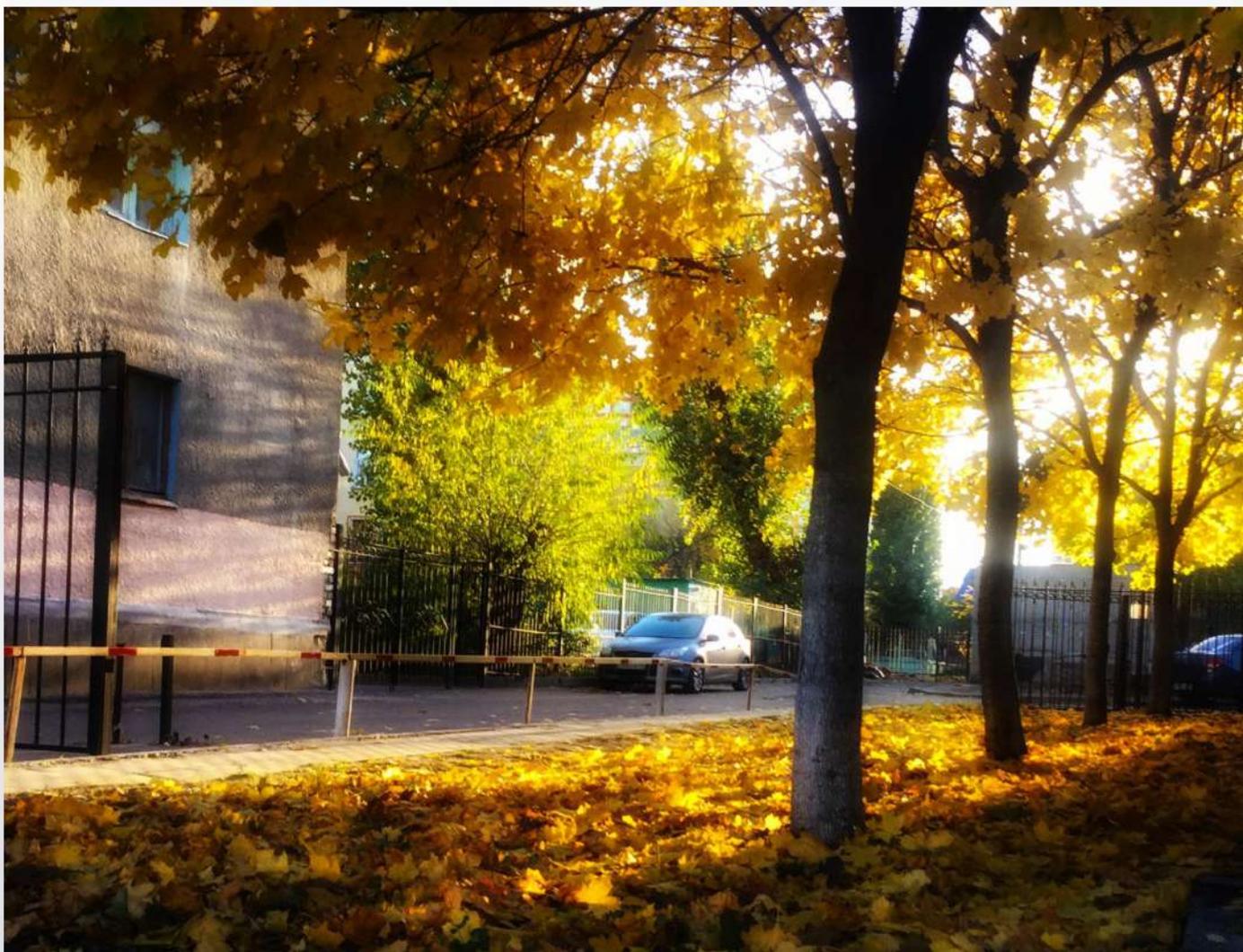


ЖИЛИЩНОЕ ХОЗЯЙСТВО и коммунальная инфраструктура

№ 3(14), 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**

№ 3(14), 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





Научный журнал
Воронежского государственного
технического университета
**Жилищное хозяйство
и коммунальная
инфраструктура**

ISSN 2541-9110



Издается с 2017 года

Учредитель и издатель:

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»**

Адрес издателя и учредителя: 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



ISSN 2541-9110

Scientific journal
Voronezh State Technical University
**Housing
and utilities infrastructure**



Published 2017

Founder and publisher:

**Federal state budgetary educational establishment
«Voronezh State Technical University»**

Address of publisher and founder: 14, Moscovsky 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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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)

Аверкин А. Г., д-р техн. наук, профессор (Пензенский государственный университет архитектуры и строительства)

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

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)

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

Гришин Б. М., д-р техн. наук, профессор (Пензенский государственный университет архитектуры и строительства)

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)

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

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

Кононова М. С., канд. техн. наук, доцент (Воронежский государственный технический университет)

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

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

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

Москвичева Е. В., д-р техн. наук, профессор (Волгоградский государственный технический университет)

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

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, 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)

Столбушкин 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)

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

Щукин О. С., д-р экон. наук, профессор (Воронежский государственный университет)

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

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* Каплиева А. Ю.

Дата выхода в свет 15.10.2020. Усл. печ. л. 12,0. Формат 60×84/8. Тираж 500 экз. Заказ №

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 BOARD

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

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

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

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

Averkin A. G., Dr. of Sn., Prof. (Penza state University of architecture and construction)

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

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)

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

Grishin B. M., Dr. of Sn., Prof. (Penza state University of architecture and construction)

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 Prof. (Kazan State University of Architecture and Civil Engineering)

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

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 (Moscow state University of civil engineering)

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

Kononova M. S., PhD. tech. Sciences, associate Prof. (Voronezh State Technical University)

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)

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

Mailyan L. R., Dr. of Sn., Prof., corresponding member of RAASN (Association «Association builders of southern and North Caucasus districts»)

Moskvicheva E. V., Dr. of Sn., Prof. (Volgograd State Technical University)

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

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 State University of Architecture and Civil Engineering)

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)

Stolboushkin 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)

Schukin O. S., Dr. of Sn., Prof. (Voronezh State University)

Eview V. A., Dr. of Sn., Prof. (Calmic State University, Elista)

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 Kaplieva A. Yu.

Date of publication 15.10.2020. Conventional printed sheets 12,0. Format 60×84/8. Circulation 500 copies. Order 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 Office: 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

Шмелев Г. Д., Ишков А. Н., Жукова А. В.

Оценка остаточного срока службы круговой консоли полярного крана с использованием метода предельных состояний9

Васильева И. Л., Немова Д. В., Ватин Н. И.

Снижение энергопотребления здания с применением конструкции двойного стеклянного фасада.....17

Кононова М. С., Сазонов Э. В., Михайлова Т. В., Живоженко И. В.

Анализ приспособленности многоквартирных жилых домов массовых серий для проживания маломобильных групп населения.....26

Корниенко С. В.

Анализ теплопроводности газобетонных стен при эксплуатационных условиях.....35

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И КОММУНИКАЦИИ

Булат А. Д., Филенков В. М., Бобков Н. Л., Литовченко О. В.

Инновационный технологический комплекс очистки стоков на принципах природоподобных факторов42

Китаев Д. Н., Харин С. О.

Уточнение проектных значений среднегодовой температуры воды в тепловой сети.....49

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. РЕКОНСТРУКЦИЯ, РЕСТАВРАЦИЯ И БЛАГОУСТРОЙСТВО

Федоров В. В., Баркая Т. Р., Гавриленко А. В., Бровкин А. В.

Влияние эпидемиологического фактора на градостроительное развитие крупных городов.....55

ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Попов Б. А., Хахулина Н. Б., Харитоновна Т. Б.

Современные проблемы комплексной экологической оценки территорий для целей градостроительства.....61

Серебрякова Н. Е., Сватухин А. С., Решетняк А. А.

Оценка качественного состава живых изгородей города Йошкар-Олы.....71

ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЕ ХОЗЯЙСТВО И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

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

Разработка системы дистанционного управления группой строительных и дорожных машин.....79

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Сазонов Э. В., Шенс Р. А., Шашин А. В., Фролова О. Е.

Прогнозирование экономии денежных средств при энергоэффективном капитальном ремонте многоквартирных домов.....87

Плехов П. В., Булычев К. С., Веселков Н. В.

Прогнозирование стоимости квадратного метра жилья в Пермском крае методами математического моделирования.....94

ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ.....102

CONTENTS

BUILDING CONSTRUCTION, BUILDINGS AND STRUCTURES

Shmelev G. D., Ishkov A. N., Zhukova A. V.

Estimation of the remaining service life of a polar crane circular console using the limit state method.....9

Vasileva I. L., Nemova D. V., Vatin N. I.

Reducing the energy consumption of a building using a double-skin facade.....17

Kononova M. S., Sazonov E. V., Mikhailova T. V., ZHivozhenko I. V.

Analysis of the suitability of multi-apartment houses of mass series for travelers with limited mobility.....26

Korniyenko S. V.

Analysis of thermal conductivity of outer walls made of autoclaved aerated concrete blocks under operating conditions.....35

ENGINEERING SYSTEMS AND COMMUNICATIONS

Bulat A. D., Filenkov V. M., Bobkov N. L., Litovchenko O. V.

Innovative technological complex waste cleaning on principles natural factors.....42

Kitaev D. N., Kharin S. O.

Clarification of the design values of the average annual water temperatures in the heating network.....49

CITY. RECONSTRUCTION, RESTORATION AND LANDSCAPING

Fedorov V. V., Barkaya T. R., Gavrilenko A. V., Brovkin A. V.

Influence of epidemiological factor on urban planning development of big cities.....55

ECOLOGY AND SAFETY OF THE URBAN ENVIRONMENT

Popov B. A., Khakhulina N. B., Kharitonova T. B.

Modern problems of integrated ecological assessment of territories for urban planning.....61

Serebryakova N. E., Svatukhin A. S., Reshetnyak A. A.

Assessment of the qualitative composition of the living fences of the city of Yoshkar-Ola.....71

ROAD TRANSPORT, AGRICULTURE AND CONSTRUCTION MACHINES

Kononov A. D., Kononov A. A., Gilmutdinov V. I., Ivanov S. A.

Development of a system of remote controlling a group of construction and road vehicles.....79

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION

Sazonov E. V., Sheps R. A., Shashin A. V., Frolova O. E.

Forecasting cash savings during energy-efficient capital repairs of apartment buildings.....87

Plekhov P. V., Bulychev K. S., Veselkov N. V.

Forecasting the cost per square meter of housing in the Perm territory using mathematical modeling.....94

WRITING RULES AND GUIDELINES.....102

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

УДК 69.059.4; 624.046.2

ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО СРОКА СЛУЖБЫ КРУГОВОЙ КОНСОЛИ ПОЛЯРНОГО КРАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ПРЕДЕЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ

Г. Д. Шмелев, А. Н. Ишков, А. В. Жукова

Шмелев Геннадий Дмитриевич, канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-52-49; e-mail: shmelev8@mail.ru

Ишков Алексей Николаевич, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-52-49; e-mail: ishkov1.78@mail.ru

Жукова Анна Владимировна, старший преподаватель кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)254-92-96; e-mail: kav1177@mail.ru

В статье рассмотрен пример выполнения расчетного обоснования и прогнозирования остаточного срока службы несущей железобетонной консоли полярного крана реакторного отделения 5 энергоблока Нововоронежской АЭС, выполненный в 2011 году в рамках работ по обследованию технического состояния несущих строительных конструкций и обоснования остаточных сроков службы зданий и сооружений 5 энергоблока Нововоронежской АЭС. В работе были использованы методики, основанные на параметрическом подходе к прогнозированию и методе прогнозирования «нагрузка – несущая способность». Метод «нагрузка – несущая способность» основан на расчетных положениях по проектированию несущих железобетонных конструкций, изложенных в нормативно-технической литературе. Для расчетного прогнозирования остаточных сроков службы несущей железобетонной консоли использованы промежуточные данные по прогнозированию с применением параметрических методов, на основании которых определяются ключевые контрольные параметры составных частей конструкций, в частности, прочностные свойства бетона и площадь расчетного сечения стальной арматуры, а также закономерности их изменения во времени. В процессе выполнения расчетного прогнозирования были использованы расчеты конструкций по основным расчетным сечениям и действующим нагрузкам: прочность по предельному моменту сечения на опоре; прочность сечения по наклонной полосе между наклонными трещинами; прочность сечения по наклонной трещине на действие максимальной расчетной поперечной силы. Описанная в работе методика и пример ее использования позволили провести расчетное обоснование остаточного ресурса железобетонной несущей консоли полярного крана реакторного отделения 5 энергоблока Нововоронежской АЭС и, соответственно, продлить срок эксплуатации исследованного сооружения.

Ключевые слова: железобетонная консоль; расчетное прогнозирование; обоснование остаточного срока службы; параметрический метод; метод «нагрузка – несущая способность».

В рамках выполнения мониторинга технического состояния опасных производственных объектов, в том числе зданий и сооружений объектов атомной энергетики, постоянно требуется выполнение расчетного обоснования и прогнозирования остаточных сроков службы, как отдельных конструктивных элементов, так и зданий, и сооружений в целом. Выполнение этих работ требует специально разработанных и утвержденных методик. В настоящее время исследователями, занимающимися вопросами прогнозирования в ходу

несколько таких методик, основанных на различных подходах [1...3] и имеющих целый ряд недостатков, которые уже неоднократно рассматривались, в том числе и другими авторами и исследователями.

В ранее опубликованных работах автора [4...9] была описана методика прогнозирования остаточных сроков службы строительных конструкций зданий и сооружений с использованием различных методов (экспертных: по физическому износу, по показателям поврежденности, по вероятному снижению несущей способности; параметрических и других).

В рамках проведения обследования зданий и сооружений пятого энергоблока Нововоронежской АЭС в 2011 году с использованием указанных методов, а также методов «нагрузка – несущая способность» и «нагрузка – деформативность», основанных на основных расчетных положениях, изложенных в действующей нормативно-технической литературе (СНиПы, СП и др.) была выполнена оценка фактического технического состояния строительных конструкций и проведено расчетное обоснование остаточного срока службы несущих конструкций. Далее в статье рассматривается конкретный пример использования параметрического метода прогнозирования остаточного срока службы железобетонной несущей консоли и метода «нагрузка – несущая способность», которые подробно описаны в работах [10...12].

Прогнозирование изменения прочности бетона круговой консоли полярного крана выполнено с учетом фактических изменений прочности бетона, полученных по результатам предыдущих обследований, выполненных в 2002 и 2007 годах. В качестве методики прогнозирования изменений прочностных параметров бетона была использована методика, подробно описанная в работах [8, 10].

Как видно из графиков на рис. 1 на момент обследования в возрасте 27 лет (2007 год) отмечены участки, имеющие прочность ниже проектной марки бетона (горизонтальная пунктирная линия). При этом снижение прочности бетона ниже расчетного значения по действующим строительным нормам и правилам прогнозируется в возрасте 70 лет.

Таким образом, остаточный срок службы круговой консоли полярного крана исходя из снижения прочности бетона, составляет, на август 2011 года, - 39 лет.

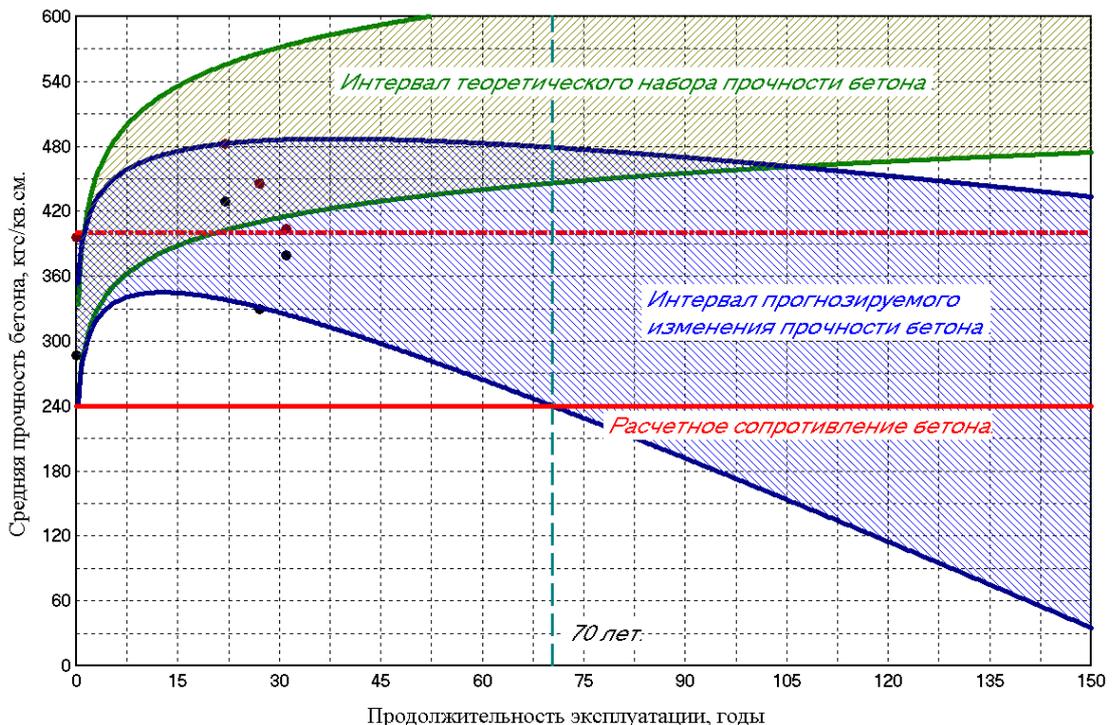


Рис. 1. Теоретические и прогнозируемые изменения прочности бетона исследуемой круговой консоли

Прогнозирование выполнено по расчетному методу предельных состояний (по прочности и трещиностойкости). Расчеты железобетонной конструкции консоли выполнены по указаниям СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции», СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции. Общие положения» и СП 52-101-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры».

С учетом проектного армирования и фактических прочностных показателей прочности бетона на разных этапах эксплуатации здания были выполнены расчеты по проверке несущей способности крановой консоли. Результаты расчетов представлены в табл. 1...5.

Таблица 1

Результаты поверочных расчетов круговой крановой консоли на проектные нагрузки и проектные параметры бетона

Наименование проверки	Коэффициент использования расчетного сечения
Прочность по предельному моменту сечения на опоре	0,648
Прочность по наклонной полосе между наклонными трещинами	0,246
Прочность по наклонной трещине	0,39

Таблица 2

Результаты поверочных расчетов круговой крановой консоли на фактические максимально возможные нагрузки и минимальные параметры бетона на момент изготовления

Наименование проверки	Коэффициент использования расчетного сечения
Прочность по предельному моменту сечения на опоре	0,661
Прочность по наклонной полосе между наклонными трещинами	0,377
Прочность по наклонной трещине	0,517

Таблица 3

Результаты поверочных расчетов круговой крановой консоли на фактические максимально возможные нагрузки и минимальные параметры бетона на момент обследования в 2002 году

Наименование проверки	Коэффициент использования расчетного сечения
Прочность по предельному моменту сечения на опоре	0,651
Прочность по наклонной полосе между наклонными трещинами	0,274
Прочность по наклонной трещине	0,417

Таблица 4

Результаты поверочных расчетов круговой крановой консоли на фактические максимально возможные нагрузки и минимальные параметры бетона на момент обследования в 2007 году

Наименование проверки	Коэффициент использования расчетного сечения
Прочность по предельному моменту сечения на опоре	0,654
Прочность по наклонной полосе между наклонными трещинами	0,31
Прочность по наклонной трещине	0,462

Таблица 5

Результаты поверочных расчетов круговой крановой консоли на фактические максимально возможные нагрузки и минимальные параметры бетона на момент обследования в 2002 году

Наименование проверки	Коэффициент использования расчетного сечения
Прочность по предельному моменту сечения на опоре	0,651
Прочность по наклонной полосе между наклонными трещинами	0,329
Прочность по наклонной трещине	0,501

Прогнозирование изменения несущей способности по всем расчетным сечениям круговой крановой консоли выполнено по полиномиальным регрессионным моделям. Результаты прогнозирования представлены на рис. 2...4 в виде соответствующих графиков.

Точками на рисунках обозначены минимальные расчетные значения расчетных параметров, характерные для момента сдачи объекта в эксплуатацию – 1980 год (паспорта на бетон – архивные данные), а также проведенных обследований 2002 года (ЗАО «Промстрой ЭКНП»), 2007 года (ООО «Ресурс») и 2011 года (ОАО «ВНИИАЭС»).

Как видно из графиков, представленных на рис. 2...4, предельные прогнозируемые значения остаточных сроков службы круговой консоли несущей способности распределились следующим образом:

- ✓ 2033 год – образование наклонных трещин от действия поперечной силы;
- ✓ 2044 год – раздробление бетона по наклонной полосе между соседними наклонными трещинами;
- ✓ 2106 год – разрушение консоли от действия изгибающего момента в месте заделки консоли в стену.

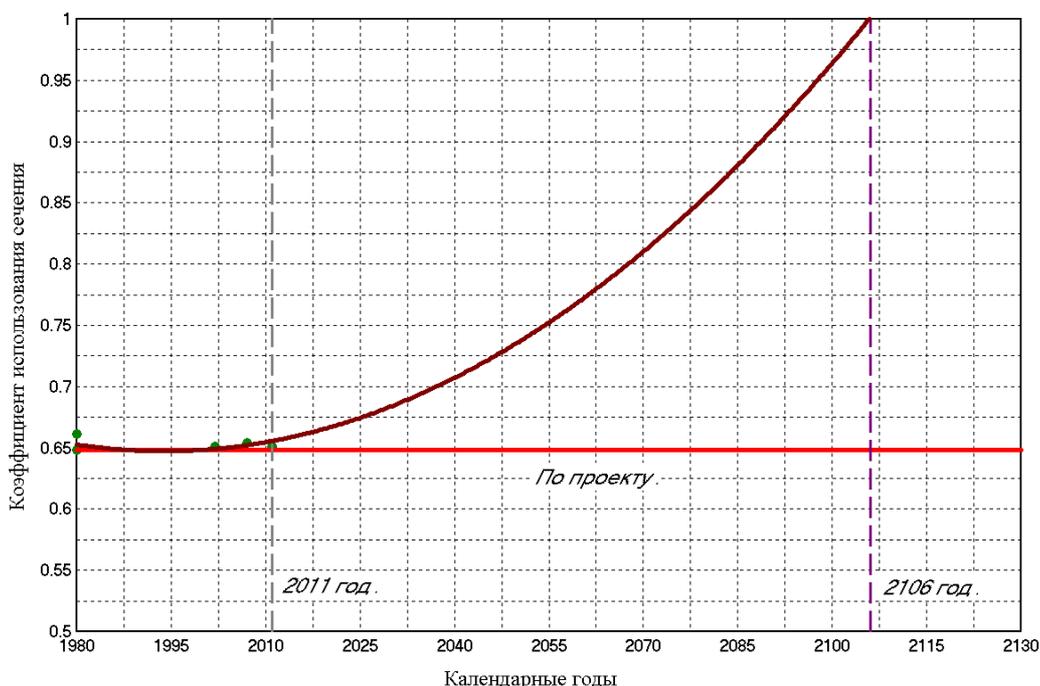


Рис. 2. Прогноз изменения прочности опорного сечения консоли по изгибающему моменту

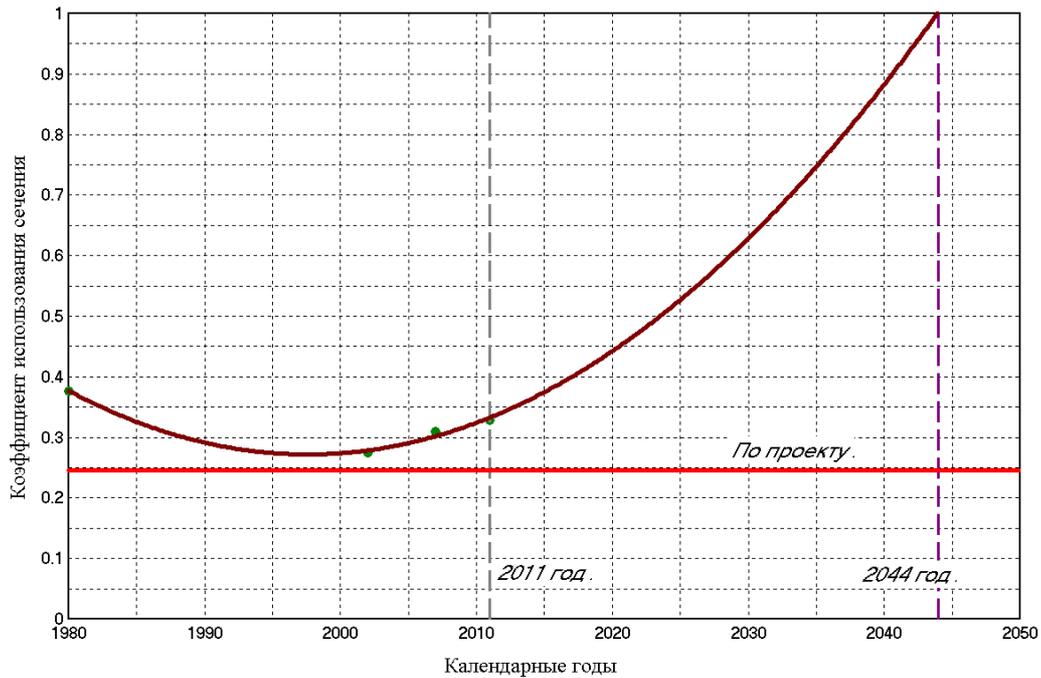


Рис. 3. Прогноз изменения прочности наклонной полосы между двумя трещинами на раздробление бетона консоли по поперечной силе

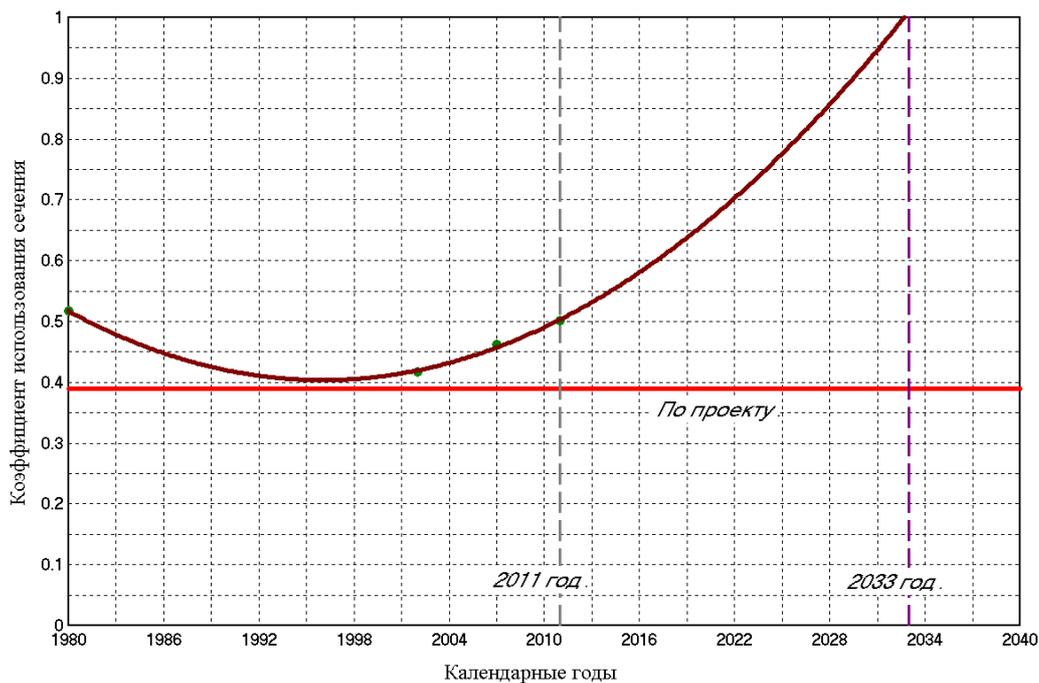


Рис. 4. Прогноз изменения прочности бетона консоли по поперечной силе на образование наклонной трещины

Заключение.

Значительно заниженные сроки по параметрическому методу и методу, основанному на расчетах по предельным состояниям, получены ввиду очень низких значений прочности бетона, зафиксированных в 2007 году.

Расчет по образованию наклонной трещины свидетельствует о включении в работу поперечной и наклонной арматуры армирования консоли. Более вероятным остаточным

сроком следует считать значение, полученное по изгибающему моменту, которое учитывает кроме бетона еще и работу растянутой арматуры в консоли.

Результаты методики, полученные в ходе работ по оценке остаточного срока службы, были сравнены с результатами расчетов по методике РД ЭО 0447-03 «Методика оценки состояния и остаточного ресурса железобетонных конструкций АЭС, важных для безопасности». Результаты сравнения показали сходимость значений, полученных по разным методикам.

Рассмотренный в настоящей статье пример расчетного обоснования и оценки остаточного срока службы железобетонной несущей консоли полярного крана реакторного отделения пятого энергоблока Нововоронежской АЭС позволил в свое время продлить работу всего энергоблока.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Пирадов, К. А.** Механика разрушения бетона и железобетона: учебник для строительных вузов / К. А. Пирадов, К. А. Бисенов, К. У. Абдуллаев. – Алматы: центр ВАКРК, 2000. – 306 с.
2. **Никонов, Н. Н.** О безопасности сооружений / Н. Н. Никонов, А. П. Мельчаков, В. Н. Рудин // Промышленное и гражданское строительство. – 2013. – № 3. – С. 49-53.
3. **Добромыслов, А. Н.** Диагностика повреждений зданий и инженерных сооружений / А. Н. Добромыслов. – Москва. – АСВ. – 2006. – 256 с.
4. **Шмелев, Г. Д.** Ретроспективное прогнозирование технического состояния строительных конструкций / Г. Д. Шмелев, Н. В. Головина // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2017. – № 3(2). – С. 93-108.
5. **Шмелев, Г. Д.** Методика экспресс прогноза остаточного срока службы строительных конструкций зданий и сооружений по их физическому износу / Г. Д. Шмелев, Е. Н. Савченко // Сборник тезисов докладов Первой международной научно-практической конференции «Оценка риска и безопасность строительных конструкций», ВГАСУ – Воронеж. – 2006. – С. 87–89.
6. **Потапов, Ю. Б.** Расчет долговечности железобетонных конструкций с учетом коррозии арматуры / Ю. Б. Потапов, П. А. Головинский, Г. Д. Шмелев // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2003. – № 6(534). – С. 113-117.
7. **Шмелев, Г. Д.** Методика оценки риска при прогнозировании остаточного срока службы строительных конструкций / Г. Д. Шмелев // Академический вестник УралНИИ-проект РААСН. – 2013. – № 3. – С. 81-84.
8. **Шмелев, Г. Д.** Параметрические методы прогнозирования остаточных сроков службы железобетонных строительных конструкций / Г. Д. Шмелев, И. В. Николайчев // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. – 2013. – № 7. – С. 167-175.
9. **Шмелев, Г. Д.** Использование случайных функций и процессов в комбинированной интегральной методике прогнозирования остаточных сроков службы строительных конструкций / Г. Д. Шмелев, М. И. Федотова // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2017. – № 1(39). – С. 128-137.
10. **Шмелев, Г. Д.** Прогнозирование остаточного ресурса изгибаемых железобетонных конструкций, эксплуатируемых в неагрессивных средах / Г. Д. Шмелев, А. Н. Ишков // Ростов-на-Дону: Рост. гос. строит. ун-т. – 2007. – 219 с.
11. **Шмелев, Г. Д.** Логическая структура экспертной системы прогнозирования остаточных сроков службы строительных конструкций / Г. Д. Шмелев // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2017. – № 1-2(1). – С. 9-17.

12. **Шмелев, Г. Д.** Систематизация определяющих параметров для прогноза остаточного срока службы строительных конструкций / Г. Д. Шмелев // Вестник МГСУ. – 2013. – № 8. – С. 89-96.

Поступила в редакцию 25 сентября 2020

ESTIMATION OF THE REMAINING SERVICE LIFE OF A POLAR CRANE CIRCULAR CONSOLE USING THE LIMIT STATE METHOD

G. D. Shmelev, A. N. Ishkov, A. V. Zhukova

Shmelev Gennady Dmitrievich, Cand. tech. Sciences, associate Professor, Professor of the Department of housing and communal services, Voronezh state technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-52-49; e-mail: shmelev8@mail.ru

Ishkov Alexey Nikolaevich, 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)271-52-49; e-mail: ishkov1.78@mail.ru

Zhukova Anna Vladimirovna, senior lecturer of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-52-49; e-mail: kav1177@mail.ru

The article considers an example of the design justification and prediction of the residual service life of the bearing reinforced concrete console of the polar crane of the reactor compartment 5 of the power unit of the Novovoronezh NUCLEAR PLANT, performed by the author in 2011 as part of the study of the technical condition of the bearing building structures and the substantiation of the residual life of buildings and structures of the 5th power unit of Novovoronezh NUCLEAR PLANT. The work used techniques based on the parametric approach to forecasting and the «load-bearing capacity» forecasting method. The «load-bearing capacity» method is based on the design provisions for the design of load-bearing reinforced concrete structures set out in the regulatory and technical literature. At the same time, for the calculated prediction of the residual service life of the bearing reinforced concrete console, intermediate forecasting data using parametric methods are used, on the basis of which the key control parameters of the structural parts are determined, in particular, the strength properties of concrete and the area of the design section of steel reinforcement, as well as the patterns of their change in time. In the process of performing the design prediction, the calculations of structures were used for the main design sections and acting loads: strength according to the ultimate moment of the section on the support; section strength along an inclined strip between inclined cracks; the strength of the section along an inclined crack for the action of the maximum design shear force. The technique described in the work and an example of its use made it possible to carry out a calculation justification of the residual life of the reinforced concrete bearing console of the polar crane of the reactor compartment 5 of the power unit of the Novovoronezh NUCLEAR PLANT and, accordingly, to extend the service life of the investigated structure.

Keywords: reinforced concrete console; calculated forecasting; justification of the residual service life; parametric method; load-bearing capacity method.

REFERENCES

1. **Piradov K. A. Bissenov K. A., Abdullaev K. U.** *Mechanics of destruction of concrete and reinforced concrete: textbook for construction universities.* Almaty, Center of the higher attestation Commission of the Republic of Kazakhstan. 2000. 306 p. (in Russian)
2. **Nikonov N. N. Melchakov A. P., Rudin V. N.** *On the safety of structures.* Industrial and civil construction. 2013. No. 3. Pp. 49-53. (in Russian)
3. **Dobromyslov A. N.** *Diagnostics of damage to buildings and engineering structures.* Moscow, ASV. 2006. 256 p. (in Russian)

4. **Shmelev G. D., Golovina N. V.** *Retrospective forecasting of the technical state of building structures.* Housing and communal infrastructure. 2017. No. 3(2). Pp. 93-108. (in Russian)
5. **Shmelev G. D., Savchenko E. N.** *Methods of express forecasting of the residual service life of building structures of buildings and structures by their physical wear.* Sat. Abstracts of the First International Scientific and Practical Conference «Risk Assessment and Safety of Building Structures». Voronezh, VGASU. 2006. Pp. 87-89. (in Russian)
6. **Potapov Yu. B. Golovinsky P. A., Shmelev G. D.** *Calculation of the durability of reinforced concrete structures taking into account the corrosion of reinforcement.* News of higher educational institutions. Building. 2003. No. 6(534). Pp. 113-117. (in Russian)
7. **Shmelev G. D.** *Methodology for assessing risk in predicting the residual service life of building structures.* Academic Bulletin UralNIIproekt RAASN. 2013. No. 3. Pp. 81-84. (in Russian)
8. **Shmelev G. D., Nikolaychev I. V.** *Parametric methods for predicting the residual service life of reinforced concrete building structures.* Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Physico-chemical problems and high technologies of building materials science. 2013. No. 7. Pp. 167-175. (in Russian)
9. **Shmelev G. D., Fedotova M. I.** *The use of random functions and processes in the combined integral method for predicting the residual service life of building.* News of the Kazan State Architectural and Construction University. 2017. No. 1(39). Pp. 128-137. (in Russian)
10. **Shmelev G. D., Ishkov A. N.** *Prediction of the residual resource of bent reinforced concrete structures operated in non-aggressive environments.* Rostov-on-Don, Rostov State Construction University. 2007. 219 p. (in Russian)
11. **Shmelev G. D.** *Logical structure of the expert system for predicting the residual service life of building structures.* Housing and communal infrastructure. 2017. No. 1-2(1). Pp. 9-17. (in Russian)
12. **Shmelev G. D.** *Systematization of the determining parameters for predicting the residual service life of building structures.* Bulletin of MGSU. 2013. No. 8. Pp. 89-96. (in Russian)

Received 25 September 2020

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Шмелев, Г. Д. Оценка остаточного срока службы круговой консоли полярного крана с использованием метода предельных состояний / Г. Д. Шмелев, А. Н. Ишков, А. В. Жукова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 3(14). – С. 9-16.

