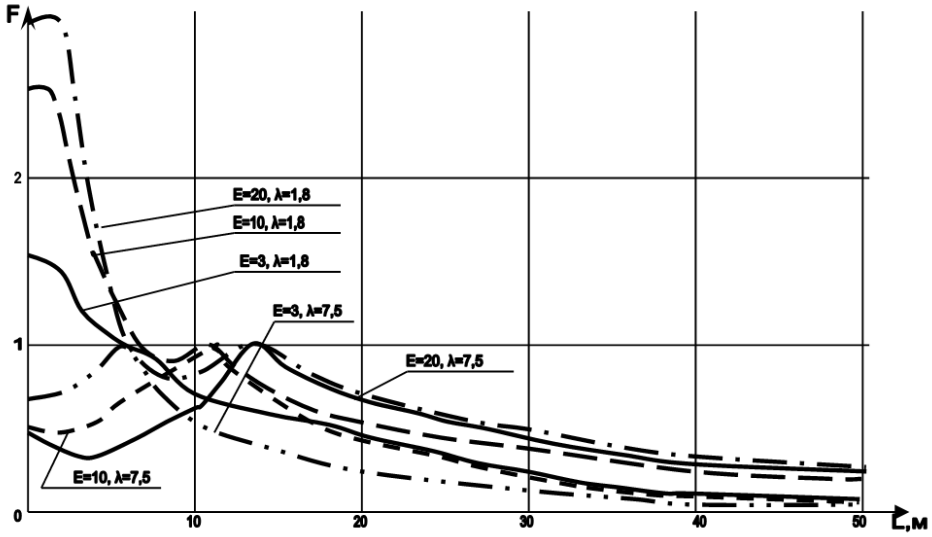


Рис. 2. Коэффициент ослабления при h_1= 0,5 м, h_2=2,5 м и вертикальной поляризации радиоволн

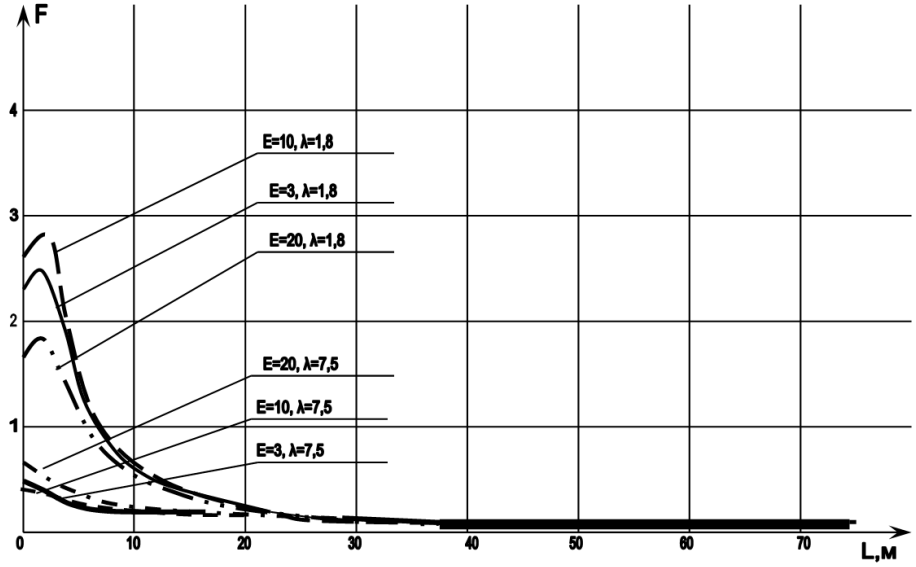


Рис. 3. Коэффициент ослабления при h_1= 0,5 м, h_2=2,5 м и горизонтальной поляризации электромагнитных волн

На практике рабочая поверхность обычно не является идеальным проводником, поэтому часть электромагнитной энергии излучаемого сигнала проникает в глубь земной поверхности и помимо горизонтальной составляющей $E_{\text{Г}}$, направленной вдоль поверхности, появляется нормальная составляющая к земной поверхности $E_{\text{В}}$. На основании формулы М. В. Шулейкина и Б. Ван-дер-Поля множитель ослабления в этом случае определяется в виде:

$$|F| \cong 1/\rho, \tag{16}$$

где $\rho = \dfrac{\pi r\sqrt{(\varepsilon-1)^2+(60\gamma\lambda)^2}}{\lambda(\varepsilon^2+60\gamma\lambda)}$ (для $\rho > 25$); γ – конечная проводимость земли; ε – диэлектрическая проницаемость; r – расстояние между передающим и приемным устройствами.

Как видно из графиков на рис. 2, рис. 3, величина F представляет собой гладкую функцию, спадающую с увеличением расстояния L примерно, как функция $1/x$. Следует отметить, что расчет величины множителя ослабления по формуле (16) можно производить для дальностей радиоуправления не менее 5 м.

С целью анализа возможности использования других частотных диапазонов в задаче радиоуправления подвижными мобильными объектами расчет множителя ослабления производился также для λ = 7,5 м.

Зона интерференции у радиоволн диапазона 40 МГц меньше, и, начиная с дальностей 10…15 метров, кривая множителя ослабления монотонна.

В отношении помехозащищенности приемная аппаратура диапазона 40 МГц будет уступать диапазону, превышающему 150 МГц, так как загрузка первого значительно больше, особенно по второй, третьей и четвертой гармоникам, радиоэлектронными средствами таких служб, как радиовещательная, морская подвижная, стандартных частот, любительская, воздушная подвижная, космической связи, ионосферного зондирования и др. Число помех на входе приемного устройства диапазона 40 МГц также будет значительно больше в период наибольшей солнечной активности за счет дальнего распространения УКВ.

Выбор антенных устройств в радиоканале с переотражением.

Амплитудно-фазовая структура поля при наличии вторичных излучателей, в качестве которых выступают окружающие предметы с различными физическими и геометрическими свойствами, существенно зависит от типа излучающих антенн.

При вертикальном облучателе в точке наблюдения, находящейся в плоскости диполя, электрическая и магнитная компоненты поля определяются в следующем виде [9]:

$$E = 120\pi \frac{Jlk}{2\pi i}(-1 + \frac{i}{kr} + \frac{1}{k^2 r^2})e^{-ikr}, \tag{17}$$

$$H = \frac{Jlk}{2\pi i}(-1 + \frac{i}{kr})e^{-ikr}, \tag{18}$$

где J – ток диполя; l – длина диполя; $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ – волновое число; λ – длина волны; r – расстояние от антенны до точки наблюдения; i – мнимая единица.

Отношение величины $\frac{H}{E}$ будет комплексной функцией расстояния, определяемой выражением

$$\frac{H}{E} = \frac{(i - x)x}{120\pi(1 - x^2 + ix)}, \tag{19}$$

где $x = kr$.

Модуль и аргумент в выражении (19) имеют вид:

$$\left|\frac{H}{E}\right| = \frac{1}{120\pi} \cdot \frac{x\sqrt{x^6 + 1}}{1 - x^2 + x^4}, \tag{20}$$

$$\arg\left|\frac{H}{E}\right| = arctg\frac{1}{x^3}. \tag{21}$$

Сравним электродвижущие силы (ЭДС), развиваемые на элементарном вибраторе и рамке, находящихся в поле диполя. Для этого используем соотношение действующих высот рамочной $h_р$ и штыревой $h_ш$ антенн:

$$\left|\frac{\varepsilon_р}{\varepsilon_ш}\right| = \frac{h_р}{h_ш}\left(\frac{x\sqrt{x^6 + 1}}{1 - x^2 + x^4}\right) = NA, \tag{22}$$

где $A = \frac{x\sqrt{x^6 + 1}}{1 - x^2 + x^4}$; $N = \frac{h_р}{h_ш}$; $\varepsilon_р = 120\pi H h_р$; $\varepsilon_ш = E h_ш$.

На рис. 4 приведены зависимости отношения ЭДС $\left|\frac{\varepsilon_{\text{р}}}{\varepsilon_{\text{ш}}}\right|$ от расстояния r при различных соотношениях действующих высот (λ = 7,5 м). В дальней зоне $A \to 1$, $\left|\frac{\varepsilon_{\text{р}}}{\varepsilon_{\text{ш}}}\right| \to N$.

Аналогичным образом определяется зависимость компонент отраженного поля от вторичного излучателя, который находится в поле плоской падающей на него волны.

Расчет влияния коротких вторичных переизлучателей на структуру поля в точке приема можно провести методом квазистатического приближения в задаче дифракции [15].

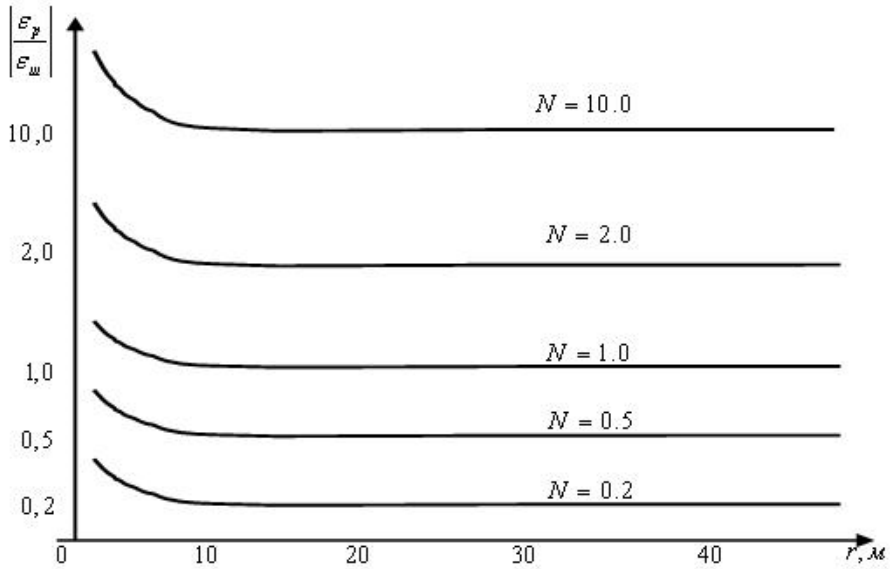


Рис. 4. Зависимость отношения ЭДС в рамке и на элементарном вибраторе от расстояния

Рассматривая заземленный цилиндрический переизлучатель высотой l и радиусом a как пассивный вибратор длиной 2^{l}, переизлученное поле можно записать в виде

$$H(r) = \frac{iklE_0}{240\pi(\ln\frac{2l}{a} - 1)}\left(\frac{\sqrt{l^2 + r^2}}{r} - \frac{r}{l}\ln\frac{l + \sqrt{l^2 + r^2}}{r}\right), \tag{23}$$

где E_0 – амплитуда поля в отсутствие переизлучателей.

Отдельные конструктивные части технологических машин также участвуют в формировании результирующего электромагнитного поля, что будет сказываться, в частности, на внутреннем сопротивлении антенны, ее диаграмме направленности и т.д.

Точный расчет параметров антенн сложен, поэтому на практике используют приближенные методы, основанные на принципе эквивалентных токов, когда считается, что распределение поверхностных токов на телах конечных размеров создает такую же структуру поля, что и распределение токов на соответствующих телах бесконечных размеров. При построении системы необходимо также учитывать возникающую многолучевость.

Рассмотрим ситуацию, когда элементарный вибратор (диполь Герца) располагается горизонтально или вертикально на высоте h_1 над поверхностью земли. Определим поле на расстоянии r при высоте приемника $h_r > h_{\text{Н}}$ ($h_{\text{Н}}$ – характерная высота неровностей). Поставленная задача решается в кирхгофовском приближении, которое определяется условием $h_{\text{Н}} << \frac{l_0^2}{\lambda}\sqrt{\lambda l_0}$, при этом l_0 – характерные размеры рабочей поверхности $(l_0 >> \lambda)$.

Вектор Пойнтинга (поток энергии через некоторую поверхность *S*) имеет вид

$$\overline{\Pi} = \overline{C} \cdot \frac{\phi}{r} + \frac{1}{4\pi} \int_S \left(\frac{\partial \overline{\Pi}}{\partial n} \cdot \phi - \overline{\Pi} \cdot \frac{\partial \phi}{\partial n} \right) dS \,, \tag{24}$$

где $\phi = e^{-jkr}$ – функция Грина; $\overline{C}$ – несущественный для решения данной задачи фактор; *n* – единичный вектор внешней нормали к элементарной площадке *dS*.