FOR CITATION:

Shmelev G. D., Ishkov A. N., Zhukova A. V. *Estimation of the remaining service life of a polar crane circular console using the limit state method.* Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 3(14). Pp. 9-16. (in Russian)

УДК 699.86: 692.829

СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ЗДАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОНСТРУКЦИИ ДВОЙНОГО СТЕКЛЯННОГО ФАСАДА

И. Л. Васильева, Д. В. Немова, Н. И. Ватин

Васильева Ирина Леонидовна, специалист, соискатель ВШПГиДС СПбПУ Петра Великого, Санкт-Петербург, Российская Федерация, тел.: +7(909)586-39-19; e-mail: vasilieva_irina@mail.ru

Немова Дарья Викторовна, канд. техн. наук, доцент ВШПГиДС СПбПУ Петра Великого, Санкт-Петербург, Российская Федерация, тел.: +7(921)890-02-67; e-mail: nemova_dv@spbstu.ru

Ватин Николай Иванович, д-р техн. наук, профессор ВШПГиДС СПбПУ Петра Великого, Санкт-Петербург, Российская Федерация, тел.: +7(921)964-37-62; e-mail: vatin_ni@spbstu.ru

Число высотных зданий с ограждающими конструкциями, выполненными из стекла, стремительно растет с каждым годом. Высокая прозрачность зданий становится одной из причин большого энергопотребления, поэтому задача энергосбережения в стеклянных сооружениях становится все более актуальной. Инновационная фасадная система двойного стеклянного фасада зарекомендовала себя как энергоэффективная на территории европейских стран. В перспективе данная конструкция поможет значительно сократить энергетические нагрузки здания. Имеется много данных, полученных из экспериментов, которые требуют приведения к общей системе, к ранжированию. В статье приводится систематизация сокращения энергетических нагрузок при использовании данной системы конструктивного энергосбережения в зависимости от типа климата. Также в работе представлена зависимость изменения энергетических нагрузок от ширины межконтурного пространства (0,2 м, 0,5 м, 1 м, 2 м) и от высоты здания (8 м, 168 м, 340 м).

Ключевые слова: двойной фасад; светопрозрачная конструкция; ограждающая конструкция; фасадная система; воздушный зазор; энергопотребление; климатические условия.

Число высотных зданий в мире стремительно растет. С каждым годом их становится на 8 % больше, такую статистику обнаружили ученые из Колумбийского университета в Нью-Йорке. А также выявлена закономерность, что средняя высота небоскреба каждый год увеличивается на один этаж (берется относительно 100 самых высоких зданий мира) [1].

Развитие и совершенствование светопрозрачных конструкций позволило превращать эти высотки в стеклянные шедевры архитектуры. Они выглядят сдержанно и выразительно, располагаются не только в новых кварталах с современной застройкой, но и становятся настоящим украшением исторических центров. Однако, темп возведения зданий с ограждающими конструкциями из стекла опережает опыт, накопленный в области их проектирования и строительства. Высокая прозрачность ограждающих конструкций становится причиной больших энергетических нагрузок для здания (это касается отопления, охлаждения и вентиляции), что ведет к увеличенным эксплуатационным затратам.

Таким образом перед учеными стоит задача найти конструкцию, которая сможет одновременно обеспечить комфортные условия нахождения в здании, будет экономичной, а также позволит сохранить эстетическую красоту. За последние несколько десятилетий в этой области был сделан качественный шаг вперед – переход от однослойной стеклянной стены к двойному стеклянному фасаду (в англоязычной литературе используется термин Double Skin Facade, DSF). Это малоизученная, но перспективная система конструктивного энергосбережения.

Конструкция двойного фасада имеет европейские истоки. Первопроходцем в этой области является Германия. За последние десять лет инновационная конструкция вызвала интерес у исследователей по всему миру [2...18].

Большое внимание данной теме уделили представители Санкт-Петербургского Политехнического университета Петра Великого [19...21].

В работе [22] приведена подробная классификация двойных фасадов.

Авторы статьи [23] вывели среднее значение экономии энергетических ресурсов при использовании инновационной фасадной системы, беря во внимание большое количество экспериментов, которые были проведены в различных климатических условиях.

Целью работы является анализ характерных преимуществ фасадной системы двойного фасада и систематизация имеющихся данных по экспериментам с этой ограждающей конструкцией относительно разных климатов.

Конструкция двойного фасада – это комплексная система, состоящая из внешней остекленной оболочки и традиционного стеклянного фасада здания, который представляет собой внутреннюю оболочку. Эти два слоя разделены воздушной полостью, которая имеет фиксированные или контролируемые вентиляционные отверстия, и может включать или не включать затеняющие устройства (рис. 1) [23].



Рис. 1. Конструкция двойного фасада, DSF

Расстояние между стеклянными поверхностями может варьироваться от нескольких сантиметров до двух метров.

Снижение тепловых нагрузок – одно из преимуществ инновационной фасадной системы. Солнечное излучение попадает в замкнутую полость, проходя через внешнюю стеклянную оболочку, которая преобразует излучение в тепло. Тепло накапливается и нагревает воздух, создавая конвективные потоки внутри полости. Такой рабочий механизм уменьшает теплопотери через внутреннюю обшивку здания. Кроме того, там, где нагретый воздух имеет удовлетворительные параметры, его можно подавать во внутренние помещения [23].

В зданиях с большой площадью наружного остекления велик риск появления неприемлемо высоких температур в помещениях в солнечные летние дни. При использовании конструкции двойного стеклянного фасада экономия на охлаждении происходит за счёт подачи свежего воздуха практически без помощи механических средств, либо из-за извлечения нагретого воздуха из помещений через эффект естественной тяги (рис. 2, а). Кроме того, даже когда внутренние помещения не имеют вентиляционных отверстий с замкнутой полостью, система двойного фасада все еще может работать как естественный вентилятор, охлаждая внутренний контур (рис. 2, б). Также конструкция фасада может быть оборудована затеняющими устройствами от лишней инсоляции – рольставни [22, 23].

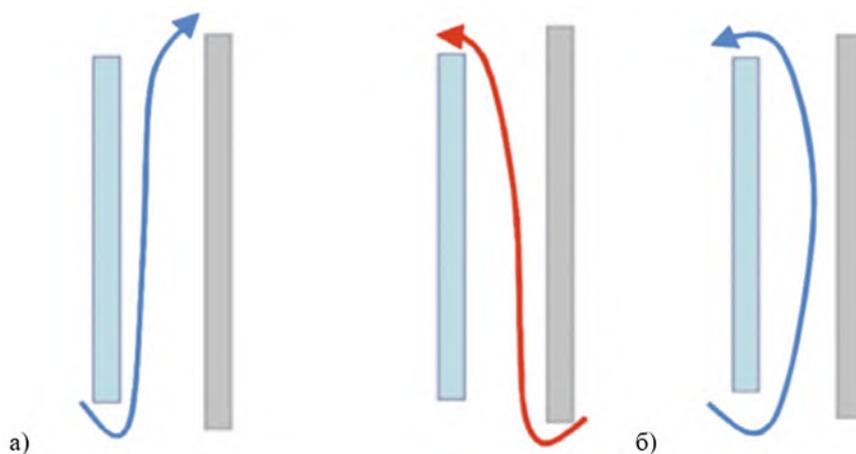


Рис. 2. Схема движения воздуха в межконтурном пространстве:
а – эффект естественной тяги; б – циркуляция воздуха по наружной оболочке

Группы ученых по всему миру активно исследуют фасадную конструкцию двойного фасада на предмет сокращения энергопотребления здания. Как правило, исследования протекают в определенном регионе и в его климатических условиях, если речь идет о натуральных испытаниях, либо соответствующие условия задаются для лабораторного эксперимента или численного моделирования. Этим можно объяснить разброс результатов при проведении подобных экспериментов: в каких-то случаях конструкция проявила себя как более эффективная по сравнению с традиционным фасадом (single skin), а где-то ее применение практически не отразилось на энергетических показателях зданий (выявлены также случаи отрицательного влияния данной конструкции [10]). В работе [23] приведено осредненное значение по экономии тепловой энергии – 33 % и по экономии энергии на охлаждение здания – 28 % для большого числа экспериментов, проведенных в разных точках мира, поэтому данные значения не являются показательными для какого-то конкретного региона. Чтобы понимать, в каком климате и с какими целями предпочтительнее применять конструкцию двойного фасада, следует полученные ранее результаты ранжировать по типам климата.

Наиболее распространённая система классификации климатов была разработана немецко-российским учёным В. П. Кёппеном. В соответствии с ней существуют следующие типы климатических зон: А – тропический, В – сухой, С – умеренный, D – континентальный, E – полярный.

Большинство экспериментов было проведено учеными в зоне с умеренным климатом. В зонах с тропическим и полярным климатом эксперименты не проводились. Распределим результаты по экономии тепловой энергии [2...13] в соответствии с климатическими зонами (рис. 3):

Зона с умеренным климатом является наиболее благоприятной для использования системы конструктивного энергосбережения двойной фасад с целью экономии энергии на отоплении здания (среднее значение потенциальных тепловых нагрузок составляет 70,5 %).

Исследования с целью оценки потенциальной экономии на охлаждении здания в жаркий период при использовании системы двойного фасада в сухом и континентальном климатах практически отсутствуют. Проведен эксперимент [5] для сухого климата с результатом – 38 % (Тегеран, Иран); эксперимент для континентального климата [14] – 39 % (Южная провинция Чхунчхон, Южная Корея). Для умеренного климата проведено достаточное количество экспериментов (рис. 4). Средний результат составляет – 31 %.

а)



б)



Рис. 3. Потенциальное сокращение тепловых нагрузок: а – в сухом климате; б – в умеренном климате; в – в континентальном климате



Рис. 4. Потенциальное сокращение энергетических затрат на охлаждение здания в жаркий период в умеренном климате

Конструкция двойного фасада приобрела популярность благодаря буферной зоне, созданной между внутренней и внешней стеклянными оболочками, улучшающей энергетические показатели здания и в тоже время позволяющая зданию оставаться полностью прозрачным. Как показывают исследования, проведенные в Тель-Авиве, от ширины воздушной полости также зависят потенциальные возможности экономии энергетических ресурсов [22]. В таблице показаны отличия в энергетических нагрузках для здания на разных высотных уровнях при разной толщине замкнутой полости.

Сокращение энергетических нагрузок в зависимости от ширины полости и высоты здания

Толщина полости	Нагрев/ Охлаждение	Н=8м кВт·ч/ м ² /год (МДж)	Н=168м кВт·ч/ м ² /год (МДж)	Н=340м кВт·ч/ м ² /год (МДж)	Переход	Сокращение энергетических нагрузок		
						Н=8 м	Н=168 м	Н=340 м
0,2 м	Н	0,66 (2,37)	1,63 (3,86)	2,59 (9,32)				
	О	53,9 (194)	38,39 (138,2)	32,67 (117,61)	0,2 м	-9,1 %	-11,6 %	-8,5 %
0,5 м	Н	0,6 (2,16)	1,44 (5,18)	2,37 (8,53)	→ 0,5 м	-11 %	-5,3 %	-3,9 %
	О	47,92 (172,5)	36,34 (130,8)	31,38 (112,9)	0,5 м	-15 %	-9 %	-8,4 %
1,0 м	Н	0,51 (1,84)	1,31 (4,71)	2,17 (7,81)	→ 1,0 м	-4,1 %	-4,7 %	-4,4 %
	О	45,93 (165,3)	34,62 (124,6)	29,99 (107,96)	1,0 м	-60 %	-6,1 %	-8,3 %
2,0 м	Н	0,2 (0,72)	1,23 (4,43)	1,99 (7,16)	→ 2,0 м	-6,4 %	-6,8 %	-6,2 %
	О	42,98 (154,7)	32,25 (116,1)	28,11 (191,2)				

*1 кВт·ч =3,6 МДж

Результаты исследования показывают снижение энергетической нагрузки, как при нагреве, так и при охлаждении при увеличении ширины полости. Основное внимание уделяется охлаждению, поскольку тепловые нагрузки изначально низки. В правой части таблицы 1 показано процентное снижение нагрузок при изменении ширины полости с 0,2 м до 0,5 м, с 0,5 м до 1,0 м и с 1,0 м до 2,0 м. Наибольшее снижение происходит на первой высотной отметке (высота 8 м) при увеличении ширины полости с 0,2 м до 0,5 м (11 %), в то время как снижение на более высоких уровнях 168 м и 340 м не столь выражено. С увеличением высоты энергетические нагрузки на обогрев здания уменьшаются, а на охлаждение здания увеличиваются при любой ширине межконтурного пространства.

Заключение.

Систематизировав данные экспериментов, можно заключить следующее – инновационная конструкция двойного фасада лучше всего проявила себя в сухом климате. Средний показатель сокращения энергии на отопление составил 70,5 %. В умеренном климате конструкция уменьшает энергопотребление только на 27,6 % в среднем. С точки зрения сокращения затрат на охлаждение здания в теплый период - лучше всего конструкция проявила себя в континентальном климате – 39 %. Однако важно отметить, что исследование в таком климате проводилось один раз и для получения более точных и достоверных результатов следует провести дополнительные натурные эксперименты. В умеренном климате показа-

тель сокращения энергопотребления составил 31 %. Таким образом, можно с большей степенью уверенности утверждать, что конструкция двойного фасада действительно является энергосберегающей. В ходе анализа литературы был выявлен лишь один отрицательный результат.

Анализ исследования влияния ширины межконтурного пространства на сокращение энергетических нагрузок показал, что более широкие полости DSF наилучшим образом подходят для жаркого климата, так как они снижают высокие охлаждающие нагрузки, требующиеся в этом климате для комфортного пребывания в помещении. Дальнейшие экспериментальные и теоретические исследования будут являться важным вкладом в процесс внедрения данных конструкций в практику проектирования и строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Михайлова, М. К.** Проектирование, строительство и эксплуатация высотных зданий с учетом аэродинамических аспектов / М. К. Михайлова, В. С. Далинчук, А. В. Бушманова, Л. В. Доброгорская // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2016. – № 10(49). – С. 59-74.
2. **Perez-Grande, I.** Influence of glass properties on the performance of double-glazed facades / I. Perez-Grande, J. Meseguer, G. Alonso // Applied Thermal Engineering. – 2005. – № 25. – Pp. 3163-3175.
3. **Ghadamian, H.** Analytical solution for energy modeling of double skin façades building / H. Ghadamian, M. Ghadimi, M. Shakouri, M. Moghadasi // Energy and Buildings. – 2016. – № 50. – Pp. 158-165.
4. **Baldinelli G.** Double skin facades for warm climate regions: analysis of a solution with an integrated movable shading system / G. Baldinelli // Building and Environment. – 2009. – № 44(6). – Pp. 1107-1118.
5. **Andjelkovic, A. S.** Development of simple calculation model for energy performance of double skin facades / A. S. Andjelkovic, T. B. Cvjetkovic, D. D. Djakovic, I. H. Stojanovic // Thermal Science. – 2016. – № 16. – Pp. S251-S267.
6. **Yılmaz, Z.** Double skin façade's effects on heat losses of office buildings in Istanbul / Z. Yılmaz, F. Çetintaş // Energy and Buildings. – 2005. – № 37(7). – Pp. 691-697.
7. **Ballestini, G.** Possibilities and limitations of natural ventilation in restored industrial archaeology buildings with a double-skin façade in Mediterranean climates / G. Ballestini, De Carli M., N. Masiero, G. Tombola // Building and Environment. – 2005. – № 40(7). – Pp. 983-995.
8. **Kim, Y-M.** Effects of double skin envelopes on natural ventilation and heating loads in office buildings / Y-M. Kim, J-H. Lee, S-M. Kim, S. Kim // Energy and Buildings. – 2011. – № 43(9). – Pp. 2118-2126.
9. **Zerefos, S. C.** On the performance of double skin facades in different environmental conditions / S. C. Zerefos // International Journal of Sustainable Energy. – 2007. – № 26(4). – Pp. 221-229.
10. **Paradaki, N.** A parametric study of the energy performance of double-skin façades in climatic conditions of Crete, Greece / N. Paradaki, S. Papantoniou, D. Kolokotsa // International Journal of Low-Carbon Technologies. – 2014. – № 9(4). – Pp. 296-304.
11. **Choi, W.** Operation and control strategies for multi-storey double skin facades during the heating season / W. Choi, J. Joe, Y. Kwak, J.-H. Huh // Energy and Buildings. – 2012. – № 9(4). – Pp. 454-465.
12. **Kim, G.** Development of a double-skin facade for sustainable renovation of old residential buildings / G. Kim, L. A. Schaefer, J. T. Kim // Indoor and Built Environment. – 2013. – № 22. – Pp. 180-190.

13. **Høsegg, R.** Building simulation as an assisting tool in decision making – case study: with or without a double-skin facade? / R. Høsegg, B. J. Wachenfeldt, S. O. Hanssen // *Energy and Buildings*. – 2008. – № 40(5). – Pp. 821-827.
14. **Stec, W. J.** Symbiosis of the double skin façade with the HVAC system / W. J. Stec, van Paassen AHC // *Energy and Buildings*. – 2005. – № 37(5). – Pp. 461-469.
15. **Balocco C.** A simple model to study ventilated facades energy performance / C. Balocco // *Energy and Buildings*. – 2002. – № 34(5). – Pp. 469-475.
16. **Faggembauu, D.** Numerical analysis of the thermal behaviour of glazed ventilated facades in Mediterranean climates. Part II: applications and analysis of results / D. Faggembauu, M. Costa, M. Soria, A. Oliva // *Solar Energy*. – 2003. – № 75. – Pp. 229-239.
17. **Eicker, U.** Façades and summer performance of buildings / U. Eicker, V. Fux, U. Bauer, L. Mei, D. Infield // *Energy and Buildings*. – 2008. – № 40. – Pp. 600-611.
18. **Hensen, J.** Modeling and simulation of double-skin facade system / J. Hensen, M. Bartak, F. Drkal // *ASHRAE Transactions*. – 2002. – № 108. – Pp. 1251-1259.
19. **Курицын, А. О.** Двойные фасады с вентилируемыми буферными зонами / А. О. Курицын, Н. Ю. Павлова, И. А. Опанасенко, В. В. Болотовский, Д. С. Тарасова // *Alfabuild*. – 2018. – № 6(7). – С. 47-58.
20. **Petrichenko, M.** The results of experimental determination of air output and velocity of flow in double skin facades / M. Petrichenko, N. Vatin., D. Nemova, V. Olshevskiy // *Applied Mechanics and Materials*. – 2015. – № 725-726. – Pp. 93-99.
21. **Васильева, И. Л.** Внедрение двойных стеклянных фасадов на территории Российской Федерации / И. Л. Васильева, Д. В. Немова, Н. И. Ватин // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. – 2019. – № 9(84). – С. 51-62.
22. **Saroglou, T.** Studies on the optimum double-skin curtain wall design for high-rise buildings in the Mediterranean climate / T. Saroglou, T. Theodosiou. B. Givoni, I. A. Meir // *Energy and Buildings*. – 2020. – № 208. – Pp. 1-11.
23. **Pomponi, F.** Energy performance of Double-Skin Facades in temperate climates: a systematic review and meta-analysis / F. Pomponi, Poorang A. E. Piroozfar, R. Southall, P. Ashton // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2016. – № 54. – Pp. 1525-1536.

Поступила в редакцию 14 сентября 2020

REDUCING THE ENERGY CONSUMPTION OF A BUILDING USING A DOUBLE-SKIN FACADE

I. L. Vasileva, D. V. Nemova, N. I. Vatin

Vasileva Irina Leonidivna, specialist, post-graduate student of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russian Federation, phone: +7(909)586-39-19; e-mail: vasilievaa_irina@mail.ru
Nemova Darya Viktorovna, Cand. tech. Sciences, associate Professor of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russian Federation, phone.: +7 (921) 890-02-67; e-mail: nemova_dv@spbstu.ru
Vatin Nikolai Ivanovich, Dr. of Sn., Professor of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russian Federation, phone: +7(921)964-37-62; e-mail: vatin_ni@spbstu.ru

The number of high-rise buildings with enclosing structures made of glass is growing rapidly every year. High transparency of buildings is becoming one of the reasons of high-energy consumption. The problem of energy saving in glass structures is becoming more and more urgent. The innovative double-skin glass facade system has proven to be energy efficient in European countries. In the future, this design will significantly reduce the energy load of the building. There are many data obtained from experiments that need to ranking. The article provides a systematization of reducing energy loads when using this system of constructive energy saving, depending on the type of climate. The paper also presents the dependence of

changes in energy loads on the width of the inter-contour space (0,2 m, 0,5 m, 1 m, 2 m) and on the height of the building (8 m, 168 m, 340 m).

Keywords: double-skin facade; translucent structure; enclosing structure; facade system; air gap; energy consumption; climate conditions.

REFERENCES

1. **Mikhaylova M. K., Dalinchuk V. S., Bushmanova A. V., Dobrogorskaya L. V.** *Design, construction and operation of high-rise buildings, taking into account the aerodynamic aspects*. Construction of Unique Buildings and Structures. 2016. No. 10(49). Pp. 59-74. (in Russian)
2. **Perez-Grande I., Meseguer J., Alonso G.** *Influence of glass properties on the performance of double-glazed facades*. Applied Thermal Engineering. 2005. No. 25. Pp. 3163-3175.
3. **Ghadamian H., Ghadimi M., Shakouri M., Moghadasi M.** *Analytical solution for energy modeling of double skin façades building*. Energy and Buildings. 2016. No. 50. Pp. 158-165.
4. **Baldinelli G.** *Double skin facades for warm climate regions: analysis of a solution with an integrated movable shading system*. Building and Environment. 2009. No. 44(6). Pp. 1107-1118.
5. **Andjelkovic A. S., Cvjetkovic T. B., Stojanovic I. H.** *Development of simple calculation model for energy performance of double skin facades*. Thermal Science. 2016. No. 16. – Pp. S251-S267.
6. **Yılmaz Z., Çetintaş F.** *Double skin façade's effects on heat losses of office buildings in Istanbul*. Energy and Buildings. 2005. No. 37(7). Pp. 691-697.
7. **Ballestini G., De Carli M., Masiero N., Tombola G.** *Possibilities and limitations of natural ventilation in restored industrial archaeology buildings with a double-skin façade in Mediterranean climates*. Building and Environment. 2005. No. 40(7). Pp. 983-995.
8. **Kim Y-M., Lee J-H., Kim S-M., Kim S.** *Effects of double skin envelopes on natural ventilation and heating loads in office buildings*. Energy and Buildings. 2011. No. 43(9). Pp. 2118-2126.
9. **Zerefos S.C.** *On the performance of double skin facades in different environmental conditions*. International Journal of Sustainable Energy. 2007. No. 26(4). Pp. 221-229.
10. **Paradaki N., Papantoniou S., Kolokotsa D.** *A parametric study of the energy performance of double-skin façades in climatic conditions of Crete, Greece*. International Journal of Low-Carbon Technologies. 2014. No. 9(4). Pp. 296-304.
11. **Choi W., Joe J., Kwak Y., Huh J.-H.** *Operation and control strategies for multi-storey double skin facades during the heating season*. Energy and Buildings. 2012. No. 9(4). Pp. 454-465.
12. **Kim G., Schaefer L. A., Kim J. T.** *Development of a double-skin facade for sustainable renovation of old residential buildings*. Indoor and Built Environment. 2013. No. 22. Pp. 180-190.
13. **Høseggen R., Wachenfeldt B. J., Hanssen S. O.** *Building simulation as an assisting tool in decision making – case study: with or without a double-skin facade?* Energy and Buildings. 2008. No. 40(5). Pp. 821-827.
14. **Stec W. J., Paassen A. V.** *Symbiosis of the double skin façade with the HVAC system*. Energy and Buildings. 2005. No. 37 (5). Pp. 461-469.
15. **Balocco C.** *A simple model to study ventilated facades energy performance*. Energy and Buildings. 2002. No. 34(5). Pp. 469-475.
16. **Faggembauu D., Costa M., Soria M., Oliva A.** *Numerical analysis of the thermal behaviour of glazed ventilated facades in Mediterranean climates. Part II: applications and analysis of results*. Solar Energy. 2003. No. 75. Pp. 229-239.
17. **Eicker U., Fux V., Bauer U., Mei L., Infield D.** *Façades and summer performance of buildings*. Energy and Buildings. 2008. No. 40. Pp. 600-611.

18. **Hensen J., Bartak M., Drkal F.** *Modeling and simulation of double-skin facade system.* ASHRAE Transactions. 2002. No. 108. Pp. 1251-1259.
19. **Kuritsyn A. O., Pavlova N. Y., Opanasenko I. A., Bolotovskiy V. V., Tarasova D. S.** *Double skin facade with ventilated buffer zone.* Alfabuild. 2018. No. 6(7). Pp. 47-58. (in Russian)
20. **Petrichenko M., Vatin N., Nemova D., Olshevskiy V.** *The results of experimental determination of air output and velocity of flow in double skin facades.* Applied Mechanics and Materials. 2015. No.725-726. Pp. 93-99.
21. **Vasileva I. L., Nemova D. V., Vatin N. I.** *Introduction of double-skin facades in the Russian Federation.* Construction of Unique Buildings and Structures. 2019. No. 9(84). Pp. 51-62. (in Russian)
22. **Saroglou T., Theodosiou T., Givoni B., Meir I. A.** *Studies on the optimum double-skin curtain wall design for high-rise buildings in the Mediterranean climate.* Energy and Buildings. 2020. No. 208. Pp. 1-11.
23. **Pomponi F., Poorang P., Southall R., Ashton P., Eric R. P. Farr.** *Energy performance of Double-Skin Facades in temperate climates: a systematic review and meta-analysis.* Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016. No. 54. Pp. 1525-1536.

Received 14 September 2020

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Васильева, И. Л. Снижение энергопотребления здания с применением конструкции двойного стеклянного фасада / И. Л. Васильева, Д. В. Немова, Н. И. Ватин // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 3(14). – С. 17-25.

FOR CITATION:

Vasileva I. L., Nemova D. V., Vatin N. I. *Reducing the energy consumption of a building using a double-skin facade.* Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 3(14). Pp. 17-25. (in Russian)

УДК 365.4: 721.011

АНАЛИЗ ПРИСПОСОБЛЕННОСТИ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ МАССОВЫХ СЕРИЙ ДЛЯ ПРОЖИВАНИЯ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ

М. С. Кононова, Э. В. Сазонов, Т. В. Михайлова, И. В. Живоженко

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

Сазонов Эдуард Владимирович, д-р техн. наук, профессор кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-53-21; e-mail: edsazonov36@yandex.ru

Михайлова Татьяна Витальевна, канд. арх., доцент, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(950)766-25-55; e-mail: mtvit.1955@mail.ru

Живоженко Игорь Владимирович, магистрант кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-52-49; e-mail: n79507535529@yandex.ru

В настоящее время значительная доля жилого фонда в нашей стране представлена многоквартирными домами, построенными более 30 лет назад и не соответствующими современным требованиям по обеспечению доступности для маломобильных групп населения. Для выявления существующих несоответствий проведен анализ двадцати серий типовых проектов жилых домов. Проанализированы входные группы, параметры санитарно-гигиенических узлов, планировочные решения квартир. Получены количественные показатели, характеризующие состояние исследуемых зданий. Проведен анализ применимости существующих проектных решений по адаптации и реконструкции существующих зданий с целью выявления возможности повышения их комфортности для людей с ограниченными возможностями. Разработана 100-бальная шкала для оценки приспособленности мест общего пользования для комфортного перемещения маломобильных групп населения. Предложено присвоение помещениям общего пользования классов, характеризующих степень их приспособленности для рассматриваемой категории жителей.

Ключевые слова: маломобильные группы населения; безбарьерная среда; жилые здания; входная группа; реконструкция зданий.

Создание комфортных условий проживания для людей с ограниченной подвижностью является одной из наименее решенных проблем в нашей стране. В первую очередь эта проблема связана с архитектурными особенностями зданий. Немаловажное значение имеет возможность проведения мероприятий по реконструкции жилых зданий с учетом особенностей маломобильных групп населения (МГН), поскольку большая часть существующего жилищного фонда построена без учета их ограниченных возможностей.

Действующие своды правил РФ по проектированию зданий и сооружений с учетом доступности маломобильных групп населения определяют в основном требования к объектам нового строительства и практически не рассматривают вопросы приспособления уже существующих зданий к их потребностям по доступу к месту жительства и комфортного проживания [1, 2].

В ряде публикаций поднимается вопрос о проблеме организации комфортной архитектурно – планировочной среды для МГН [3...5]. Авторы проводят сравнительный анализ действующих нормативных требований, предъявляемых к строительству, а также к реконструкции существующих помещений. Существуют также достаточно много предложений

по формированию безбарьерной среды, в том числе применительно к многоэтажным жилым домам, построенным в прошлом веке, занимающим значительную долю в российском жилом фонде [6...10]. Предлагаемые мероприятия по перепланировке направлены на:

- ✓ улучшение объёмно-планировочных параметров,
- ✓ размещение приспособлений и оборудования для перемещения в инвалидной коляске, создающие также дополнительные удобства доступа для престарелых лиц и людей, использующих детские и хозяйственные коляски;

- ✓ обеспечение путей эвакуации в соответствии с современными нормами.

Объектом исследования, проведенного авторами, являлись наиболее массовые типовые проекты многоквартирных жилых домов 1970 – 1980-х годов постройки. Выбор обоснован тем, что жилые дома этого периода возводились при отсутствии соответствующей нормативной базы и не приспособлены для нужд МГН. При подборе типовых серий многоквартирных жилых домов рассматривались наиболее практикуемые в городском жилищном строительстве строительные системы (крупнопанельная, крупноблочная и кирпичная) и этажность (5, 9, 12...14 этажей) с числом квартир на этаже от 4 до 6. В исследовании использовано 20 типовых проектов.

Основными элементами, принятыми для оценки планировочных решений жилых зданий с позиций соответствия их требованиям формирования безбарьерной среды, являются следующие функциональные блоки жилых зданий:

- ✓ входные узлы;
- ✓ лестнично-лифтовые блоки;
- ✓ пути движения;
- ✓ планировочные параметры квартир.

Дополнительными критериями, которые не учитываются нормативными документами, но являются важным показателем для оценки, являются:

- ✓ возможность перепланировки квартир;
- ✓ технологичность адаптации планировочного решения к изменяющимся эксплуатационным требованиям, определяемая необходимостью или возможностью переноса санитарно-гигиенического оборудования, требованиям демонтажа перегородок и т.д. при перепланировке квартир.

Для выбранных зданий был произведен анализ планировочных решений на предмет соответствия нормам обеспечения доступности МГН, результаты которого приведены в табл. 1. Установлено, что в большинстве случаев жилые объекты построены с параметрами, не соответствующими СП 59.1333.2012 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения».

Таблица 1

Сравнение нормируемых и фактических параметров исследуемых серий жилых домов по обеспечению комфортного проживания МГН

Наименование параметра	Серии жилых домов	Нормативное значение, ед. измерения	Соответствие нормам
Входы			
Ширина входных дверей	1 – 511, 1-464, 1-468, 1-355, П – 18, П – 29, И – 209А, 125, 85, 111 – 75, И155ММ, 90, 97.	≥ 1,2 м	ДА
	1ЛГ – 606, 83, 1 – 525 – П, П – 49, 510.		НЕТ
Глубина тамбура	1 – 511, 1-464, 1-468, 1 – 447, 1-355, П – 18, И – 209А, П – 29, 125, 85, 83, 111 – 75, 135, И155М, 1 – 525 – П, 137, П – 49, 90,97,510.	≥1,5 м	НЕТ

Окончание табл. 1

Вертикальные коммуникации. Лестницы			
Ширина лестничного марша	I-506-2, 90, 97, II – 49,	1,35 м	ДА
	1-447, 1-151, 1-464, 1-468, 1-355, II – 18, II – 209А, IЛГ – 606, 125, 85, 144 – 85 – 3, 111-75, 121-013, И155ММ, 1 – 528 – П, 83, 85, 111 – 75, 510		НЕТ
Санитарно-бытовые помещения			
Диаметр для разворота	1 – 511, 1-464, 1-468, 1 – 447, 1-355, II – 18, II – 209А, II – 29, 125, 85, 83, 111 – 75, 135, И155М, 1 – 525 – П, 137, II – 49, 90,97,510.	d=1,4 м	НЕТ
Габариты санитарного узла	1 – 511, 1-464, 1-468, 1 – 447, 1-355, II – 18, II – 209А, II – 29, 125, 85, 83, 111 – 75, 135, И155М, 1 – 528 – П, 137, II – 49, 90, 97,510.	2,2x2,2 м	НЕТ
Жилые комнаты (однокомнатные квартиры)			
Ширина жилой комнаты для проживания инвалида	1 – 464, 1 – 468, 1 – 447, 1-355, II – 18, II – 209А, 111 – 75, И155М, 1 – 528 – П, 90, 97.	3,0 м	ДА
Ширина жилой комнаты для проживания инвалида на кресло – коляске	1-464, II – 209 А, И155ММ, 90, 97.	3,6 м	ДА
	1 – 468, 1 – 447, 1-355, II – 18, 111 – 75, 1 – 5285 – П,		НЕТ
Площадь общей комнаты в квартире	1 – 464, 1 – 447, 1-355, II – 18, II – 209А, 111 – 75, И155М, 1 – 528 – П, 90, 97.	≥ 16 м ²	ДА
	1-468, IЛГ – 606.		НЕТ
Кухни (однокомнатные квартиры)			
Ширина кухни	1 – 464, 1 – 468, 1 – 447, 1-355, II – 18, II – 209А, 111 – 75, И155М, 1 – 528 – П, 90, 97.	2,20 м	ДА
Площадь помещения	1 – 464, 1 – 468, 1 – 447, 1-355, II – 18, II – 209А, 111 – 75, И155М, 1 – 528 – П, 90, 97.	4,5 – 5,5 м ²	ДА
Жилые комнаты (двух-, трехкомнатные квартиры)			
Ширина жилой комнаты для проживания инвалида	1 – 511, 1-464, 1-468, 1 – 447, 1-355, II – 18, II – 209А, II – 29, 125, 85, 83, 111 – 75, 135, И155М, 137, II – 49, 90, 97	3,0 м	ДА
	1 – 525 – П, 1 – 510		НЕТ
Ширина жилой комнаты для проживания инвалида на кресло – коляске	И155М	3,6 м	ДА
	1 – 511, 1-464, 1-468, 1 – 447, 1-355, II – 18, II – 209А, II – 29, 125, 85, 83, 111 – 75, 135, 1 – 528 – П, 137, II – 49, 90, 97,510.		НЕТ
Площадь общей комнаты в квартире	И155М	20 – 22 м ²	ДА
	1 – 511, 1-464, 1-468, 1 – 447, 1-355, II – 18, II – 209А, II – 29, 125, 85, 83, 111 – 75, 135, И155М, 137, II – 49, 90, 97		НЕТ
Кухни (двух-, трехкомнатные квартиры)			
Ширина кухни	1 – 511, 125, 111 – 75, 97, И155М,	2,8 м	ДА
	1-464, 1-468, 1 – 447, 1-355, II – 18, II – 209А, II – 29, 85, 83, 135, 1 – 528 – П, 137, II – 49, 90, 510		НЕТ
Площадь помещения	1 – 511, 111 – 75, И155М, 125	9,0 м ² 12 м ²	ДА
	1-464, 1-468, 1 – 447, 1-355, II – 18, II – 209А, II – 29, 85, 83, 135, 1 – 528 – П, 137, II – 49, 90, 97, 510		НЕТ

Выявлено, что для многоквартирных жилых домов некоторых серий существующие габариты входных групп, лестнично-лифтового узла, ширина коридорных путей не соответствует нормативным значениям. Функциональные схемы в большинстве случаев соответствуют требованиям формирования жилья для МГН, однако ширина внутриквартирных коридоров не достаточна для беспрепятственного перемещения лиц в инвалидной коляске.