Плотность потока энергии $\overline{\Pi}$ в зоне ближней зоне S_0 при горизонтальной поляризации можно записать

$$\overline{\Pi} = \overline{C} \cdot \frac{e^{-ikr}}{\rho} \cdot R_r \,, \tag{25}$$

где ρ – расстояние от точки падения до приемной антенны; $\overline{C}$ – постоянный фактор, не влияющий на решение данной задачи; R_r – коэффициент отражения, определяемый формулой (10).

В дальней зоне S-S_0, в этом случае:

$$\overline{\Pi} = -\overline{C} \frac{e^{-ikr}}{\rho}. \tag{26}$$

В общем случае вектор $\overline{\Pi}$ представляется в виде

$$\begin{aligned} \overline{\Pi} = \overline{C} \frac{e^{-ikr}}{r} - \frac{1}{2} \overline{C} \frac{e^{-ik(\rho_0 + r_0)}}{\rho_0 + r_0} - i \frac{k\overline{C}}{4\pi} \int_{S_0} R_r \frac{e^{-ik(r+\rho)}}{r\rho} \cos(n, \rho_0) dS + \\ + i \frac{k\overline{C}}{4\pi} \int_{S_0} (1 + R_r) \cos(n, r_0) \frac{e^{-ik(r+\rho)}}{r\rho} dS \end{aligned} \,, \tag{27}$$

где $\overline{r_0}$, $\overline{\rho_0}$ – орты, соответствующие направлениям от антенн и точки наблюдения к текущей точке поверхности земли; *n* – единичный вектор внешней нормали к элементарной площадке *dS*.

Аналогично, для вертикально расположенного вибратора необходимо использовать соответствующий коэффициент отражения (10).

В качестве иллюстрации на рис. 5, рис. 6 приведены зависимости напряженности электрического поля от расстояния до излучателя для различных видов поляризации сигнала передатчика (сплошная линия соответствует вертикальной поляризации, штриховая – горизонтальной) при работе на открытой местности и в карьере.

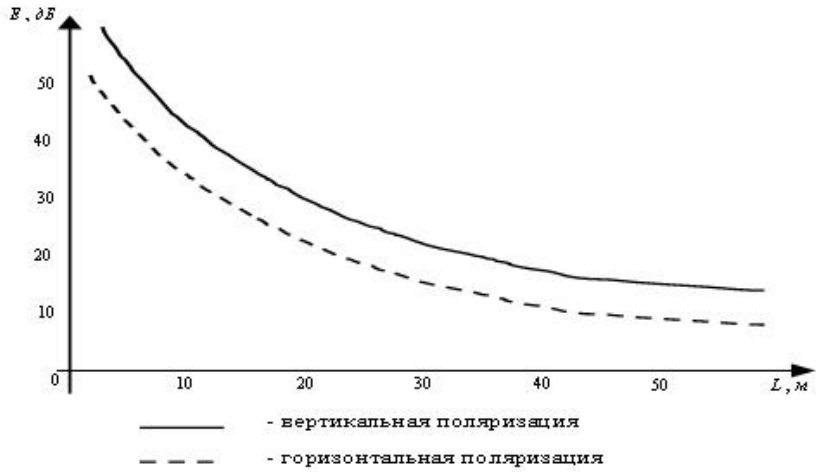


Рис. 5. Изменение напряженности поля на открытой местности

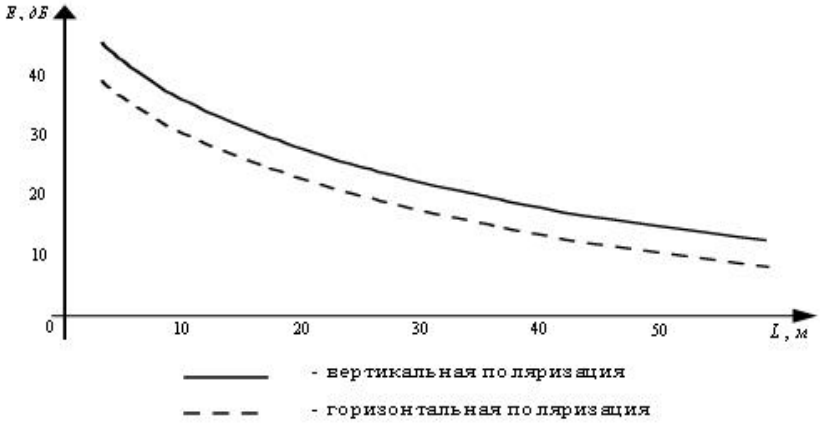


Рис. 6. Изменение напряженности поля в карьере

Заключение.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований показывают, что в идентичных условиях функционирования машин дорожно-строительного комплекса уровень сигнала вертикальной поляризации выше, чем горизонтальной, поэтому в качестве приемной антенны целесообразно использовать четвертьволновый вертикальный штырь, устанавливаемый на крыше дистанционно управляемой технологической машины.

Установлено, что в отношении помехозащищенности приемная аппаратура диапазона 40 МГц будет уступать диапазону, превышающему 150 МГц, так как загруженность первого диапазона различными службами значительно больше, особенно по второй, третьей и четвертой гармоникам. Число помех на входе приемного устройства диапазона 40 МГц также будет значительно больше в период наибольшей солнечной активности, за счет дальнего распространения УКВ.

Полученные результаты могут найти применение при разработке и оптимизации систем дистанционного управления рабочими процессами группы технологических машин дорожно-строительного комплекса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Устинов, Ю. Ф.** Система автоматического управления основным отвалом автогрейдера / Ю. Ф. Устинов, А. Д. Кононов, А. А. Кононов, В. И. Гильмутдинов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2012. – № 10(646). – С. 40-45.

2. **Маршаков, В. К.** Анализ систем траекторного сопровождения мобильных объектов с автоматическим управлением / В. К. Маршаков, А. Д. Кононов, А. А. Кононов // Сборник докладов XXI Международной научно-технической конференции «Радиолокация, навигация, связь». – Воронеж. – 2015. – С. 1296-1304.

3. **Кононов, А. Д.** Обработка информации радионавигационной системы для согласования с исполнительными механизмами мобильного объекта / А. Д. Кононов, А. А. Кононов, А. Ю. Изотов // В сборнике: Информатика: проблемы, методология, технологии. Материалы XV международной научно-методической конференции. – Воронеж. – 2015. – С. 99-102.

4. **Авдеев, Ю. В.** Разработка алгоритма определения координат в задаче дистанционного управления движением машинно-тракторных агрегатов / Ю. В. Авдеев, А. Д. Кононов, А. А. Кононов // В сборнике: Механизация и электрификация сельского хозяйства. Межведомственный тематический сборник. – Минск. – 2012. – С. 24-31.

5. **Тепляков, И. М.** Результаты математического моделирования работы автогрейдера ДЗ-199 при копании грунта основным отвалом / И. М. Тепляков, В. И. Гильмутдинов, А. А. Кононов // Известия высших учебных заведений. Строительство.–1999. – № 8. – С. 94.

6. **Устинов, Ю. Ф.** Проблема построения систем дистанционного управления землеройно-транспортными машинами / Ю. Ф. Устинов, И. М. Тепляков, Ю. В. Авдеев, А. А. Кононов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2006. – № 1(565). – С. 83 – 86.

7. **Кононов, А. Д.** Алгоритм обработки сигналов датчиков системы следящего дистанционного управления землеройно-транспортными машинами / А. Д. Кононов, Ю. В. Авдеев, А. А. Кононов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2009. – № 3-4(603-604). – С. 95-99.

8. **Гильмутдинов, В. И.** Система эффективного интерфейса исходных данных с вычислительным устройством / В. И. Гильмутдинов, А. А. Кононов // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах – 2018. – № 3(13). – С. 6-10.

9. **Винокуров, В. И.** Электромагнитная совместимость судового радиооборудования / В. И. Винокуров. – Л.: Судостроение, 1977. – 251 с.

10. **Гильмутдинов, В. И.** Определение энтропии принимаемого двумерного сигнала с m-распределением огибающих ортогонально-поляризованных компонент / В. И. Гильмутдинов, А. А. Кононов // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах – 2019. – № 3-4(17-18). – С. 36-40.

11. **Гильмутдинов, В. И.** К вопросу использования пространственно-временных характеристик сигнала в системах передачи информации через магнитоактивную среду / В. И. Гильмутдинов, А. А. Кононов // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах – 2019. – № 1(15). – С. 7-11.

12. **Черный, Ф. Б.** Распространение радиоволн / Ф. Б. Черный. – М.: Советское радио, 1972. – 392 с.

13. **Лаврентьев, Н. В.** Спектр случайной частоты флуктуации сигнала в подвижной ЧМ радиосвязи / Н. В. Лаврентьев // Электросвязь. – 1975. – № 8. – С. 80-83.

14. **Авдеев, Ю. В.** К вопросу исследования радиоволнового канала системы дистанционного управления землеройно-транспортными машинами / Ю. В. Авдеев, А. Д. Кононов, А. А. Кононов, В. Н. Аникин // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2010. – № 10(622). – С. 86-92.

15. **Грудинская, Г. П**. Распространение радиоволн / Г. П. Грудинская. – М.: Высшая школа, 1967. – 244 с.

Поступила в редакцию 23 декабря 2019

RESEARCH OF CHARACTER OF REDUCING AN INFORMATION SIGNAL IN THE CHANNEL OF REMOTE CONTROLLING TECHNOLOGICAL MACHINES OF THE ROAD-BUILDING COMPLEX

A. D. Kononov, A. A. Kononov, V. I. Gilmutdinov, S. A. Ivanov

Kononov Aleksandr Davidovich, Cand. Pgis.-math. Sciences, associate Professor, Department of management systems and information techniques in building, Voronezh state technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-52-70; e-mail: sovet_femit@mail.ru

Kononov Andrey Aleksandrovich, PhD, Professor, Department of management systems and information techniques in building, Voronezh state technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-52-70; e-mail: kniga126@mail.ru

Gilmutdinov Vladimir Islamovich, Cand. tech. Sciences, associate Professor, Department of management systems and information techniques in building, Voronezh state technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-52-70; e-mail: gilmutdinov_v_i@mail.ru

Ivanov Sergey Aleksandrovich, Cand. tech. Sciences, associate Professor, Department, of management systems and information techniques in building, Voronezh state technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-52-70; e-mail: 36sa@rambler.ru

The dependence of the factor of reducing of an information controlling signal on distance from the transmitter up to the technological machine of the road-building complex, on the heights of transmitting and receiving antennas, on the polarization state of radio waves, on performances and state of the radio control channel is explored. The analysis of influence of reflectings from a statistically rough surface on transmission of discrete commands and noise immunity of building and road machines control systems is carried out. The estimation of mutual influence of polarizable-orthogonal channels of radio electronic systems operating spatial performances of electromagnetic waves is held in view of the depolarization of signals at interaction with the underlying surface. Theoretical results are compared with data of experimental researches at actual mode of operations of road-building machinery. The problems of technical realization of measuring superhigh-frequency installation are surveyed. In view of the analysis of specificity of distribution of electromagnetic waves of a ultra short-wave range near to the ground surface, the recommendations on application of antenna systems of receiving-transmitting devices installed on the controlled technological machines of the road-building complex, which ensure reliability and stability of radio controlling working processes, are given.

Keywords: Technological machines; road-building complex; radio control channel; signal transmitting.

REFERENCES

1. **Ustinov Yu. V., Kononov A. D., Kononov A. A., Gilmutdinov V. I.** *A system of automatic control of the main blade of an autograder.* News of Higher Educational Institutions. Construction. 2012. No. 10(646). Pp. 40-45. (in Russian)

2. **Marshakov V. K., Kononov A. D., Kononov A. A.** *The analysis of systems of trajectory support of computer-controlled mobile objects.* The collection of the reports of XXI International technological conference Radiolocation, navigation, communication. Voronezh. 2015. Vol. 3. Pp. 1296-1304. (in Russian)

3. **Kononov A. D., Kononov A. A., Izotov A. Yu.** *Information handling of a radio navigational system for the coordination with the operating mechanisms of a mobile object.* In the collection: Computer science: problems, methodology, technique. Materials XV of international scientific - methodical conference. Voronezh. 2015. Pp. 99-102. (in Russian)

4. **Avdeev Yv.V., Kononov A. D., Kononov A. A.** *Development of an algorithm of determining coordinates in the problem of remotely controlling the motion of machine-tractor aggregates*. In the collection: mechanization and electrification of an agriculture. The interdepartmental subject collection. Minsk. 2012. Pp. 24-31. (in Russian)

5. **Teplyakov I. M., Gilmutdinov V. I., Kononov A. A.** *Outcomes of mathematical simulation of operation of an autograder DZ-199 at digging the ground with the main blade*. News of Higher Educational Institutions. Construction. 1999. No. 8. Pp. 94. (in Russian)

6. **Ustinov Yu. V., Teplyakov I. M., Avdeev Yv. V., Kononov A. A.** *The problem of building systems of remote control of autograders, scrapers and bulldozers*. News of Higher Educational Institutions. Construction. 2006. No. 1(565). Pp. 83-86. (in Russian)

7. **Kononov A. D., Avdeev Yv. V., Kononov A. A.** *Algorithm of processing signals of sensors of the tracking remote control systems of autograders, scrapers and bulldozers*. News of Higher Educational Institutions. Construction. 2009. No. 3-4 (603-604). Pp. 95-99.