В результате анализа результатов, представленных в табл. 1, установлено, что практически ни одна из секций жилых домов рассматриваемых проектов не адаптирована к требованиям по проживанию МГН. Более наглядно результаты проведенных исследований проиллюстрированы в виде диаграмм (рис. 1).

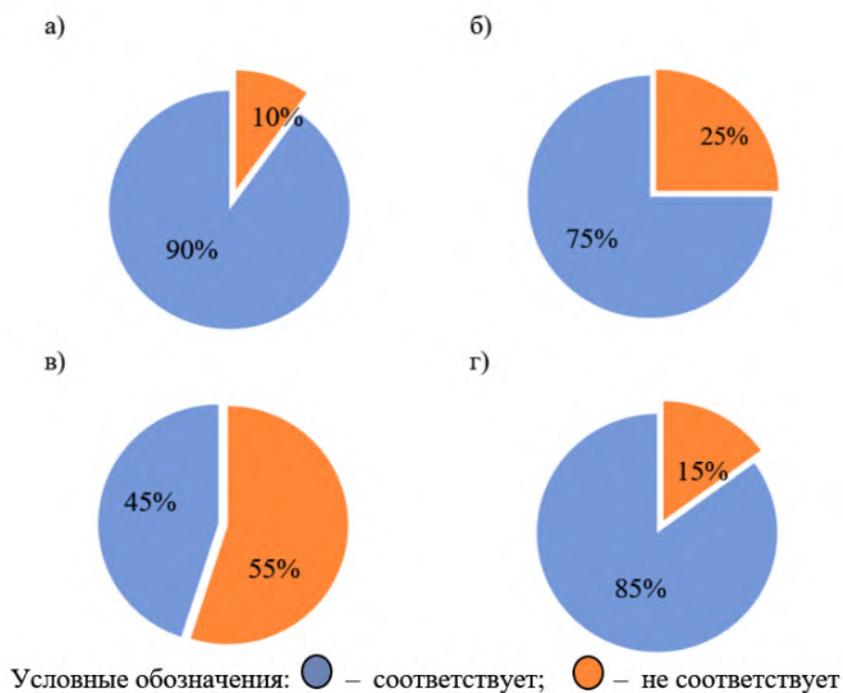


Рис. 1. Результаты сравнения нормируемых и фактических параметров по обеспечению доступности жилых домов для МГН: а – входные группы; б – санитарно-гигиенические узлы; в – планировочные решения однокомнатных квартир; г – планировочные решения двух-, трехкомнатных квартир.

Из обследуемых объектов 65 % оборудованы наружными лестницами, но только в 20 % случаев можно говорить о том, что они соответствуют нормам по обеспечению доступности МГН. Конструкция лестничных маршей не всегда позволяет установить в подъезде подъемное оборудование, из-за отсутствия свободного места и площадок подъезда (съезда) вниз и вверх. Реализация вертикального лестничного подъемника в пределах входной группы возможна только для многоквартирных жилых домов серии «83», «85», «П – 49».

Был проведен анализ применимости существующих мероприятий по адаптации зданий для МГН к исследуемым сериям жилых домов. В результате было выявлено, насколько можно приблизить их объемно-планировочные решения к современным нормам (рис. 2).

Сравнение результатов, представленных на рис. 1 и 2, показывает, что эффективность возможных адаптационных мероприятий различается для отдельных частей жилого дома. Планировочная жесткость конструктивных схем не позволяет увеличить размеры вертикальных и горизонтальных коммуникаций. Поэтому габариты лестничных клеток и внеквартирных коридоров не удастся привести в соответствие к нормам.

Санитарно-гигиенические помещения во всех рассмотренных сериях допускают возможность их реконструкция путем объединения в единый узел, что в большинстве случаев способствует увеличению габаритных размеров.

Таким образом, после адаптации в рассмотренных сериях многоквартирных жилых домов можно улучшить показатели входных групп, кухонных и жилых помещений, санитарно-гигиенических узлов.

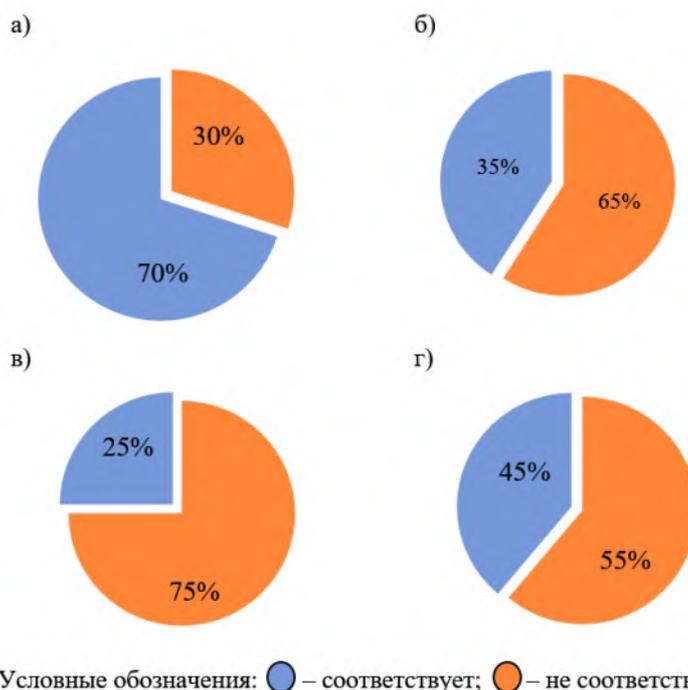


Рис. 2. Соответствие исследуемых зданий нормам по обеспечению доступности МГН после адаптационных мероприятий: а – входные группы; б – санитарно-гигиенические узлы; в – планировочные решения однокомнатных квартир; г – планировочные решения двух-, трехкомнатных квартир

Для удобства оценки и сравнения приспособленности зданий для комфортного передвижения МГН авторами предлагается 100-балльная шкала, предназначенная для оценки мест общего пользования (табл. 2).

Таблица 2

Критерии для оценки приспособленности мест общего пользования для перемещения МГН

Наименование критерия	Количественная характеристика критерия	Количество баллов
Ширина входной двери	$\geq 1,2$ м	20
	$1,2$ м > ширина > $1,0$ м	10
	ширина < $1,0$ м	0
Глубина тамбура	$1,5$ м >	20
	< $1,5$ м	10
Ширина лестничного марша	$\geq 1,35$ м	20
	$\leq 1,35$ м	10
Наличие устройств для подъема колясочников по лестницам	Шахтные подъемники	40
	Пандусы стационарные	30
	Пандусы откидные	20
	Отсутствуют устройства	0

Количество баллов менее 40 говорит о невозможности перемещения МГН в пределах мест общего пользования. При количестве баллов от 40 до 70 – перемещение затруднено, но возможно с посторонней помощью. При количестве баллов более 70 – возможно самостоятельное перемещение МГН в коляске.

На основе разработанной балльной системы предлагается присвоение местам общего пользования определенного класса, (аналогично классу энергоэффективности) – рис. 3.

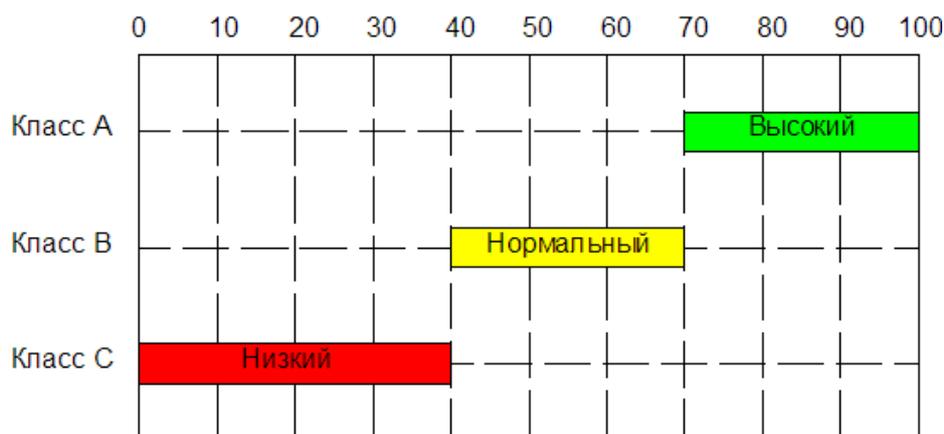


Рис. 3. Классификация мест общего пользования жилых домов по классам приспособленности для проживания МГН

Результаты использования разработанной шкалы для исследуемых зданий приведены в табл. 3. В ней представлены результаты количественной оценки зданий в исходном состоянии и после проведения потенциальных мероприятий по реконструкции, применимых к данным зданиям.

Таблица 3

Результаты оценки приспособленности мест общего пользования для проживания МГН

Номер серии жилого дома	Суммарное количество баллов		Класс приспособленности МГН	
	до реконструкции	после реконструкции	до реконструкции	после реконструкции
1 – 150	30	60	С	В
1 – 164	40	70	В	А
1 – 468	40	70	В	А
1 – 477	50	70	В	А
1 – 335	40	70	В	А
II – 18	40	70	В	А
И – 209 А	50	70	В	А
II – 29	30	70	С	А
125	50	70	В	А
85	50	70	В	А
83	50	70	В	А
111 – 75	50	70	В	А
135	40	70	В	А
И155ММ	40	70	В	А
1 – 528 – II	30	60	С	В
137	40	70	В	А
II – 49	40	70	С	А
90	40	70	В	А
97	60	80	В	А
510	30	60	С	В

При оценке исследуемых зданий по предложенной шкале установлено, что 25 % исследуемых жилых домов относятся к классу «С» с низким уровнем адаптации, 75 % исследуемых жилых домов относятся к классу «В» с нормальным уровнем адаптации. В результате реконструкции мест общего пользования возможно повышение их класса приспособленности для МГН. Количество жилых домов, которые соответствуют классу «В» увеличилось до 60 %. Так же в результате реконструкции появились жилые дома, которые относятся

к высокому уровню адаптации «А» и их количество составляет 40 % от исследуемых зданий.

Заключение.

По результатам сравнения нормативных и фактических показателей для 20 серий жилых многоквартирных домов выявлено, что 90 % проектов не соответствуют современным нормативным параметрам габаритов входных групп и лестничных маршей.

Для оценки и сравнения приспособленности мест общего пользования для перемещения МГН предложена 100-бальная шкала. Предложено разделение мест общего пользования по количественным показателям на классы приспособленности МГН, что позволит планировать проведение плановых мероприятий по реконструкции с целью формирования безбарьерной среды.

Проведен анализ применимости существующих проектных решений по адаптации мест общего пользования жилых домов для комфортного перемещения МГН. Установлено, что в результате реализации этих проектных решений возможно значительно повысить уровень комфортности исследуемых зданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Киричков, И. В.** Адаптация объектов современной архитектуры к потребностям маломобильных групп населения / И. В. Киричков // Урбанистика. – 2019. – № 2. – С. 71-81.
2. **Махортова, И. Н.** Организация безбарьерной среды при проектировании жилища / И. Н. Махортова // Архитектурные исследования. – 2016. – № 2(6). – С. 11-26.
3. **Шутов, Д. В.** Доступность домашней среды для маломобильных групп населения / Д. В. Шутов, М. Р. Макарова // Доктор.Ру. – 2017. – № 11(140). – С. 61-66.
4. **Колчунов, В. И.** Предложения по количественной оценке соответствия элементов городской среды потребностям маломобильных групп населения / В. И. Колчунов, Е. В. Брума // Строительство и реконструкция. – 2012. – № 5(43). – С. 35-38.
5. **Короткова, С. Г.** Адаптационные ресурсы жилой среды для людей с ограниченной мобильностью / С. Г. Короткова // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2011. – № 3(17). – С. 57-62.
6. **Маркова, А. А.** Адаптация входных групп зданий подъемными платформами для маломобильных групп населения / А. А. Маркова, Л. В. Халтурина // Ползуновский альманах. – 2018. – № 2. – С. 117-121.
7. **Кононова, М. С.** Варианты размещения нормируемого количества парковочных мест при проектировании жилой застройки / М. С. Кононова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2017. – № 1-2(1). – С. 42-47.
8. **Ламов, И. Ф.** Модернизация крупнопанельных жилых зданий на севере с учетом потребностей маломобильных групп населения / И. Ф. Ламов, А.Ю. Варфоломеев, А. Н. Попов // Экономика и управление. – 2009. – № 10(48). – С. 47-51.
9. **Kononova, M. S.** Methodology for Comparison of Building Daylighting Systems / M. S. Kononova, M. N. Zherlykina, A. A. Kononov // В сборнике: IOP Conference series: Materials science and engineering. International science and technology conference «FarEastCon-2019». – 2020. – С. 022008. DOI: 10.1088/1757-899X/753/2/022008
10. **Апполонов, А. С.** Архитектурная среда Санкт-Петербурга с учетом социально-демографических особенностей проживания маломобильных групп населения в жилых домах массовых серий / А. С. Апполонов // Вестник гражданских инженеров. – 2012. – № 6(35). – С. 5-8.
11. **Крюков, А. Р.** Приспособление жилого фонда для проживания маломобильных групп населения / А. Р. Крюков, Н. Ю. Смурова, П. П. Семикин // Жилищное строительство. – 2012. – № 11. – С. 22-25.

Поступила в редакцию 11 сентября 2020

ANALYSIS OF THE SUITABILITY OF MULTI-APARTMENT HOUSES OF MASS SERIES FOR TRAVELERS WITH LIMITED MOBILITY

M. S. Kononova, E. V. Sazonov, T. V. Mikhailova, I. V. Zhivozhenko

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

Sazonov Eduard Vladimirovich, Dr. of Sn., Professor, Professor of the Department of housing and communal services, Voronezh state technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92; e-mail: ed-sazonov36@yandex.ru

Mikhailova Tatyana Vitalievna, Cand. architecture, associate Professor of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(950)766-25-55; e-mail: mtvit.1955@mail.ru

ZHivozhenko Igor' Vladimirovich, undergraduate of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92; e-mail: n79507535529@yandex.ru

Currently, a significant share of the housing stock in our country is represented by multi-apartment buildings which are built more than 30 years ago and which do not meet modern requirements for ensuring accessibility for low-mobility groups of the population. To identify existing inconsistencies, an analysis of twenty series of standard projects of residential buildings was carried out. Entrance groups, parameters of sanitary and hygienic units, planning solutions of apartments are analyzed. Quantitative indicators describing the condition of the buildings under study were obtained. The analysis of the applicability of existing design solutions for the adaptation and reconstruction of existing buildings in order to identify the possibility of improving their comfort for people with disabilities was carried out. A 100-point scale has been developed to assess the fitness of public areas for comfortable movement of low-mobility groups of the population. It is proposed to assign classes to public premises that characterize the degree of their fitness for the considered category of residents.

Keywords: people with limited mobility; a barrier-free environment; a residential building; entrance group; reconstruction of the buildings.

REFERENCES

1. **Kirichkov I.** *Adjustment of the modern architectural object to the people with limited mobility.* Urbanistics. 2019. No. 2. Pp. 71-8. (in Russian)
2. **Makhortova I. N.** *Organization of barrier-free environment in the design of housing.* Architectural research. 2016. No. 2(6). Pp. 11-26. (in Russian)
3. **Shutov D. V., Makarova M. R.** *Accessibility of the home environment for low-mobility population groups.* Doctor.Ru. 2017. No. 11(140). Pp. 61-66. (in Russian)
4. **Kolchunov V. I., Bruma E. V.** *Proposals for quantitative assessment of compliance of elements of the urban environment with the needs of low-mobility population groups.* Construction and reconstruction. 2012. No. 5(43). Pp. 35-38. (in Russian)
5. **Korotkova S. G.** *Adaptive resources of the residential environment for people with limited mobility.* Proceedings of the Kazan state University of architecture and civil engineering. 2011. No. 3(17). Pp. 57-62. (in Russian)
6. **Markova A. A.** *Adaptation of entrance groups of buildings by lifting platforms for people with limited mobility.* Polzunovskii almanac. 2018. No. 2. Pp. 117-121. (in Russian)
7. **Kononova M. S.** *Variants of arrangement of normed quantity of parking places at designing by a core of building.* Housing and utilities infrastructure. 2017. No. 1-2(1). Pp. 42-47. (in Russian)

8. **Lamov I. F., Varfolomeev A. Yu., Popov A. N.** *Modernization of large-panel residential buildings in the North, taking into account the needs of low-mobility population groups*. Economics and management. 2009. No. 10(48). Pp. 47-51. (in Russian)
9. **Kononova M. S., Zherlykina M. N., Kononov A. A.** *Methodology for Comparison of Building Daylighting Systems*. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. 2020. 022008. DOI: 10.1088/1757-899X/753/2/022008
10. **Appolonov A. S.** *Architectural environment of Saint Petersburg with consideration of socio-demographic features of living of low-mobility groups of the population in residential buildings of mass series*. Bulletin of civil engineers. 2012. No. 6(35). Pp. 5-8. (in Russian)
11. **Kryukov A. R., Smurova N. Yu., Semikin P. P.** *Adaptation of the housing stock for living in low-mobility groups of the population*. Housing construction. 2012. No. 11. P. 22-25. (in Russian)

Received 11 September 2020

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Кононова, М. С. Анализ приспособленности многоквартирных жилых домов массовых серий для проживания маломобильных групп населения / М. С. Кононова, Э. В. Сазонов, Т. В. Михайлова, И. В. Живоженко // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 3(14). – С. 26-34.

FOR CITATION:

Kononova M. S., Sazonov E. V., Mikhailova T. V., Zhivozhenko I. V. *Analysis of the suitability of multi-apartment houses of mass series for travelers with limited mobility*. Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 3(14). Pp. 26-34. (in Russian)

УДК 691.327.332:620.169.2

АНАЛИЗ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ГАЗОБЕТОННЫХ СТЕН ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ

С. В. Корниенко

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

По результатам испытаний фрагмента кладки стен из автоклавных газобетонных блоков в климатической камере установлено, что данные ГОСТ 31359-2007 по теплопроводности ячеистых бетонов неприменимы для оценки теплотехнического состояния стен при эксплуатационных условиях. Несоответствие нормируемых и фактических значений теплопроводности материалов и изделий, используемых при устройстве наружных ограждающих конструкций, приводит к увеличению трансмиссионных потерь теплоты через стены и перерасходу тепловой энергии на отопление. В этой связи требуется пересмотр заявленных производителями значений, а также стандартов, на основании которых производится выпуск изделий.

Ключевые слова: теплопроводность; равновесная влажность; автоклавный газобетон; стеновая конструкция; климатическая камера; лабораторный анализ; эксплуатационные условия; энергосбережение.

Стеновые изделия из ячеистого бетона автоклавного твердения находят широкое применение в современном строительстве [1...5]. Потери теплоты через наружные ограждающие конструкции, расход тепловой энергии в здании, его энергетическая эффективность, качество микроклимата в эксплуатируемых помещениях зависят от теплопроводности материалов и изделий, применяемых в составе ограждений [6...9].

Одной из причин несоответствия вводимых в эксплуатацию зданий проектным показателям их энергопотребления и энергетической эффективности является расхождение заявленных и фактических теплофизических свойств материалов.

В работе [10] показано, что производители строительных материалов для достижения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций часто искусственно занижают экспериментальные значения теплопроводности материалов. В этой связи возникает необходимость комплексного исследования свойств строительных материалов, в том числе, ячеистых бетонов автоклавного твердения.

Предметом исследования является фрагмент кладки толщиной 150 мм из автоклавных газобетонных блоков марки D500 по средней плотности. Выбор марки изделий обусловлен их широким применением на отечественном рынке. Кладка блоков выполнена на клеевом составе, средняя толщина шва 2 мм. В этом случае удельные добавочные потери теплоты через швы кладки равны нулю, и фрагмент кладки можно рассматривать как плоский теплозащитный элемент, в котором швы кладки не оказывают влияния на теплопроводность кладки.

С целью изучения тепловлажностных характеристик газобетонных стен проведено комплексное исследование, основу которого составляет эксперимент в климатической камере [6]. Условия проведения эксперимента максимально приближены к реальным условиям эксплуатации ограждающих конструкций. Это позволяет определить теплопроводность кладки в широком диапазоне влажности. Климатическая камера состоит из теплого и холодного отсеков, разделенных испытываемой конструкцией, как показано на рис. 1. Методы определения эквивалентной теплопроводности и сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций в климатической камере основаны на создании в конструкции

условий стационарного теплового режима и измерении температуры внутреннего и наружного воздуха, температуры поверхностей конструкции, а также плотности теплового потока, проходящего через нее, по которым вычисляют искомые теплотехнические характеристики.



Рис. 1. Общий вид климатической камеры [6]

Испытания фрагмента проведены в течение 66 часов. Это время достаточно для создания установившегося влажностного режима ограждения. В процессе эксперимента осуществлялся контроль температуры на поверхностях образца: в теплом отсеке – 20 °С, в холодном отсеке – минус 20 °С. Средняя температура образца около 0 °С. Плотность теплового потока через образец равна 74,1 Вт/м².

После проведения испытаний в климатической камере проведено исследование распределения влажности по толщине фрагмента кладки путем послойного отбора проб (рис. 2) и их последующего лабораторного анализа согласно РМД 51-25-2015.

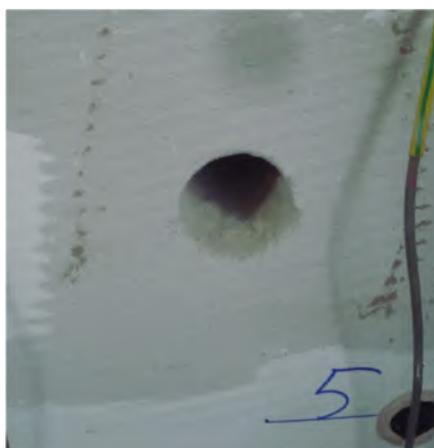


Рис. 2. Внешний вид образца с отбором проб из фрагмента стеновой конструкции [6]

Распределение влажности по толщине испытываемого фрагмента стеновой конструкции показано на рис. 3. Начало координат совпадает с внутренней поверхностью образца. Среднее влагосодержание образца вычислено по формуле:

$$w_{\text{ср}} = \frac{1}{\delta} \int_0^{\delta} w(x) dx, \quad (1)$$

где δ – толщина образца, мм.

Несмотря на то, что распределение влажности по толщине испытываемого фрагмента кладки, представленное на рис. 3, получено для условной (модельной) кладки толщиной

150 мм, данное распределение является показательным с точки зрения качественного отображения основных особенностей влажностного режима реальных стеновых ограждений. Как видно из графика (рис. 3), плоскость наибольшего увлажнения кладки находится на расстоянии 2/3 ее толщины при отсчете от внутренней поверхности испытываемого фрагмента, т.е. коррелирует с нормативно-справочными данными.

Нулевая изотерма делит конструкцию примерно на две равные зоны – с положительной и отрицательной температурами. Криофаза влаги занимает значительный объем образца и создает малопроницаемый для водяных паров барьер, являясь главной причиной накопления влаги перед ним. В наружном поверхностном слое происходит сушка кладки.

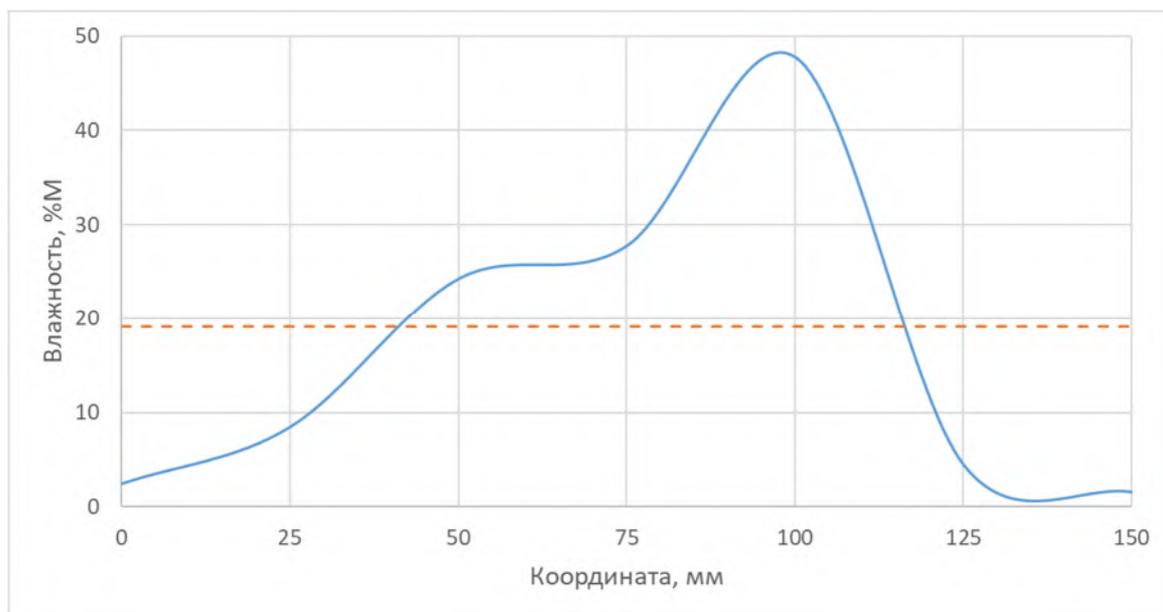


Рис. 3. Распределение влажности по толщине фрагмента стеновой конструкции из газобетонных блоков (сплошная линия — послойное определение влажности; пунктир – средняя влажность по толщине образца, определяемая формулой (1))

Начальная влажность ячеистого бетона, измеренная перед проведением испытаний фрагмента кладки в климатической камере, составляет 5,7 % по массе (% М). Средняя влажность испытываемого фрагмента кладки после окончания эксперимента составляет 19,1 %. Таким образом, прирост влаги в образце за время испытаний в климатической камере равен 13,4 %.

По результатам испытаний в климатической камере термическое сопротивление фрагмента кладки $R = 0,54 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. Эквивалентная теплопроводность кладки при данных условиях составляет:

$$\lambda = \frac{\delta}{R} = \frac{0,15}{0,54} = 0,28 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$

Согласно экспериментальным данным [6] теплопроводность кладки в сухом состоянии равна 0,127 Вт/(м·К).

Зависимость теплопроводности кладки от влажности может быть представлена в следующем виде:

$$\lambda(w) = 0,008w + 0,127. \quad (2)$$

График зависимости теплопроводности от влажности газобетона, построенный на основании формулы (2), показан сплошной линией на рис. 4.

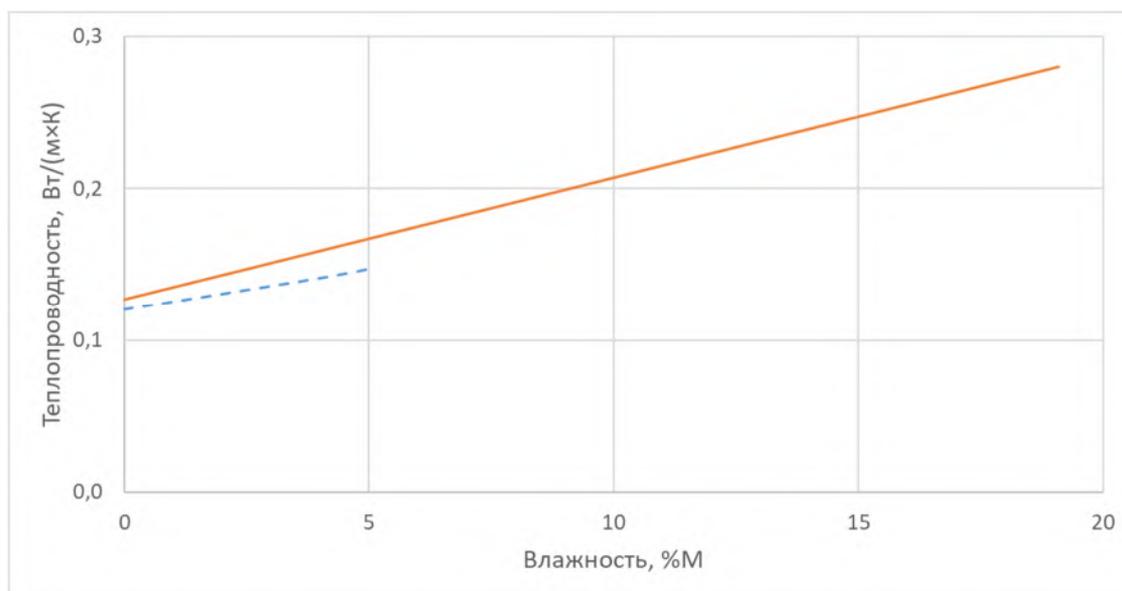


Рис. 4. Зависимость теплопроводности от влажности газобетона D500 (сплошная линия – по итогам испытаний; пунктир – согласно ГОСТ 31359-2007)

Полученная на основе результатов экспериментальных исследований в климатической камере линейная функция (2) является одной из форм аппроксимации зависимости теплопроводности от влажности материала. Главной особенностью этой зависимости является то, что она, в отличие от ГОСТ 31359-2007, характеризует изменение теплопроводности в широком интервале влажности. Следовательно, указанную зависимость можно использовать для оценки теплотехнических характеристик газобетонных стен при эксплуатационных условиях, т.е. при различном сочетании влажностно-климатических зон и влажностного режима эксплуатации помещений.

Линейная зависимость $\lambda(w)$, построенная по результатам испытаний в климатической камере, может быть обоснована путем рассмотрения модели влажного пористого материала.

Влажный материал – тело неоднородное. Оно состоит из различных компонентов: твердой матрицы и пор (рис. 5). Поры материала могут быть заполнены влажным воздухом, жидкой влагой и льдом. Теплопроводность влажного материала зависит от теплопроводности твердой матрицы, содержания влаги в различных фазах (включая пленочную влагу, обладающую особыми свойствами), фазовых изменений, условий тепло- и массообмена с окружающей средой. Особенности пористой структуры определяют большую изменчивость теплофизических свойств строительных материалов.

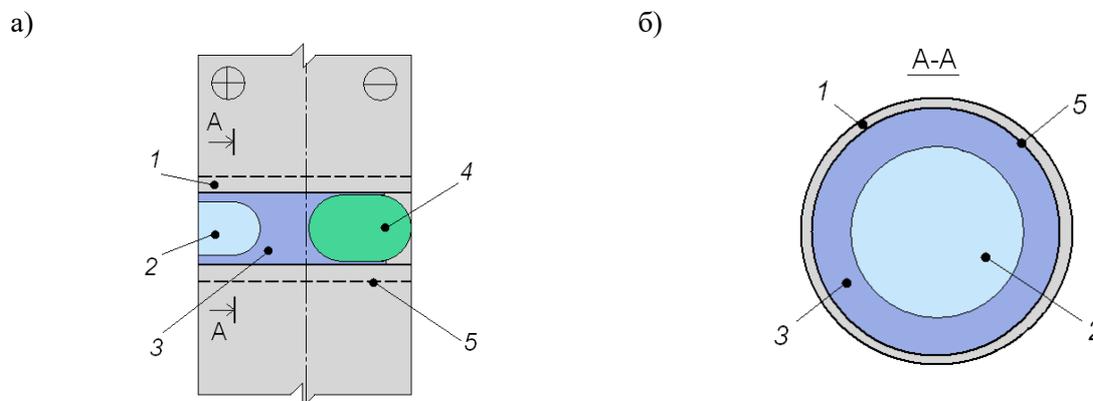


Рис. 5. Модель поры влажного строительного материала в ограждении: а – общий вид; б – поперечное сечение поры; 1 – твердая матрица; 2 – влажный воздух; 3 – жидкая фаза влаги (капиллярная и пленочная влага); 4 – твердая фаза влаги (криофаза); 5 – цилиндрическая пора

Теплопроводность рассматриваемого модельного тела можно приближенно определить по формуле [8]:

$$\bar{\lambda} = \lambda_{\text{ТВ}}(1 - P) + \lambda_{\text{ВОЗ}}(P - W) + \lambda_{\text{ВЛ}}W, \quad (3)$$

где $\lambda_{\text{ТВ}}$, $\lambda_{\text{ВОЗ}}$, $\lambda_{\text{ВЛ}}$ – соответственно теплопроводность твердой матрицы, влажного воздуха, влаги (в жидкой и твердой фазах); P – пористость; W – влажность по объему.

Согласно справочным данным теплопроводность воздуха равна 0,024 Вт/(м·К), а теплопроводность воды – 0,58 Вт/(м·К), т.е. почти в 25 раз больше воздуха. Поэтому при заполнении пор материала влагой теплопроводность увеличивается, а теплотехнические характеристики ограждающей конструкции ухудшаются. При отрицательной температуре образуется криофаза в порах материала. Теплопроводность льда (2,22 Вт/(м·К)) почти в 4 раза больше теплопроводности воды. Следовательно, в мерзлом материале отмечается еще больший прирост теплопроводности с увеличением влажности. Именно этот эффект отмечается по итогам испытаний, согласно которым угол наклона графика функции $\lambda(w)$ к оси абсцисс несколько выше, чем по ГОСТ 31359-2007, предписывающем проводить измерения при положительных температурах. При неизменных теплофизических свойствах твердой матрицы, воздуха и влаги зависимость теплопроводности модельного тела от влажности линейна, что указывает на правомерность построения экспериментальной зависимости по результатам испытаний образца в климатической камере по двум точкам – при заданной влажности и в сухом состоянии.

В соответствии с требованиями ГОСТ 31359-2007 равновесную влажность в наружных стенах из ячеистых бетонов зданий с сухим режимом эксплуатации в сухой и нормальной климатических зонах влажности и зданий с нормальным режимом эксплуатации в сухой климатической зоне принимают равной 4 %. В остальных наружных стенах из ячеистых бетонов равновесную влажность принимают равной 5 %. Согласно табл. А.1 ГОСТ 31359-2007 теплопроводность ячеистых бетонов марки D500 составляет: при $w = 4\%$ – $\lambda_{w=4} = 0,141$ Вт/(м·К), при $w = 5\%$ – $\lambda_{w=5} = 0,147$ Вт/(м·К). В сухом состоянии теплопроводность ячеистых бетонов $\lambda_{w=0} = 0,12$ Вт/(м·К). График зависимости теплопроводности от влажности газобетона, построенный на основе указанных данных, показан пунктирной линией (рис. 4).

Сравнение теплопроводности газобетона, представленной в таблице, показывает расхождение данных, полученных по результатам испытаний в климатической камере, и согласно ГОСТ 31359-2007, в среднем на 13,2 %.

Сравнение теплопроводности газобетона при различной влажности

Влажность w , %	Теплопроводность λ , Вт/(м·К)		Отклонение теплопроводности по результатам испытаний от данных ГОСТ, %
	по результатам испытаний	по данным ГОСТ	
4	0,159	0,141	+12,8
5	0,167	0,147	+13,6

Заключение.

Результаты выполненного исследования показывают, что фактические теплофизические свойства ячеистых бетонов не совпадают со значениями, заявленными производителями и представленными в стандартах, подготовленных с их непосредственным участием.

Несоответствие расчетных и фактических значений теплопроводности материалов и изделий, используемых при устройстве наружных ограждающих конструкций, приводит к увеличению трансмиссионных потерь теплоты через стены и перерасходу тепловой энергии на отопление. В этой связи требуется пересмотр заявленных производителями значений, а также стандартов, на основании которых производится выпуск изделий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Hendry, E.A.W.** Masonry walls: materials and construction. Review article / E.A.W. Hendry Construction and Building Materials. – 2001. – № 15. – Pp. 323-330.
2. **Tasdemir, C.** A comparative study on the thermal conductivities and mechanical properties of lightweight concretes. / C. Tasdemir, O. Sengul, M. A. Tasdemir // Energy and Buildings. – 2017. – № 151(15). – Pp. 469-475.
3. **Narayanan, N.** Structure and properties of aerated concrete: a review. / N. Narayanan, K. Ramamurthy // Cement Concrete Composite. – 2000. – № 22. – Pp. 321-329.
4. **Ватин, Н. И.** Потребительские свойства стеновых изделий из автоклавного газобетона / Н. И. Ватин, А. С. Горшков, С. В. Корниенко, И. И. Пестряков // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2016. – № 1(40). – С. 78-101.
5. **Корниенко, С. В.** Расчетные теплотехнические характеристики стен из автоклавных газобетонных блоков / С. В. Корниенко, Н. И. Ватин, А. С. Горшков, В. Я. Ольшевский, И. И. Пестряков // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2018. – № 6(69). – С. 35-58.
6. **Горшков, А. С.** Фактические теплотехнические характеристики ячеистых бетонов автоклавного твердения / А. С. Горшков, И. И. Пестряков, С. В. Корниенко, Н. И. Ватин, В. Я. Ольшевский // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2018. – № 5(68). – С. 75-104.
7. **Korniyenko, S.** Complex analysis of energy efficiency in operated high-rise residential building: case study / S. Korniyenko // E3S Web of Conferences. – 2018. – Pp. 02005.
8. **Radhi, H.** Viability of autoclaved aerated concrete walls for the residential sector in the United Arab Emirates. / H. Radhi // Energy and Buildings. – 2011. – № 43(9). – Pp. 2086-2092.
9. **Drochytka, R.** Improving the energy efficiency in buildings while reducing the waste using autoclaved aerated concrete made from power industry waste / R. Drochytka, J. Zach, A. Korjenic, J. Hroudová // Energy and Buildings. – 2013. – № 58. – Pp. 319-323.
10. **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.

Поступила в редакцию 14 сентября 2020

ANALYSIS OF THERMAL CONDUCTIVITY OF OUTER WALLS MADE OF AUTOCLAVED AERATED CONCRETE BLOCKS UNDER OPERATING CONDITIONS

S. V. Korniyenko

Korniyenko Sergey Valeryevich, Dr. of Sn., Head of the 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

Based on the results of tests of a fragment of wall masonry from autoclaved aerated concrete (AAC) blocks in the climatic chamber, it was established that National Standard GOST 31359-2007 data on the thermal conductivity of cellular concrete are not applicable for assessing the thermal state of walls under operational conditions. The discrepancy between the normalized and actual values of the thermal conductivity of materials and products used in the construction of external enclosing structures leads to an increase in transmission heat losses through the walls and an overspeed of thermal energy for heating. In this regard, a revision of the manufacturer's declared values, as well as the standards on the basis of which the products are produced, is required.

Keywords: thermal conductivity; equilibrium humidity; autoclave aerated concrete (AAC); outer wall; climatic chamber; laboratory analysis; operating conditions; energy saving.

REFERENCES

1. **Hendry E. A. W.** *Masonry walls: materials and construction. Review article.* Construction and Building Materials. 2001. No. 15. Pp. 323-330.
2. **Tasdemir C., Sengul O., Tasdemir M. A.** *A comparative study on the thermal conductivities and mechanical properties of lightweight concretes.* Energy and Buildings. 2017. No. 151(15). Pp. 469-475.
3. **Narayanan N., Ramamurthy K.** *Structure and properties of aerated concrete: a review.* Cement Concrete Composite. 2000. No. 22. Pp. 321-329.
4. **Vatin N. I., Gorshkov A. S., Korniyenko S. V., Pestryakov I. I.** *The consumer properties of wall products from AAC.* Construction of Unique Buildings and Structures. 2016. No. 1(40). Pp. 78-101. (in Russian)
5. **Korniyenko S.V., Vatin N. I., Gorshkov A. S., Olshevskiy V. Y., Pestryakov I. I.** *Designed thermophysical parameters of walls made of autoclaved aerated concrete blocks.* Construction of Unique Buildings and Structures. 2018. No. 69(6). Pp. 35-58. (in Russian)
6. **Gorshkov A. S., Pestryakov I. I., Korniyenko S. V., Vatin N. I., Olshevskiy V. Ya.** *Actual thermal insulation properties of cellular autoclave curing concretes.* Construction of Unique Buildings and Structures. 2018. No. 68(5). Pp. 75-104. (in Russian)
7. **Korniyenko S.** *Complex analysis of energy efficiency in operated high-rise residential building: case study.* E3SWebofConferences. 2018. Pp. 02005.
8. **Radhi H.** *Viability of autoclaved aerated concrete walls for the residential sector in the United Arab Emirates.* Energy and Buildings. 2011. No. 43(9). Pp. 2086-2092.
9. **Drochytka R., Zach J., Korjenic A., Hroudová J.** *Improving the energy efficiency in buildings while reducing the waste using autoclaved aerated concrete made from power industry waste.* Energy and Buildings. 2013. No. 58. Pp. 319-323.
10. **Ananyev A. I.** *Durability of external building walls lined with ceramic materials.* АВОК. 2019. No. 5. Pp. 52-57. (in Russian)

Received 14 September 2020

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Корниенко, С. В. Анализ теплопроводности газобетонных стен при эксплуатационных условиях / С. В. Корниенко // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 3(14). – С. 35-41.

FOR CITATION:

Korniyenko S. V. *Analysis of thermal conductivity of outer walls made of autoclaved aerated concrete blocks under operating conditions.* Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 3(14). Pp. 35-41. (in Russian)

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И КОММУНИКАЦИИ

ENGINEERING SYSTEMS AND COMMUNICATIONS

УДК 628.316

ИННОВАЦИОННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ОЧИСТКИ СТОКОВ НА ПРИНЦИПАХ ПРИРОДОПОДОБНЫХ ФАКТОРОВ

А. Д. Булат, В. М. Филенков, Н. Л. Бобков, О. В. Литовченко

Булат Анатолий Дмитриевич, канд. техн. наук, доцент, главный конструктор ООО научно-производственная компания «АкваПротех», Краснодар, Российская Федерация, тел: +7(903)332-37-80; e-mail: bulat19542bulat@yandex.ru

Филенков Владимир Михайлович, канд. техн. наук, доцент, эксперт ООО научно-производственная компания «АкваПротех», Тольятти, Российская Федерация, тел. +7(905)019-94-75; e-mail: polkovnik-feliks@mail.ru

Бобков Николай Львович, Генеральный директор ООО научно-производственная компания «АкваПротех», Краснодар, Российская Федерация, тел. +7(928)431-20-60; e-mail: bobkov.arktika@mail.ru

Литовченко Олег Владимирович, технический директор ООО научно-производственная компания «АкваПротех», Краснодар, Российская Федерация, тел. +7(926)225-20-02; e-mail: oleg.lit@mail.ru

Проведено исследование природоподобных технологий обеззараживания субстратов, которые дают возможность повышения эффективности производств посредством комплексности использования новшеств, направленных на решение поставленных задач через объединение устройства генерации электро-гидродинамических эффектов разных стадий технологического цикла в единую систему комплекса. Предложен комплексный подход, исходя из требований универсальности, возможностей комплекса осуществлять обработку воды в проточном режиме по всем характеризующим ее свойствам, получение очищенной субстанции, удовлетворяющей требованиям СанПиН, не зависимо от начальных характеристик и свойств субстратов.

Ключевые слова: обеззараживание; комплексность; универсальность; экологичность; эффективность; очистка.

В современных условиях, с целью повышения эффективности производства, промышленным предприятиям уже недостаточно прилагать разовые усилия, направленные на решение локальных задач по отдельным направлениям, нужны комплексные подходы в организации эффективного производства. В противном случае достижение стратегических задач будут постоянно сдвигаться на задний план. Актуальность технологического прорыва не вызывает сомнений, при этом методологическая основа современных технологических систем требует инновационного подхода. Век с огромным потоком информации, стремительность, скорость обновлений показывают, что уже заинтересованность в экономически выгодных проектах диктуется не спросом и предложением сегодняшнего дня, а должна формироваться инновациями и предпринимательством с прицелом на потребности средней и долгосрочной перспективы. Отмечается, что существующая инфраструктура трансфера инновационных технологий не справляется, при этом мотивационные признаки активации внедрения новшеств не соответствуют государственным приоритетам [1...3].

Создание нового метода производства, еще не испытанного в данной отрасли промышленности, который совершенно не обязательно основан на новом научном открытии и может состоять в заимствовании природных технологий, есть инновация. Для достижения инновационных целей определяющая роль принадлежит выработке научно-технических идей и замыслов по их реализации. Идея природоподобной технологии обеззараживания субстратов [4], свидетельствует о ее широких возможностях использования, актуальности

и перспективности такой технологии. В данной публикации, рассматривая комплексную очистку и обеззараживание воды канализационных бытовых и производственных стоков, на завершающем этапе очистки предложено выполнить обеззараживание на принципах природоподобной технологии. Одна и та же идея может быть воплощена посредством нескольких разных технических решений с сочетанием различных конструкторских и технологических приемов [5].

ООО «АкваПротех» используя комплексный подход в решении задачи водоочистки и водоподготовки добилась синергетических эффектов воздействия заимствованных природных факторов метеорологических явлений, объединив устройства генерации электро-гидродинамических эффектов разных стадий очистки и обеззараживания в единую систему комплекса.

Комплексность отражает научный подход к планированию, разработке, созданию и использованию эффективной технологической системы устройств обработки воды в рамках полного и качественного выполнения функций, обеспечивающих характеристики и свойства воды.

Сам комплекс очистки сточных вод позволяет не только минимизировать экологическое воздействие на окружающую среду, но и экономить значительные материальные средства в виду выбранной технологической цепочки, когда возможна эффективная очистка по одному или по целому ряду показателей.

Производства в силу специфики, предъявляют разные требования к качеству воды, а сбрасываемые сточные воды также будут различаться по составу и количеству загрязнений. Для решения этих задач в каждой отрасли выработан стандарт решений по большинству ситуаций. Однако, бывают и исключения, когда приходится разрабатывать нестандартные варианты технологических процессов.

Интеграция научных знаний, посредством комплексного и системного подходов, направлены на объединение методов, приемов, средств, фактов, принадлежащих разным наукам для выполнения задач исследования. Однако решение вопроса их соотношения, конкретизации характера различий и условий (сфер) взаимодействия способны помочь более успешному выбору и применению нужного подхода [6].

Комплексный метод исследования – это способ разностороннего изучения какого-то определенного объекта, требующего междисциплинарного подхода т.е. объекта, являющегося общим для нескольких научных дисциплин при различии содержания исследовательской деятельности [7]. Комплексное рассмотрение объекта является целенаправленной деятельностью, в зависимости от которой варьируется и состав выделяемых элементов, и средства изучения.

Авторами предлагается комплексный подход очистки и обеззараживания воды, когда работа комплекса нацелена на конечный результат, получение очищенной субстанции, удовлетворяющей требованиям СанПиН, вне зависимости от ее начальных характеристик и свойств, который разработан исходя из требований универсальности.

Универсальность комплекса позволяет не предъявлять жесткие требования к воде очистки и различным параметрам, ввиду возможностей комплекса осуществлять обработку воды в проточном режиме по всем характеризующим ее свойствам.

Аппаратное обеспечение технологического оснащения претерпело значительные изменения, как за счет применения инновационных технологий, так и использования современных композитных материалов. Это позволило ему стать более компактным, производительным, менее критичным к внешним условиям при минимизации его энергоемкости. Возможность полной автоматизации технологического процесса, сведя к минимуму участие в нем человека, позволяет эксплуатацию комплекса в независимости от внешней среды. Малогабаритность оборудования позволяет выполнить его компактный монтаж как стационарно, так и на подвижном шасси, тем самым придает комплексу мобильность, что повышает коэффициент использования его и уменьшает сроки окупаемости.

Достижение поставленных целей (комплексность, универсальность, экологичность, эффективность) выполнено на собственных разработках, когда технологически объединены три отдельных блока по очистке обеззараживанию и поддержанию показателей качества питьевой воды (органолептические, физико-химические и обобщенные) (рис. 1).

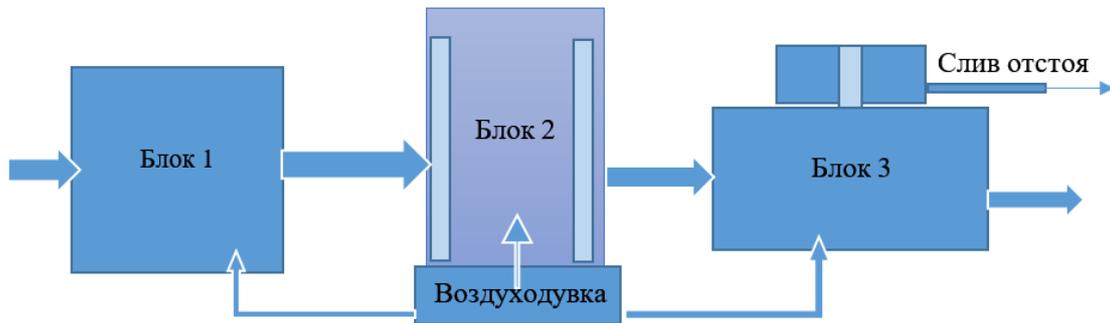


Рис. 1. Схема технологического комплекса очистки стоков

Установка, представленная на рис. 1, характеризуется основными показателями, представленными в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики основных показателей комплекса очистки

Наименование этапов	Установленная мощность, кВт	Объемно-компоновочные параметры, м	Масса, кг
Этап 1	15	1,5 × 1,2 × 1	400
Этап 2	3	2,2 × 1,2 × 0,8	150
Этап 3	0,5	1,5 × 1,2 × 0,8	180
Итого: комплекс	18,5	2,2 × 1,2 × 1	730

Этап 1 – подготовка к очистке за счет диспергации субстрата посредством пондемоторных сил электромагнитного поля и обеззараживание посредством кавитационных эффектов. Работа устройства основана на использовании принципов пондемоторных сил и энергии вращающегося электромагнитного поля. Эффект их взаимодействия со средой обработки заключается в росте скорости физико-химических реакций, идет переход от диффузионного режима к кинетическому. Обрабатываемые вещества претерпевают физико-химические преобразования даже на молекулярном уровне, что сказывается на свойствах продукта на выходе.

Малая энерго-материалоемкость, компактные объемно-компоновочные блочные решения способствуют созданию замкнутых экологически чистых систем при низких капиталовложениях и эксплуатационных расходах, не требующих постоянного обслуживающего персонала, что способствует широкому применению в различных областях народного хозяйства.

Этап 2 – очистка с использованием природных сорбентов, с переходом турбулентных потоков в ламинарные - флокуляция. Воздуходувка в комплекте с шандорой – кавитационная активация физико-химических процессов. Характеризуется основными процессами:

- 1) химическая коагуляция, (декарбонизация и флокуляция);
- 2) электрокоагуляция и флокуляция;
- 3) осадочная флокуляция, организация процесса перехода ламинарного течения в турбулентное – дает изменение теплофизических характеристик субстрата, способствующих активации процесса флокуляции дисперсий.

Этап 3 – обеззараживание субстратов посредством наложения эффектов вихревых потоков и электрического поля с озонированием водовоздушной смеси, а также очистка путем электрофлокуляции.

На рис. 2 представлены основные технологические процессы установки.

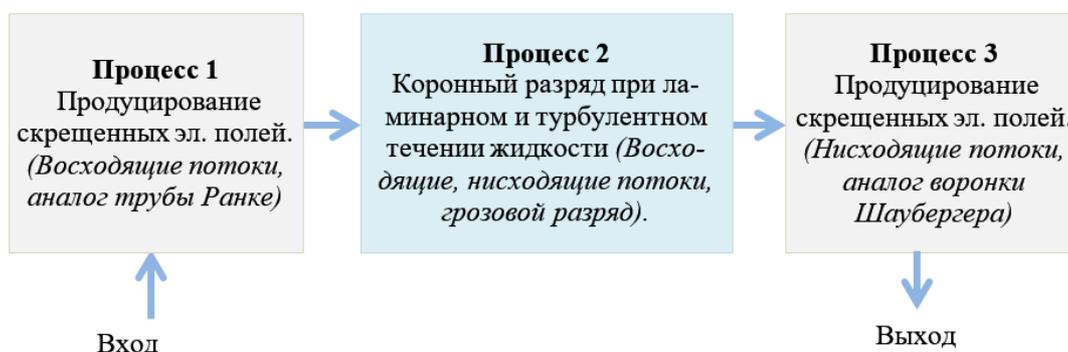


Рис. 2. Схема основных технологических процессов комплекса очистки

Этапы на рис. 1 и рис. 2 соотносятся как этапы обработки по аналогии с грозовой деятельностью.

Процесс этапа 1. При подаче жидкости в гидроциклон (блок производства скрещенных электрических полей), ввиду его конструктивного исполнения, наблюдаются эффекты Ранке, кавитация и действие пондемоторных сил, приводящих к диспергации, обеззараживанию и электрокоагуляции состава субстрата.

Процесс этапа 2. Поднятая масса жидкости в турбулентном потоке попадает в лоток отстойника восходящего потока, где переходит в ламинарный поток и направляется в блок коронного разряда, после чего поток попадает в отстойник ниспадающего потока. В ходе турбулентности потока, выбросы летучих и полу-летучих соединений и микроорганизмов как результат эффекта десорбирования (перенос с аэрозолями) попадают в поле коронного разряда, насыщение озоном, воздействие электромагнитного α , β , γ излучения, акустическое действие ударной волны, приводит к росту эффективности процесса обеззараживания (лизис или инактивация вирусов и бактерий).

Процесс этапа 3. Ниспадающий поток попадает в приемную воронку, где процессы организованы по аналогу воронки Шаубергера. При этом наблюдаются эффекты действия, характерные для технологических аспектов первого блока, плюс эффекты, характеризующие ниспадающие потоки, что связано с особенностью вращения вихря, способствующего более полному растворению газов и взаимодействия воды с мраморными и шунгитовыми решетками (фильтрами), дающими эффекты улучшения органолептических, физико-химических и обобщенных показателей воды.

Технико-экономические показатели предлагаемого комплекса очистки по сравнению с известными, широко применяемыми комплексными системами очистки [8], по ряду направлений, таких как уровень очистки, производительность, эксплуатационные затраты значительно выше, т.к. повышается степень очистки (диспергация, декарбонизация, коагуляция, флокуляция и безреагентное обеззараживание) за счет многоэтапности используемых методов и способов активации био-, физико-химических показателей. Повышается производительность, снижаются издержки на обслуживание, и уменьшается расход электроэнергии, идет прирост уровня эффективности и экологичности системы.

Не вдаваясь в нюансы, особенности и аспекты технологий переработки отходов, сырья и материалов, при этом отметим, что существующие методы воздействия дают широкие

возможности заимствования технологий метеорологических факторов воздействия на биосферу, исходя из механизмов физико-химических процессов (ФХП) в веществе при воздействии внешнего электрического поля [9].

Остановим внимание на результатах проведенных поисковых экспериментов, свидетельствующих об эффективности предложенного подхода обеззараживания (табл. 2) [10].

Таблица 2

Результаты поисковых экспериментов обработки воды

Тип воды		Кишечная палочка (коли индекс) *	Общее микробное число КОЕ*
Река	контроль	$3 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^3$
	обработка	практически отсутствует	80
Сточная вода	контроль	$2 \cdot 10^6$	$6,5 \cdot 10^6$
	обработка	≤ 100	$1,5 \cdot 10^3$

Примечание. * – по ГОСТ 2874-82 питьевая вода допускается коли-индекс до 3, колититр – не менее 300, а общее число бактерий в 1 мл – до 100.

Заключение.

Вывод, следуемый из анализа результатов поисковых экспериментов, говорит об эффективности комплекса обеззараживания, характеризующегося технологическими и экономическими преимуществами, способствует разработке новых направлений экологизации процессов производства.

В теоретическом плане, аспекты лизиса и инактивации бактерий рассматриваются исходя из действия пандемоторных сил электрического поля по аналогии с гетерогенными структурами, о чем и свидетельствуют результаты проведенных экспериментов.

Комплексность, универсальность, экологичность, эффективность, являющиеся достоинствами предлагаемого технологического подхода к очистке стоков, актуальны и привлекательны как для специалистов ЖКХ, инвесторов, так и для экологических служб.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Булат, А. Д. Эффективность трансфера технологий – через кадровые инновации посредством дополнительного производственного образования (ДПО) / А. Д. Булат, В. М. Филенков, В. А. Обрубов // Сборник трудов по проблемам дополнительного профессионального образования. Выпуск 31. – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, 2017. – С. 26-41.

2. Александрова, А. И. Структура управления инновационной деятельностью / А. И. Александрова // Проблемы современной экономики. – 2013. – № 3(47). – С. 62-65.

3. Булат, А. Д. Аспекты международного сотрудничества в области коммерциализации технологических инноваций на территории ЕВРАЗЭС / А. Д. Булат, В. М. Филенков, В. А. Обрубов, А. А. Камиева // Материалы XII международной научно-практической конференции (15 июня 2015 года). – Прага, Чешская Республика: изд-во WORLD PRESS s.r.o., 2015. – С. 343-346.

4. Булат, А. Д. Эффекты атмосферного электричества в технологии обеззараживания / А. Д. Булат, В. М. Филенков, В. А. Обрубов, Н. Л. Бобков, О. В. Литовченко // Вестник Вологодского государственного Университета. Серия «Технические науки». – 2020. – № 1(7). – С. 52-56.

5. Мелкерт, А. И. К вопросу о загрязнении рек промышленными и городскими сточными водами / А. И. Мелкерт. – Москва: РГГУ, 2007. – 376 с.

6. **Корсаков, С. Н.** О соотношении комплексного и системного подходов // Человек – наука – гуманизм: к 80-летию со дня рождения академика И. Т. Фролова / отв. ред. А. А. Гусейнов; Институт философии РАН. – М.: Наука, 2009. – 800 с.

7. **Пантелеев, Е. Р.** Методы научных исследований в программной инженерии: учебное пособие / Е. Р. Пантелеев. – М.: Лань. 2018. – 136 с.

8. **Серпокрылов, Н. С.** Экология очистки сточных вод физико-химическими методами / Н. С. Серпокрылов. – М.: АСВ, 2009. – 262 с.

9. **Булат, А. Д.** Электрофизическая активация цементных вяжущих: монография / А. Д. Булат. – М.: Изд-во Российской инженерной академии, 2002. – 227 с.

10. **Булат, А. Д.** Установка и обеззараживание сельскохозяйственных стоков / А. Д. Булат, В. М. Филенков, В. А. Обрубков // Наука среди нас. – 2018. – № 5(9). – С. 227-238.

Поступила в редакцию 13 сентября 2020

INNOVATIVE TECHNOLOGICAL COMPLEX WASTE CLEANING ON PRINCIPLES NATURAL FACTORS

A. D. Bulat, V. M. Filenkov, N. L. Bobkov, O. V. Litovchenko

Bulat Anatoly Dmitrievich, Cand. tech. Sciences, associate Professor, Chief Designer of LLC Research and Production Company «AquaProtech», Krasnodar, Russian Federation, phone: +7(903)332-37-80; e-mail: bulat19542bulat@yandex.ru

Filenkov Vladimir Mikhailovich, Cand. tech. Sciences, associate Professor, Expert LLC Scientific-Production Company «AquaProtech», Togliatti, Russian Federation, phone: +7(905)019-94-75; e-mail: polkovnik-feliks@mail.ru

Bobkov Nikolay Lvovich, General Director of Research and Production Company «AquaProtech» LLC, Krasnodar, Russian Federation, phone: +7(928)431-20-60; e-mail: bobkov.arktika@mail.ru

Litovchenko Oleg Vladimirovich, technical director of LLC Research and Production Company «AquaProtech», Krasnodar, Russian Federation, phone: +7(926)225-20-02; e-mail: oleg.lit@mail.ru

The study of nature-like technologies for disinfecting substrates, which make it possible to increase the efficiency of production through the complexity of using innovations, are aimed at solving the tasks set by combining the device for generating electro-hydrodynamic effects of different stages of the technological cycle into a single system of the complex. An integrated approach is proposed, based on the requirements of versatility, the capabilities of the complex to carry out the treatment of water in a flow-through mode for all its characteristics, to obtain a purified substance that meets the requirements of SanPiN, regardless of the initial characteristics and properties of substrates.

Keywords: disinfection; complexity; versatility; environmental friendliness; efficiency; cleaning.

REFERENCES

1. **Bulat A. D., Filenkov V. M., Obrubov V. A.** *The efficiency of technology transfer – through personnel innovation through additional industrial education (APE)*. Moscow, Publishing Center of the Russian State University of Oil and Gas named after I.M. Gubkina. 2017. Vol. 31. Pp. 26-41. (in Russian)

2. **Alexandrova A. I.** *The structure of innovation management*. Problems of modern economics. 2013. No. 3(47). Pp. 62-65. (in Russian)

3. **Bulat A. D., Filenkov V. M., Obrubov V. A., Kamieva A. A.** *Aspects of international cooperation in the field of commercialization of technological innovations on the territory of EV-RAZEC*. Prague, Scientific publication Russia and Europe: the link between culture and economy:

Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference. 2015. Pp. 343-346. (in Russian)

4. **Bulat A. D., Filenkov V. M., Obrubov V. A., Bobkov N. L., Litovchenko O. V.** *Effects of atmospheric electricity in disinfection technology*. Bulletin of the Vologda State University. Technical Sciences. 2020. No. 1(7). Pp. 52-56. (in Russian)

5. **Melkert A. I.** *On the issue of river pollution by industrial and urban waste waters*. Moscow. 2007. 376 p. (in Russian)

6. **Korsakov S. N.** *On the correlation of complex and systemic approaches*. Moscow, Nauka. 2009. 800 p. (in Russian)

7. **Panteleev E. R.** *Methods of scientific research in software engineering*. Moscow, LAN. 2018. 136 p. (in Russian)

8. **Serpokrylov N. S.** *Ecology of waste water treatment by physical and chemical methods*. Moscow, ASV. 2009. 262 p. (in Russian)

9. **Bulat A. D.** *Electrophysical activation of cement binders*. Moscow, Publishing house of the Russian Engineering Academy. 2002. 227 p. (in Russian)

10. **Bulat A. D., Filenkov V. M., Obrubov V. A.** *Installation and disinfection of agricultural wastewater*. Science among us: network scientific and practical publication. 2018. No. 5(9). Pp. 227-238. (in Russian)

Received 13 September 2020

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Булат, А. Д. Инновационный технологический комплекс очистки стоков на принципах природоподобных факторов / А. Д. Булат, В. М. Филенков, Н. Л. Бобков, О. В. Литовченко // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 3(14). – С. 42-48.

FOR CITATION:

Bulat A. D., Filenkov V. M., Bobkov N. L., Litovchenko O. V. *Innovative technological complex waste cleaning on principles natural factors*. Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 3(14). Pp. 42-48. (in Russian)

УДК 697.341

УТОЧНЕНИЕ ПРОЕКТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СРЕДНЕГОДОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ В ТЕПЛОВОЙ СЕТИ

Д. Н. Китаев, С. О. Харин

Китаев Дмитрий Николаевич, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры теплогаснабжения и нефтегазового дела, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(906)671-02-84; e-mail: dim.kit@rambler.ru

Харин Сергей Олегович, аспирант кафедры теплогаснабжения и нефтегазового дела, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-70-48; e-mail: kharin_sergey.93@mail.ru

В инженерной практике часто приходится пользоваться рекомендуемыми значениями среднегодовых температур для подающей и обратной магистрали тепловой сети. В своде правил по проектированию тепловых сетей подобные значения для подающей магистрали указаны в зависимости от проектных значений температурных графиков качественного регулирования. Среднегодовые значения температуры теплоносителя рассчитываются как средневзвешенные по среднемесячным значениям температуры теплоносителя в трубопроводе, которые, в свою очередь, определяются по температурному графику в соответствии со среднемесячными значениями температуры наружного воздуха. Подобные расчеты требуют времени и ими часто пренебрегают и используют рекомендуемые своды правил. В статье представлены результаты расчетов среднегодовой температуры теплоносителя для подающей магистрали тепловой водяной сети при использовании температурных графиков центрального качественного регулирования 95/70 – 150/70 в климатологических условиях города Воронеж. Выявлены противоречия в современных нормативах по рекомендуемым значениям среднегодовых температур теплоносителя, используемых при расчете тепловой изоляции и нормативных значений потерь теплоты при транспортировке теплоносителя потребителю. Установлены расхождения между рекомендуемыми и полученными расчетом значениями.

Ключевые слова: тепловая сеть; температурный график; среднегодовая температура теплоносителя; энергосбережение; тепловые потери.

Нормативы технологических потерь при транспортировке теплоносителя потребителю являются важной величиной, определяемой для каждой организации, эксплуатирующей тепловые сети. Значение нормативных потерь приходится рассчитывать при составлении программ по энергосбережению, определении экономических эффектов реализации энергосберегающих мероприятий в тепловых сетях [1...3]. Данная величина используется при расчете технико-экономических показателей котельных, а также при тарифном регулировании [4, 5]. В ряде исследований потери тепловой энергии при транспортировке теплоносителя рассматриваются как критерии оптимального варианта системы теплоснабжения [6...9].

В современных нормативных документах содержатся рекомендации по значениям среднегодовых температур в зависимости от температурного графика. Рекомендации представлены в следующих документах: Приказ Министерства энергетики РФ от 30 декабря 2008г. №325 «Об утверждении порядка определения нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии, теплоносителя...» (с изм. 2012г.); СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» (с изм. 2017г.); СП 124.13330.2012 «Тепловые сети» (с изм. 2019г.). В табл. 1 представлены значения рекомендуемых среднегодовых температур воды в подающей магистрали тепловой сети.

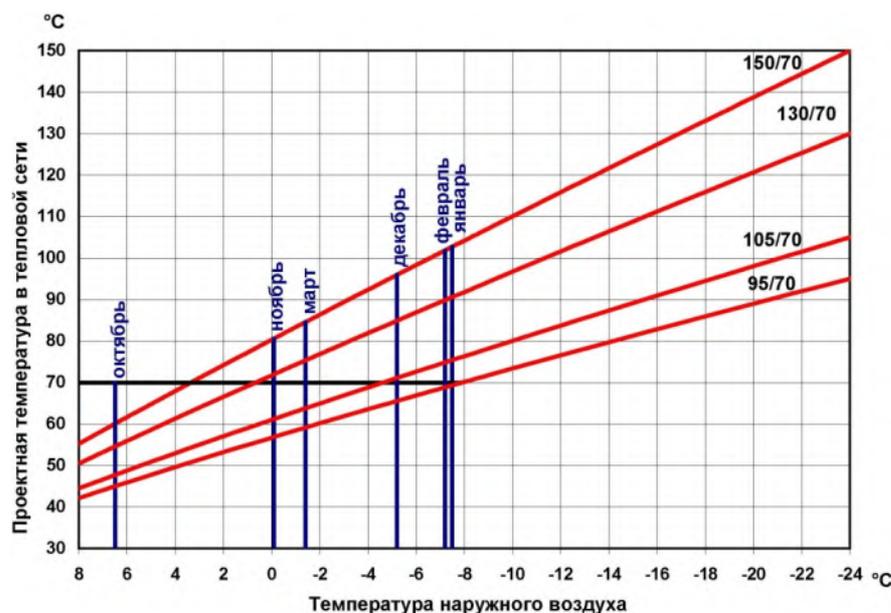
Таблица 1

Рекомендуемые значения среднегодовых температур в подающей магистрали тепловой сети

Проектная температура воды, °С	Среднегодовая температура, °С		
	СП 124.13330.2012 с изм.1 (2019)	СП 124.13330.2012	СП 61.13330.2012; Приказ №325
180	110	110	110
150	90	90	90
130	85	65	-
115	75	-	-
105	70	-	-
95	65	55	65

Из табл. 1 следует, что в области проектных температур 95-130 °С рекомендуемые значения температур расходятся. Действующие нормативы по тепловой изоляции трубопроводов и определению нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии потребителю не указывают значения в диапазонах графиков 105/70 – 130/70. В последней редакции СП «Тепловые сети» по сравнению с предыдущей, рекомендуемые значения температур в интервале проектных от 95 до 130 °С значительно увеличились. Например, при температурном графике 130/70 °С среднегодовая температура воды в подающей магистрали тепловой сети при переменной температуре сетевой воды и качественном регулировании составляет 65 °С, а в последней редакции 2019 г. 85 °С. За рамками статьи оставим вопрос последствия использования новых значений температур.

Для климатологических условий г. Воронеж был построен отопительный температурный график качественного регулирования тепловой сети [10] с учетом установки современных отопительных приборов в зданиях [11, 12]. Расчеты проводились для проектных температур подающего трубопровода 150, 130, 105, 95 °С. Были найдены среднемесячные значения температур воды в сети с учетом среднемесячных значений температур наружного воздуха в каждом месяце отопительного периода согласно последней редакции СП «Строительная климатология». На рисунке представлены рассматриваемые температурные графики с учетом температуры излома 70 °С.



Температурные графики для подающей магистрали теплосети

На рисунке также показаны средние температуры месяцев отопительного периода, позволяющие сделать вывод о средней температуре в подающей магистрали тепловой сети.

В табл. 2 представлены данные по среднемесячным температурам наружного воздуха для рассматриваемых условий и расчетные значения среднемесячных температур воды в тепловой сети.

Таблица 2

Данные по среднемесячным температурам в тепловой сети

Месяц	Среднемесячные температуры наружного воздуха, °С	Количество суток	Температурный график, °С			
			95/70	105/70	130/70	150/70
Январь	-7,5	31	70	75,42	90,59	102,74
Февраль	-7,2	28	70	74,85	89,85	101,85
Март	-1,4	31	70	70	75,32	84,56
Апрель	8,2	30	70	70	70	70
Май	14,9	31	70	70	70	70
Июнь	18,4	15	70	70	70	70
Июль	20,1	31	70	70	70	70
Август	18,9	31	70	70	70	70
Сентябрь	13,1	30	70	70	70	70
Октябрь	6,5	31	70	70	70	70
Ноябрь	-0,1	31	70	70	72,00	80,61
Декабрь	-5,2	30	70	71,08	84,89	95,94
средневзвешенные температуры			70	70,961	75,337	79,9

Из табл. 2 следует, что для климатологических данных г. Воронежа с учетом использования рекомендуемой методики при использовании температурных графиков 95/70, 105/70, 130/70 и 150/70, средние значения температур в подающей магистрали составят соответственно 70, 71, 75,3, 79,9 °С. Сравнение с последней редакцией СП «Тепловые сети» показывает, что полученные значения для температурного графика 95/70 превышают рекомендуемые на 5 °С, для 105/70 превышают на 1 °С, для 130/70 занижены на 9,7 °С, для 150/70 занижены на 10,1 °С.

Заключение.

На примере города Воронеж показано, что проектные значения среднегодовых температур воды в подающей магистрали тепловой сети могут существенно отличаться от рекомендуемых нормативами.

В рассмотренном примере максимальное расхождение составляет 10,1 °С. Использование рекомендуемых значений может привести к значительным ошибкам при проектировании тепловых сетей и расчетах технико-экономических характеристик.

Рекомендуется определять среднегодовые значения расчетом, учитывающим среднемесячные температуры теплоносителя в зависимости от среднемесячных значений температур наружного воздуха каждого месяца отопительного периода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семенов, В. Н. Влияние энергосберегающих технологий на развитие тепловых сетей / В. Н. Семенов, Д. Н. Китаев, Э. В. Сазонов, Т. В. Щукина // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2013. – № 8(656). – С. 78-83.
2. Практическое применение энергосберегающих технологий: учебное пособие / Д. Н. Китаев, П. Новаковски, Э. В. Сазонов и др.; под общ. ред. В.Н. Семенова и Н.С. Попова. – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2014. – 193 с.
3. Воеводин, А. Г. Анализ расчетов нормативных значений технологических потерь

при передаче тепловой энергии по сетям систем теплоснабжения потребителей с целью снижения эксплуатационных затрат / А. Г. Воеводин // Транспортные системы. – 2016. – № 2. – С. 31-41.

4. **Жутаева, Е. Н.** Оптимизация затрат предприятия (на примере исследования рынка теплоснабжения) / Е. Н. Жутаева, Т. Е. Давыдова, Т. Н. Дубровская // ФЭС: Финансы. Экономика. – 2017. – № 5. – С. 29-38.

5. **Бадах, В. Ф.** Расчет нормативных потерь тепла через изоляцию трубопроводов тепловых сетей / В. Ф. Бадах, А. Д. Кузнецова // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2011. – № 4(18). – С. 60-72.