8. **Gilmutdinov V. I., Kononov A. A.** *System of the effective interfacing of input data with a computing device.* Information techniques in building, social and economical systems. 2018. No. (13). Pp. 6-10. (in Russian)

9. **Vinokurov V. I.** *Electromagnetic compatibility of ship radioequipment*. Leningrad, Sudostroenie. 1977. 251 p. (in Russian)

10. **Gilmutdinov V. I., Kononov A. A.** *Determining of entropy of an accepted two-dimensional signal with m-distribution of envelopes of orthogonally - polarized components*. Information techniques in building, social and economical systems. 2019. No. 3-4 (17-18). Pp. 36-40. (in Russian)

11. **Gilmutdinov V. I., Kononov A. A.** *To the problem of using time-space performances of a signal in the systems of the information transmitting through a magnetoactive medium.* Information techniques in building, social and economical systems. 2019. No. 1(15). Pp. 7-11. (in Russian)

12. **Chernyy F. B.** *Radiowaves distribution*. Moscow, Sovetskoe radio. 1972. 392 p. (in Russian)

13. **Lavrent'yev N. V.** *Spectrum of random frequency of a fluctuation of the signal in relative frame FM of a radiocommunication.* Telecommunication. 1975. No. 8. Pp. 80-83. (in Russian)

14. **Avdeev Yv. V., Kononov A. D., Kononov A. A.** *To the problem of researching the radiowave channel of remote control of autograders, scrapers and bulldozers*. News of Higher Educational Institutions. Construction. 2010. No. 10(622). Pp. 86-92. (in Russian)

15. **Grudinskaya G. P.** *Radiowaves disrtibution*. Moscow, Higher school. 1967. 244 p. (in Russian)

Received 23 December 2019

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Исследование характера ослабления информационного сигнала в канале радиоуправления технологическими машинами дорожно-строительного комплекса / А. Д. Кононов, А. А. Кононов, В. И. Гильмутдинов, С. А. Иванов // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 1(12). – С. 77-88.

FOR CITATION:

Kononov A. D., Kononov A. A., Gilmutdinov V. I., Ivanov S. A. *Research of character of reducing an information signal in the channel of remote controlling technological machines of the road-building complex*. Housing and utilities infrastruc ture. 2020. No. 1(12). Pp. 77-88. (in Russian)

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
ECONOMICS AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION

УДК 338.26

СОВРЕМЕННЫЕ ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ, РЕГУЛИРУЕМЫЕ ГОСУДАРСТВОМ

Е. А. Кабанова

Кабанова Екатерина Александровна, магистр кафедры экономики и управления в строительстве, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (МГСУ), Москва, Российская Федерация, тел.: 8(495)287-49-19; e-mail: 22969@mail.ru

Целью исследования стало изучение главных аспектов отрасли строительства, которые регулируются государством. Проанализированы основные направления бюджетной, налоговой и таможенно-тарифной политики в разрезе национального проекта «Комфортная среда». Продемонстрировано, как эти направления воздействуют на развитие отрасли строительства. Исследована налоговая политика, напрямую имеющая отношение к отрасли строительства. Охарактеризован принцип фискальной нейтральности и предсказуемости и проанализированы первоочередные меры налоговой политики. Предложены пути реализации мер налоговой политики.

Ключевые слова: налоговая политика; национальный проект; программа; комфортная среда; налоговое администрирование.

Одним из инструментов, который может гарантировать стабильное развитие экономики, является результативная политика государства, направленная на пополнение бюджета за счет налогов, предоставление возможностей для развития предпринимательства и развитие человеческого капитала.

На данный момент остро стоит проблема отсутствия определенности в том, как должны быть достигнуты цели этой политики, так как воздействие факторов извне и изнутри, правовой обстановки для деятельности, экономического поведения плательщиков налогов очень велико. Это создает условия, в которых нужно применять специальные подходы и методики в управлении экономикой, а конкретно ее налоговой сферой [1, 2].

Результатом сложившейся обстановки стал возникший вопрос о более развитом обложении налогами, учитывающем социальную справедливость. Ученые и профильные специалисты ищут основания в области экономики и права, которые позволяют ввести прогрессивное обложение налогами в стране, основываясь на историческом и зарубежном опыте.

Основная масса исследований по данному вопросу начинается с идеи о справедливом распределении ресурсов и налогового бремени между разными группами населения, компаний, учреждений, а также с соображений развития макроэкономики, к которым относятся: обеспечение роста благосостояния, а значит и покупательской способности россиян, рост результативности экономической политики, создание благоприятных условий для реинвестирования в производственные отрасли и тому подобное [3, 4, 5].

Использование определенных методов для формирования прибыли от налогов отдельных составляющих общего бюджета Российской Федерации (к примеру, контроль рисков при ведении политики налогов) было отражено в контрольной работе Фискальной налоговой службы РФ и мероприятиях по проверке качества данной работы со стороны Министерства финансов РФ. Однако необходимо разработать инструменты, с помощью которых можно эффективно адаптировать политику по оцениванию степени рисков в налоговой

© Кабанова Е. А., 2020

сфере субъектов РФ [6, 7, 8].

В этой связи Министерством финансов были утверждены направления, в которых будет развиваться бюджетная, налоговая и таможенно-тарифная политика в 2019 году, а также в плановом периоде 2020 и 2021 гг. [Основные направления бюджетной, налоговой и таможенно-тарифной политики на 2019 год и на плановый период 2020 и 2021 годов / утв. Минфином России // информационно-правовая система Консультант Плюс – Режим доступа: http://www.consultant.ru].

Составлен список первоочередных задач, в который вошли: вывод бизнеса из тени, уменьшение нагрузки со стороны администрирования, создание благоприятных условий для инвестиций, льготы по налоговой нагрузке для ответственных плательщиков налогов, пресечение любых нелегальных схем использования налоговых льгот и специальных режимов.

По мнению авторов, вышеуказанный документ может быть интересным для компаний, работающих в сфере строительства, так как оно являются приоритетной отраслью экономики.

Главными инструментами, которые разработаны для расширения возможностей экономики РФ, стали проекты национального значения, которые объединили в три блока: «Человеческий капитал», «Экономика развития» и «Комфортная среда» [Основные направления бюджетной, налоговой и таможенно-тарифной политики на 2019 год и на плановый период 2020 и 2021 годов / утв. Минфином России // информационно-правовая система Консультант Плюс – Режим доступа: http://www.consultant.ru].

Последний состоит из разных программ, таких как «Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры», «Жилье и городская среда», «Экология», «Безопасные и качественные автомобильные дороги». Сами названия данных программ говорят о роли строительства в их реализации, ведь именно компаниями этой сферы будут проводиться работы по строительству жилья, ремонту и прокладыванию дорог, модернизации инфраструктуры.

Программа национального значения «Жилье и городская среда» направлена на решение основных проблем, которые существуют на данный момент:

1) низкий спрос населения в сфере рынка жилья, одна из причин которого рост риска в данном сегменте, финансовая нестабильность строительных компаний;

2) городская среда на сегодняшний день характеризуется средним и низким значением показателя качества;

3) значительные объемы жилья, не пригодного для целевой эксплуатации.

Основные направления составили планы, которые предусматривают следующие меры для решения этих вопросов:

а) жилье должно быть доступным для семей, которые имеют средний достаток;

б) объем строительства жилья должен возрасти не меньше, чем до показателя 120 млн квадратных метров в год;

в) рост комфорта в условиях городской среды, сокращение количества городов с низким показателем уровня комфорта в 2 раза;

г) уменьшение количества жилья, которое непригодно для целевой эксплуатации.

Для достижения этих целей будут использоваться такие меры:

- ✓ модернизация методов инвестирования в строительство жилья;
- ✓ вывод отрасли строительства на более современный уровень и рост качественных показателей индустриального строительства жилья;
- ✓ большая степень доступности ипотечного кредитования для покупки жилья для разных слоев населения России;
- ✓ разработка механизмов для создания комфорта в городской среде, усовершенствование городов и других населенных пунктов с использованием комплексных мер;
- ✓ разработка стратегии по переселению граждан из жилья, которое непригодно для

целевой эксплуатации.

Основное направление программы «Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры» — это развитие транспортных магистральных потоков «Север – Юг» и «Запад – Восток» с помощью улучшения инфраструктуры и усовершенствования железнодорожного, авиационного, автодорожного, морского и речного транспорта.

В связи с этим было предложено:

✓ создание и усовершенствование тех отрезков дорог, которые проходят по территории России и относятся к международному магистральному пути из Европы в Западный Китай;

✓ повышение мощности портов, расположенных на морях, усовершенствование на Северном морском пути;

✓ усовершенствование транспортного сообщения между субъектами Российской Федерации и их центрами, а также городами экономического развития;

✓ возвращение функциональности инфраструктуре аэропортов в регионах;

✓ создание условий для формирования скоростной и высокоскоростной железнодорожной коммуникации между крупными городами.

Программа национального значения «Безопасные и качественные автодороги» создана на основе проблем, существующих в дорожной сети, а именно на том, что ее состояние не дает возможности создания инфраструктуры, обеспечивающей связь между удаленными территориями. Этот фактор значительно замедляет экономический рост [Основные направления бюджетной, налоговой и таможенно-тарифной политики на 2019 год и на плановый период 2020 и 2021 годов / утв. Минфином России // информационно-правовая система Консультант Плюс – Режим доступа: http://www.consultant.ru].

Программа имеет цели:

✓ возрастание количества автодорог в регионах, которые соответствовали бы нормам и требованиям;

✓ снижение нагрузки с федеральных и региональных магистралей, которые сегодня перегружены;

✓ уменьшение в два раза количества мест, где наблюдается повышенное число ДТП, снижение количества смертельных случаев в результате ДТП.

Проект предусматривает постепенное увеличение отчислений, которые получены в виде акцизов на ГСМ до 100% в бюджеты субъектов РФ.

В этой связи буду реализованы следующие меры:

1) качество дорожных работ должно соответствовать показателям технических норм по качеству дорожного покрытия;

2) проведение мероприятий по гарантированию безопасного передвижения пешеходов;

3) введение системы для контроля формирования и расходования дорожного фонда на всех уровнях, информация из которой будет общедоступной;

4) введение автоматов и робототехники для слежения за безопасностью дорожного движения и за тем, как соблюдаются правила;

5) ответственность для водителей, которые нарушают правила дорожного движения, должна быть усилена.

Создание проекта «Экология» продиктована такими факторами:

1) большое количество болезней и смертей в крупных центрах промышленности, которое напрямую связано с высоким показателем загрязнения воздуха и низкого качества питьевой воды;

2) возрастание недовольства общественности, которое вызывают несанкционированные свалки в пределах населенных пунктов.

Это приводит, с одной стороны, к сокращению возможности развития человеческого

потенциала, а с другой, требует рационального природопользования.

Разработана программа с целью эффективности переработки отходов производственных и потребительских процессов, существенного уменьшения показателя загрязненности воздуха в крупных центрах сосредоточия промышленных предприятий, увеличения качественного показателя воды, предназначенной для питья, восстановления экологического баланса в водных объектах, сохранения разнообразия биологических видов.

Для реализации этих целей предложены такие меры:

1) создание общей структуры для переработки твердых коммунальных отходов;

2) вторичная переработка отходов производственных процессов и потребления, запрещенных к захоронению;

3) формирование и результативная работа организаций по общественному контролю, которые будут выявлять и ликвидировать нелегальные свалки во всех субъектах РФ;

4) формирование соответствующей современным требованиям инфраструктуры, которая будет гарантировать безопасность обращения с отходами первого и второго классов опасности, устранение объектов концентрации экологической опасности;

5) внедрение комплексов мер для снижения загрязнения воздуха в больших центрах сосредоточия промышленных предприятий;

6) пользование теми объектами, которые существенно и негативно влияют на состояние окружающей среды, системами регуляции экологического воздействия, которые используют лучшие доступные технологии;

7) рост качественного показателя воды, которая предназначена для питья, путем совершенствования системы водоснабжения при применении передовых методов подготовки воды;

8) восстановление экологии водных объектов;

9) меры, которые помогут сохранить уникальные водоемы;

10) меры, которые должны сохранить разнообразие биологических видов.

Из перечисленного выше можно сделать вывод, что именно строительство будет приоритетной сферой экономики в ближайшем будущем.

Далее рассмотрим сферы налоговой политики, которые имеют прямое отношение к строительной области. На следующие три года государством запланировано соблюдение принципов предсказуемости и фискальной нейтральности, которые исключают повышение налоговой нагрузки на легальный бизнес [9, 10, 11, 12, 13].

Для того чтобы вывести из тени серую заработную плату, будет использована измененная структура нагрузки налогами. Она включает стабилизированную ставку прямого налога на труд (страховой взнос), а также возросшую ставку косвенного налога (налог на добавленную стоимость). Проекты национального значения также подразумевают повышение собираемости налогов и неналоговых платежей, в связи с чем создаются условия для модернизации их администрирования (таблица) [14, 15, 16…20].

Из вышесказанного можно сделать вывод, что улучшение администрирования доходов бюджета возможно после внедрения цифровых технологий для системы налогообложения, сведения всех информационных источников и БД в единую систему, которая будет автоматически анализировать данные с помощью технологии обработки большого массива информации.

По положению об основных направлениях политики бюджета, налогов и тарифов таможни на 2019 год, а также на период 2020…2021 гг. Главные мероприятия налоговой сферы должны быть такими:

✓ повышение уровня регуляции инвестиционного отчисления налога на прибыль для компаний (ликвидация пределов его использования для участников КГН, увеличение области его применения для компенсирования расходов плательщиков налогов, которые заняты в строительстве инфраструктуры коммунального, транспортного и социального направления по договорам о масштабном освоении территории);

✓ внедрение более простой системы учета затрат на покупку операционных систем при использовании УСНО (из пункта 3 статьи 346.16 Налогового кодекса Российской Федерации исключится норма, по которой расходы на покупку операционной системы, проходящей государственную регистрацию, должны быть учтены в затратах в тот момент, когда сформированы документы для регистрации данных прав);

✓ увеличение сроков действия на деятельность КГН общероссийского контроля над трансфертным образованием цен при его использовании только с повышением риска для бюджетной системы и для бюджетов субъектов Российской Федерации в частности;

✓ ликвидация госпошлины при подаче документов на госрегистрацию юрлиц и индивидуальных предпринимателей в электронной форме («старт за ноль») с целью снижения расходов компаний и физических лиц на открытие предприятий и стимулирования применения электронных сервисов;

✓ ликвидация обязательной налоговой декларации для лиц, которые используют упрощенную схему с объектом обложения налогами «доходы», которые используют ККТ для передачи данных в налоговые службы в онлайн-режиме;

✓ более широкое применение института «уточнение платежа» для случаев неправильной фиксации в документах оплаты реквизитов Федерального казначейства;

✓ снятие ответственности за опоздание при перечислении налогов от налогового агента, который не допустил ошибок в отчетах, в случае самостоятельной оплаты всех налогов и пеней (до того момента, когда они узнали, что налоговые службы обнаружили факт несвоевременной уплаты и назначили выездную налоговую проверку).

Меры по модернизации налогового администрирования

Сфера изменений	Меры по модернизации
Администрирование налоговой сферы	Расширение полномочий органов налогообложения, по которым они сами уточняют платежи, чтобы избежать пени. Создание упрощенной системы отсрочки или рассрочки по уплате налоговых платежей (значительно для компаний и предприятий, которые оказывают населению услуги особой важности или работают на стратегически важные направления развития регионов). Использование рассрочки при погашении налогов, которые дополнительно начислены по итогам проверки. Меры по анализу и контролю за результатами моратория по новым налоговым льготам в регионах и на местах. Меры по анализу и контролю за осуществлением пилотного проекта по введению на территории ЕАЭС отслеживания пути товаров от границы до розничной торговли путем идентификации каждой товарной позиции специальным номером. Поэтапное расширение использования систем отслеживания передвижения товаров, таких как ЕГАИС и маркеры, на иные группы. Создание единой БД по фондам внебюджетного финансирования и фискальной налоговой службы. Создание единой информационной базы для автоматизации проведения ее оценки с целью упрощенного взаимного действия с плательщиками налогов и исключения теневых операций.

Реализовать выше перечисленные меры предлагается следующим образом:

✓ информирование плательщиков налогов с использованием интернета;

✓ введение системы обучающих мероприятий, в которых будут принимать участие квалифицированные сотрудники для объяснения законов по налогам и бюджету, формирование правильного восприятия налогов у плательщиков;

✓ консультации и совещания с компаниями – участниками строительного союза РФ, с ассоциацией строителей России, с национальным объединением строителей, союзами предпринимателей по проблемам обложения налогами;

✓ оперативная публикация последних и особо актуальных материалов по вопросам обложения налогами;

✓ предоставление материалов о внесении правок в налоговое законодательство в изданиях, которые ориентированы на строительную отрасль, и печатных изданиях муниципалитетов.

Эти меры приведут не только к увеличению объемов сборов по налогам, но и будут причиной устранения противоречивых ситуаций между государственной властью и плательщиками налогов. Повышение качества системы контроля над налогами должно иметь комплексный характер. В этой системе должны быть задействованы и налоговые органы, и органы контроля и надзора, правоохранительные органы, должны быть учтены не только изменения внутренней политики государства, но и зарубежного опыта.

Необходимо формировать новые отношения в области налогов, которые будут основой для взаимоотношения между налоговыми органами, государством и плательщиками налогов.

Проведение работы с плательщиками налогов станет основой для роста поступлений в бюджет в виде налогов, регулировки взаимоотношения между налоговыми органами и плательщиками налогов. При разработке следующих положений в политике налогообложения нужно принимать во внимание консультирование по налогам и построение связей в обществе.

Необходимо отметить, что вопросы контроля над налогами должны быть частью повышения уровня функционирования налоговой системы и других задач, которые особо остро стоят пред российским обществом, к примеру, борьбы с коррупцией.

Заключение.

Обоснована приоритетная роль строительной отрасли в современной экономике. В настоящее время политика государства рассматривает увеличение бюджета за счёт налогов, и при этом рассматриваются пути модернизации на основе предоставления наилучших возможностей для плательщиков налогов.

Сформированы мероприятия налоговой сферы, которые предполагают увеличение объемов сборов по налогам и влекут за собой устранение разногласий и противоречий между государственной властью и налогоплательщиками.

Разработанные программы отводят существенную роль различным мероприятиям по модернизации, что в свою очередь будет способствовать привлечению потенциальных инвесторов. Разработка и внедрение предложенных программам положительно скажется на качестве жизни населения, а также будет способствовать устойчивой политике налогообложения, повышению собираемости налогов и налоговых платежей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Елина, Л. А.** Разрывы в НДС-цепочке: что делать покупателю / Л. А. Елина // Главная книга. – 2018. – № 23. – С. 12-16.

2. **Герасимова, Л. Н.** Учетный механизм формирования резерва под предстоящие отпуска работников / Л. Н. Герасимова, Е. Р. Чернышева // Инновационное развитие экономики. – 2013. – № 1(13). – С. 153-159.

3. **Васильев, Ю. А.** О векторах развития на ближайшую перспективу / Ю. А. Васильев // Строительство: бухгалтерский учет и налогообложение. – 2018. – № 11. – С. 14-18.

4. **Герасимова, Л. Н.** Необходимость отражения в бухгалтерском учете информации нефинансового характера/ Л. Н. Герасимова // Учет. Анализ. Аудит. – 2015. – № 1. – С. 77-81.

5. **Попов, В. В.** Уклонение от уплаты налогов как элемент правовой жизни общества (теоретико-правоприменительные аспекты) / В. В. Попов, Е. Г. Тришина // Налоги. – 2016. – № 2. – С. 38 - 41.

6. **Гафарова, З. Р.** Особенности налогообложении предприятий нефтегазового сектора / З. Р. Гафарова, М. В. Герасимова, И. А. Соловьева // Евразийский юридический журнал. – 2016. – № 2. – С. 217-219.

7. **Игонина, Л. Л.** О подходах к оценке эффективности бюджетно-налоговой политики / Л. Л. Игонина // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 3-1. – С. 54-58.

8. **Герасимова, Л. Н.** Внутренний контроль дебиторской задолженности в организациях/ Л. Н. Герасимова // Актуальные вопросы современной экономики. – 2014. – № 2. – С. 88-97.

9. **Герасимова, Л. Н.** Интегрированная бухгалтерская отчетность: преимущества и перспективы развития в России / Л. Н. Герасимова // Аудит и финансовый анализ. – 2014. – № 4. – С. 33-35.

10. **Горбунова, Е. Н.** Реализация бюджетной, налоговой и таможенно-тарифной политики государства в условиях реформирования налогового законодательства в нефтяной отрасли России / Е. Н. Горбунова // Юрист. – 2018. – № 3 – С. 8-12.

11. **Герасимова, Л. Н.** Особенности формирования финансовых ресурсов в страховых компаниях / Л. Н. Герасимова, А. В. Иванникова // Аудит и финансовый анализ. – 2014. – № 3. – С. 289-293.

12. **Герасимова, Л. Н.** Учет хеджирования производственной деятельности / Л. Н. Герасимова, Е. А. Середюк // Аудит и финансовый анализ. – 2012. – № 4. – С. 51-56.

13. **Gerasimova L. N.** Migliorare I systemi contabili degli strumenti finanziari derivati. Italian Science Review. – 2014. – № 2. – С. 80-82.

14. **Мамонова, И. В.** Тенденции и перспективы налогового администрирования в современных условиях / И. В. Мамонова // Налоги. – 2018. – № 1. – С. 16-20.

15. **Орлова, Е. В.** Налог на имущество организаций – 2019 / Е. В. Орлова // Налоговый вестник. – 2018. – № 10. – С. 24-28.

16. **Савицкий, А. И.** Прогрессивное налогообложение доходов физических лиц: перспективы введения в России и зарубежный опыт / А. И. Савицкий // Закон. – 2016. – № 10. – С. 24-28.

17. **Герасимова, Л. Н.** Современные пути снижения трансакционных издержек промышленных организаций / Л. Н. Герасимова // Инновационное развитие экономики. – 2014. – № 1(18). – С. 103-105.

18. **Герасимова, Л. Н.** Роль учетных механизмов в управлении инновационной деятельностью организации / Л. Н. Герасимова // Финансовый вестник: финансы, налоги, страхование, бухгалтерский учет. – 2012. – № 12. – С. 11.

19. **Уваров, П. О.** Последствия введения налога на добавленный доход как составляющая налоговой реформы нефтяной отрасли на примере Южно-Киринского месторождения / П. О. Уваров, А. А. Адаева, З. А. Алиасхабов // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. –2017. – № 5. – С. 31-36.

20. **Герасимова, Л. Н.** Современные тенденции **формирования** консолидированной отчетности группы компаний / Л. Н. Герасимова // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2014. – № 13(199). – С. 11-12.

Поступила в редакцию 29 октября 2019

MODERN VECTOR OF DEVELOPMENT OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY, REGULATED BY THE STATE

E. A. Kabanova

Kabanova Ekaterina Aleksandrovna, master, Department of Economics and management in construction, Moscow state University of civil engineering (MSU), Moscow, Russian Federation, phone: +7(495)287-49-19; e-mail: 22969@mail.ru

The purpose of this article was to study the main aspects of the construction industry, which are regulated by the state. The «Main directions of budget, tax and customs tariff policy» in the context of the national project «Comfortable environment» are analyzed. It is shown how these areas affect the development of the construction industry. The tax policy directly related to the construction industry is investigated. The principle of fiscal neutrality and predictability is characterized and priority measures of tax policy are analyzed. The ways of implementation of tax policy measures are proposed.