6. **Нуров, М. Ш.** Оптимизация схемы теплоснабжения по критерию минимума потерь при транспортировке энергии до потребителя / М. Ш. Нуров, С. А. Гордин // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. Материалы II всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2019. – С. 392-395.

7. **Кононова, М. С.** Определение оптимальных параметров транспортировки теплоносителя в тепловых сетях / М. С. Кононова // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2005. – № 11-12(563-564). – С. 56-61.

8. **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

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. **Китаев, Д. Н.** Современные отопительные приборы и система теплоснабжения / Д. Н. Китаев, Т. В. Щукина // Энергосбережение. – 2012. – №6. – С. 59-63.

11. **Китаев, Д. Н.** Погрешность расчета температурного графика тепловой сети при использовании показателей отопительных приборов / Д. Н. Китаев // Промышленная энергетика. – 2013. – № 7. – С. 34-37.

12. **Китаев, Д. Н.** Современные отопительные приборы и их показатели / Д. Н. Китаев // Сантехника, отопление, кондиционирование, энергосбережение. – 2014. – № 1. – С. 48-49.

Поступила в редакцию 21 сентября 2020

CLARIFICATION OF THE DESIGN VALUES OF THE AVERAGE ANNUAL WATER TEMPERATURES IN THE HEATING NETWORK

D. N. Kitaev, S. O. Kharin

Kitaev Dmitry Nikolaevich, Cand. tech. Sciences, associate Professor, associate Professor of the Department of Heat and Gas Supply and Oil and Gas Business, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(906)671-02-84; e-mail: dim.kit@rambler.ru

Kharin Sergey Olegovich, postgraduate student of the Department of Heat and Gas Supply and Oil and Gas Business, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-70-48; e-mail: kharin_ser-gey.93@mail.ru

In engineering practice, it is often necessary to use the recommended values of the average annual temperatures for the supply and return lines of the heating network. In the set of rules for the design of heating networks, similar values for the supply line are indicated depending on the design values of the temperature schedules of quality control. The average annual values of the coolant temperature are calculated as weighted averages by the monthly average values of the coolant temperature in the pipeline, which in turn are determined from the temperature

schedule in accordance with the monthly average values of the outside air temperature. Such calculations take time and are often neglected and used by the recommended codes of practice. The article presents the results of calculations of the average annual temperature of the coolant for the supply line of the thermal water network using the temperature graphs of the central quality control 95/70 – 150/70 in the climatological conditions of the city of Voronezh. The contradictions in modern standards for the recommended values of the average annual temperatures of the coolant used in the calculation of thermal insulation and the standard values of heat losses during the transportation of the coolant to the consumer are revealed. Discrepancies between the recommended and calculated values are found.

Keywords: heating network; temperature graph; average annual temperature of the coolant; energy saving; heat losses.

REFERENCES

1. **Semenov V. N., Kitaev D. N., Sazonov E. V., Shchukina T. V.** *The influence of energy-saving technologies on the development of heating networks.* News of higher educational institutions. Building. 2013. No. 8(656). Pp.78-83. (in Russian)
2. **Kitaev D. N., Novakovski P., Sazonov E.V.** *Practical application of energy-saving technologies.* Tambov, Publishing house of Pershina R.V. 2014. 193 p. (in Russian)
3. **Voevodin A. G.** *Analysis of calculations of normative values of technological losses during the transfer of heat energy through the networks of heat supply systems of consumers in order to reduce operating costs.* Transport systems. 2016. No. 2. Pp.31-41. (in Russian)
4. **Zhutaeva E. N., Davydova T. E., Dubrovskaya T. N.** *Optimization of enterprise costs (on the example of heat supply market research).* FES, Finance. Economy. 2017. No. 5. Pp. 29-38. (in Russian)
5. **Badakh V. F., Kuznetsova A. D.** *Calculation of standard heat losses through insulation of pipelines of heating networks.* Technical and technological problems of service. 2011. No. 4(18). Pp. 60-72. (in Russian)
6. **Nurov M. Sh, Gordin S. A.** *Optimization of the heat supply scheme according to the criterion of minimum losses when transporting energy to the consumer.* Actual Problems of Fundamental and Applied Research. Materials of the II All-Russian National Scientific Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists. 2019. Pp. 392-395. (in Russian)
7. **Kononova M. S.** *Determination of optimal parameters of heat carrier transportation in heat networks.* News of Higher Educational Institutions. Construction. 2005. No. 11-12. Pp. 56-61. (in Russian)
8. **Dementyev S. A., Zherlykina M. N., Kononova M. S.** *The economic effect of automation of individual heating unit of a residential building at different conditions of heat carrier.* Housing and communal infrastructure. 2017. No. 4(3). Pp. 90-97. (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. **Kitaev D. N, Shchukina T. V.** *Modern heating devices and heat supply system. Energy saving.* 2012. No. 6. Pp. 59-63. (in Russian)
11. **Kitaev D. N.** *Error in calculating the temperature graph of the heating network when using indicators of heating devices.* Industrial energy. 2013. No. 7. Pp. 34-37. (in Russian)
12. **Kitaev D. N.** *Modern heating devices and their indicators.* Plumbing, heating, air conditioning, energy saving. 2014. No. 1. Pp. 48-49. (in Russian)

Received 21 September 2020

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Китаев, Д. Н. Уточнение проектных значений среднегодовой температуры воды в тепловой сети / Д. Н. Китаев, С. О. Харин // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 3(14). – С. 49-54.

FOR CITATION:

Kitaev D. N., Kharin S. O. *Clarification of the design values of the average annual water temperatures in the heating network.* Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 3(14). Pp. 49-54. (in Russian)

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. РЕКОНСТРУКЦИЯ, РЕСТАВРАЦИЯ И БЛАГОУСТРОЙСТВО

CITY. RECONSTRUCTION, RESTORATION AND LANDSCAPING

УДК 711.4: 614.44

ВЛИЯНИЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ КРУПНЫХ ГОРОДОВ

В. В. Федоров, Т. Р. Баркая, А. В. Гавриленко, А. В. Бровкин

Федоров Виктор Владимирович, д-р культурологии, профессор кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь, Российская Федерация, тел.: +7(4822)78-83-31; e-mail: vvf322@yandex.ru

Баркая Темур Рауфович, канд. техн. наук, заведующий кафедрой конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь, Российская Федерация, тел.: +7(910)930-29-56; e-mail: btrs@list.ru

Гавриленко Алексей Владимирович, ассистент кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь, Российская Федерация, тел.: +7(4822)78-83-31; e-mail: gawaw@mail.ru

Бровкин Андрей Викторович, доцент кафедры «Конструкции и сооружения», ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь, Российская Федерация, тел.: +7(4822)78-83-31; e-mail: kalinin_kb@inbox.ru

Рассмотрен градостроительный аспект противодействия эпидемиям. В рамках краткой исторической справки отмечается очевидное сходство проблем, с которыми сталкиваются все крупные города мира. Предлагается использование «дерева проблем» для построения типологии основных задач на различных уровнях: научных исследований; объемно-планировочных и проектно-конструкторских решений зданий и сооружений; градостроительной реконструкции и благоустройства застройки. Отмечается нерелевантность подобных «пожарных» противоэпидемических мер и масштабных решений по преобразованию «ржавых поясов» городов и прибрежных территорий. Акцентируется, что решению проектных задач сбалансированной реконструкции или реновации этих городских территорий должны предшествовать кадастровая оценка и анализ потенциала их развития в соотнесении со сложившейся градостроительной ситуацией.

Ключевые слова: эпидемия; градостроительные меры противодействия; типология задач.

Проблемы, с которыми сталкиваются в своем градостроительном развитии все крупные города мира, отличаются очевидным сходством: недостаток свободных территорий, не отвечающее современным требованиям функциональное зонирование, сложившаяся планировочная структура, устаревшая улично-дорожная сеть, сложные природно-климатические условия и пр. Пандемия COVID-19, несомненно, внесет свою лепту и будет иметь глобальные последствия не только в экономике, организации здравоохранения и социальных взаимодействий, но и градостроительстве.

Начиная с середины XIV века, когда Европу охватила эпидемия оспы, унесшая миллионы человеческих жизней, вопросы санитарии и изоляции инфицированных людей обязательно имели архитектурно-планировочный аспект. Для организации зон строго карантина использовался многовековой опыт обустройства лепрозориев, территориально изолированных островов (например, Лазаретто в лагуне Венеции), крепостей (Крит, Мальта, Дубровник) и др. Начиная с позднего средневековья, европейские города постепенно уходили от антисанитарии со всеми ее последствиями (отсутствие канализации, узкие извилистые улочки, повсеместные свалки пищевых отходов и пр.). Опыт пережитых человечеством

эпидемий однозначно свидетельствовал о решающей роли следования санитарно-эпидемиологических требованиям. Стало очевидно, что при этом одновременно должны решаться задачи как объемно-планировочного плана, так и градостроительного развития.

Замечательный пример – комплекс градостроительных работ, выполненных в Париже в середине XIX века под руководством барона Османа в течение примерно сорока лет, где итог градостроительной реконструкции во многом определил и современный облик города. В его центральной части исчезли узкие переулки и тупики, протянулась меридиональная прямая и широкая улица-ось, выстроена система бульваров в западном и восточном направлениях. Одновременно была модернизирована система парижских водостоков (под каждой улицей проложены подземные галереи, по которым проходят трубы водопровода, стоков, магистрали с газом и сжатым воздухом).

В начале XX века в мире бушевали эпидемии гриппа и тифа. В России количество жертв составило примерно 3 миллиона человек за период 1917...1921 гг. Эпидемии и социальные потрясения привели к деградации крупных городов - депопуляции, развалу городского хозяйства и пр. Для восстановления городов (прежде всего, промышленности и транспорта) был необходим масштабный приток рабочей силы, а процесс урбанизации в стране повернул вспять.

Для изменения ситуации среди прочего были необходимы архитектурно-строительные изменения подходов к формированию городской среды. Поэтому в первой трети XX века в практику отечественного градостроительства вошло сквозное проветривание и обеспечение инсоляции помещений. В многоэтажных зданиях появились отдельные хозяйственные помещения, изолированные вентиляционные каналы, мусоропроводы. Была выстроена трехуровневая система культурного бытового (повседневного, периодического и эпизодического) обслуживания, а также организованного вывоза бытовых отходов. Упорядочены требования к санитарно-бытовым разрывам между зданиями, характеру ориентации (широтной или меридиональной) жилых корпусов, системе внутриквартальных проездов и пр. [СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений].

По-видимому, современная пандемия также внесет свои коррективы в характер градостроительных решений по реконструкции застройки и созданию комфортной среды (Как сделать город устойчивым к масштабным эпидемиям [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://genplanmos.ru/publication/2020_03_30_kak-sdelat-gorod-bolee-ustoychivym-k-masshtabnym-ye-epidemiyam).

Именно город способен обеспечить приемлемые условия для жизни (выживания) человека в силу гарантированно высокого уровня медицинского обслуживания. Итоги архитектурно-градостроительного противостояния пандемии COVID-19 подводить еще рано, но практика ведущих архитектурных бюро мира уже позволяет сделать определенные выводы (Архитектура против пандемии [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/glavgosexpertiza/arhitektura-protiv-pandemii>). Осмысление этого комплекса проблем наиболее целесообразно в рамках подхода [1], основывающегося на построении «дерева проблем» (рисунок).

Предлагаемая типология (итог методологического анализа) позволяет совместить научные знания, инновационную практическую деятельность, а также строение, организацию, способы получения и обоснования новых данных. Разнообразие и изменчивость задач, связанных с архитектурно-строительной деятельностью, должно максимально полно учитывать роль эпидемий [2]. Упорядочение их возможно не только по масштабу, но и характеру возникновения и возможного решения, а также перспективным социальным и экологическим последствиям.

Актуальные проблемы А-уровня (научные исследования и инновационные проектные решения):

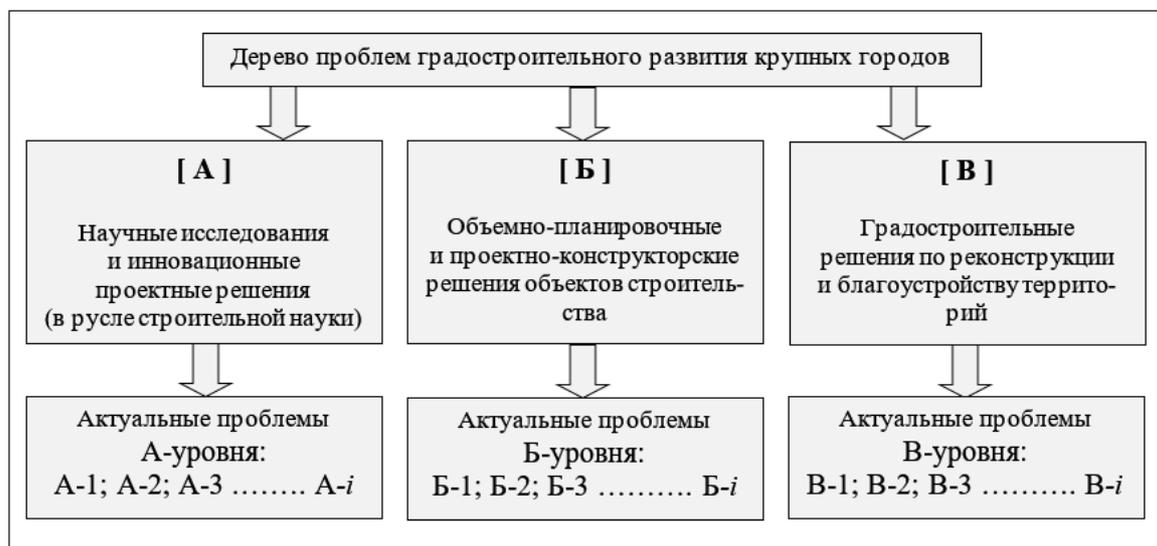
А-1. Комплексные научные исследования характера распространения инфекции в городской среде, обусловленного:

- ✓ возникновением очередей и локальных сгущений людских потоков (прежде всего, в зонах транспортного обслуживания);
- ✓ циркуляцией воздуха в кварталах и микрорайонах, на которую влияет конфигурация застройки, роза ветров, городской рельеф и растительность.

А-2. Переосмысление неоднозначного опыта разных стран по минимизации влияния на эпидемиологическую обстановку фактора «рациональной плотности населения» в крупных городах (в направлении поиска компромисса между экономическими, градостроительными, санитарными, социальными и др. требованиями к жилой среде).

А-3. Научное обоснование, разработка и внедрение систем повсеместной и всеохватывающей проверки людей:

- ✓ увеличение полос контроля;
- ✓ уменьшение точек пересечения потоков пассажиров;
- ✓ использование бесконтактного скрининга;
- ✓ исключение контактных зон работников транспорта и пассажиров.



Методология учета влияния эпидемий на характер градостроительных решений

Актуальные проблемы Б-уровня (объемно-планировочные и проектно-конструкторские решения:)

Б-1. Массовое внедрение технологий, обеспечивающих эффективную и результативную очистку воздуха без использования фильтров. Разработка и внедрение систем доставки воздуха в помещения.

Б-2. Обеспечение автономизации канализационных стоков из разных зон зданий и сооружений, систем удаления бытовых отходов и пр.

Б-3. Создание разветвленных сетей санитайзеров и портативных умывальных раковин.

Б-4. Уменьшение масштаба объектов торговли, культурно-зрелищных помещений и закрытых общественных пространств, рассчитанных на массовое скопление людей.

Б-4. Отказ от системы встроено-пристроенных хостелов в многоквартирных домах.

Актуальные проблемы В-уровня (градостроительные решения по реконструкции и благоустройству застройки)

В-1. Переход на увеличенные санитарные разрывы для объектов, связанных с преодолением возможных последствий эпидемии.

В-2. Возведение многофункциональных зданий и пространств для эффективного использования в соответствии с меняющейся эпидемиологической обстановкой (для развертывания временных мест размещения, пунктов помощи, больниц, стоянок спецтранспорта и т. д.).

В-3. Приоритет в использовании зданий, которые могут быть легко и быстро трансформированы в лечебные зоны (временные госпитали на площадях и парковках, склады медикаментов и больничного оборудования в школах и библиотеках, временные больничные палаты в спортивных залах).

В-4. Обеспечение жилых кварталов сервисами повседневного обслуживания в шаговой доступности и периодического пользования (прежде всего, медицинскими услугами), чтобы избежать массового скопления жителей в отдельных помещениях и сократить время перемещения жителей по району.

В-5. Широкое внедрение «зон здоровья» в пешеходной доступности (15 минут или 2 км) – открытых зеленых пространств, где горожане могут отдохнуть, заняться спортом, подышать свежим воздухом и обеспечить условия для синтеза в организме витамина D. Здесь происходит очищение воздуха от вредных примесей, вызывающих астму, гипертонию и диабет, снижается риск повторного заражения коронавирусом.

Рассмотренные приемы трансформации городской застройки (*A-i*, *B-i* и *B-i*) ориентированы преимущественно на быстрое получение желаемых результатов в условиях нарастающей эпидемии/пандемии. В долгосрочной перспективе ключевыми направлениями переустройства городской среды, учитывающими возможность эпидемий, являются:

1) благоустройство так называемых «ржавых поясов» (промышленных зон, находящихся в упадке) в крупных городах [3];

2) развитие экологического каркаса за счет прибрежных территорий [4...9].

Крупные природные формы играют исключительную роль в современных городах. По мере их развития сквозь инженерно-транспортную инфраструктуру на прибрежных территориях встраивались селитебные и рекреационные зоны (прогулочные набережные, видовые площадки, речные вокзалы, дебаркадеры и пр.). В итоге существует чередование городских функциональных зон различного назначения. Однако, тенденция очевидна – в прибрежных зонах все в большей степени доминируют рекреационные территории, к которым приближаются селитебные и общественно-деловые зоны.

Исторически сформировавшиеся функционально-планировочные элементы прибрежных территорий имеют следующие характеристики:

- ✓ релевантность по отношению к примыкающим функциональным зонам;
- ✓ экологичность в своем микроклиматическом воздействии на город;
- ✓ обеспечивают условия контаминации различных функций;
- ✓ выполняют композиционную роль (обладают линейными, панорамными, динамическими и другими свойствами);
- ✓ являются мощным фактором противостояния эпидемиям.

Решению проектных задач сбалансированной реконструкции или реновации прибрежных территорий и «ржавых поясов» городов должны предшествовать их кадастровая оценка и многофакторный анализ потенциала развития в соотношении со сложившейся градостроительной ситуацией.

Заключение.

Градостроительный аспект противодействия эпидемиям, рассмотренный в статье, приобретает исключительную актуальность в современном мире. Вся история градостроительства свидетельствует об использовании фактора изолированного размещения объектов, их ориентации, а также определения формы и габаритов улиц и строений в этих целях. Спектр возможных мер простирается вплоть до технических (конструктивных и объемно-планировочных решений).

Исходя из масштаба проблемы, предложена типология градостроительных подходов, способствующих снижению рисков возникновения эпидемий в крупных городах. На основе предлагаемого авторами «дерева проблем» разработана уровневая методология учета влияния санитарно-эпидемиологических факторов в градостроительном развитии поселений. Подчеркивается, что решению проектных задач сбалансированной реконструкции, реновации или расширения застроенных территорий должны предшествовать кадастровая оценка и анализ потенциала их развития в соотнесении со сложившейся градостроительной ситуацией.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Актуальные проблемы и методология строительной науки** / В. В. Федоров [и др.]. – М.: ИНФРА. – М., 2020. – 264 с.
2. **Phillips, K.** Bad Money: Reckless Finance, Failed Politics, and the Global Crisis of American Capitalism / K. Phillips // Penguin. – 2007. – 312 p.
3. **Hira, R.** Outsourcing America: What's Behind Our National Crisis and How We Can Reclaim American Jobs / R. Hira // American Management Association. – 2005. – № 1. – Pp. 36-38.
4. **Литвинов, Д. В.** Градоэкологические принципы развития прибрежных зон (на примере крупных городов Поволжья): автореф. дис. ... канд. архитектуры: 18.00.04 / Д. В. Литвинов ; С.-Петерб. гос. арх.-стр. ун-т. – СПб., 2009. – 20 с.
5. **Marshall, R.** Waterfronts in post-industrial cities / R. Marshall // London, Spon Press. – 2001. – 224 p.
6. **Dovey, K.** Becoming places: urbanism/architecture/identity/power / K. Dovey // NY, Taylor and Francis. – 2010. – 464 p.
7. **Forman, R.** Urban regions: ecology and planning beyond the city. Cambridge / R. Forman // Cambridge University Press. – 2008. – 408 p.
8. **Jones, C.** Dimensions of the Sustainable City / C. Jones // Berlin, Springer. – 2009. – 364 p.
9. **Черноусова, К. В.** Функциональный аспект градостроительной реконструкции приречных территорий российских городов / К. В. Черноусова, В. В. Федоров // Теоретические исследования и экспериментальные разработки студентов и аспирантов. Ч. 1: сборник статей научно-практической конференции. – Тверь, 2018. – С. 109-112.

Поступила в редакцию 10 сентября 2020

INFLUENCE OF EPIDEMIOLOGICAL FACTOR ON URBAN PLANNING DEVELOPMENT OF BIG CITIES

V. V. Fedorov, T. R. Barkaya, A. V. Gavrilenko, A. V. Brovkin

Fedorov Viktor Vladimirovich, Dr. of Sn., Professor of the Department of Structures and Facilities, Tver State Technical University, phone: +7(4822)78-83-31; e-mail: vvf322@yandex.ru

Barkaya Temur Raufovich, Cand. tech. Sciences, head of the Department of Structures and Facilities, Tver State Technical University, phone: +7(4822)78-83-31; e-mail: btrs@list.ru

Gavrilenko Alexey Vladimirovich, assistant of the Department of Structures and Facilities, Tver State Technical University, phone: +7(4822)78-83-31; e-mail: gawaw@mail.ru

Brovkin Andrey Viktorovich, associate Professor the Department of Structures and Facilities, Tver State Technical University, phone: +7(4822)78-83-31; e-mail: kalinin_kb@inbox.ru

The urban planning aspect of countering epidemics is considered. Within the framework of a brief historical background it is shown, that there is an obvious similarity in the problems faced by all major cities in the world. It is proposed to use the «tree of problems» to build a typology

of the main tasks at various levels: scientific research; space-planning and design solutions for buildings and structures; town planning reconstruction and improvement of buildings. The irrelevance of urgent anti-epidemic measures and large-scale decisions to transform the «rusty belts» of cities and coastal areas is noted. It is emphasized that the solution of design tasks for a balanced reconstruction or renovation of these urban areas should be preceded by a cadastral assessment and analysis of their development potential in relation to the existing urban planning situation.

Keywords: epidemic; urban planning countermeasures; typology of tasks.

REFERENCES

1. **Fedorov V. V.** *Actual problems and methodology of building science*. Moscow, INFRA-M. 2020. 264 p. (in Russian)
2. **Phillips K.** *Bad Money: Reckless Finance, Failed Politics, and the Global Crisis of American Capitalism*. Penguin. 2007. 312 p.
3. **Hira R.** *Outsourcing America: What's Behind Our National Crisis and How We Can Reclaim American Jobs*. American Management Association. 2005. Pp. 36-38.
4. **Litvinov D. V.** *Urban ecological principles of coastal zones development (on the example of large cities of the Volga region)*. St. Petersburg, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. 2009. 20 p. (in Russian)
5. **Marshall R.** *Waterfronts in post-industrial cities*. London, Spon Press. 2001. 224 p.
6. **Dovey K.** *Becoming places: urbanism/architecture/identity/power*. NY, Taylor and Francis. 2010. 464 p.
7. **Forman R.** *Urban regions: ecology and planning beyond the city*. Cambridge, Cambridge University Press. 2008. 408 p.
8. **Jones C.** *Dimensions of the Sustainable City*. Berlin, Springer. 2009. 364 p.
9. **Chernousiva K. V., Fedorov V. V.** *Functional aspect of urban planning reconstruction of riverine areas of Russian cities*. Theoretical studies and experimental developments of students and post-graduate students: collection of scientific papers. Part 1. Tver. 2018. Pp. 109-112. (in Russian)

Received 10 September 2020

Для цитирования:

Федоров, В. В. Влияние эпидемиологического фактора на градостроительное развитие крупных городов / В. В. Федоров, Т. Р. Баркая, А. В. Гавриленко, А. В. Бровкин // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 3(14). – С. 55-60.

FOR CITATION:

Fedorov V. V., Barkaya T. R., Gavrilenko A. V., Brovkin A. V. *Influence of epidemiological factor on urban planning development of big cities*. Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 3(14). Pp. 55-60. (in Russian)

ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ECOLOGY AND SAFETY OF THE URBAN ENVIRONMENT

УДК 504.05:711

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА

Б. А. Попов, Н. Б. Хахулина, Т. Б. Харитоновна

Попов Борис Алексеевич, канд. с-х. наук, доцент кафедры кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(915)547-27-94; e-mail: b.p.geo@yandex.ru

Хахулина Надежда Борисовна, канд. техн. наук, доцент кафедры кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(905)654-09-93; e-mail: hahulina@mail.ru

Харитоновна Тамара Борисовна, канд. техн. наук, доцент кафедры кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(910)241-01-35; e-mail: haritonova.toma@yandex.ru

В статье рассмотрены различные способы негативного воздействия города на окружающую среду и человека. Определена необходимость планирования городов, при котором учитывалось бы общее влияние всех возможных негативных последствий. Выполнен анализ различных факторов, в том числе трудно учитываемых, которые часто не фиксируются в общепринятых исследованиях, но оказывают неблагоприятное воздействие на окружающую среду. Доказана необходимость комплексного подхода к оценке состояния городской среды, учитывающего всестороннее воздействие с помощью специалистов различных прикладных областей знания – архитекторов, экологов, руководителей жилого фонда и промышленных объектов и др. Обоснована возможность применения методов дистанционного зондирования, с помощью которых могут быть разработаны методы оценки экологической безопасности и оптимизации природопользования в системе городских кадастров, а также получены уникальные материалы, необходимые для создания ГИС городской среды.

Ключевые слова: комплексная экологическая оценка; градостроительство; мониторинг; городская среда; дистанционное зондирование; методы дешифрирования.

Комплексное воздействие города на окружающую среду и человека очень многообразно, трудно фиксируется и до сих пор остается малоизученным. Вследствие этого, планирование городов, при котором учитывалось бы общее влияние всех негативных факторов, является чрезвычайно сложной и пока еще трудно разрешимой задачей, которую необходимо решать для формирования единой муниципальной политики развития оптимальной городской среды.

В связи с этим, в настоящее время возникла острая потребность в получении комплексной, оперативной и наглядной информации о городской среде. Эта информация должна объединять различные отрасли экологии, проектирования, кадастра в общее стандартное информационное поле.

Сложность комплексного изучения городских территорий заключается в том, что помимо традиционно изучаемых параметров среды, необходимо учитывать множество трудно учитываемых факторов, которые часто не фиксируются в общепринятых исследованиях. Современные города в процессе своей жизнедеятельности создают многие опасные для человека и природы физические поля – электромагнитные, радиоактивные, световые, звуковые, тепловые, гравитационные, сейсмические, гидродинамические и прочие [1...5].

Эти поля вступают во взаимодействие друг с другом и оказывают комплексное, трудно учитываемое воздействие на человека и окружающую среду. Изучение комплексного воздействия этих полей на городскую среду представляет особый интерес, т.к. именно физические поля создают истинные физические границы города, и именно они, а не административные (условные) границы оказывают воздействие на среду обитания человека, что очень часто не принимается во внимание.

Многие специфические поля, которые связаны с отрицательными тепловыми, световыми, звуковыми и другими особенностями городской среды изучены еще недостаточно, хотя они представляют несомненный интерес для понимания характера воздействия городов на среду обитания человека. Так, например, большое количество тепла, выделяемое предприятиями, автомобилями, жилыми и административными зданиями, создают большие тепловые аномалии в городах и оказывают ощутимое воздействие на фенологические особенности городской среды и климат города, особенности таяния снежного покрова и пр. [3...6]. Они крайне редко учитываются проектировщиками и градостроителями. Хотя фиксация и учет этих параметров не представляют сложности. Так, на материалах тепловой ИК аэро съемки хорошо видны параметры энергоэффективности жилищного фонда, потери тепла гражданскими и промышленными зданиями, качество теплоизоляции теплотрасс, эффективность системы энергоснабжения и многое другое (рис. 1, 2) [7, 8]. Такая информация является необходимой для разработки и осуществления комплекса первоочередных мероприятий по формированию современной комфортной городской среды в субъектах РФ и разработки различных ГИС города.

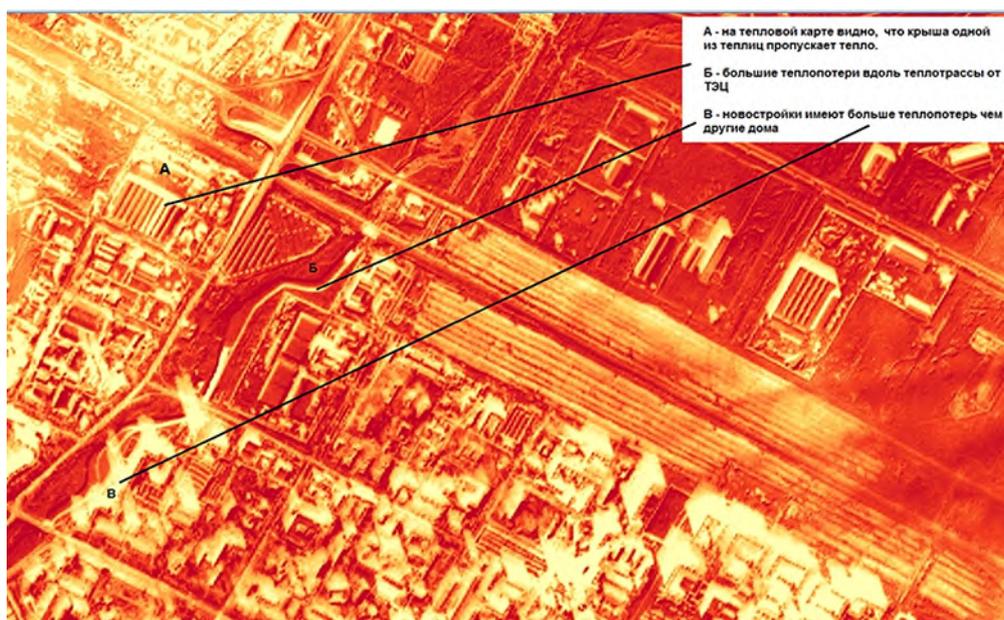


Рис. 1. Тепловые особенности городских зданий и сооружений

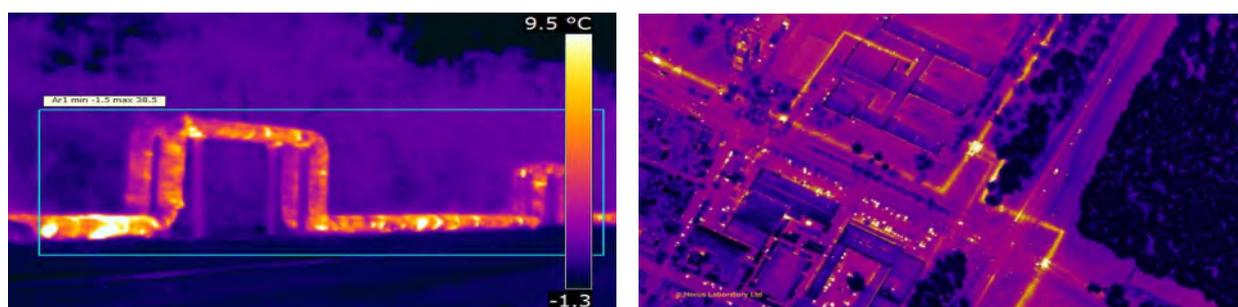


Рис. 2. Потери тепла инженерными коммуникациями

Несомненный интерес представляет и световое загрязнение городской среды. На ночных космических снимках хорошо видно, что границы светового пятна от городов распространяются на несколько десятков километров за его пределы, рассеиваясь вдоль дорог и практически срастаясь с пригородом (рис. 3).



Рис. 3. Световые аномалии городской среды

Такие большие световые аномалии не могут не оказывать влияние на биологические ритмы и деятельность живых организмов, и растительность городов. К сожалению, этот параметр практически не изучен, так как подобную информацию очень трудно получить традиционными методами исследований. Но космические фотоснимки позволяют получить по этому вопросу ценную информацию, которая наглядно доказывает процесс слияния городов с пригородными территориями на уровне физических полей. Подобная информация не отражается на топографических, административных и прочих картах, хотя она может быть очень полезна для архитекторов, проектировщиков, при создании ГИС городской среды.

Не окончательно пока еще решен вопрос и о влиянии транспортных магистралей на пригородный ландшафт (рис. 4).



Рис. 4. Пригородные леса, разделенные дорогами на отдельные участки

Основное внимание исследователей в этом вопросе чаще уделяется лишь химическому загрязнению среды автомобилями, хотя, например, аэрофотоснимки наглядно показывают многочисленные линейно ориентированные нарушения ландшафта вдоль дорог. На снимках хорошо видно, что в густонаселенных районах, большинство лесных массивов изрезано многочисленными дорогами и тропами. А между тем, до сих пор нет ответа на вопрос: возможно ли бесконечное дробление пригородных лесных массивов на отдельные самостоятельные части и не повредит ли это их развитию.

Существуют и виды загрязнений городской среды, которые совсем не учитываются в традиционных исследованиях из-за сложности их учета. Одним из таких видов загрязнений

являются инверсионные следы от самолетов, площадь которых в районе городских аэропортов в сумме достигают нескольких десятков квадратных километров. При наблюдении с земли даже специалисты не учитывают их как особый вид загрязнения, но они также могут быть изучены с помощью аэро- и космических фотоснимков (рис. 5).



Рис. 5. Инверсионные следы от самолетов над городом

Очевидно, что городская среда представляет собой комплексное взаимовлияющее функционирование различных природных и технологических аспектов единого целого во времени и пространстве. С этой точки зрения считать какой-либо один аспект исключительной причиной возникновения проблемы – значит искусственно разделять то, что на самом деле является функциональным единством.

Изучение городской среды и разработка методов управления ею, требуют оперативных данных о состоянии и динамике развития всех природно-территориальных комплексов. Эти данные сложно получить на основе традиционных натуральных измерений, что связано с динамичностью происходящих процессов и низкой информативностью точечных разновременных натуральных измерений. Кроме того, в условиях продолжающейся специализации научных знаний, информация в этой области становится все более специфичной и все менее удовлетворяет требованиям экологов и градостроителей, ради которых и проводились исследования. В результате теряется главное – важные сведения о комплексном состоянии городской среды, ее физических полей и, как следствие, о взаимодействии человека со средой его обитания.

Для решения этих проблем необходимы совместные усилия специалистов различных прикладных областей знания – архитекторов, экологов, руководителей жилого фонда и промышленных объектов. Однако интересы всех этих специалистов при проектировании города, как правило, не совпадают, а иногда прямо противоположны друг другу. При этом экологи и проектировщики часто сталкиваются с трудно разрешимой проблемой, связанной с объединением и взаимной увязкой, получаемой ими разнородной и неравноточной информации, которая собирается различными организациями, и зачастую содержащими несоизмеримые и несопоставимые данные. Множество различных методов и средств измерений существенно увеличивают несопоставимость получаемых данных и их ведомственную разобщенность, как по форме, так и по содержанию. Это приводит к многократно увеличенным финансовым затратам, несогласованности действий городских служб, к неэффективному использованию ресурсов и результатов каждой из служб.

В связи с этим давно назрела необходимость привести разноликую информацию о городской среде к единообразному и сопоставимому виду, обеспечивающему единую и корректную обработку. Необходима единая методика всестороннего контроля всех физических

полей города с целью достижения конечных результатов, в доступной, наглядной форме, понятной специалистам смежных областей. При этом комплексный подход к проблеме требует анализа не только отдельных компонентов (элементов) ландшафта, но и всего комплекса физических и химических полей города. Такой подход необходим как для констатации уже произошедших изменений, так для прогнозирования возможных последствий и планирования необходимых мероприятий по рациональному использованию городской среды. В ряде стран начинают проводить подобные работы, но они пока носят чисто исследовательский или экспериментальный характер.