Keywords: tax policy; national project; program; comfortable environment; tax administration.

REFERENCES

1. **Elina L. A**. *Breaks in the VAT chain: what to do to the buyer*. Main book. 2018. No. 23. Pp. 12-16. (in Russian)

2. **Gerasimova L. N., Chernysheva E. R.** *Accounting mechanism of forming a reserve for the upcoming vacation of workers*. Innovative development of the economy. 2013. No. 1(13). Pp. 153-159. (in Russian)

3. **Vasiliev Yu. A**. *On the vectors of development in the near future*. Construction: accounting and taxation. 2018. No. 11. Pp. 14-18. (in Russian)

4. **Gerasimova L. N.** *The Need to reflect in accounting information of non-financial nature*. Accounting. Analysis. Audit. 2015. No. 1. Pp. 77-81. (in Russian)

5. **Popov V. V., Trishina E. G.** *Tax Evasion as an element of the legal life of society (theoretical and law enforcement aspects).* Taxes. 2016. No. 2. Pp. 38-41. (in Russian)

6. **Gafarova Z. R., Gerasimova M. V., Solovyova I. A.** *Features of taxation of oil and gas sector enterprises*. Eurasian legal journal. 2016. No. 2. Pp. 217-219. (in Russian)

7. **Igonina L. L.** *On approaches to assessing the effectiveness of fiscal policy*. International journal of applied and fundamental research. 2015. No. 3-1. Pp. 54-58. (in Russian)

8. **Gerasimova L. N.** *Internal control of accounts receivable in*. Actual issues of modern economy. 2014. No. 2. Pp. 88-97. (in Russian)

9. **Gerasimova L. N.** *Integrated accounting: advantages and prospects of development in Russia.* Audit and financial analysis. 2014. No. 4. Pp. 33-35. (in Russian)

10. **Gorbunova E. N.** I*mplementation of the budget, tax and customs tariff policy of the state in the conditions of reforming the tax legislation in the oil industry of Russia*. Jurist. 2018. No. 3. Pp. 8-12. (in Russian)

11. **Gerasimova L. N., Ivannikova A. V.** *Features of formation of financial resources in insurance companies*. Audit and financial analysis. 2014. No. 3. Pp. 289-293. (in Rusian)

12. **Gerasimova L. N., Seredyuk E. A.** *Accounting of hedging of production activity.* Audit and financial analysis. 2012. No. 4. Pp. 51-56. (in Russian)

13. **Gerasimova L. N.** *Migliorare I systemi contabili degli strumenti finanziari derivati.* Italian Science Review. 2014. No. 2. Pp. 80-82. (in Russian)

14. **Mamonova I. V.** *Trends and prospects of tax administration in modern conditions.* Taxes. 2018. No. 1. Pp 16-20. (in Rusian)

15. **Orlova E.V.** *Property Tax of organizations-2019*. Tax Bulletin. 2018. No. 10. Pp. 24-28. (in Russian)

16. **Savitsky A. I**. *Progressive taxation of personal income: prospects of introduction in Russia and foreign experience*. Law. 2016. No. 10. Pp. 24-28. (in Russian)

17. **Gerasimova L. N.** *Modern ways of reducing transaction costs of industrial organizations.* Innovative development of the economy. 2014. No. 1(18). Pp. 103-105. (in Russian)

18. **Gerasimova L. N.** *The Role of accounting mechanisms in the management of innovative activities of the organization*. Financial Bulletin: Finance, taxes, insurance, accounting. 2012. No. 12. Pp. 11. (in Russian)

19. **Uvarov P. O., Agaeva A. A., Alasgarov Z. A.** *Consequences of a tax on added income as a component of tax reform in oil industry on the example of the Yuzhno-Kirinskoye field*. Management of economic systems: electronic scientific journal. 2017. No. 5. Pp. 31-36. (in Russian)

20. **Gerasimova L. N.** *Modern trends in the formation of consolidated statements of the group of companies.* Financial Analytics: problems and solutions. 2014. No. 13(199). Pp. 11-12. (in Russian)

Received 29 October 2019

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Кабанова, Е. А. Современные векторы развития строительной отрасли, регулируемые государством / Е. А. Кабанова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 1(12). – С. 89-97.

FOR CITATION:

Kabanova E. A. *Modern vector of development of the construction industry, regulated by the state*. Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 1(12). Pp. 89-97. (in Russian)

УДК 339.13.017: 69.003.13

ФАКТОР ДЕМОГРАФИИ В ЦЕНООБРАЗОВАНИИ ПЕРВИЧНОГО РЫНКА ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ

В. А. Сироткин, А. Э. Романова, А. В. Скорин

Сироткин Виктор Анатольевич, канд. экон. наук, доцент кафедры «Ценообразование в строительстве и промышленности», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Российская Федерация, тел.: +7(912)212-16-70; e-mail: ldocent.sva@yandex.ru
Романова Алёна Эдуардовна, магистрант кафедры «Ценообразование в строительстве и промышленности», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Российская Федерация, тел.:+7(912)253-32-19; e-mail: aliona.romanova.96@mail.ru
Скорин Александр Валентинович, директор по продажам и маркетингу, девелоперская компания ООО «Первостроитель», Екатеринбург, Российская Федерация, тел.: +7(912)634-14-55; e-mail: skorin.red@gmail.com

Первичный рынок жилой недвижимости в своем функционировании сталкивается с рядом общих проблем, связанных с экономикой, а также специфических характеристик рынка жилья, создающих препятствия к его развитию в будущем. В данной статье авторами была рассмотрена проблема влияния демографических изменений на первичный рынок недвижимости. На основании проанализированных результатов исследований социально-демографического состава потенциальных покупателей выявлены основные потребители первичного рынка недвижимости и их потребительские предпочтения. В связи с динамичной демографической ситуацией изменяется структура спроса по мотиву покупки. Авторами были изучены общие законы функционирования рыночной экономики и их влияние на спрос жилой недвижимости. Одной из главных функций рынка недвижимости является установление таких цен, при которых объем предложений будет соответствовать платежеспособному спросу у потенциальных покупателей. Ценообразование на рынке напрямую зависит от спроса и предложения в конкретный период времени и выражается следующим образом: повышение спроса вызывает подъем цен, а его отсутствие влияет на их снижение. Также в статье продемонстрирована важность учета демографического фактора застройщиками при планировании строительства жилья и установки цен.

Ключевые слова: ценообразующие факторы; рынок жилой недвижимости; застройщик; демография.

Введение.

Рынок первичной жилой недвижимости является сложным механизмом, на который оказывают воздействие множество общих проблем, связанных с экономикой и специфическими характеристиками рынка [1, 2]. Одно из важнейших препятствий развития рынка жилой недвижимости состоит в том, что сложился явный перекос между количеством потенциальных покупателей и объемами ввода новостроек, являющийся причинно-следственной связью демографических изменений, которые влекут за собой смену поколений покупателей. Существенное влияние на первичный рынок жилья в ближайшем будущем окажет демографический фактор.

Методика исследования социально-демографического состава покупателей на рынке недвижимости.

Для более детального исследования социально–демографического состава покупателей на рынке жилья, авторами использовался практический опыт и результаты исследований девелоперской компании «Первостроитель» г. Екатеринбург. Представленные результаты получены на основании первичной информации, собранной в ходе проведения исследования. Основным источником информации являются материалы опроса покупателей, в том числе потенциальных, жилой недвижимости, проживающих на рассматриваемой

© Сироткин В. А., Романова А. Э., Скорин А. В., 2020

территории, а именно в населенных пунктах: Екатеринбург, Арамиль, Берёзовский, Верхняя Пышма, Среднеуральск. Метод опроса – стандартизованные телефонные интервью. Метод регистрации информации – ручная регистрация в опросных формах. Все домохозяйства охваченной исследованием территории, отвечают одному из следующих формальных критериев:

✓ имеют опыт покупки жилой недвижимости в многоквартирных домах в течение трех последних полных лет;

✓ планируют покупку жилой недвижимости в многоквартирных домах в течение ближайших 5-и лет, включая год проведения исследования.

На рис. 1 показано распределение социально-демографического состава потенциальных покупателей по различным показателям. Данные получены в результате маркетингового исследования «Рынок жилой недвижимости Екатеринбурга: предпочтения и ожидания покупателей» (2018 год), в котором участвовали домохозяйства Екатеринбурга, представители которых планируют покупку жилой недвижимости в многоквартирных домах в течение ближайших 5-и лет.

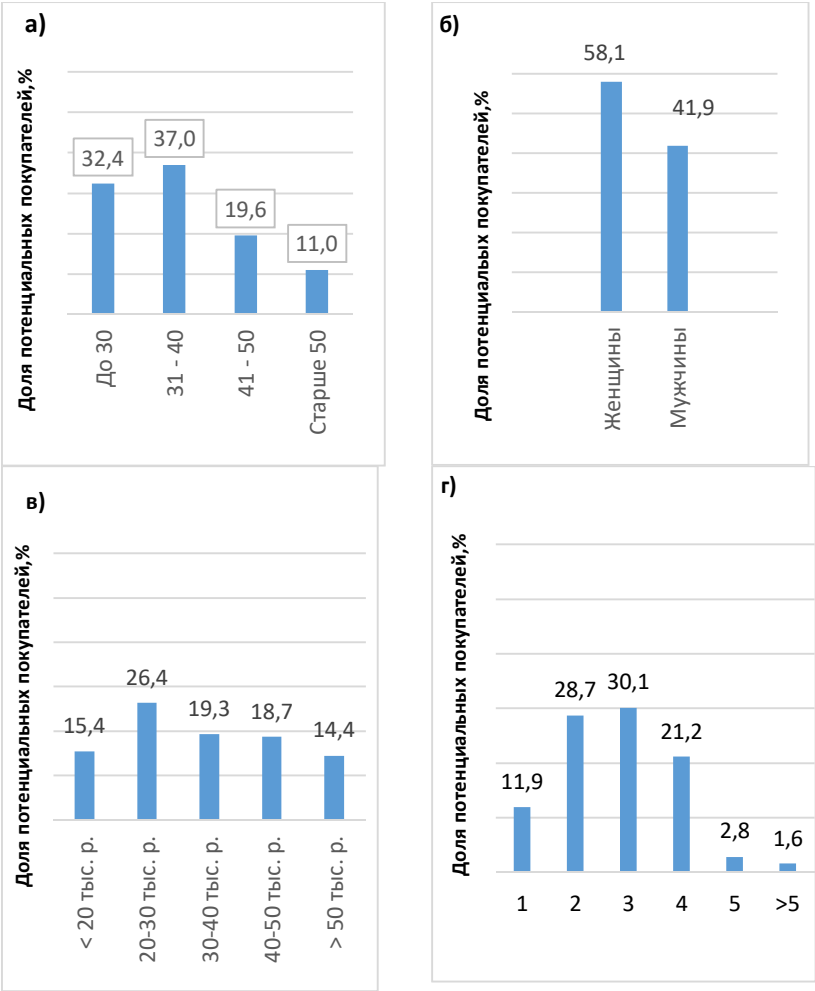


Рис. 1. Социально-демографический состав потенциальных покупателей жилой недвижимости г. Екатеринбурга по данным на 2018 год: а – укрупненные возрастные группы; б – пол; в – месячный доход на одного члена семьи; г – размер домохозяйства

Для наглядного представления динамики изменения демографического состава потенциальных покупателей на рис. 2 представлены те же социально-демографические показатели, которые показало маркетинговое исследование по рынку жилой недвижимости в 2008 год.