Подобная комплексная информация может быть получена только на основе использования самых современных объективных и однотипных методов сбора и обработки информации. При этом, получаемая информация должна не только отражать существующие взаимосвязи количественных и качественных характеристик компонентов городской среды, но и обеспечивать приемлемую для проектных и управляющих организаций скорость, точность и наглядность получения исходных данных.

При таком подходе к вопросу, методы дистанционного зондирования с их высокой информативностью могут оказать решающее значение, т.к. кроме структуры информационного пространства городской среды, на снимке будут фиксироваться и обобщающие качественные признаки территории. Предоставляется возможность изучать городскую среду в целом, как единую систему, обладающую целостностью и взаимосвязями всех своих элементов на всех этапах ее формирования. Это позволяет на новом уровне проанализировать и классифицировать экологические аспекты городской среды.

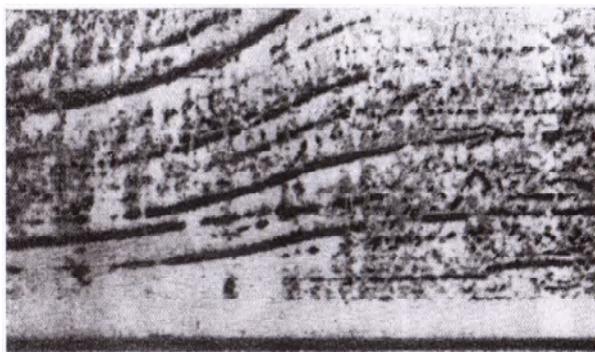
К сожалению, с помощью изображения пока не контролируют параметры звукового загрязнения среды, что исключает его из цельной единообразной системы комплексного визуального контроля сложной городской среды.

Традиционные методы мониторинга звукового воздействия на окружающую среду до сих пор не смогли решить проблему исследования звуковых процессов в условиях сложной структуры города. Вследствие атмосферной турбулентности и многократного отражения звука от городских объектов, процесс рассеивания звуковых волн трудно поддается изучению, а получаемая звуковая информация несопоставима с визуальной информацией о других видах загрязнений.

Экологам не хватает наглядной информации и о частотных характеристиках звукового загрязнения, в том числе не слышимых человеком ультра (≥ 20000 Гц) и инфразвука (≤ 20 Гц).

Однако современные методы дистанционного зондирования и акустической оптики имеют реальные возможности для визуального представления параметров звукового загрязнения городской среды и выявления акустических эффектов, трудно учитываемых традиционными методами (рис. 6, 7).

а)



б)

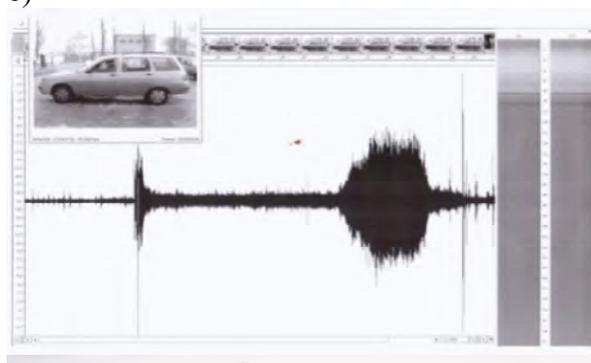


Рис. 6. Спектрограмма звука: а – взлетающего самолета; б – автомобильного двигателя

Важным для экологов является и тот факт, что при необходимости, звук с изображения может быть снова воспроизведен для анализа, проверки или документального подтверждения звукового загрязнения.

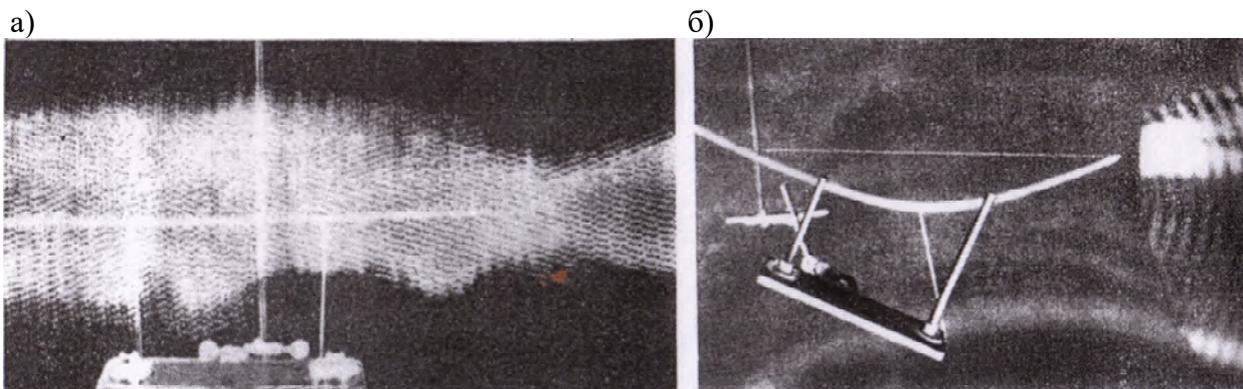


Рис. 7. Изображение звуковых волн от стержня: а – амплитудная картина звуковых волн вблизи стержня, составленного из дисков; б – интерференция звуковых волн, исходящих от изогнутого стержня

Так, например, изображение звука от автомобильной дороги, полученное традиционными методами и нанесенное на карту, созданную на прозрачной основе (лавсан), можно будет прослушать снова. Технически эта процедура аналогична воспроизведению звука с киноплёнки. Для этого необходимо через прозрачную основу карты пропустить свет, который попав на фотоэлемент, превращается в электрический ток. Затем ток пропускается через усилитель и приводит в действие ретранслятор, превращающий электрическую энергию снова в звуковую.

Для автоматизации процесса обработки звукового изображения могут быть использованы акустические процессоры, позволяющие производить обработку большого массива информации и упрощающие распознавание сложных импульсных сигналов.

Это дает предпосылки для создания принципиально новых звуковых экологических карт, которые можно не только изучать визуально, но при необходимости и слушать, воссоздавая «звуковую картину» города, объекта, решая при этом различные экологические задачи. При этом карту города можно будет рассматривать не как статичную информацию, а как комплексную, динамично развивающуюся базу данных о территории, имеющую не одно, а множество возможных визуальных представлений, как на мониторе компьютера, так и на бумаге.

Контроль предлагаемых параметров в едином, привычном для восприятия визуальном виде, не подменяет и не дублирует накопленных в каждой отрасли методов получения информации. Он дополняет его новыми, часто уникальными данными, которые сложно получить традиционными методами исследований.

На основании визуальных данных дистанционного зондирования могут быть разработаны методы оценки экологической безопасности и оптимизации природопользования в системе городских кадастров, а также получены уникальные материалы, необходимые для создания ГИС городской среды [9, 10].

К таким материалам можно отнести:

- ✓ карты зон негативного воздействия промышленных и строительных объектов;
- ✓ карты комплексной экологической оценки городской территории;
- ✓ карты зон экологического риска и природоохранных мероприятий;
- ✓ карты загрязнения почв, поверхностных вод и снежного покрова;
- ✓ карты степени изношенности жилого фонда и многие другие.

На основе перечисленных материалов могут быть решены следующие задачи:

- ✓ разработаны принципы территориального планирования и развития городской среды с учетом воздействия различных физических полей и зон загрязнения;

- ✓ получены достоверные материалы для решения экологических проблем города;
- ✓ моделирование развития чрезвычайных ситуаций и путей их решения;
- ✓ мониторинг экологического состояния городской среды и многое другое.

Для создания цифрового геофонда города, функционирующего на основе материалов дистанционного зондирования, должны быть решены следующие задачи:

- 1) создан ГИС центр с минимальным перечнем аппаратных и программных средств обработки фотограмметрической информации и их метрологическая аттестация;
- 2) комплектование и обучение персонала для работы с аппаратно-программными средствами и ГИС.

Отображение обобщенных образов природно-территориальных комплексов характеризуется множественностью разнообразных признаков, широким варьированием постоянно меняющихся свойств объектов, их комплексным воздействием друг на друга.

Таким образом, использование методов дистанционного зондирования позволяет с высокой степенью надежности собирать и обрабатывать комплексную информацию о городской среде и способствует формированию комплексного многоаспектного геоинформационного пространства, отображающего всю совокупность физических и пространственных характеристик города.

Однако, в связи с огромным объемом информации, имеющимся на фотоснимке, возникает проблема автоматизации процесса дешифрирования и анализа изображения. Это довольно сложная проблема, т.к. при дешифрировании необходимо выявить и распознать объект или физическое поле городской среды независимо от сопутствующих субъективных явлений. Проблема еще более усложняется тем, что изображение объектов может частично маскировать друг друга.

Разработка этих методов требует тесного сотрудничества специалистов по дешифрированию, фотограмметрии, математике, физике, теории информации. В настоящее время вопросы автоматизации дешифрирования находятся на стадии широких поисковых исследований, при этом некоторые целевые методы уже получили практическую реализацию. Можно надеяться, что в ближайшее время будут разработаны многоцелевые методы автоматического распознавания физических полей города, которые будут близки к результатам визуально дешифрирования.

Заключение.

Анализ многофакторного воздействия жизнедеятельности города показал высокую степень нагрузки на окружающую среду и возможные отрицательные последствия на биологические ритмы и деятельность человека и других живых организмов, а также на растительность городской среды.

Авторами работы вносятся предложения о необходимости разработки единой методики всестороннего контроля разнообразных факторов негативного воздействия физических полей города на человека и природу – электромагнитных, радиоактивных, световых, звуковых, тепловых, гравитационных и прочих.

В работе установлено, что объединяющим инструментом по выявлению многих негативных факторов антропогенного воздействия на окружающую среду являются методы дистанционного зондирования, позволяющие на основе высокой информативности оказать решающее значение, т.к. кроме структуры информационного пространства городской среды на снимках будут фиксироваться и обобщающие качественные признаки территории. При этом, в связи с большим объемом информации, необходимо тесное сотрудничество специалистов различных областей для обработки сложных геоинформационных данных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Попов, Б. А.** Фотограмметрическая регистрация звукового загрязнения окружающей среды / Б. А. Попов, О. В. Есенников // Геодезия. Кадастр. Землеустройство: сборник научных трудов. – Воронеж: ВГАУ, 2001. – С. 42-46.
2. **Попов, Б. А.** Опыт обоснования и разработки использования фотоснимка как метода определения загрязненности атмосферы дымовыми выбросами предприятий / Б. А. Попов, М. Б. Реджепов, Н. Б. Хахулина, Ю. С. Нетребина // Экология урбанизированных территорий. – 2019. – № 3. – С. 56-64.
3. **Попова, И. В.** Моделирование «городского острова тепла» средствами геоинформационного анализа / И. В. Попова, С. А. Куролап, П. М. Виноградов // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 2(5). – С. 87-95.
4. **Балдина, Е. А.** Исследование городских островов тепла с помощью данных дистанционного зондирования в инфракрасном тепловом диапазоне / Е. А. Балдина, М. Ю. Грищенко, М. Константинов // ДЗЗ для будущей Земли. Земля из космоса. Спецвыпуск. – 2015. – С.38-42.
5. **Попова, И. В.** Исследование влияния рельефа на формирование зон повышенного загрязнения атмосферного воздуха (на примере г. Воронеж) / И. В. Попова, С. А. Куролап, Э. В. Сазонов, О. В. Клепиков, П. М. Виноградов // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 2(13). – С. 65-72.
6. **Буянов, В. И.** Термографический контроль энергоэффективности зданий: учебное пособие / В. И. Буянов. – Воронеж, 2015. – 58 с.
7. **Драпалюк, Н. А.** Развитие экологической безопасности в совокупности с технологиями энергосбережения и автоматизации / Н. А. Драпалюк, А. Г. Свиридова // Комплексные проблемы техносферной безопасности. Задачи, технологии и решения комплексной безопасности: сборник статей по материалам XV Международной научно-практической конференции. – Воронеж, 2020. – С. 117-122.
8. **Драпалюк, Н. А.** 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.
9. **Гордеева, К. С.** Источники данных для создания геоинформационных систем: их анализ и обработка / К. С. Гордеева, Н. Б. Хахулина // Студент и наука. – 2019. – № 3. – С. 38-46.
10. **Хахулина, Н. Б.** Особенности сбора геопространственных данных для получения 3D модели городской территории на примере г. Мичуринск / Н. Б. Хахулина, В. В. Пузанов, К. А. Марчук // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2019. – № 1(8). – С. 110-117.

Поступила в редакцию 28 августа 2020

MODERN PROBLEMS OF INTEGRATED ECOLOGICAL ASSESSMENT OF TERRITORIES FOR URBAN PLANNING

B. A. Popov, N. B. Khakhulina, T. B. Kharitonova

Popov Boris Alexkseevich, Cand. Agricultural Sciences, associate Professor of the Department of Real Estate Cadastre, Land Management and Geodesy, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(915)547-27-94; e-mail: b.p.geo@yandex.ru

Khakhulina Nadezhda Borisovna, Cand. Tech. Sciences, associate Professor of the Department of Real Estate Cadastre, Land Management and Geodesy, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(905)654-09-93; e-mail: hahulina@mail.ru

Kharitonova Tamara Borisovna, Cand. Tech. Sciences, associate Professor of the Department of Real Estate Cadastre, Land Management and Geodesy, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(910)241-01-35; e-mail: haritonova.toma@yandex.ru

The article discusses the various ways of the negative impact of the city on the environment and humans. The necessity of urban planning, which would take into account the overall influence of all possible negative factors, is determined. The analysis of various factors, including those difficult to take into account, which are often not recorded in generally accepted studies, but have an adverse effect on the environment. The need for an integrated approach to assessing the state of the urban environment, taking into account the comprehensive impact with the help of specialists from various applied fields of knowledge – architects, ecologists, managers of housing stock and industrial facilities, etc., has been proved. safety and optimization of environmental management in the system of urban cadastres, as well as obtained unique materials necessary to create a GIS of the urban environment.

Keywords: integrated environmental assessment; urban planning; monitoring; urban environment; remote sensing.

REFERENCES

1. **Popov B. A., Yesennikov O. V.** *Photogrammetric registration of sound environmental pollution.* Geodesy. Cadastre. Land tenure. Voronezh State Aviation Administration. 2001. Pp. 42-46. (in Russian)
2. **Popov B. A., Rejepov M. B., Khakhulina N. B., Ntrebina Yu. S.** *The experience of substantiating and developing the use of a photograph as a method for determining atmospheric pollution from smoke emissions of enterprise.* Ecology of Urban Territories. Voronezh, Voronezh State University. 2019. No. 3. Pp. 56-64. (in Russian)
3. **Popova I. V., Kurolap S. A., Vinogradov P. M.** *Modeling «urban heat islands» by tools of gis-analysis.* Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 2(5). Pp. 87-95. (in Russian)
4. **Baldina E., Grischenko M., Konstantinov M.** *Investigation of urban heat Islands by using the data d-station sensing in the thermal infrared range.* Remote sensing for the future of the Earth. Earth from space. 2015. Pp. 38-42. (in Russian)
5. **Popova I. V., Kurolap S. A., Sazonov E. V., Klepikov O. V., Vinogradov P. M.** *Study of the influence of terrain on the formation of zone sin creased air pollution (on the example of Voronezh).* Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 2(13). Pp. 65-72. (in Russian)
6. **Buyanov V. I., Popov B. A.** *Thermographic control of energy efficiency of buildings.* Uch. benefits Voronezh. 2015. 58 p. (in Russian)
7. **Drapalyuk N. A., Sviridova A. G.** *The development of environmental safety in conjunction with energy saving and automation technologies.* Complex problems of technosphere security. Tasks, technologies and solutions for integrated security. Collection of articles based on the materials of the XV International Scientific and Practical Conference. Voronezh. 2020. Pp. 117-122. (in Russian)
8. **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 communal infrastructure. 2020. No. 1(12). Pp. 54-61. (in Russian)
9. **Gordeeva K. S., Khakhulina N. B.** *Sources of data for creating geographic information systems: their analysis and processing.* Student and Science. 2019. No. 3. Pp. 38-46. (in Russian)
10. **Khakhulina N. B., Puzanov V. V., Marchuk K. A.** *Features of the collection of geo-spatial data to obtain a 3D model of the urban territory on the example of the city of Michurinsk.* Models and technologies of environmental management (regional aspect). 2019. No. 1(8). Pp. 110-117. (in Russian)

Received 28 August 2020

Для цитирования:

Попов, Б. А. Современные проблемы комплексной экологической оценки территорий для целей градостроительства / Б. А. Попов, Н. Б. Хахулина, Т. Б. Харитоновна // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 3(14). – С. 61-70.

FOR CITATION:

Popov B. A., Khakhulina N. B., Kharitonova T. B. *Modern problems of integrated ecological assessment of territories for urban planning.* Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 3(14). Pp. 61-70. (in Russian)

УДК 712.414

ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ЖИВЫХ ИЗГОРОДЕЙ ГОРОДА ЙОШКАР-ОЛЫ

Н. Е. Серебрякова, А. С. Сватухин, А. А. Решетняк

Серебрякова Наталья Евгеньевна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры садово-паркового строительства, ботаники и дендрологии, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола, Российская Федерация, тел.: +7(902)664-44-45; e-mail: serebryakovane@volgatech.net

Сватухин Алексей Сергеевич, студент кафедры садово-паркового строительства, ботаники и дендрологии, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола, Российская Федерация, тел.: +7(937)448-83-82; e-mail: serebryakovane@volgatech.net

Решетняк Андрей Александрович, студент кафедры садово-паркового строительства, ботаники и дендрологии, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола, Российская Федерация, тел.: +7(902)664-44-45; e-mail: serebryakovane@volgatech.net

Обозначена роль живых изгородей в формировании экологического каркаса урбанизированной среды, ее планировочной структуры и выразительного эстетического облика. Подчеркивается важность профессионального подхода к формированию живой изгороди как важного элемента городского ландшафта. Представлены результаты исследований качественного состава живых изгородей в составе насаждений общего пользования города Йошкар-Олы. Преобладают формованные листовенные листопадные изгороди, в составе которых лидирует клен ясенелистный. Протяженность чистых, без примеси клена ясенелистного изгородей невысока: 1 % – из можжевельника казацкого, 1,2 % – из магонии падуболистной, 1,8 % – из кизильника блестящего, 15,4 % – из пузыреплодника калинолистного. Деградация состава живых изгородей связана с их засоренностью кленом ясенелистным.

Ключевые слова: живая изгородь; город Йошкар-Ола; зеленые насаждения; видовой состав; засоренность; клен ясенелистный.

Помимо выполнения своей основной функции – защиты от загрязнения воздушного бассейна поллютантами, древесные растения являются неотъемлемым элементом архитектурного ландшафта любого города [1...7]. Зеленые насаждения, органично вписывающиеся в композицию городских застроек, улучшают структурно-планировочные и архитектурно-художественные достоинства города, помогают создать выразительный объемно-пространственный облик города, живописный силуэт. Оптимальный подбор зелёных насаждений расширяет биологические компоненты окружающей среды и её биоразнообразие [8, 9].

Среди элементов ландшафтного дизайна особое место занимают живые изгороди, сочетающие в себе утилитарные и функциональные возможности и обеспечивающие гармонию общего пространства. Такая зеленая ограда обозначает границы территории, выполняет защитную функцию, придает визуальность и стилистическую завершенность композиционно-планировочному решению.

Живые изгороди в ландшафтной архитектуре – это целое направление, разнообразное по внешнему виду, методам создания, особенностям применения на объекте, используемым материалам (растениям), их колористике и стилистике. В связи с этим, применение живых изгородей, выполняемые ими функции, эстетическое воздействие могут быть очень различны.

Живые изгороди используют для достижения рекреационных целей при обустройстве зеленых зон в парках, лесопарках, при строительстве спортивно-озеленительных, учебных и туристических троп и т.д. В городских условиях она защищает жилые дома от пыли и существенно снижает шум, создаваемый автотранспортом (санитарно-гигиени-

ческая функция). Живые изгороди применяют в целях: защиты территории от вредных факторов (шума, пыли); ограждения территории; обрамления дорожек, зон отдыха; создания ландшафтных композиций; маскировки неприглядных видов, хозяйственных сооружений.

Таким образом, живая изгородь выполняет следующие функции в городской среде:

- ✓ служит для снегозадержания, замедляя таяние весной, влага сохраняется в почве;
- ✓ летом сдерживает горячие высушивающие почву ветра, удерживая таким образом влагу;

- ✓ живые изгороди привлекают птиц;

- ✓ разграничивает территорию, служит защитой от посторонних взглядов наряду с другими ограждениями, изгородь из крупных деревьев может служить хорошей защитой от ветра, особенно на открытой местности и на крайних застроенных участках [10];

- ✓ служит украшением ландшафта (пестролистные и декоративно-цветущие растения, разнообразные формы);

- ✓ увеличивает экологическую составляющую территорий (растения становятся участниками биоценоза, осуществляя почвообразование, участвуют в пищевых цепях, становятся домом для представителей фауны, насекомых и беспозвоночных);

- ✓ выполняет оздоровительную функцию, фильтрует и очищает воздух (поглощают углекислый газ, выделяя кислород; некоторые растения распространяют эфирные масла и фитонциды, улучшая здоровье);

- ✓ укрепляет берега, овраги, дюны и песчаные осыпи [11];

- ✓ защищает людей в городах от шума, создаваемого транспортом [12].

Типология живых изгородей разнообразна, они различаются в зависимости от:

- ✓ способа их формирования (свободнорастущие, сформированные);

- ✓ используемого ассортимента (листопадные и вечнозеленые, древесные и кустарниковые);

- ✓ формы их поперечного сечения (прямоугольные, треугольные, трапециевидные, округлые, овальные, ступенчатые);

- ✓ высоты (бордюры и низкие изгороди (до 1,0 м), собственно изгороди (1,0...2,0 м), живые стены (> 2,0 м);

- ✓ схемы посадки (однорядные, двурядные, многорядные);

- ✓ таксономического состава (однокомпонентные, смешанные).

С помощью живых изгородей, помимо санитарно-гигиенических функций, возможно реализовать самые различные ландшафтные замыслы:

- ✓ направление пешеходных потоков и акцентирование внимания на доминанте композиции;

- ✓ ограничение декоративных элементов – клумб, партеров, зеленых зон, зон отдыха, площадок и других;

- ✓ функциональное зонирование территории;

- ✓ маскировка нежелательных элементов визуальной среды;

- ✓ стабильный малоуходный декор на небольших ограниченных пространствах;

- ✓ защитные насаждения вдоль дорог;

- ✓ произведения топиарного искусства – ведущие элементы композиции.

Создание эстетичной и функциональной живой изгороди требует продуманных решений еще на этапе проектирования. Подбор ассортимента без учета биологии и экологии растений, анализа условий места посадки может привести к быстрой утрате изгородью своих функций. При этом исправить ошибки при помощи дополнительных уходов зачастую очень проблематично и затратно.

В связи с тем, что качественная изгородь должна формироваться на объекте озеленения, важен также начальный период ее развития. Именно в этот период должна быть заложена правильная структура изгороди, которая обеспечит ей стабильное состояние на долгие годы.

Цель работы – оценка качественного состава живых изгородей города Йошкар-Олы.

Объектами исследования являлись живые изгороди, составляющие насаждения общего пользования (улицы общегородского значения, центральная площадь) центрального района г. Йошкар-Олы. Выделено 19 объектов общей протяженностью 1918 м.

Методика. Сбор полевых данных проведен в соответствии с методикой инвентаризации (Методика инвентаризации городских зеленых насаждений, 1997; Правила проведения инвентаризации зеленых насаждений и паспортизации зеленых территорий, 1998).

Протяженность всех живых изгородей определялась при помощи мерной ленты с учетом просветов (проплешин), которые также фиксировались. Определялся также видовой состав изгородей: базовый вид (более 50 %), дополнительные и единичные растения в составе. Возраст оценивался визуально в соответствии с параметрами растения.

Результаты.

На улицах общегородского значения центрального района и площади Ленина города Йошкар-Олы применяются однорядные живые изгороди и бордюры, состоящие как из деревьев, так и из кустарников, выполняющие защитную и декоративную функцию (рис. 1).

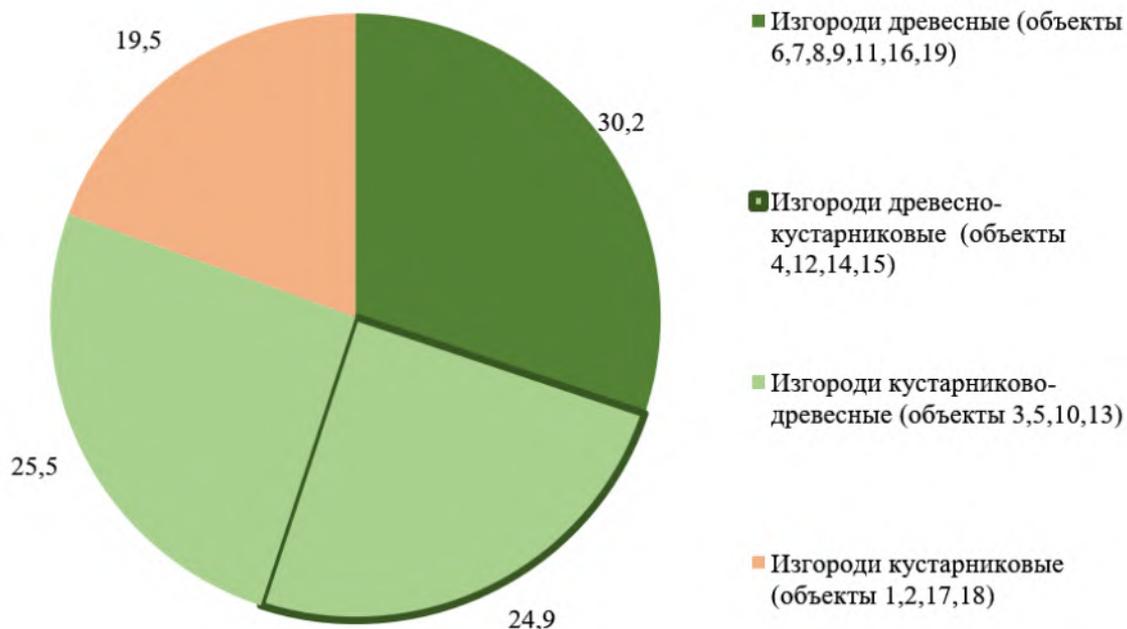


Рис. 1. Протяженность живых изгородей различного состава на исследованных объектах, % от общей

Наибольшую протяженность имеют живые изгороди, сформированные исключительно из древесного вида – клена ясенелистного (30,2 % от протяженности всех исследованных изгородей).

Удельный вес смешанных изгородей – древесно-кустарниковых (преобладают деревья) и кустарниково-древесных (преобладают кустарники) – одинаков (24,9 % и 25,5 % соответственно). Древесный вид в составе изгородей – клен ясенелистный.

Протяженность кустарниковых изгородей – наименьшая – 19,5 %.

Характеристика живых изгородей по их основному видовому составу (базовые виды более 50 % в составе плюс дополнительные виды, имеющие значимое представительство) приведена на рис. 2.

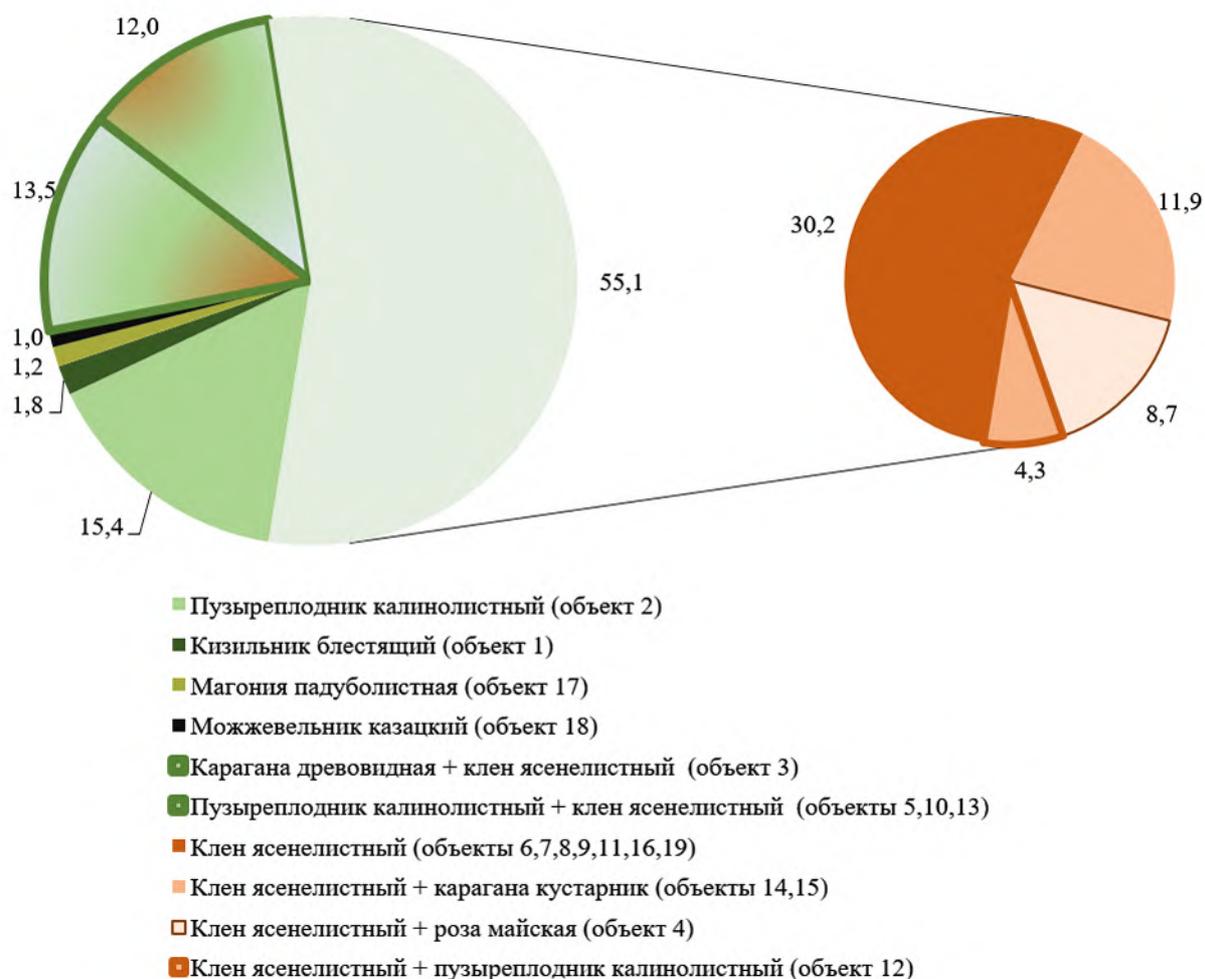


Рис. 2. Соотношение протяженности живых изгородей различного видового состава на исследованных объектах, % от общей протяженности

Анализ видового состава изгородей показывает, что более половины всей их протяженности (55 %) составляют изгороди из клена ясенелистного и с его преобладанием. В составе этих изгородей присутствуют кустарник карагана, роза майская, пузыреплодник калинолистный. Кроме того, в изгородях из караганы древовидной и пузыреплодника клен ясенелистный присутствует как дополнительный компонент, эти изгороди занимают 13,5 % и 12 % общей протяженности соответственно.

Протяженность чистых, без примеси клена ясенелистного изгородей невысока: 1 % – из можжевельника казацкого, 1,2 % – из магонии падуболистной, 1,8 % – из кизильника блестящего, 15,4 % – из пузыреплодника калинолистного.

Следует отметить, что клен ясенелистный – нежелательный компонент зеленых объектов. Является инородным растением (интродуцентом), включен в «Черную книгу флоры Средней России» [13], является инвазионным видом, т.е. натурализовавшимся и весьма агрессивным по отношению к местной дендрофлоре. В.И. Пчелин отмечает, что клен ясенелистный может стать опасным сорняком, бедствием для зеленых насаждений благодаря способности к интенсивному размножению. Обладает развитой корневой системой. Избавиться от него сложно – образует сильную поросль от пня, могут быть корневые отпрыски, быстро восстанавливает крону при ее повреждении [14].

Помимо базового и дополнительного состава в отдельных живых изгородях выявлены включения – единично представленные виды (таблица).

Видовой состав единичных компонентов (включений живых изгородей)
на различных участках произрастания

Базовый и дополнительный вид изгороди	Объект	Включения
<i>Без включений</i>		
Кизильник блестящий	1	-
Клен ясенелистный	7, 16	-
Магония падуболистная	17	-
Можжевельник казацкий	18	-
Пузыреплодник калинолистный + клен ясенелистный	10	-
<i>С включениями</i>		
Карагана древовидная+ клен ясенелистный	3	Вяз голый Рябина обыкновенная Снежноягодник белый Черемуха обыкновенная
Клен ясенелистный	6, 8, 11, 19	Вейгела цветущая Жимолость татарская Карагана древовидная Кизильник блестящий Клен остролистный Смородина золотистая Чубушник венечный
Клен ясенелистный + карагана кустарник	14, 15	Свидина белая
Клен ясенелистный + пузыреплодник калинолистный	12	Сирень обыкновенная
Клен ясенелистный + роза майская	4	Карагана древовидная
Пузыреплодник калинолистный	2	Боярышник кроваво-красный Вишня обыкновенная Вяз голый Кизильник блестящий Клен ясенелистный Липа мелколистная Рябина обыкновенная Снежноягодник белый
Пузыреплодник калинолистный + клен ясенелистный	5, 6, 13	Жимолость татарская Карагана древовидная Кизильник блестящий Клен остролистный Липа мелколистная Роза майская Рябинник рябинолистный

Среди включений присутствуют как пригодные для состава собственно изгородей растения, так и случайные, нежелательные. Пригодные: свидина белая, карагана древовидная, сирень обыкновенная, чубушник венечный, смородина золотистая, кизильник блестящий, жимолость татарская, вейгела цветущая, рябинник рябинолистный, роза майская, снежноягодник белый, вишня обыкновенная, боярышник кроваво-красный. Их присутствие в изгородях возможно:

- ✓ в связи с работами по посадке растений без учета видового состава;
- ✓ ввиду изначального присутствия в живой изгороди и её дальнейшей деградации в результате внедрения агрессивных видов (клена ясенелистного).

Нежелательные, случайные растения: липа мелколистная, вяз голый, рябина обыкновенная, черемуха обыкновенная (аборигенные деревья, для формованных изгородей средней высоты нежелательны), клен ясенелистный (инвазионный вид, дерево).

Заключение.

На объектах общего пользования центрального района города Йошкар-Олы используется формирование (стрижка) живых изгородей, в основном это – лиственные листопадные породы (97,8 % от общей протяженности).

Наибольшую протяженность имеют изгороди, сформированные исключительно из древесного вида – клена ясенелистного (30,2 % от протяженности всех исследованных изгородей). Протяженность чистых, без примеси клена ясенелистного изгородей невысока: 1 % – из можжевельника казацкого, 1,2 % – из магонии падуболистной, 1,8 % – из кизильника блестящего, 15,4 % – из пузыреплодника калинолистного.

Выявлена проблема живых изгородей – их засоренность, в основном, кленом ясенелистным, что достаточно быстро, при отсутствии ухода, связанного с его удалением и обеспечением густоты базовых посадок, приводит к деградации состава изгороди.

Следует продолжить исследования качества существующих живых изгородей с целью разработки системы рациональных мероприятий по улучшению их состояния.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Абрамова, Д. А.** Диагностика устойчивости древесных насаждений города Нижнекамска в условиях техногенного загрязнения / Д. А. Абрамова, Н. Е. Серебрякова, В. Н. Карасев // Чтения памяти Т. Б. Дубяго: сборник статей международной конференции под ред. И. А. Мельничук. – СПб, 2016. – С. 29-34.

2. **Серебрякова, Н. Е.** Устойчивость зелёных насаждений в условиях техногенного загрязнения города Нижнекамска/ Н. Е. Серебрякова, В. Н. Карасев, М. А. Карасева, Е. А. Медведкова // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2017. – № 2. – С. 58-72.

3. **Гринченко, К. В.** Оценка устойчивости лиственных древесных растений в зеленых насаждениях г. Йошкар-Олы физиологическими методами / К. В. Гринченко, Н. Е. Серебрякова, В. Н. Карасев // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России. – 2018. – № 2. – С. 23-27.

4. **Серебрякова, Н. Е.** Диагностика устойчивости древесных растений г. Йошкар-Олы по величине импеданса прикамбиального комплекса тканей ствола/ Н. Е. Серебрякова, М. С. Баширова // Труды Поволжского государственного технологического университета. Серия: технологическая. – 2018. – № 6. – С. 22-26.

5. **Абрамова, Д. А.** Диагностика устойчивости хвойных растений г. Нижнекамска по величине импеданса прикамбиального комплекса тканей / Д. А. Абрамова, Н. Е. Серебрякова, М. А. Карасева // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: Материалы Всероссийской студенческой конференции: в 8 частях. – Йошкар-Ола, 2015. – С. 7-10.

6. **Серебрякова, Н. Е.** Диагностика жизнеспособности древесных растений г. Нижнекамска по активности фермента каталазы / Н. Е. Серебрякова, В. Н. Карасев, М. А. Карасева, Ю. В. Граница // Российский журнал прикладной экологии. – 2015. – № 4. – С. 39-43.

7. **Серебрякова, Н. Е.** Влияние антропогенной трансформации почв на состояние древесных видов города Йошкар-Олы / Н. Е. Серебрякова, К. В. Гринченко, В. Н. Карасев // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2019. – № 4(11). – С. 78-85.

8. **Атаханова, Н. М.** Цветовая гармонизация урболандшафта растительными средствами/ Н. М. Атаханова, Н. Е. Серебрякова // Социально-гуманитарные науки и практики

в XXI веке: человек и общество в меняющемся мире: сборник материалов XV международной весенней научной конференции. – Йошкар-Ола, 2019. – С. 340-342.

9. **Львова, К. Н.** Городской сквер: проблемы ландшафтной организации в свете современных тенденций / К.Н. Львова, Н. Е. Серебрякова // Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России. – 2018. – № 2. – С. 71-74.

10. **Трубицына, Н. А.** Ветровая защита и биоклиматический комфорт в ландшафтной архитектуре / Н. А. Трубицына // Вестник МГСУ. – 2017. – № 6. – С. 619-630.

11. **Тишлер, В.** Сельскохозяйственная экология / В. Тишлер; пер. с нем. Б. Р. Стригановой и В. А. Турчаниновой под ред. и с пред. проф. М.С. Гилярова. – М.: Колос, 1971. – 455 с.

12. **Логачёва, Е. А.** Пылепоглощающая роль живых изгородей, защищающих окружающую среду урбанизированных территорий от отрицательного влияния автотранспорта / Е. А. Логачёва, В. В. Солдатова // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2. – Часть 13. – С. 2860-2865

13. **Виноградова, Ю. К.** Черная книга флоры Средней России (чужеродные виды растений в экосистемах Средней России) / Ю. К. Виноградова, С. Р. Майоров, Л. В. Хорун. – М.: ГЕОС, 2009. – 494 с.

14. **Пчелин, В. И.** Дендрология: учебник / В. И. Пчелин. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2007. – 520 с.

Поступила в редакцию 4 сентября 2020

ASSESSMENT OF THE QUALITATIVE COMPOSITION OF THE LIVING FENCES OF THE CITY OF YOSHKAR-OLA

N. E. Serebryakova, A. S. Svatukhin, A. A. Reshetnyak

Serebryakova Natalya Evgenyevna, Cand. of agricultural sciences, associate Professor at the Chair landscape gardening construction, botany and dendrology, Volga State University of Technology, Russian Federation, phone: +7(902)664-44-45; e-mail: serebryakovane@volgatech.net

Svatukhin Alexey Sergeevich, student at the Chair landscape gardening construction, botany and dendrology, Volga State University of Technology, Russian Federation, phone: +7(937)448-83-82; e-mail: serebryakovane@volgatech.net

Reshetnyak Andrey Alexandrovich, student at the Chair landscape gardening construction, botany and dendrology, Volga State University of Technology, Russian Federation, phone: +7(937)448-83-82; e-mail: serebryakovane@volgatech.net

The role of hedges in the formation of the ecological frame of the urbanized environment, its planning structure and expressive aesthetic appearance is outlined. The importance of a professional approach to the formation of hedges as an important element of the urban landscape is emphasized. The results of studies of the qualitative composition of hedges in the composition of plantations of general use in the city of Yoshkar-Ola are presented. Molded foliar deciduous hedges prevail, in which the *Acer negundo* is the leader. The length of the *Acer negundo*-free hedges is low: 1 % – from *Juniperus sabina*, 1,2 % – from *Mahonia aquifolium*, 1,8 % – from *Cotoneaster lucidus*, 15,4 % – from *Physocarpus opulifolius*. Degradation of the composition of hedges is associated with their infestation with *Acer negundo*.

Keywords: hedges; Yoshkar-Ola city; green plantations; species composition; weediness; *Acer negundo*.

REFERENCES

1. **Abramova D. A., Serebryakova N. E., Karasev V. N.** *Diagnostics of stability of tree plantations of Nizhnekamsk in the conditions of technogenic pollution.* Readings of memory of T. B. Dubyago. St. Petersburg. 2016. Pp. 29-34. (in Russian)

2. **Serebryakova N. E., Karasev V. N., Karaseva M. A., Medvedkova E. A.** *Stability of green plantations in conditions of technogenic pollution of Nizhnekamsk.* Herald of the Volga State Technological University. Series Forest. Ecology. Nature management. 2017. No. 2. Pp. 58-72. (in Russian)
3. **Grinchenko K. V., Serebryakova N. E., Karasev V. N.** *Assessment of stability of deciduous woody plants in green plantations of Yoshkar-Ola by physiological methods.* Engineering kadri – are the future of Russia's innovative economy. 2018. No. 2. Pp. 23-27. (in Russian)
4. **Serebryakova N. E., Bashirova M. S.** *Diagnostics of woody plants stability of Yoshkar-Ola on the impedance of close to cambial complex of tissues of the trunk.* Proceedings of the Volga State Technological University. Series Technological. 2018. No. 6. Pp. 22-26. (in Russian)
5. **Abramova D. A., Serebryakova N. E., Karasev V. N.** *Diagnosis of stability of coniferous plants of Nizhnekamsk on the impedance value of close to cambial complex of tissues of the trunk.* Engineering kadri are the future of Russia's innovative economy. Yoshkar-Ola. 2015. Pp. 7-10. (in Russian)
6. **Serebryakova N. E., Karasev V. N., Karaseva M. A., Granica Yu. V.** *Diagnostics of viability of woody plants of Nizhnekamsk by activity of enzyme catalase.* Russian journal of applied ecology. 2015. No. 4. Pp. 39-43. (in Russian)
7. **Serebryakova N. E., Grinchenko K. V., Karasev V. N.** *Influence of anthropogenic soil transformation on the state of woody plants of Yoshkar-Ola.* Housing and utilities infrastructure. 2019. No. 4(11). Pp. 78-85. (in Russian)
8. **Atakhanova N. M., Serebryakova N. E.** *Color harmonization of the urban landscape with plant means.* Social and humanitarian sciences and practices in the XXI century: people and society in a changing world: collection of articles of the XV international spring scientific conference. Yoshkar-Ola. 2019. Pp. 340-342. (in Russian)
9. **Lvova K.N. Serebryakova N.E.** *City square: problems of landscape organization due to modern trends.* Engineering kadri - are the future of Russia's innovative economy. 2018. No. 2. Pp. 71-74. (in Russian)
10. **Trubitsyna N. A.** *Wind protection and bioclimatic comfort in landscape architecture.* Herald of the Moscow State University of Civil Engineering. 2017. No. 6. Pp. 619-630. (in Russian)
11. **Tishler V.** *Agricultural ecology.* Moscow, Kolos. 1971. 455 p. (in Russian)
12. **Logacheva E. A., Soldatova V. V.** *Dust-absorbing role of hedges that protect the environment of urbanized areas from the negative impact of vehicles.* Basic research. 2015. No. 2. Part 13. Pp. 2860-2865. (in Russian)
13. **Vinogradova Yu. K.** *Black Book of Flora of Central Russia (alien plant species in ecosystems of Central Russia).* Moscow, GEOS. 2009. 494 p. (in Russian)
14. **Pchelin V.I.** *Dendrology.* Yoshkar-Ola, Volga State Technological University. 2007. 520 p. (in Russian)

Received 4 September 2020

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Серебрякова, Н. Е. Оценка качественного состава живых изгородей города Йошкар-Олы / Н. Е. Серебрякова, А. С. Сватухин, А. А. Решетняк // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 3(14). – С. 71-78.

FOR CITATION:

Serebryakova N. E., Svatukhin A. S., Reshetnyak A. A. *Assessment of the qualitative composition of the living fences of the city of Yoshkar-Ola.* Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 3(14). Pp. 71-78. (in Russian)

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

УДК 621.396.6:621.878

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ
ГРУППОЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН**

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

Представлены структурная и функциональная схемы автоматизированной системы управления группой строительных и дорожных машин с возможностью осуществления дистанционного управления. Дано подробное описание схем с указанием необходимых для оптимального управления информационных параметров для объектов различных уровней системы управления. Приведена целевая функция в качестве критерия эффективности операции, ставящего целью минимизацию суммы квадратов отклонений значений контролируемых параметров от оптимальных, и описан алгоритм функционирования управляющей вычислительной машины для автоматизированного комплекса строительных и дорожных машин.

Ключевые слова: строительные и дорожные машины; автоматизация; дистанционное управление; информационная система.

В комплексе проблем, возникающих при анализе возможностей разработки и создания высокоуровневых автоматизированных систем организационного управления в строительном производстве, наряду с другими весьма важной является задача их оперативного и достоверного информационного обеспечения [1, 2]. Эффективная выработка оптимизирующих управленческих решений на основе использования данных, поступающих от датчиков, контрольно-измерительной аппаратуры, вычислительной и организационной техники [3, 5], немислима без наличия соответствующих настоящему уровню развития средств связи и обмена информацией [6, 7] между собственно управляющими системами и управляемыми объектами различных уровней, особенно со значительным пространственным разнесением [8, 9].

В работах [10...13] предложены варианты построения систем автоматического дистанционного управления движением единичных мобильных объектов (МО) на основе обработки информации, получаемой в фазоразностной навигационной системе. При автоматическом управлении группой дорожно-строительных машин обнаружение, анализ работы и коррекция их движения значительно усложняются и возникают существенные запазды-

вания, приводящие к снижению экономических показателей. В связи с этим, требуется уделить серьезное внимание разработке и созданию автоматизированных систем управления (АСУ) группой МО на базе современных микропроцессорных средств.

Необходимо отметить, что АСУ комплексом машин при дальнейшем развитии может служить ступенью первого уровня иерархической системы управления, например, АСУ дорожным, строительным, сельскохозяйственным и тому подобным объединением.

В общем случае для описания АСУ часто используют функциональную и структурную схемы. Функциональной схемой АСУ называют схему, отображающую связи функциональных элементов системы с указанием взаимодействий между ними. Функциональная схема АСУ несколькими дорожно-строительными агрегатами (ДСА) специализированного производственного объединения содержит в себе основные функциональные элементы, представленные на рис. 1.

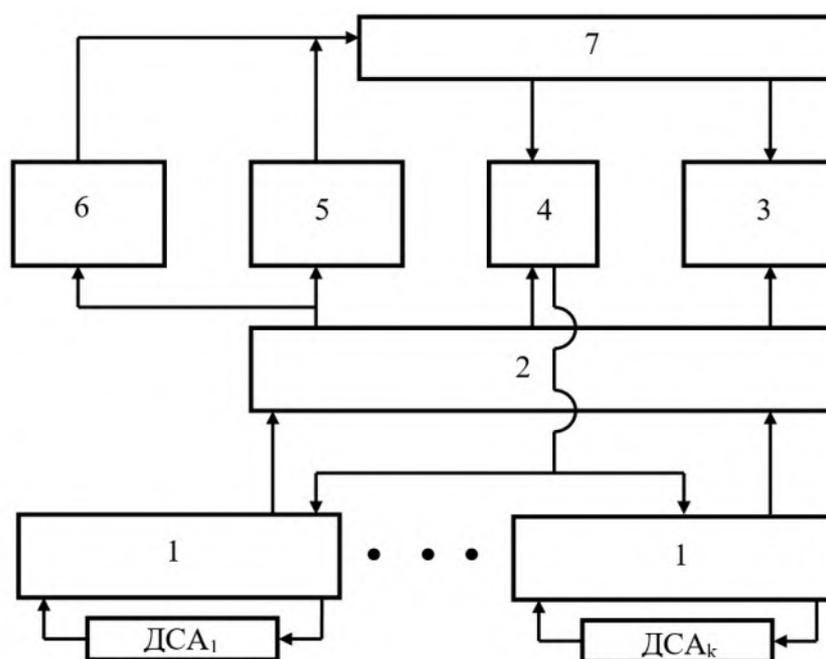


Рис. 1. Функциональная схема АСУ профильного объединения

Блок 1 – регулирование параметров единичных дорожно-строительных машин, включающий:

- ✓ измерение параметров ДСА, например, таких как температура двигателя, давление масла в двигателе, число оборотов вала двигателя, крутящий момент вала двигателя, уровень топлива в баке, действительная скорость движения, курсовой угол;
- ✓ сравнение текущих значений параметров с заданными;
- ✓ определение и выдачу регулирующих воздействий на исполнительные механизмы [13].

Блок 2 – сбор и первичная переработка информации о параметрах, характеризующих работу и положение отдельных ДСА [14], выполняющий:

- ✓ фильтрацию измерений от случайных погрешностей;
- ✓ расчет действительных значений параметров, приводя их к нормальным условиям;
- ✓ текущее усреднение параметров;
- ✓ интегрирование нужных параметров, например, количества израсходованного топлива, или расчет количества топлива, оставшегося в баке.

Блок 3 – определение оперативных технико-экономических показателей (ТЭП), характеризующих экономичность работы комплекса ДСА в целом, и анализа отклонений расчетных ТЭП от предусмотренных (в зависимости от требований, предъявляемых верхним

уровнем системы управления, к числу ТЭП могут, например, относиться: фактические расходы по топливу и другим показателям, а также технологическая стоимость продукции или выполненной комплексом ДСА работы).

Блок 4 – пуск отдельных ДСА в работу или их остановка в случае окончания работы или возникновения неполадок, препятствующих продолжению работы и определяемых прямо или косвенно по величине параметров, измеряемых в блоке 1, или их сочетанию.

Блок 5 – контроль за состоянием комплекса ДСА, включающий:

- ✓ расчет отклонений регулируемых параметров от заданных значений;
- ✓ определение превышений диапазонов измерений допустимых минимальных и максимальных значений параметров;
- ✓ выдачу результатов выявленного нарушения режима работы на регистрацию или сигнализацию (например, для таких параметров, как давление масла и температура охлаждающей жидкости);
- ✓ выдачу результатов опроса на регистрацию;
- ✓ диагностику и поиск неисправностей отдельных ДСА;
- ✓ учет запасов топлива для комплекса ДСА;
- ✓ учет состояния комплекса ДСА (выработка ресурса, необходимость технического обслуживания).

Блок 6 – оптимальное управления комплексом ДСА, включает:

- ✓ корректировку параметров модели комплекса;
- ✓ расчет по модели комплекса значений управляющих воздействий, заканчивающийся поиском и выдачей оптимальных управляющих воздействий на комплекс ДСА в качестве заданного значения регулируемых параметров отдельных машин.

Блок 7 – верхний уровень системы управления, на котором осуществляется:

- ✓ прием, анализ и выдача производственных ограничений и заданий, определяющих диапазон изменения параметров, значения плановых ТЭП и тому подобное;
- ✓ выдача оперативной информации, подготовка и выдача обобщенной информации.

Описанные функции автоматизированного управления группой МО дорожного комплекса реализуют блоки, показанные на рис. 2.

Пунктиром выделены АСУ группой технологических машин дорожно-строительного комплекса, включающая блоки 1...3, и система управления отдельными рабочими агрегатами (блоки 4...10).

Для анализа способов обработки информации в УВМ рассмотрим группу технологических машин, у которых либо контролируется каждый мобильный агрегат по всем параметрам (если МО немного), либо все объекты по одному параметру (при большом числе МО). УВМ сравнивает поступающие значения параметров с критическими, и либо переходит к обработке следующего сигнала, либо выдает сигнал на регулирующие механизмы технологических машин, препятствующие приближению параметров к критическому уровню. При выходе параметра за критические значения вырабатывается сигнал аварийной остановки агрегата.

Очередной задачей, решаемой в системе управления комплексом технологических машин в дорожном строительстве, является задача оптимизации. Анализ характеристик и количественных показателей функционирования группы ДСА приводит к целесообразности использования в качестве критерия эффективности операции, ставящего целью минимизацию суммы квадратов отклонений значений от оптимальных, целевой функции вида [15]:

$$\min \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m (x_{ij}^0 - x_{ij})^2,$$

где x_{ij} – текущее значение j -го параметра для i -го объекта ($i = 1, 2, \dots, k, j = 1, 2, \dots, m$); k – число управляемых объектов, m – число контролируемых параметров.



Рис. 2. Структурная схема АСУ: 1 – блок связи с АСУ верхнего уровня; 2 – персонал комплекса рабочих агрегатов; 3 – управляющая вычислительная машина (УВМ); 4 – устройство связи комплекса рабочих агрегатов с АСУ; 5 – контроллеры для управления отдельными технологическими машинами; 6 – регуляторы; 7 – устройства ручного ввода информации в контроллеры; 8 – преобразователи; 9 – датчики информации о параметрах рабочих агрегатов; 10 – исполнительные механизмы.

Заключение.

На основе анализа известных вариантов построения систем автоматического дистанционного управления движением отдельных технологических машин разработаны функциональная и структурная схемы автоматизированной системы дистанционного управления группой строительных и дорожных машин, и описаны основные необходимые функциональные элементы с указанием отслеживаемых параметров рабочих процессов и траекторий движения.

Рассмотрена возможность использования предложенной структуры автоматизированной системы в качестве ступени первого уровня иерархической системы управления профильным объединением. Описанная информационная модель и варианты ее реализации могут быть полезны при построении системы автоматизации управления группой машин дорожно-строительного комплекса, а также в разработке методов и схем компенсации погрешностей измерения текущих координат и минимизации отклонений движения мобильных агрегатов от программно заданных траекторий.

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. **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.
3. **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.
4. **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.
5. **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.
6. **Кононов, А. Д.** Исследование характера ослабления информационного сигнала в канале радиопередачи 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.
7. **Гильмутдинов, В. И.** Анализ пространственно-временных характеристик отраженного двумерного сигнала и моделирование распознавания объектов в сложной помеховой обстановке / В. И. Гильмутдинов, А. Д. Кононов, А. А. Кононов // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2020. – № 1(19). – С. 7-12.
8. **Кононов, А. Д.** Разработка алгоритма определения координат и сигнала рассогласования в задаче автоматического управления мобильными объектами в дорожном строительстве / А. Д. Кононов, А. А. Кононов // Вестник Воронежского государственного университета, серия Системный анализ и информационные технологии. – 2014. – № 1. – С. 84-89.
9. **Маршаков, В. К.** Устройство дискретной обработки выходных сигналов разностно-дальномерной системы для дистанционного управления подвижными объектами / В. К. Маршаков, А. А. Кононов, Н. А. Вардьян // Сборник докладов XVIII Международной научно-технической конференции «Радиолокация, навигация, связь», Воронеж. – 2012. – Т. 3. – С. 1542-1549.
10. **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 вузов. Строительство. – 2010. – № 10. – С. 86-92.
11. **Авдеев, Ю. В.** Алгоритм обработки сигналов датчиков системы слеящего дистанционного управления землеройно-транспортными машинами / Ю. В. Авдеев, А. Д. Кононов, А. А. Кононов // Известия вузов. Строительство. – 2009. – № 3-4. – С. 95-99.
12. **Кононов, А. Д.** Исследование возможностей создания координирующего программного устройства для реализации алгоритмов автоматического управления движением мобильных объектов / А. Д. Кононов, А. А. Кононов // Вестник ВГУ. Серия Системный анализ и информационные технологии. – 2015. – № 1. – С. 9-13.

13. **Авдеев, Ю. В.** Алгоритм формирования сигналов управления в системах следящего управления землеройно-транспортными машинами / Ю. В. Авдеев, А. Д. Кононов, А. А. Кононов // Известия вузов. Строительство, 2010. – № 1. – С. 81-86.

14. **Кононов, А. Д.** К вопросу программного управления мобильными объектами с обработкой сигналов системы пространственной фильтрации / А. Д. Кононов, А. А. Кононов, Н. А. Варданян // Материалы XIII Международной конференции «Информатика: проблемы, методология, технологии». – Воронеж. – 2013. – Т. 2. – С.175-179.

15. **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.

Поступила в редакцию 23 сентября 2020

DEVELOPMENT OF A SYSTEM OF REMOTE CONTROLLING A GROUP OF CONSTRUCTION AND ROAD VEHICLES

A. D. Kononov, A. A. Kononov, V. I. Gilmutdinov, S. A. Ivanov

Kononov Aleksandr Davidovich, Cand. Pgis.-math. Sciences, associate Professor of the 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, Dr. of Sn., Professor of the Department of management systems and information techniques in building, Voronezh state technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-52-70; e-mail:+7(473) 271-52-70; e-mail: kniga126@mail.ru

Gilmutdinov Vladimir Islamovich, Cand. tech. Sciences, associate Professor of the 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 of the 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 structural and functional diagrams of an automated system of controlling a group of construction and road vehicles with the possibility of remote control are presented. A detailed description of the schemes is given, indicating the information parameters necessary for optimal control for objects of various levels of the control system. The objective function is given as a criterion for the effectiveness of the operation. The goal is to minimize the sum of squares of deviations of the values of the controlled parameters from the optimal ones. The algorithm of functioning of the control computer for an automated complex of construction and road machines is described.

Keywords: construction and road machinery; automation; remote control; information system.

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. **Тепляков И. М., Gilmutdinov V. I., Kononov A. A.** *Results of mathematical modeling of the DZ-199 grader operation when digging the ground with the main dump.* News of Higher Educational Institutions. Construction. 1999. No. 8. Pp. 94. (in Russian)

3. **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. 3(13). Pp. 6-10. (in Russian)

4. **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)

5. **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). – С. 7-11. (in Russian)

6. **Kononov A. D., Kononov A. A., Gilmutdinov V. I., Ivanov S. A.** *Investigation of the nature of information signal attenuation in the radio control channel of technological machines of the road construction complex.* Housing and communal infrastructure. 2020. No. 1(12). Pp. 77-88. (in Russian)

7. **Gilmutdinov V. I., Kononov A. D., Kononov A. A.** *Analysis of spatio-temporal characteristics of a reflected two-dimensional signal and modeling of object recognition in a complex interference environment.* Information technologies in construction, social and economic systems. 2020. No. 1(19). Pp. 7-12. (in Russian)

8. **Kononov A. D., Kononov A. A.** *Development of an algorithm for determining coordinates and a mismatch signal in the problem of automatic control of mobile objects in road Construction.* Bulletin of the Voronezh state University, series System analysis and information technologies. 2014. No. 1. Pp. 84-89. (in Russian)

9. **Marshakov V. K., Kononov A. A., Vardanyan N. A.** *Device for discrete processing of output signals of a difference-rangefinder system for remote control of mobile objects.* Voronezh, Collection of reports of the XVIII International scientific and technical conference Radar, navigation, communication. 2012. Vol. 3. Pp. 1542-1549. (in Russian)

10. **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)

11. **Avdeev, Yu. V., Kononov A. D., Kononov A. A.** *Algorithm for processing sensor signals of the tracking remote control system for earth-moving vehicles.* News of Higher Educational Institutions. Construction. 2009. No 3-4. Pp. 95-99. (in Russian)

12. **Kononov A. D., Kononov A. A.** *Investigation of the possibilities of creating a coordinating software device for implementing algorithms for automatic movement control of mobile objects.* VSU Bulletin. Series System analysis and information technologies. 2015. No. 1. Pp. 9-13. (in Russian)

13. **Avdeev Yu. V., Kononov A. D., Kononov A. A.** *Algorithm for generating control signals in tracking control systems for earthmoving vehicles.* News of Higher Educational Institutions. Construction. 2010. No. 1. Pp. 81-86. (in Russian)

14. **Kononov A. D., Kononov A. A., Vardanyan N. A.** *On The issue of software control of mobile objects with signal processing of the spatial filtering system.* Voronezh, Materials of the XIII International conference Informatics: problems, methodology, technologies. 2013. Vol. 2. Pp. 175-179. (in Russian)

15. **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. Voronezh, Materials XV of international scientific – methodical conference. 2015. Pp. 99-102. (in Russian)

Received 23 September 2020

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Кононов, А. Д. Разработка системы дистанционного управления группой строительных и дорожных машин / А. Д. Кононов, А. А. Кононов, В. И. Гильмутдинов, С. А. Иванов // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 3(14). – С. 79-86.

FOR CITATION:

Kononov A. D., Kononov A. A., Gilmutdinov V. I., Ivanov S. A. *Development of a system of remote controlling a group of construction and road vehicles.* Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 3(14). Pp. 79-86. (in Russian)

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА **ECONOMICS AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION**

УДК 332.8

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКОНОМИИ ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОМ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

Э. В. Сазонов, Р. А. Шепс, А. В. Шашин, О. Е. Фролова

Сазонов Эдуард Владимирович, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: edsazonov36@yandex.ru

Шепс Роман Александрович, канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: romansheps@yandex.ru

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

Фролова Ольга Евгеньевна, старший преподаватель кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: oefrolova@yandex.ru

В работе рассматривается вопрос расчета экономии денежных средств при проведении капитального ремонта многоквартирных домов. Приводятся данные по реализации программы в 2019 году и рассчитанной экономии на примере жилых зданий в г. Воронеж. Рассматривается анализ потребления и прогнозируемый расход энергетических ресурсов до и после проведения ремонтных работ. В статье отображено сравнение классов энергетической эффективности при внедрении энергосберегающих мероприятий в жилые здания. В качестве эффективного инструмента для выполнения прогнозных расчетов используется «Помощник энергоэффективного капитального ремонта», разработанный Фондом содействия и реформирования жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. Данная программа позволяет определить на основе прогнозируемой экономии размер финансовой помощи многоквартирному дому, выбравшему специальный счет, как способ формирования накоплений, и внедряющему энергосберегающие мероприятия.

Ключевые слова: энергосбережение; многоквартирные жилые дома; энергоэффективность; капитальный ремонт; реконструкция; экономическое обоснование.

Вопрос проведения капитального ремонта является одним из наиболее актуальных среди отрасли жилищно-коммунального хозяйства стран бывшего СССР. Часть стран, например, Латвия, Литва, Эстония вместе с евро-интеграцией привели требования к жилому фонду к общеевропейским [1]. Большая работа была сделана по улучшению тепловой защиты зданий, автоматизации инженерных систем и снижению удельного потребления энергетических ресурсов.

В Российской Федерации с 2014 года стартовала программа капитального ремонта многоквартирных домов. Собственники помещений на общем собрании вправе организовать «специальный счет» для этой цели. В этом случае сбор средств и проведение капитального ремонта осуществляется уполномоченной жильцами стороной. Либо собственники могут воспользоваться помощью регионального оператора по проведению капитального ремонта. В этом случае денежные средства аккумулируются в фонде, а заказчиком проведения работ

является региональный фонд проведения капитального ремонта [2].

С начала старта программы сформировался ряд проблем, возникающих при проектировании и реконструкции зданий. На данный момент они хорошо известны и хорошо описаны в различных источниках [3...7]. Часть из них успешно решена, другая постепенно решается.

Основной задачей, по мнению ряда экспертов и авторов является внедрение энергоэффективного капитального ремонта. В настоящий момент большая часть проектной документации разрабатывается без учета современных требований по энергоэффективности и тепловой защите зданий. Например, системы отопления выполняются без соответствующей автоматизации и возможности регулирования. Аналогично, проектировщики зачастую, не учитывают устаревание наружных ограждающих конструкций, строительно-монтажные работы проводятся в неправильной или нелогичной последовательности.

Существует также довольно успешный опыт по капитальному ремонту многоквартирных домов. Многим успешным управляющим компаниям и товариществам собственников жилья удалось после проведения работ снизить потребление коммунальных ресурсов, а, следовательно, и плату жильцов [8].

Для того чтобы капитальный ремонт принес реальную экономию необходимо учитывать ряд факторов. Основными являются технические характеристики здания, потребление всех коммунальных ресурсов, внедряемые энергосберегающие технологии [9...12].

Фондом содействия и реформирования ЖКХ создан помощник энергоэффективного капитального ремонта, позволяющий рассчитать экономию как в натуральном выражении, так и в денежном эквиваленте [8]. Помощник разработан на основе методики модельного расчета достижения экономии расходов на оплату коммунальных ресурсов в результате выполнения мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности в составе работ по капитальному ремонту. Программа создана, чтобы облегчить расчет прогноза экономического эффекта в многоквартирных домах, соответствующих требованиям Постановления Правительства Российской Федерации от 17 января 2017 года № 18, при выполнении в ходе капитального ремонта общего имущества таких домов мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, которые предусмотрены Перечнем мероприятий, утвержденным решением правления Фонда от 3 февраля 2017 года № 730.

«Помощник ЭКР» позволяет определить класс энергоэффективности многоквартирного дома и показать его уровень по сравнению с аналогичными зданиями, расположенными на территории РФ (рис. 1).



Рис. 1. Место заданного МКД на кривой распределения аналогичных МКД РФ по удельному расходу энергоресурсов

Также интерес вызывает сравнение удельного потребления тепловой энергии на нужды отопления и вентиляции, а также горячего водоснабжения. Для достижения максимальной правдоподобности расчетов рекомендуется вводить календарный год с непрерывным учетом потребления коммунальных ресурсов. Сравнение потребления тепловой энергии многоквартирного дома, расположенного в г. Воронеж показано на рис. 2, рис. 3.

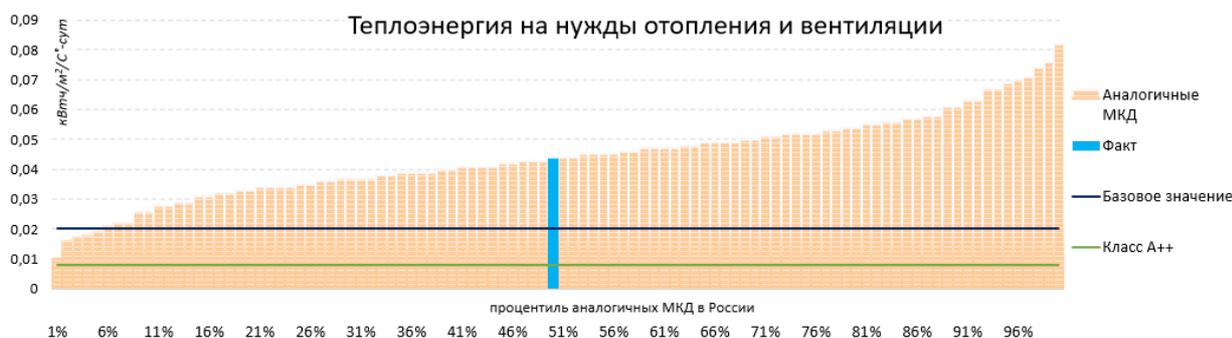


Рис. 2. Место заданного МКД на кривой распределения аналогичных МКД РФ по удельному расходу тепловой энергии на нужды отопления и вентиляции

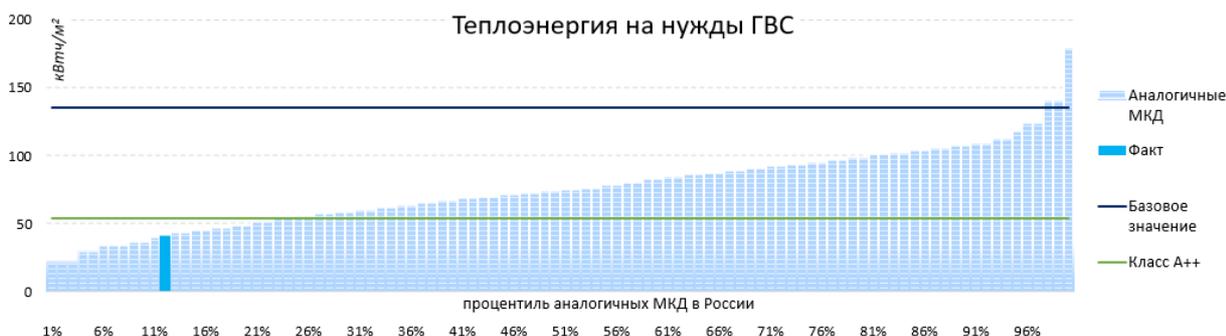


Рис. 3. Место данного МКД на кривой распределения аналогичных МКД РФ по удельному расходу тепловой энергии на нужды горячего водоснабжения

После ввода всех исходных данных появляется возможность выбора энергосберегающих мероприятий. «Помощник ЭКР» позволяет на основе рассчитанных коэффициентов спрогнозировать снижение потребления конкретного энергетического ресурса, а также учесть затраты на обслуживание и потребление косвенных энергоресурсов.

После заполнения данных по видам работ появляется возможность сравнить класс энергетической эффективности до и после проведения капитального ремонта. В табл. 1 приведены присвоенные классы энергоэффективности многоквартирных домов в г. Воронеж до и после проведения капитального ремонта.

Таблица 1

Классы энергоэффективности МКД в г. Воронеж

Адрес МКД	Класс энергоэффективности «До»	Класс энергоэффективности «После»
пер. Славы 5	Е	Д
ул. Кости Стрелюка 16а	В	В
ул. Свободы 37	А	А
бул. Победы 10	Д	В
бул. Победы 12	Е	Д
ул. Жукова 16	F	Д

Из табл. 1 видно, что в большинстве случаев класс увеличивается на порядок. При изначально высоком уровне энергоэффективности (например, С, В, А класс зачастую остается прежнем.

Основным итогом расчетов является величина экономии в натуральном выражении и денежном эквиваленте. Результаты расчетов, выполненные в помощнике ЭКР, в многоквартирном жилом доме г. Воронеж приведены в табл. 2. Для расчета использовались показатели потребления энергоресурсов «базового» года, т. е. этапа до проведения капитального

ремонта. При работе программы вводились технические характеристики здания, режим эксплуатации вспомогательных помещений, а также климатические параметры отопительного периода. Стоит отметить, что в приведенном примере, при капремонте выполнялись следующие виды работ: заделка и герметизация межпанельных швов, замена окон в местах общего пользования, установка узла регулирования и потребления тепловой энергии. Отдельный интерес представляет сравнение результатов, полученных в помощнике ЭКР и величина реальной экономии в натуральном и денежном эквивалентах.

Таблица 2

Затраты до и после проведения капитального ремонта

Наименование энергетического ресурса	Годовые расходы на оплату энергетических ресурсов, руб./год	
	фактические, до капитального ремонта	прогнозируемые, после капитального ремонта
Отопление и вентиляция	2 048 781,85	1 091 593,56
ГВС	577 820,17	577 820,17
Электроэнергия на общедомовые нужды	35 604,00	32 837,11
Всего	2 662 206,02	1 702 250,84

В табл. 3 приведены итоговые показатели по экономии в денежном эквиваленте, прогнозный показатель экономии в процентах, срок окупаемости энергосберегающих мероприятий и снижение выброса парниковых газов.

Таблица 3

Показатели экономии

Наименование показателя	Значение показателя
Размер годовой экономии ресурсов в стоимостном выражении, руб./год	959 991
Прогнозный показатель экономии, %	36,06 %
Простой срок окупаемости пакета мероприятий, лет	1,6
Прогнозируемый класс энергоэффективности МКД после ремонта	D
Снижение выброса парниковых газов, тонн в год	185

Заключение.

«Помощник энергоэффективного капитального ремонта» является универсальным инструментом для расчета годовой экономии в натуральном и денежном эквиваленте.