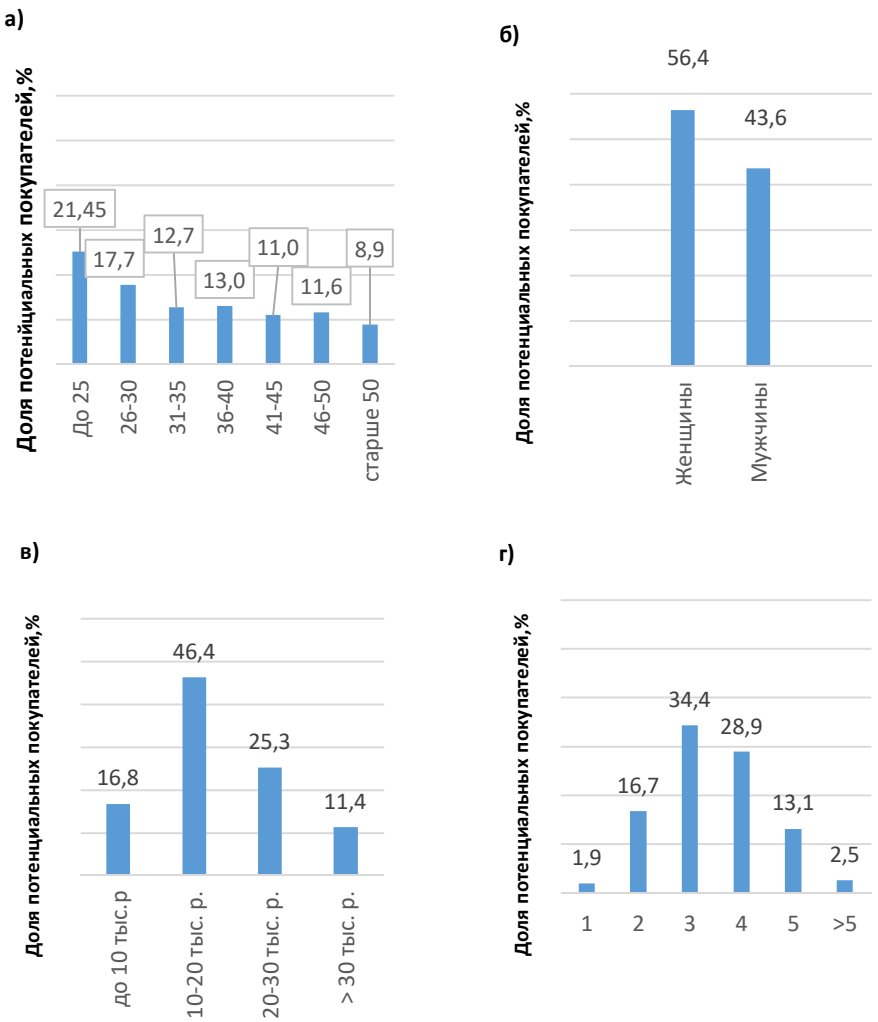


Рис. 2. Социально-демографический состав потенциальных покупателей жилой недвижимости г. Екатеринбурга по данным на 2008 год: а – укрупненные возрастные группы; б – пол; в – месячный доход на одного члена семьи; г – размер домохозяйства

Сравнивая показатели социально-демографического состава потенциальных покупателей с течением времени, можно увидеть, как произошла явная смена поколений покупателей и, следовательно, изменения в структуре спроса. Видно, что возрастная группа от 31…40 лет в 2018 году значительно возросла по сравнению с 2008 годом. Существенные изменения коснулись и потребностей в размере домохозяйства. Более того, в перспективе спрос может еще больше сместиться с 1-комнатных к 2-комнатным квартирам.

Основные факторы, оказывающие воздействие на рынок жилой недвижимости

На рынок недвижимости оказывают воздействие множество факторов, основные из которых: политические, социально-культурные, экономические, научно-технические, природно-географические, демографические. Эти факторы делают рынок очень эластичным. Как известно, полный цикл строительного проекта занимает от двух до четырёх лет и потому очень важно прогнозировать изменение экономической ситуации в строительной сфере и их влияние на рынок жилья [3, 4].

Одной из главных функций рынка недвижимости является установление таких цен, при которых объем предложений будет соответствовать платежеспособному спросу. Для реализации данного правила необходимо понимание ценообразующих факторов для рынка жилой недвижимости. Рассмотрим более подробно, что же такое ценообразующие факторы? Согласно сложившейся научной терминологии, ценообразующие факторы – это совокупность различных изменчивых условий, оказывающих влияние на формирование

уровня, структуры и динамики цен, устанавливая тенденцию к их понижению или повышению [5, 6]. Данные факторы можно разделить на три равные по значимости группы.

Первая группа. К ней относятся факторы, которые не связаны напрямую с объектом недвижимости, но оказывающие косвенное влияние на рынок недвижимости в целом и его ценообразование. Сюда можно отнести следующие факторы:

✓ экономические (инвестиции в строительной сфере, налоговые ставки, потенциальный спрос и предложение, рынок недвижимости);

✓ социальные (демография, уровень образования, плотность населения, количество браков и разводов и т.п.);

✓ природные (география местности, экологические, геодезическая обстановка, уровень сейсмологической активности территории, геологические);

✓ политические (лицензирование, законодательство в налоговой сфере, права и обязанности граждан, отношение к частной собственности, территориальное зонирование, собственность на землю).

Вторая группа. Включает факторы, которые напрямую связаны с объектом недвижимости, его стоимостью и сопровождающими сделками. К данной группе относятся:

✓ условия реализации объекта недвижимости;

✓ местоположение объекта недвижимости;

✓ физические характеристики (стационарность, уникальность, долговечность);

✓ условия финансирования.

Третья группа. Это факторы, связанные с архитектурно-строительными решениями (объемно-планировочные показатели, эксплуатационные доходы и расходы, стоимость строительства и др.)

В ходе проведенных исследований, авторами было выявлено, что существенное воздействие на формирование спроса на рынке жилой недвижимости оказывает демографический фактор. В демографии наблюдается так называемое «демографическое эхо» Великой Отечественной войны и событий 90-х годов. Эти события существенно сказались на сокращении численности населения и изменении структуры возрастных групп в российском обществе [7]. Такая тенденция, как старение населения и сокращение числа молодых покупателей оказывает кардинальное воздействие на рынок жилья и в частности, на рынок новостроек.

На графиках (рис. 3 и рис. 4), представленных ниже, отчётливо прослеживаются последствия событий 90-х годов, а именно увеличение численности пожилого населения и значительное уменьшения молодого поколения.

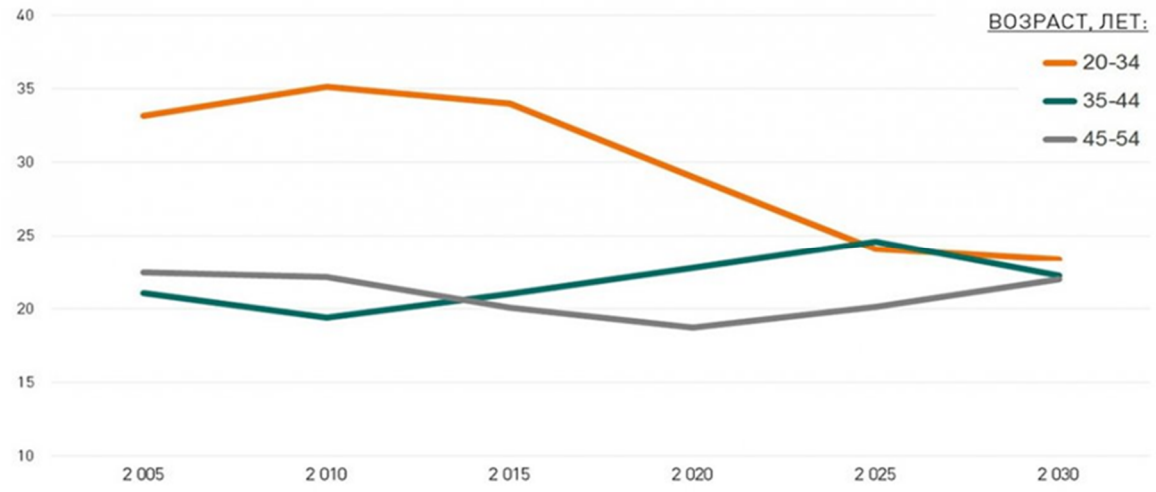


Рис. 3. Возрастная структура населения России. Прогноз Росстата (Источник: Уральская палата недвижимости «Система обмена данными по рынку недвижимости Екатеринбурга» по данным Росстата http://www.gks.ru)

В связи с динамичной демографической ситуацией измениться структура спроса по мотиву покупки. Следовательно, доля покупателей сегмента «первое жильё» может сократиться, в то время как доля покупателей в сегментах «увеличение площади» и «повышения качества жилья» возрастёт. Основными покупателями первичной недвижимости является население в возрастной группе от 20…34 лет. Как видно на динамике численности населения России, данная возрастная группа в ближайшем будущем существенно снижается.

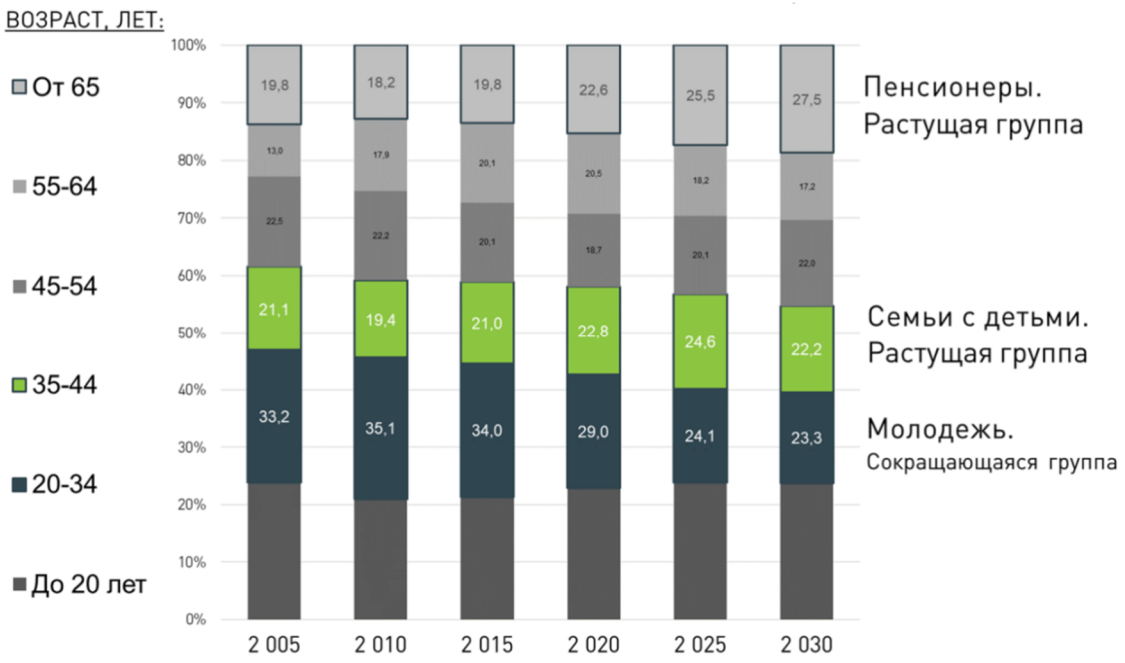


Рис. 4. Динамика численности населения России по отдельным возрастным группам, млн. человек (Источник: Уральская палата недвижимости «Система обмена данными по рынку недвижимости Екатеринбурга» по данным Росстата http://www.gks.ru)

По данным Федеральной службы государственной статистики (рис. 5) можно сделать вывод, что происходит смена поколений покупателей.

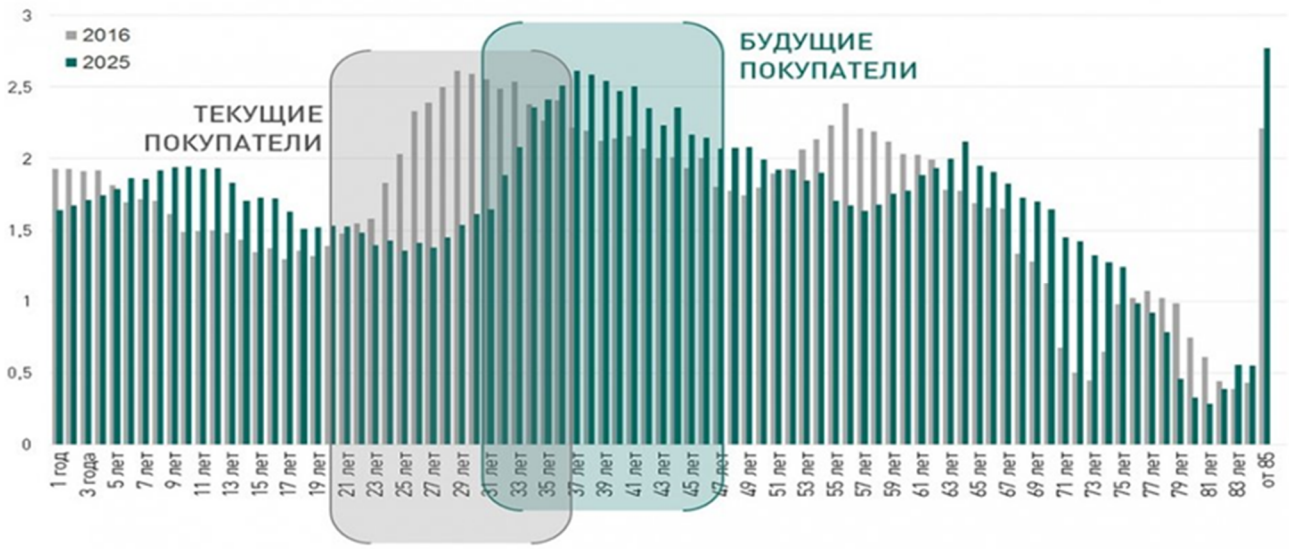


Рис. 5. Возрастная структура населения России, млн. человек. Прогноз Росстата (Источник: Уральская палаты недвижимости «Система обмена данными по рынку недвижимости Екатеринбурга» по данным Росстата http://www.gks.ru)

В таблице представлено распределение покупателей по мотивам покупки.

Распределение покупателей по мотивам покупки *

Мотивы покупки	Доля покупателей, %		
	Купили жилую недвижимостьв последние 3,5 года		Планируют покупку в течение ближайших5-и лет
	Купили на первичном рынке	Купили на вторичном рынке	
Покупка первого жилья для себя	44,2	41,1	30,3
Покупка жилья для родственников, которые будут жить отдельно	4,4	8,2	14,7
Увеличение площади	28,5	31,4	23,9
Увеличение количества комнат	17,7	23,2	18,8
Переезд в жилье с лучшей планировкой	5,6	2,4	20,7
Переезд в более новый дом	7,2	1,4	19,3
Переезд в дом с более качественной уборкой подъездов и придомовой территории	3,2	<0,1	12,9
Смена района проживания	3,2	2,9	5,7
Желание сменить окружение	2,0	0,5	2,4
Возможность записать детей в хорошую школу	1,2	0,5	3,1
Желание сократить время на дорогу до работы	1,6	1,9	3,0
Инвестиции	10,4	6,3	4,2
Другие мотивы	1,6	3,9	0,3
Затрудняются ответить	1,2	0,5	0,2

Примечание: *Источник: Составлено автором по данным из Отчета о результатах маркетингового исследования «Рынок жилой недвижимости Екатеринбурга: предпочтения и ожидания покупателей» (2018 год)

Как показано в таблице, мотивы покупки в последние годы (на протяжении 2014 – первой половины 2018 годов) и мотивы покупок, планируемых на следующие годы, заметно отличаются. Доля тех, кто планирует покупку первого жилья заметно меньше, чем это было в предыдущие годы (30,3 % против более чем 40 % в последние годы). Такой результат представляется вполне закономерным: поколение 90-х годов рождения меньше по численности, чем поколение 80-х, определявшее спрос на первое жилье в последние годы. При этом, наоборот, заметен рост по строке «планируют покупку жилья для родственников, которые будут жить отдельно» – с 4,4 % на первичном рынке в последние годы до 14,7 % на ближайшие 5 лет. Вероятно, это связано с трендом на уменьшение среднего размера домохозяйства, который прослеживается на протяжении достаточно длительного времени [8]. При этом следует отметить, что уменьшение размера домохозяйств происходит очень медленно, прослеживается лишь на протяжении десятилетий, и такое резкое изменение не может объясняться только этим трендом.

Очень явно выражен рост мотива «переезд в жилье с лучшей планировкой»: если при покупках на первичном рынке в период 2014 – первой половины 2018 годов на первичном рынке его отмечали только 5,6 % покупателей, то среди тех, кто планирует покупки в ближайшие годы, его указывают уже 20,7 %. Учитывая, что по другим ключевым характеристикам (площадь, количество комнат) такие изменения не отмечаются, можно ожидать, что в ближайшие годы спрос сместится именно в сторону повышения качества жилья – к выбору более продуманных планировок.

Влияние тенденции спроса на структуру и уровень цен на рынке жилой недвижимости

Спрос создает предложение, а значит, застройщикам необходимо подстраиваться и учитывать данный фактор. При оценке недвижимости одним из основных является фактор спроса и предложения, определяющий рыночную стоимость объекта недвижимости. Спрос –это уровень объектов, которые покупатель планирует и может приобрести в конкретный период времени по установленной цене на данном рынке. Предложение, как правило – это количество объектов, представленных застройщиками к продаже в данный период времени. Уровень цен на равновесном рынке определяет соотношение спроса и предложения. Повышение спроса всегда вызывает подъем цен, а его отсутствие, влияет на их снижение. Поэтому особенно важно при формировании цены учитывать тенденцию спроса на рынке и количество предложения [9, 10].

При оценке спроса необходимо ориентироваться на объёмы продаж. Подробно рассмотреть тенденцию спроса можно на примере данных по г. Екатеринбургу от Уральской палаты недвижимости (рис. 6).

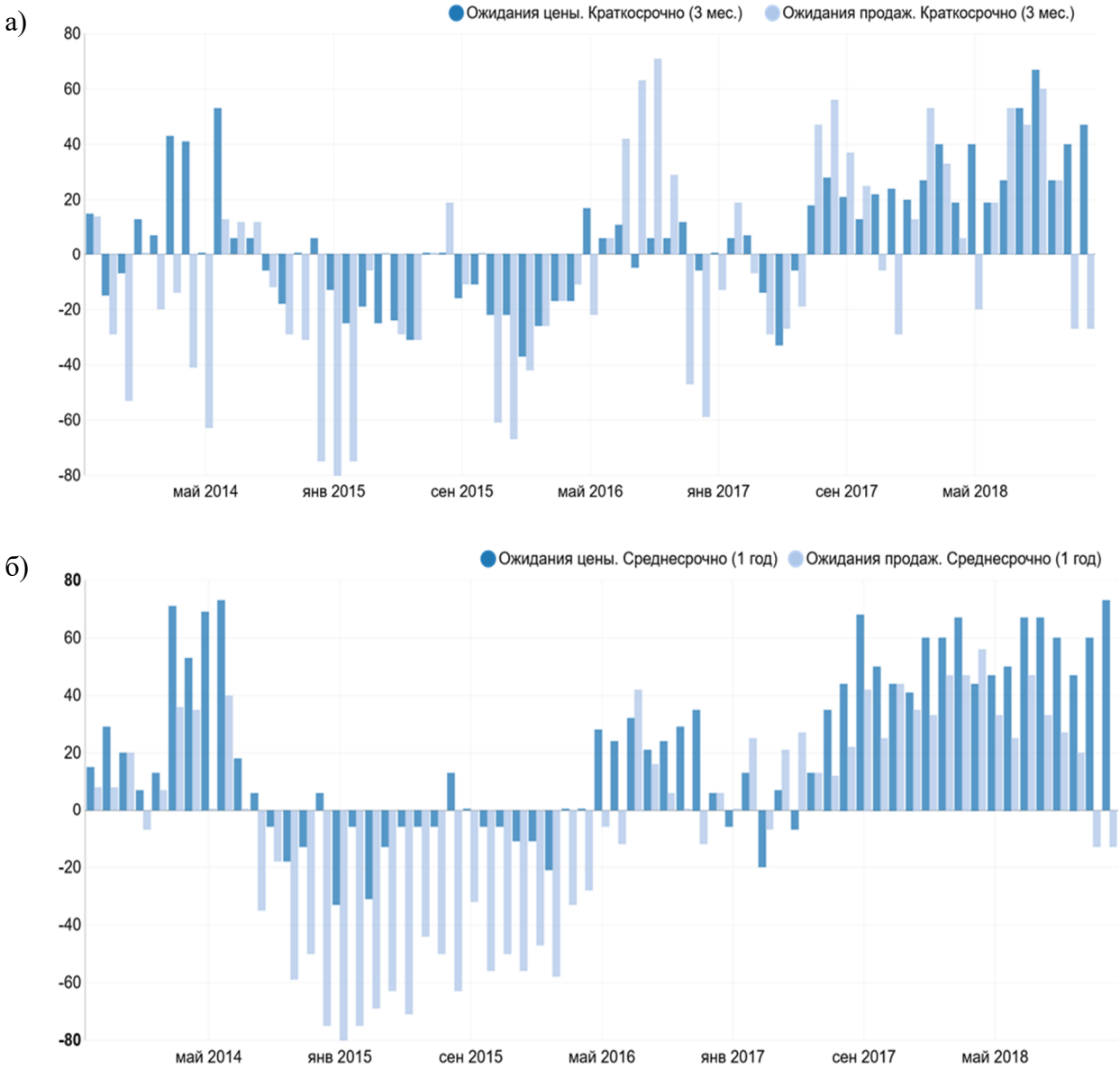


Рис. 6. Индексы ожиданий: а – в краткосрочном периоде (3 мес.);
б – в среднесрочном периоде (1 год)

Впервые за несколько лет среднесрочный индекс продаж остается в отрицательной плоскости. Это значит, что баланс оценок на следующий год сместился в сторону сжатия рынка на фоне роста цен. Необходима коррекция рынка при сохранении положительного изменения цен [11].

По итогам декабря 2018 года (рис. 7) число сделок на первичном рынке жилья снизилось относительно ноября до 2554. Это на 4 % ниже чем год назад. При этом по итогам 2018 года общее количество покупателей выросло на 21 % до 24830. Активизация рынка в 2018 году происходила на фоне сокращения предложения.

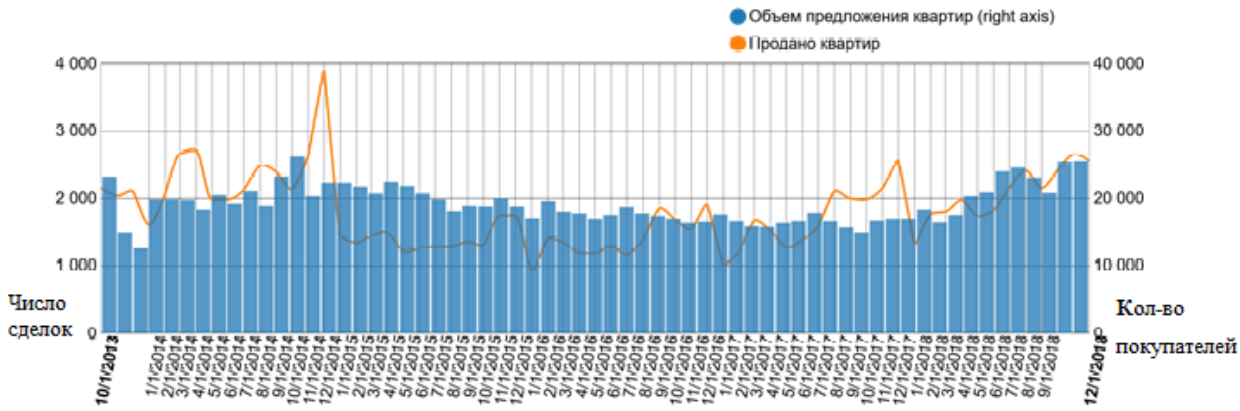


Рис. 7. Статистика предложения и продаж квартир
(Источник: Проект Уральской палаты недвижимости «Система обмена данными по рынку недвижимости Екатеринбурга», 2018 год)

Заключение.

В результате анализа исследования социально-демографического состава потенциальных покупателей и статистики продаж, сделан вывод о сложившейся ситуации на рынке первичной недвижимости, заключающийся в изменении потребностей и возможностей покупателей.

Установлено, что на сегодняшний день происходит изменение структуры спроса по мотиву покупки. Основными причинами изменения структуры спроса является демографический фактор.

Демографический фактор вызывает смену поколения покупателей, что существенно меняет ситуацию на рынке первичной недвижимости. Полученные результаты говорят о том, что застройщикам необходимо учитывать сложившуюся обстановку при формировании структуры и уровня цен на первичном рынке жилой недвижимости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Christian Ketels.** Clusters and Cluster Initiatives Center for Strategy and Competitiveness / Christian Ketels // The cluster Initiatives Greenbook. – Stockholm: Brommatryck AB, 2003. – Pp. 25-30.

2. **Стерник, Г. М.** Основная закономерность развивающихся рынков недвижимости / Г. М. Стерник, С. Г. Стерник // Национальные проекты. – 2008. – № 5. – С. 92-95.