Использование этой программы позволяет составить пакет энергосберегающих мероприятий, оценить эффективность проведения капитального ремонта, а также спрогнозировать класс энергоэффективности многоквартирного дома.

Кроме экономических показателей, программа позволяет оценить вклад в улучшение экологической ситуации в виде снижения выброса парниковых газов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Овчинникова, М. С.** Формирование фонда капитального ремонта дома: взносы на капитальный ремонт / М. С. Овчинникова, К. Д. Бавыкина // Управление инвестициями и инновациями. – 2017. – № 1. – С. 107-111.
2. **Газизов, Р. М.** Договорные отношения регионального оператора в сфере капитального ремонта по формированию фонда капитального ремонта / Р. М. Газизов, Д. В. Елисеев // Евразийский юридический журнал. – 2017. – № 3(106). – С. 177-180.
3. **Лебедев, И. М.** Капитальный ремонт многоквартирных домов: рассмотрение вопроса о фонде капитального ремонта, правовая сторона вопроса о взносах / И. М. Лебедев,

С. С. Малиновская // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 5(70). – С. 500-502.

4. **Андряшкин, О. О.** Техничко-экономические показатели энергосберегающих мероприятий для многоквартирного жилого дома / О. О. Андряшкин, О. А. Жданова, П. М. Хаустова, Е. А. Шеина // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 2(5). – С. 104-111.

5. **Кулягина, Е. А.** Обеспечение энергосбережения при эксплуатации жилищного фонда в ходе реформы жилищно-коммунального хозяйства / Е. А. Кулягина // Апробация. – 2014. – № 11. – С. 59-62.

6. **Кононова, М. С.** Оценка энергосберегающего потенциала жилой застройки на основе анализа теплоэнергетических паспортов зданий / М. С. Кононова // Известия вузов. Строительство. – 2009. – № 10. – С. 105-109.

7. **Старостин, Г. Г.** Логистический подход к организации управления капитальным ремонтом многоквартирных домов / Г. Г. Старостин, Т. М. Лищенко // Наука, техника и образование. – 2017. – Т. 1. – № 5(35). – С. 94-98.

8. **Рабцевич, О. В.** Особенности управления капитальным ремонтом жилищного фонда / О. В. Рабцевич, Е. А. Маслова // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2014. – № 3(44). – С. 201-209.

9. **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.

10. **Клещина, А. Э.** Тепловая защита в современных многоэтажных зданиях / А. Э. Клещина, А. В. Пешкова // В сборнике: Энергосбережение и эффективность в технических системах. Материалы IV Международной научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Тамбовский государственный технический университет. – 2017. – С. 215-216.

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

12. **Кононова, М. С.** Исследование влияния некоторых геометрических параметров зданий на их теплоэнергетические показатели / М. С. Кононова // Известия вузов. Строительство. – 2010. – № 9. – С. 60-64.

Поступила в редакцию 25 мая 2020

FORECASTING CASH SAVINGS DURING ENERGY-EFFICIENT CAPITAL REPAIRS OF APARTMENT BUILDINGS

E. V. Sazonov, R. A. Sheps, A. V. Shashin, O. E. Frolova

Sazonov Eduard Vladimirovich, Dr. of Sn., Professor, Professor of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92; e-mail: edsazonov36@yandex.ru

Sheps Roman Alexandrovich, Cand. tech. Sciences, senior lecturer of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92; e-mail: romansheps@yandex.ru

Shashin Alexey Vladimirovich, Cand. tech. Sciences, 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: ingvent@mail.ru

Frolova Olga Evgenievna, senior lecturer of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92; e-mail: oefrolova@yandex.ru

The paper considers the issue of calculating the savings of funds during major repairs of apartment buildings. The data on the implementation of the program in 2019 and the calculated savings on the example of residential buildings in Voronezh are provided. The analysis of

consumption and projected consumption of energy resources before and after repairs is considered. The article shows a comparison of energy efficiency classes when implementing energy-saving measures in residential buildings. As an effective tool for performing forecast calculations, the «Assistant for energy-efficient capital repairs» developed by the Fund for assistance and reform of housing and communal services of the Russian Federation is used. This program allows you to determine, based on projected savings, the amount of financial assistance to an apartment building that has chosen a special account to generate savings and is implementing energy-saving measures.

Keywords: energy saving; apartment buildings; energy efficiency; major repairs; reconstruction; economic justification.

REFERENCES

1. **Ovchinnikova M. S., Bavykina K. D.** *Formation of the capital repair Fund of the house: contributions to capital repairs.* Investment and innovation Management. 2017. No. 1. Pp. 107-111. (in Russian)
2. **Gazizov R. M., Eliseev D. V.** *Contractual relations of a regional operator in the field of capital repairs on the formation of the capital repair Fund.* Eurasian legal journal. 2017. No. 3(106). Pp. 177-180. (in Russian)
3. **Lebedev I. M., Malinovskaya S. S.** *Capital repairs of apartment buildings: consideration of the issue of the capital repair Fund, the legal side of the issue of contributions.* Economics and entrepreneurship. 2016. No. 5(70). Pp. 500-502. (in Russian)
4. **Andriyashkin O. O., Zhdanova O. A., Khaustova P. M., Sheina E. A.** *Techno-economic performances of energy saving activities for apartment building.* Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 2(5). Pp. 104-111. (in Russian)
5. **Kulyagina E. A.** *Ensuring energy efficiency in the housing stock during the reform of housing and communal services.* Approbation. 2014. No. 11. Pp. 59-62. (in Russian)
6. **Kononova M. S.** *Estimation Saving Means of Potential of Habitation Building on the Basis of the Analysis of the Heat Power Passports of Buildings.* News of Higher Educational Institutions. Construction. 2009. No. 10. Pp. 105-109. (in Russian)
7. **Starostin G. G., Lishenko T. M.** *Logistics approach to the organization of capital repair management of apartment buildings.* Science, technology and education. 2017. Vol. 1. No. 5(35). Pp. 94-98. (in Russian)
8. **Rabtsevich O. V., Maslova E. A.** *Features of management of capital repairs of housing stock.* Bulletin of the Tomsk state University of architecture and construction. 2014. No. 3(44). Pp. 201-209. (in Russian)
9. **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)
10. **Kleschina A. E., Peshkova A. V.** *Thermal protection in modern high-rise buildings.* In the collection: energy Saving and efficiency in technical systems Materials IV International scientific and technical conference of students, young scientists and specialists. Tambov state technical University. 2017. Pp. 215-216. (in Russian)
11. **Kononova M. S.** *To the problem of estimation of saving of heat at auto control 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)
12. **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)

Received 25 May 2020

Для цитирования:

Сазонов, Э. В. Прогнозирование экономии денежных средств при энергоэффективном капитальном ремонте многоквартирных домов / Э. В. Сазонов, Р. А. Шепс, А. В. Шашин, О. Е. Фролова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 3(14). – С. 87-93.

FOR CITATION:

Sazonov E. V., Sheps R. A., Shashin A. V., Frolova O. E. *Forecasting cash savings during energy-efficient capital repairs of apartment buildings.* Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 3(14). Pp. 87-93. (in Russian)

УДК 332.64:517.912

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТОИМОСТИ КВАДРАТНОГО МЕТРА ЖИЛЬЯ В ПЕРМСКОМ КРАЕ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

П. В. Плехов, К. С. Булычев, Н. В. Веселков

Плехов Павел Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизации технологических процессов, Березниковский филиал ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Березники, Российская Федерация, тел.: +7(908)252-39-31; e-mail: onim@rambler.ru

Булычев Кирилл Сергеевич, бакалавр, Березниковский филиал ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Березники, Российская Федерация, тел.: +7(996)325-52-50; e-mail: V.k.sergeevich@mail.ru

Веселков Никита Владимирович, бакалавр, Березниковский филиал ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Березники, Российская Федерация, тел.: +7(932)331-00-08; e-mail: nickita.veselckov@yandex.ru

Приведена оценка рынка недвижимости, а также прогнозирование стоимости одного квадратного метра жилья в Пермском крае. Проанализировано текущее состояние рынка недвижимости, как первичной, так и вторичной. Определены факторы, влияющие на стоимость квадратного метра жилья: курс доллара, средняя заработная плата, годовой объем ввода нового жилья, население, количество выданных ипотечных кредитов, средняя ставка ипотечного кредитования. Полученные данные были пронормированы для построения наиболее правдоподобных математических моделей. С помощью полученных данных построены факторные и бесфакторные модели: линейная многофакторная модель, авторегрессионная модель и модель в пространстве состояний. С помощью математических моделей были выведены прогнозы на 3 года. По результатам исследуемых моделей выбрана модель с наилучшей аппроксимацией и качеством пост-прогноза. С помощью анализа исходных данных была получена модель стоимости одной единицы площади в Пермском крае, после чего на ее основе был составлен прогноз на 2020...2022 гг.

Ключевые слова: математическое моделирование; прогнозирование; Росстат РФ; стоимость жилья.

Одним из показателей развития рыночных отношений в мире является состояние рынка недвижимости. Недвижимость – одна из самых крупных отраслей, которая занимает более 50 % мирового богатства и является важнейшей его частью. Недвижимость значима для экономики, так как в бюджет государства поступают значительные суммы от сдачи в аренду государственной недвижимости так же и муниципальной собственности. Также сделки купли-продажи с недвижимостью обеспечивают существенный сбор налогов в бюджет.

Рынок недвижимости – это единая система рыночных механизмов, посредством которого передаются права на собственность. Первичный рынок появляется в качестве товара впервые на рынке. В таком случае государство с помощью органов власти, а также строительных компаний выступает основным продавцом. Недвижимость на вторичном рынке служит товаром, который уже находился в эксплуатации и принадлежит конкретному человеку, который может быть, как физическим, так и юридическим лицом.

Рынок первичной недвижимости не увеличивается, что провоцирует увеличение цен на него. Однако на вторичном рынке фиксируется стремительное повышение спроса на недвижимость. За счет возрастания цен на новостройки и потери качества строительства, покупатели предпочитают вторичное жилье. [1, 2]

По данным Росстата в 2019 году средняя стоимость квадратного метра жилья составляет 53689 тысяч рублей.

Целью настоящей работы является прогнозирование стоимости квадратного метра в Пермском крае, с использованием математического моделирования.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) предположить, какие факторы влияют на цену квадратного метра жилья.
- 2) построение математических моделей.
- 3) выбор подходящей модели по аппроксимации и качеству постпрогноза.
- 4) исследовать влияние воздействия управляемых и неуправляемых факторов на изменение стоимости жилья.

В качестве исследовательского инструментария для выбора таких воздействий может являться создание моделей, которые описывают зависимость стоимости квадратного метра от различных управляемых и неуправляемых факторов. Модели делятся на два типа: бесфакторные и факторные модели [3].

Рассмотрим некоторые из них [4, 5]:

Трендовые модели, их основная цель – это создание экономической динамики. Такие модели прогнозируют реакции системы на далекий момент времени.

Авторегрессионная модель (АВРМ) – модель временных рядов (бесфакторная), в таких моделях значения временного ряда линейно зависят от предыдущих значений того же ряда.

Линейная многофакторная модель (ЛММ) – такие модели дают численную оценку влияния факторов их связи на изменение значение реакции системы.

Модель в пространстве состояний (МПРС) – у модели связь между входными сигналами и выходными. Состояние – некоторый набор значений входных факторов.

Данные о стоимости квадратного метра жилья и готовые ряды факторов получены из базы Росстата в период с 2008 по 2019 годы.

Были рассмотрены разные факторы и их годовые ряды в базе Росстата (табл. 1):

- ✓ количество выданных ипотечных кредитов;
- ✓ численность населения;
- ✓ средняя ставка кредита;
- ✓ средняя заработная плата;
- ✓ курс доллара;
- ✓ годовой объем ввода жилья.

Таблица 1

Значения стоимости жилья и влияющих на неё факторов по годам

Год	Стоимость жилья, у, руб./м ²	Количество выданных ипотечных кредитов, x ₁	Численность населения, x ₂ , тыс. чел.	Средняя ставка кредита, x ₃ , %	Средняя заработная плата, x ₄ , руб.	Курс доллара, x ₅ , руб.	Годовой объем ввода жилья, x ₆ , млн. м ²
2008	50293,4	8211	2667,16	12,9	14774	24,44	0,8
2009	37392	4841	2654,51	14,3	15228	31,37	0,73
2010	37018,3	7808	2641,1	13,1	17438	30,48	0,67
2011	40140,6	12452	2632,31	11,9	18773	29	0,75
2012	44654,7	14976	2632,77	12,3	21821	31,14	0,83
2013	46383,5	19642	2635,31	12,4	24716	32,16	1
2014	46214	24095	2636,59	12,5	27102	35,99	1,1
2015	47564,7	16642	2636,72	13,4	28528	62,55	1,2
2016	45862,2	20380	2633	12,5	30651	65,05	1,1
2017	45514,8	26190	2628	10,6	32952	58,32	1,1
2018	49750	33333	2617	8	32802	62,12	1,1
2019	53689,9	28000	2611	9,9	38562	64,55	1,1

Значения факторов и реакции системы y были нормированы для исключения воздействия размерности по формуле:

$$y_{\text{норм.}} = \frac{y(t) - \min_t(y(t))}{\max_t(y(t)) - \min_t(y(t))}, \quad (1)$$

где $\min_t y(t)$ – минимум набора значений реакции системы, а $\max_t y(t)$ максимум из набора. Точно так же нормируются факторы. Затем был произведен корреляционный анализ, который показал, что наиболее высокую взаимную зависимость имеют следующие параметры: выданные ипотечные кредиты в стране, средняя ставка по кредиту.

Построим многофакторную модель (линейную) нашей системы по формуле:

$$y(\vec{x}) = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i \cdot x_i(t), \quad (2)$$

где a_0 – независимый коэффициент, a_i – коэффициент влияния $x_i(t)$ на $y(t)$, $x_i(t)$ – значение фактора.

В результате были получены следующие коэффициенты:

$$a_0 = -1,4922; a_1 = -2,6178; a_2 = 0,7910; a_3 = -1,9964; a_4 = -2,0687; a_5 = -1,0177; a_6 = 1,4633.$$

Из полученных коэффициентов следует, что факторы x_1 и x_4 имеют наибольшее влияние на модель. При увеличении количества населения стоимость жилья уменьшается, что противоречит здравому смыслу.

Вычислим квадратичную погрешность аппроксимации по формуле:

$$S = \sum_t (y - y(x))^2. \quad (3)$$

Квадратичная погрешность аппроксимации составила $S = 0,13$, что позволяет использовать её в проведении прогноза.

При построении ЛММ [6] исходных данных и данных, которые получили после применения поиска решений, видно, что они почти одинаковые (рис. 1), данные из модели соответствуют изменению нормированного показателя стоимости жилья из исходных данных.

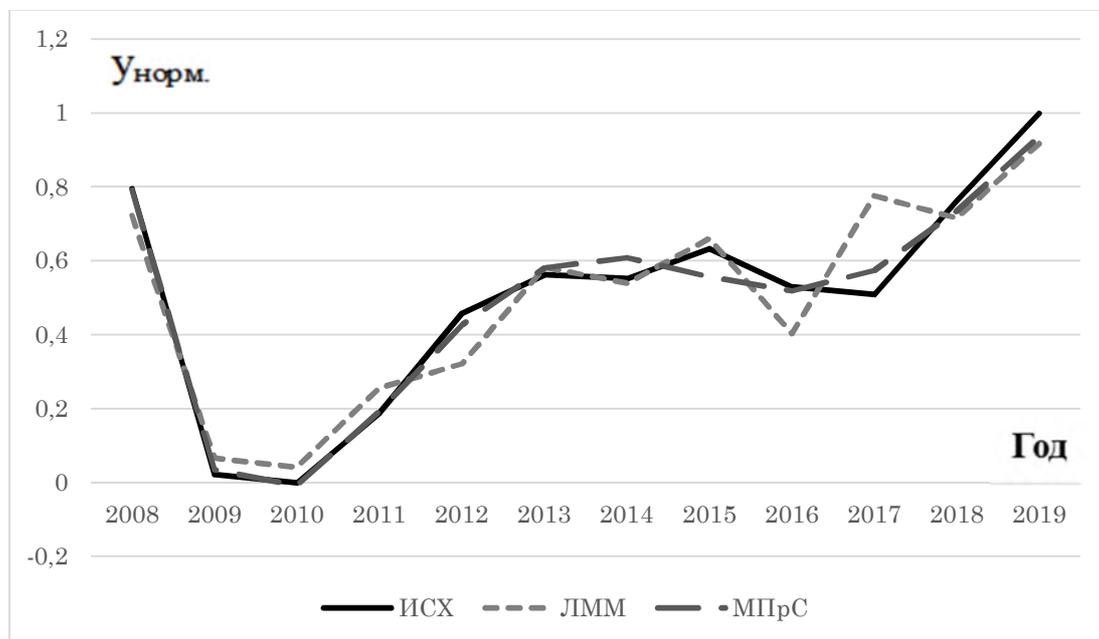


Рис. 1. Графики нормированной стоимости жилья при использовании ЛММ и МПРС, относительно исходных данных

Построим по следующим уравнениям модель в пространстве состояний [7, 8]:

$$x'(n+1) = a + b \cdot x'(n), \quad (4)$$

$$y(n) = c + d \cdot x(n), \quad (5)$$

где x' – вектор состояния, a – вектор функции перехода, b – матрица перехода, c и d – векторы функции выхода.

После проведения расчетов была получена квадратичная аппроксимация со среднеквадратичным отклонением $S = 0,0197$.

В МПрС видно, что при построении у графиков по исходным данным и данным, полученным при помощи поиска решений, видно, что данные различаются немного больше в ЛММ и их график примерно совпадает (рис. 1).

Для выбора подходящей модели для дальнейшего исследования проведена проверка методом постпрогноза (при котором известные данные принимаются неизвестными, и прогнозируются с помощью построенных моделей, а невязки сравниваются с исходными данными) [7, 10].

ЛММ имеет значительную погрешность по отношению к исходным данным (рис. 2). ЛММ (1) – показывает прогноз на 1 год, ЛММ (2) – показывает прогноз на 2 года, а ЛММ (3) – показывает прогноз на 3 года. Аналогично с МПрС (рис. 3), где МПрС (1) – прогноз на 1 год, МПрС (2) и МПрС (3) – прогноз на 2 и 3 года, соответственно. МПрС аппроксимирует исходные данные лучше, чем ЛММ, а полученные постпрогнозы показывают хорошие результаты (табл. 2). Поэтому далее будет использоваться именно модель МПрС.

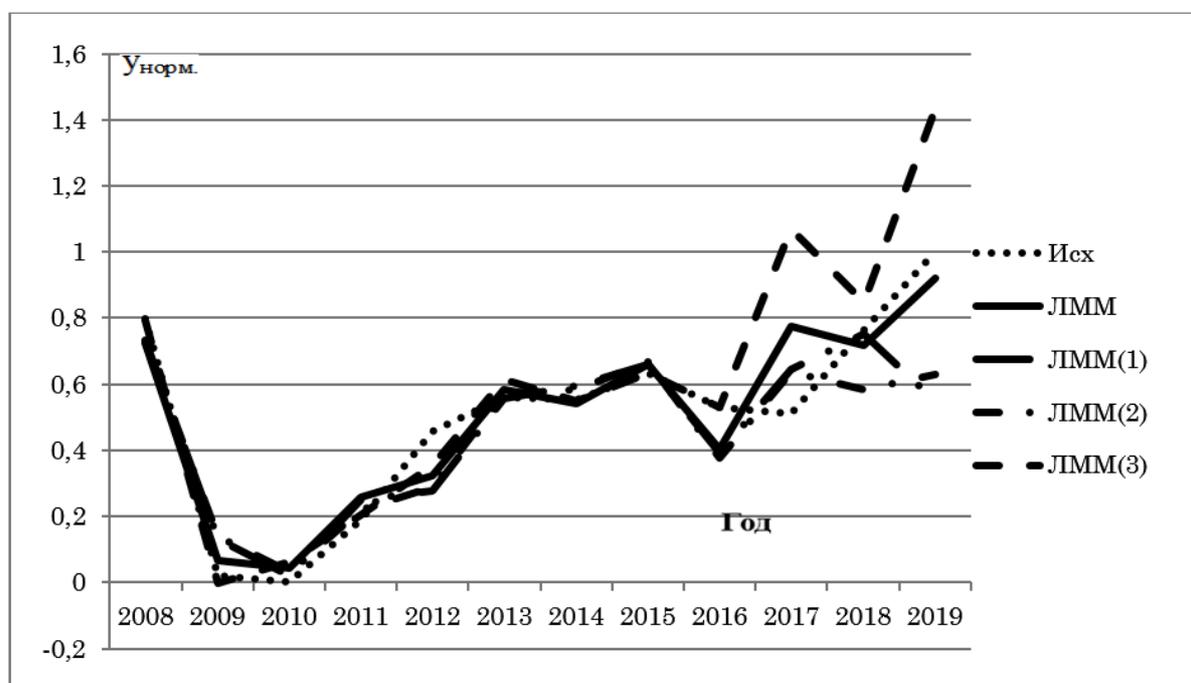


Рис. 2. График изменения нормированной стоимости жилья, с постпрогнозом при использовании ЛММ

Таблица 2

Погрешность постпрогноза различных моделей

Тип модели	Значение погрешности постпрогноза, при различных сроках прогнозирования		
	1 год	2 года	3 года
ЛММ	40,47 %	40,25 %	4,98 %
МПрС	-1,32 %	-7,73 %	-4,15 %

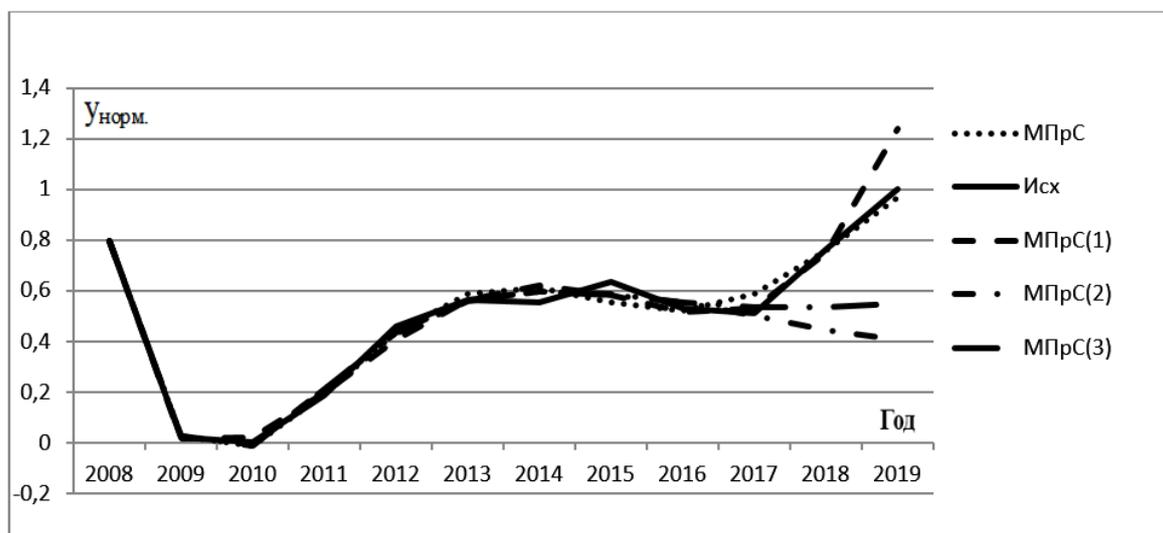


Рис. 3. График изменения нормированной стоимости жилья, с постпрогнозом при использовании МПрС

Исследуем прогноз на 3 года при изменении неуправляемых (табл. 3) и управляемых факторов (табл. 4). Для прогнозирования выбирались неуправляемые факторы x_2 (население) и x_5 (курс доллара), и управляемый фактор x_3 (средняя ставка по кредиту) используя модель в пространстве состояний, получили прогноз факторов на 3 года при изменении на $\pm 5 \dots 10 \%$.

Таблица 3

Влияние изменения неуправляемых факторов на нормированный показатель стоимости жилья

Курс доллара (x_5)	Численность населения (x_2)				
	-10 %	-5 %	0	5 %	10 %
-10 %	1,0979	1,0827	1,0797	1,0767	1,0737
-5 %	1,0857	1,0949	1,0920	1,0890	1,0860
0	1,1102	1,1072	1,1042	1,1012	1,0982
5 %	1,1224	1,1194	1,1164	1,1134	1,1104
10 %	1,1346	1,1316	1,1286	1,1256	1,1226

Таблица 4

Влияние изменения управляемых факторов на нормированный показатель стоимости жилья

Средняя ставка кредита (x_3)	-10 %	-5 %	0	5 %	10 %
Реакция $u_{норм.}$	1,0758	1,0899	1,1042	1,1184	1,1325

При изменении неуправляемых факторов наихудшее значение (т.е. уменьшение стоимости жилья) было достигнуто при изменении x_2 на +10 %, а x_5 на -10 %. Полученные результаты адекватны, при увеличении населения и при уменьшении курса доллара стоимость жилья будет уменьшаться, что логично. При изменении управляемого фактора x_3 (средняя ставка кредита) на +10 % увеличивается стоимость жилья, а при уменьшении – стоимость жилья уменьшается, что тоже логично.

Стоимость жилья в последнее время растет это показывают данные, полученные в ходе моделирования. Однако при определенном развитии неуправляемых и управляемых фактором стоимость жилья, может, как увеличиться, так и уменьшиться.

Например, при наихудшем развитии неуправляемого фактора x_5 (курс доллара), то есть при увеличении курса доллара, стоимость жилья увеличиться. Данную ситуацию можно

исправить регулированием управляемого фактора x_3 (процентная ставка ипотечного кредитования). При уменьшении фактора x_3 на 10 % стоимость жилья уменьшается на 2,5 %.

Прогноз стоимости квадратного метра жилья (значение нормировано) на три года вперед, полученный с помощью модели МПрС представлен на рис. 5, далее нормированный показатель переведен в рубли (табл. 5).

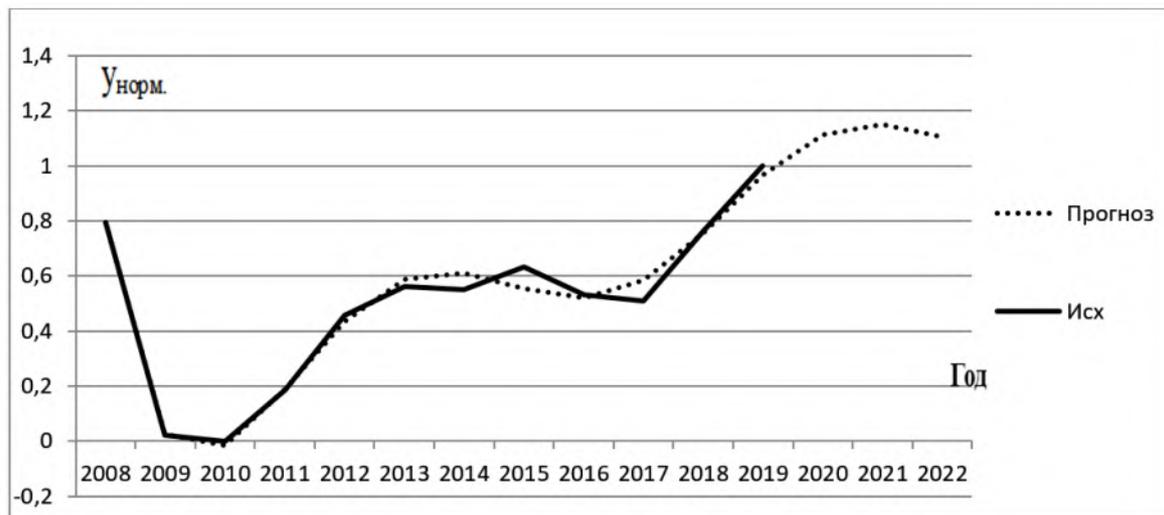


Рис. 4. Прогноз изменения стоимости жилья на три года

Таблица 5

Результаты прогнозирования			
Год	2020	2021	2022
Унорм	1,1145	1,1522	1,1041
у в рублях	59837,4	61861,5	59279

Заключение.

В результате исследования свойств линейной многофакторной модели и модели в пространстве состояний установлено, что наилучшими аппроксимирующими и прогнозными свойствами при прогнозировании стоимости квадратного метра жилья в Пермском крае обладает МПрС.

На основе этой модели исследовано влияние небольших изменений, управляемых (средняя ставка по кредиту) и неуправляемых факторов (численность населения Пермского края, курс доллара) на стоимость жилья. А также составлен краткосрочный прогноз стоимости жилья на несколько лет вперед.

Предложенная методика может быть обоснованно использована для построения модели прогнозирования стоимости жилья в других регионах или РФ в целом, а полученные результаты позволят заинтересованным лицам лучше ориентироваться в тенденциях рынка недвижимости и более обоснованно принимать решения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пашковская, О. В. Моделирование стоимости жилья на вторичном рынке недвижимости в г. Красноярске в 2016 году / О. В. Пашковская, С. И. Сенашов, И. Л. Савостьянова, Н. Ю. Юферова // Сибирский журнал науки и технологий. – 2017. – Т. 18. – № 4. – С. 788-795.

2. **Севек, В. К.**, Прогнозирование объемов жилищного строительства г. Кызыл на основе корреляционно-регрессионного анализа / В. К. Севек, О. Н. Монгуш, А. Е. О. Чулдум, А. А. Салчак // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2015. – № 10(125). – С. 119-129.
3. **Затонский, А. В.** Преимущества дифференциальной модели сложной экономической системы / А. В. Затонский, Н. А. Сиротина // Образование. Наука. Научные кадры. – 2012. – № 8. – С. 98-102.
4. **Гераськина, И. Н.** Моделирование тренда инвестиционной и строительной деятельности российской федерации / И. Н. Гераськина, А. В. Затонский // Вестник МГСУ. – 2017. – Т. 12. – № 11(110). – С. 1229-1239.
5. **Михалева, М. Н.** Прогнозирование пассажирских перевозок общественным транспортом в российской федерации на основе математических мультифакторных моделей / М. Н. Михалева, В. А. Чекулаева // История наземного транспорта. – 2018. – № 4(1). – С. 18-25.
6. **Медведев, А. С.** Исследование уровня безработицы в Российской Федерации на основе линейной многофакторной модели / А. С. Медведев, И. О. Стариков // Управление инвестициями и инновациями. – 2017. – № 3. – С. 70-79.
7. **Zhang, R.** Model Predictive Control: Approaches Based on the Extended State Space Model and Extended Non-minimal State Space Model / R. Zhang, A. Xue, F. Gao. – Springer, 2018. – Pp. 1-137.
8. **Wang, Y.-L.** Temporal and spatial variation characteristics of China shrubland net primary production and its response to climate change from 2001 to 2013. / Y.-L. Wang, F.-M. Wu, W.-W. Fan, R. Gong // Chinese Journal of Plant Ecology. – 2017. – Vol. 41. – № 9. – Pp. 925-937.
9. **Варламова, С. А.** Построение и анализ системы управления качеством образования вуза / С. А. Варламова, А. В. Затонский, В. Ф. Беккер // Автоматизация и современные технологии. – 2009. – № 5. – С. 35-42.
10. **Беккер, В. Ф.** Прогнозирование изменения количества ученых в России на основе математических моделей / В. Ф. Беккер, В. В. Чеснов, Д. Д. Банщикова // Математика и естественные науки. теория и практика. Межвузовский сборник научных трудов. Ярославль: Ярославский государственный технический университет, 2020. – С. 138-146.

Поступила в редакцию 18 июля 2020

FORECASTING THE COST PER SQUARE METER OF HOUSING IN THE PERM TERRITORY USING MATHEMATICAL MODELING

P. V. Plekhov, K. S. Bulychev, N. V. Veselkov

Plekhov Pavel Vladimirovich, Cand. tech. Sciences, associate Professor of the Department of Automation of Technological Processes, Berezниковsky branch of Perm State Research Polytechnic University, Berezники, Russian Federation, phone: +7(908)252-39-31; e-mail: onim@rambler.ru

Bulychev Kirill Sergeevich, Bachelor, Berezники branch of Perm State Research Polytechnic University, Berezники, Russian Federation, phone: +7(996)325-52-50; e-mail: B.k.sergeevich@mail.ru

Veselkov Nikita Vladimirovich, Bachelor, Berezники branch of Perm State Research Polytechnic University, Berezники, Russian Federation, phone: +7(932)331-00-08; e-mail: nickita.veselckov@yandex.ru

This article is about the real estate market, as well as forecasting the cost of one square meter of housing in Perm Territory, Russia. The article analyzes the current state of the real estate market, both primary and secondary. Selected factors that may affect the cost of a square meter of housing, such as: the dollar exchange rate, average wages, the annual volume of housing commissioning, the population, the number of mortgage loans issued, the average mortgage lending rate. The obtained data were normalized to construct the most plausible mathematical

models. Using the obtained data, factor and factorless models are constructed: a Linear multi-factor model, an autoregression model, and a model in the state space. With the help of mathematical models were derived predictions for 3 years. Based on the results of the studied models, the model with the best approximation and post-forecast quality was selected. Using the analysis of the source data, a model was obtained for the cost of one unit of area in in the Perm region, after which a forecast for 2020...2022 was made based on it.

Keywords: mathematical modeling; forecasting; Rosstat; RF; housing cost.

REFERENCES

1. **Pashkovskaya O. V., Senashov S. I., Savostyanova I. L., Yuferova N. Yu.** *Modeling cost of housing in the secondary real estate market in Krasnoyarsk in 2016.* Siberian Journal of Science and Technology. 2017. Vol. 18. No. 4. Pp. 788-795. (in Russian)
2. **Sevek V. K., Mongush O. N., Chuldum A. E. O., Salchak A. A.** *Forecasting housing constructions of Kyzyl based on correlation-regression analysis.* Bulletin of the Transbaikal State University. 2015. No. 10(125). Pp. 119-129. (in Russian)
3. **Zatonsky A. V., Sirotina N. A.** *Advantages of the differential model of a complex economic system.* Education. The science. Scientific staff. 2012. No. 8. Pp. 98-102 (in Russian)
4. **Geraskina I. N., Zatonsky A. V.** *Modeling the trend of investment and construction activities of the Russian Federation.* Vestnik MGSU. 2017. T. 12. No. 11(110). Pp. 1229-1239. (in Russian)
5. **Mihaleva M. N., Chekulaeva V. A.** *Forecasting of passenger transportation by public transport in Russian Federation on the basis of mathematical multi-factor models.* The History of Land Transport. 2018. No. 4(1). Pp. 18-25. (in Russian)
6. **Medvedev A. S., Starikov I. O.** *Study of the unemployment level in the Russian Federation based on a linear multifactor model.* Investment and innovation management. 2017. No. 3. Pp. 70-79. (in Russian)
7. **Zhang R., Xue A., Gao F.** *Model predictive control: approaches based on the extended state space model and extended non-minimal state space model.* Model Predictive Control: Approaches Based on the Extended State Space Model and Extended Non-minimal State Space Model. 2018. Pp. 1-137.
8. **Wang Y.-L., Wu F.-M., Fan W.-W., Gong R.** *Temporal and spatial variation characteristics of china shrubland net primary production and its response to climate change from 2001 to 2013.* Chinese Journal of Plant Ecology. 2017. T. 41. No. 9. Pp. 925-937.
9. **Zatonsky A. V., Varlamova S. A., Becker V. F.** *Construction and analysis of the university education quality management system.* Automation and modern technology. 2009. No. 5. Pp. 35-42. (in Russian)
10. **Becker V. F., Chesnov V. V., Banshchikova D. D.** *Forecasting changes in the number of scientists in Russia based on mathematical models.* Inter-university collection of scientific papers. Yaroslavl State Technical University. 2020. Pp. 138-146. (in Russian)

Received 18 July 2020

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Плехов, П. В. Прогнозирование стоимости квадратного метра жилья в Пермском крае методами математического моделирования / П. В. Плехов, К. С. Бульчев, Н. В. Веселков // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 3(14). – С. 94-101.

FOR CITATION:

Plekhov P. V., Bulychev K. S., Veselkov N. V. *Forecasting the cost per square meter of housing in the Perm territory using mathematical modeling.* Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 3(14). Pp. 94-101. (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;

англоязычная часть:

✓ **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



9 772541 911039