3. **Стерник, Г. М.** Методология прогнозирования российского рынка недвижимости. / Г. М. Стерник, С. Г. Стерник // Механизация строительства. – 2013. – № 8. – С. 53-63.

4. **Стерник, Г. М**. Факторы и тренды развития российского рынка многоквартирного жилья по итогам 2017 года / Г. М. Стерник, С. Г. Стерник // Жилищные стратегии. – 2018. – Т. 5. – № 3. – С. 251-304.

5. **Андреева, Т. В.** Цепочка создания стоимости продукта. Формирование и оценка эффективности / Т. В. Андреева. – М.: Инфра-М, РИОР, 2016. –170 с.

6. **Бузырев, В. В.** Основы ценообразования и сметного нормирования в строительстве / В. В. Бузырев, А. П. Суворова, Н. М. Аммосова. –М: Феникс. – 2015. – 256 с.

7. **Вандескрик, К.** Демографический анализ / К. Вандескрик. – М.: АСТ 2010. – 240 с.

8. **Лавриненко, Я. Б.** Организация результативного маркетинга в агентствах недвижимости / Я. Б. Лавриненко, В. Е. Сухова, Л. А. Шишкина // Современная экономика: проблемы и решения. – 2014. – № 10(58). – С. 145-153.

9. **Тыртышов, Ю. П.** Проблемы формирования рынка доступного жилья в Российской Федерации /Тыртышов Ю. П. // Экономика строительства. – 2004. – № 11. – С. 2-13.

10. **Андерсон, К.** Будущее радикальных цен / Крис Андерсон. – М.: Best Business Books, 2015. – 292 с.

11. **Дейли, Д.** Эффективное ценообразование – основа конкурентного преимущества / Дейли. Д. – М: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 304 с.

Поступила в редакцию 27 января 2020

DEMOGRAPHICS FACTOR IN PRICING IN THE MARKET OF NEW CONSTRUCTION OF RESIDENTIAL REAL ESTATE

V. A. Sirotkin, A. E. Romanova, A. V. Skorin

Sirotkin Viktor Anatolyevich, Associate Professor, Department «Pricing in Construction and Industry», Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russian Federation, phone: +7(912)212-16-70; e-mail docent.sva@yandex.ru

Romanova Alyona Eduardovna, graduate student, Department «Pricing in construction and industry», Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russian Federation, phone: +7(912)253-32-19; e-mail aliona.romanova.96@mal.ru

Skorin Alexander Valentinovich, Sales and Marketing Director, Development Company Pervostroitel LLC, Yekaterinburg, Russian Federation, phone: +7(912)634-14-55; e-mail skorin.red@gmail.com

Primary market of the residential real estate in the functioning faces a number of the common problems connected with economy and also the specific characteristics of the housing market creating obstacles to its development in the future. In this article authors considered a problem of impact of demographic changes on primary real estate market. On the basis of the analyzed results of researches of social and demographic list of potential buyers, the main consumers of primary real estate market and their consumer preferences are revealed. Authors studied the general laws of functioning of market economy and their influence on demand of the residential real estate. Pricing in the market directly depends on supply and demand during the concrete period of time and is expressed as follows: increase in demand causes rise in prices, and its absence, influences their decrease. Also in article importance of accounting of demographic factor is shown by builders when planning construction of housing and installation of the prices.

Keywords: pricing factors; market of the residential real estate; builder; demography.

REFERENCES

1. **Christian Ketels**. *Clusters and Cluster Initiatives Center for Strategy and Competitiveness.* Stockholm: Brommatryck AB. 2003. Pp. 25-30.

2. **Sternik G. M.** *Main regularity of emerging markets of the real estate*. National projects. 2008. No 5. Pp. 92-95. (in Russian)

3. **Sternik G. M, Sternik S. G.** *Methodology of forecasting of the Russian real estate market*. Construction Mechanization. 2013. No. 8. Pp 53-63. (in Russian)

4. **Sternik G. M., Sternik S. G.** *Factors and trends of development of the Russian market*

of apartment housing following the results of 2017. Housing strategy. 2018. Volume 5. No. 3. Pp. 251-304. (in Russian)

5. **Andreyeva T. V.** *Tsepochka of value creation of a product. Forming and efficiency evaluation.* Moscow, Infra-M, RIOR. 2016. 170 p. (in Russian)

6. **Buzyrev V. V., Suvorova A. P., Ammosova N. M**. *Bases of pricing and budget regulation in construction*. Moscow, Phoenix. 2015. 256 p. (in Russian)

7. **Vandeskrik K.** *Population analysis*. Moscow, AST. 2010. 240 p. (in Russian)

8. **Lavrinenko Ya. B., Sukhova V. E., Shishkina L. A.** *The organization of productive marketing in real estate agencies*. Modern economy: problems and decisions. 2014. No. 10(58). Pp. 145-153. (in Russian)

9. **Tyrtyshov Yu. P.** *Problems of market grouping of affordable housing in the Russian Federation*. Construction- Economy. 2004. No. 11. Pp 2-13. (in Russian)

10. **Anderson C.** *Future of the radical prices*. Moscow, Best Business Books. 2015. 293 p. (in Russian)

11. **Daley. D.** *Effective pricing – a basis of competitive advantage*. Moscow, Publishing house «Williams». 2004. 304 p. (in Russian)

Received 27 January 2020

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Сироткин, В. А. Фактор демографии в ценообразовании первичного рынка жилой недвижимости / В. А. Сироткин, А. Э. Романова, А. В. Скорин // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 1(12). – С. 98-107.

FOR CITATION:

Sirotkin V. A., Romanova A. E., Skorin A. V. *Demographics factor in pricing in the market of new construction of residential real estate*. Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 1(12). Pp. 98-107. (in Russian)

ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ
WRITING RULES AND GUIDELINE

Журнал публикует информацию о научно-технических разработках в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства. Периодичность издания – 4 раза в год. Статьи в журнале публикуются бесплатно.

Осуществляется подписка на журнал «Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура». Подписной индекс в каталоге агентства «Роспечать» – 81025.

Отдельные экземпляры журнала можно приобрести в редакции по адресу: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, дом 84, ВГТУ, кафедра жилищно-коммунального хозяйства, каб. 1321.

О наличии необходимого номера можно узнать по телефону +7(473)271-28-92 или по e-mail: vstu.gkh@gmail.com.

Рукопись представляется в редакцию *на русском языке.* В том случае, если зарубежные авторы присылают статьи *на английском языке*, необходимо предоставить *точный перевод на русский язык*.

К публикации принимаются материалы статьи, в которых приводятся результаты собственных научных (теоретических и/или экспериментальных) исследований авторов (кроме обзорных статей), соответствующие по своей тематике профилю и тематическим направлениям журнала.

Материалы статьи принимаются в электронном виде на адрес редакции **vstu.gkh@gmail.com**. Автор присылает:

- ✓ файл текста статьи;
- ✓ отсканированная последняя страница с датой отправки статьи и подписями всех авторов (рядом с подписью указывается фамилия и инициалы автора).

После принятия статьи к публикации автор высылает оригинал рукописи в редакцию журнала по адресу: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, дом 84, ком. 1321, Воронежский государственный технический университет, кафедра жилищно-коммунального хозяйства.

Об отказе в публикации статьи по формальным признакам авторы информируются редакцией по электронной почте с изложением причины отказа.

Требования к оформлению статьи

Рукопись должна готовиться в редакторе Microsoft Word для Windows (версии от XP до Word 97/10). Текст набирают шрифтом Times New Roman размером 12 пт с межстрочным интервалом 1, абзацный отступ 1 см. Размер листа А4; поля: левое – 3 см, правое – 1,5 см, верхнее – 2 см, нижнее – 2,5 см. Нумерация страниц не требуется. Объём рукописи – от 5 до 10 страниц, включая иллюстрации, таблицы, библиографический список и сведения об авторах.

Структура статьи:

русскоязычная часть:

- ✓ **индекс УДК** – в левом верхнем углу, прописными буквами (шрифт 12 пт, обычный);
- ✓ **название статьи** – прописными буквами с выравниванием по центру (шрифт 12 пт, полужирный);
- ✓ **инициалы, фамилии авторов**, с выравниванием по центру (шрифт 12 пт, полужирный);
- ✓ **сведения об авторах**: последовательно для каждого – фамилия, имя, отчество, ученая степень, звания (звания в негосударственных академиях наук и почётные звания не указывать), должность, наименование учреждения, в котором работает автор, город, страна, контактный телефон; e-mail автора, выравнивание по ширине, (шрифт 10 пт, обычный);
- ✓ **аннотация** объёмом от 200 до 250 слов, выравнивание по ширине, отступ слева и справа 1 см (шрифт 11 пт, обычный);
- ✓ **ключевые слова** от 5 до 12 слов, указывающие на принципиально важные объекты и особенности исследования, отделяются друг от друга точкой с запятой, выравнивание по ширине, (шрифт 10 пт, обычный);

✓ **текст статьи** (в тексте статьи должны быть отражены: актуальность проблемы, оценка степени ее разработанности, цели, задачи и методы решения научной задачи, полученные результаты). В конце статьи обязательно приводится **заключение**.

При оформлении текста статьи следует придерживаться следующих требований:

✓ русские и греческие буквы и индексы, а также цифры, аббревиатуры и стандартные функции (Re, cos и др.) в тексте, формулах, подписях к рисункам и в таблицах набираются прямым шрифтом; латинские буквы – курсивом;

✓ в статье должен быть необходимый минимум формул, которые:
- ❖ следует набирать шрифтом Times New Roman в редакторе формул MS Equation или MathType;
- ❖ начинать с красной строки;
- ❖ располагать по центру и нумеровать арабскими цифрами в скобках у правого края страницы;
- ❖ ссылки на формулы в тексте – арабскими цифрами в скобках;

✓ рисунки и таблицы должны быть пронумерованы и добавлены в текст после первого упоминания;

✓ до и после рисунка и таблицы необходимо сделать пробел (шрифт 12 пт);

✓ иллюстрации представляются в редакцию
- ❖ в виде отдельных файлов (рисунков и фотографий), записанных с расширением .TIFF или .JPEG; линии чертежа – не тоньше 1 пт; иллюстрации, в том числе фотографии, должны иметь хорошую проработку деталей;
- ❖ подписи к рисункам нумеруются и располагаются под ними, выравнивание текста по центру (шрифт 10 пт, обычный), в конце точка не ставится;

✓ таблицы оформляются следующим образом:
- ❖ шрифт выбирается автором самостоятельно с учетом возможности качественного чтения текста;
- ❖ наименования в таблицах даются полностью, без сокращения слов;
- ❖ номер таблицы располагается отдельно, выравнивание текста по правому краю (шрифт 10 пт, обычный);
- ❖ название таблицы размещается над таблицей, выравнивание текста по центру (шрифт 11 пт, обычный), в конце точка не ставится;

✓ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК, составляемый по следующим правилам;
- ❖ список используемой литературы должен включать не менее 10 источников;
- ❖ шрифт 12 пт, выравнивание текста по ширине, абзацный отступ 1 см;
- ❖ в список включаются *только опубликованные работы*, в порядке упоминания в статье; ссылки на них в тексте статьи даются арабскими цифрами в квадратных скобках;
- ❖ в списке не должно быть нормативных документов (ГОСТ, СП, технических регламентов, правовых актов и т.п. неавторизованных источников) – ссылки на них даются в тексте статьи в развернутом виде или в форме подстраничных сносок;
- ❖ библиографические описания оформляются в соответствии с ГОСТ 7.1-2003; включенные в текст статьи или подстраничные библиографические ссылки следует оформлять по ГОСТ Р 7.0.5-2008;
- ❖ ссылки на интернет-сайты не допускаются; для статей из зарегистрированных *электронных журналов* указываются фамилии и инициалы авторов, название статьи, название журнала, выходные данные выпуска, адрес сайта журнала и дата обращения к электронному ресурсу;

<u>англоязычная часть</u>:

✓ **название статьи**;

✓ **инициалы, фамилии авторов**, выравниванием по центру (шрифт 12 пт, полужирный);

✓ **сведения об авторах** – последовательно для каждого: фамилия, имя, отчество полностью, ученая степень, ученые звания, должность, название организации (учреждения), города, страны, контактный телефон; e-mail автора; выравнивание по ширине, (шрифт 10 пт, обычный);

✓ **аннотация**: перевод, идентичный русскому варианту;

✓ **ключевые слова** (Keywords);

✓ **библиографический список** (REFERENCES).

ISSN 2541-9110