

ЖИЛИЩНОЕ ХОЗЯЙСТВО и коммунальная инфраструктура

№ 1(20), 2022

Воронежский государственный технический университет



*Строительные конструкции,
здания и сооружения*

*Градостроительство.
Реконструкция, реставрация
и благоустройство*

*Инженерные системы
и коммуникации*

*Экология и безопасность
городской среды*

*Экономика и организация
строительства*

*Дорожно-транспортное
хозяйство
и строительная техника*

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ЖИЛИЩНОЕ ХОЗЯЙСТВО и коммунальная инфраструктура

№ 1(20), 2022

**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





ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

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: 394006, Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84

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

Выходит 4 раза в год

Журнал входит в перечень рецензируемых научных изданий,
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций
на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

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.

Подписной индекс в «Каталоге периодических изданий. Газеты и журналы» ГК «Урал Пресс» - 81025.
Физические лица могут оформить подписку в интернет-магазине «Деловая пресса»
<http://www.ural-press.ru/dlya-fizicheskikh-lits/>

Воронеж

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

Address of publisher and founder: 84, 20-letiya Oktyabrya str., Voronezh, 394006

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

Published 4 times a year

**The Journal is included in the “List of reviewed scientific publications”,
in which the main scientific results of the dissertations
for the ‘Degree of Candidate of Science’ and for the ‘Degree of Doctor of Science’**

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 permission of the publisher is prohibited, links to journal when quoting are obligatory.

Subscription index in the «Catalog of periodicals. Newspapers and magazines»
of the «Ural Press» Group of Companies - 81025.
Individuals can subscribe to it in the online store «Business Press»
<http://www.ural-press.ru/dlya-fizicheskikh-lits/>

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)

Шибалева 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:* Топычканов В. С.

Редактор перевода: Козлова В.В.

Подписной индекс в «Каталоге периодических изданий. Газеты и журналы» ГК «Урал Пресс» – 81025

Дата выхода в свет 30.03.2022. Усл. печ. л. 14,6. Формат 60×84/8. Тираж 500 экз. Заказ №

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77 – 69631 от 02.05.2017

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 the Faculty of Engineering systems and structures (Voronezh State Technical University)

Sazonov E. V., Dr. Sc. (Technical), Prof., Deputy Chief Editor (Voronezh State Technical University)

Barannikov N. I., Dr. Sc. (Technical), Prof., Deputy Chief Editor (Voronezh State Technical University)

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

Averkin A. G., Dr. Sc. (Technical), Prof. (Penza State University of architecture and construction)

Blekh E. M., Dr. Sc. (Economics), Prof. (Institute of Sectoral Management, RANEPa), Moscow

Bodrov M. V., Dr. Sc. (Technical), Prof. (Nizhny Novgorod State University of Architecture and Construction)

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

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

Grishin B. M., Dr. Sc. (Technical), Prof. (Penza State University of architecture and construction)

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

Ziganshin A. M., Cand. Sc. (Technical), Associate Prof. (Kazan State University of Architecture and Civil Engineering)

Ezhov V. S., Dr. Sc. (Technical), Prof. (South-West State University)

Kas'yanov V. F., Dr. Sc. (Technical), 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

Kozlov V. A., Dr. Sc. (Physics and Mathematics), Prof. (Voronezh State Technical University)

Kononova M. S., Cand. Sc. (Technical), Associate Prof. (Voronezh State Technical University)

Korol' E. A., Dr. Sc. (Technical), Prof., corresponding member of The Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, honored Builder of Russia, the academician of RIA, member of Moscow State University of Civil Engineering

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

Mailyan L. R., Dr. Sc. (Technical), Prof., corresponding member of The Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, the city of Rostov-on-Don

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

Oparina L. A., Dr. Sc. (Technical), Associate Prof. (Ivanovo State Polytechnic University)

Romanova A. I., Dr. Sc. (Economics), Prof., The Head of the Institute of Continuing Professional Education, Corresponding Member of International Academy of Investments and Construction Economics, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation (Kazan State University of Architecture and Civil Engineering)

Savin K. N., Dr. Sc. (Economics), 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. Sc. (Technical), Prof. (Siberian State Industrial University, Novokuznetsk-city)

Uvarov V. A., Dr. Sc. (Technical), Prof. (Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov)

Shibaeva M. A., Dr. Sc. (Economics), Prof. (Voronezh State Technical University)

Schukin O. S., Dr. Sc. (Economics), Prof. (Voronezh State University)

Eview V. A., Dr. Sc. (Technical), Prof. (Calmic State University, Elista-city)

Executive Secretary – Zherlykina Mariya Nikolaevna, Cand. Sc. (Technical), Associate Professor of the Department of Housing and Communal Services (Voronezh State Technical University)

Editors: M. S. Kononova, M. N. Zherlykina

Cover design: A. V. Yakubenko *Cover photo:* V. S. Topychkanov

Translation editor: V. V. Kozlova

Subscription index in the «Catalog of periodicals. Newspapers and magazines» of the «Ural Press» Group of Companies – 81025

Date of publication 30.03.2022. Conventional printed sheets 14,6. Format 60×84/8. Circulation 500 copies. Order

Registration certificate ПИ № ФС 77 – 69631 02.05.2017

issued by the Federal service for supervision of communications, information technology and mass communications

Free price

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

Printed: department of operative polygraphy in VSTU publishing house
84 20-letiya Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russian Federation

СОДЕРЖАНИЕ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

<i>Кузнецов Д. Н., Понявина Н. А., Емельянов Д. И., Сазыкин В. Г.</i>	
Оценка устойчивости несущих конструкций при численном моделировании.....	9
<i>Хошимова Ф. Ф., Поликутин А. Э., Панфилов Д. В., Назаренко Н. Г.</i>	
Экспериментальное исследование работоспособности деревянных мостовых брусьев, неармированных и армированных лентой из углеродного волокна при статических воздействиях нагрузки.....	17

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И КОММУНИКАЦИИ

<i>Щукина Т. В., Жерлыкина М. Н., Ефанова А. С., Яременко С. А.</i>	
Влияние внешних солнцезащитных устройств на мощность проектируемых систем кондиционирования воздуха	27
<i>Кузнецов А. А., Миндров К. А.</i>	
Проблемы моделирования гидравлического режима при разработке схемы водоотведения населенного пункта и возможные пути их решения.....	40
<i>Лобанов Д. В., Звенигородский И. И., Новосельцев Б. П., Кононова М. С.</i>	
Обоснование учета комплекса физических параметров человека при проектировании систем вентиляции	48
<i>Макаров А. Р., Григорьев С. В., Волох А. С., Кузин А. И.</i>	
Применение струйного гидродинамического насоса в кавитационном реакторе теплогенерирующей установки и моделирование течения жидкости в нем.....	59

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. РЕКОНСТРУКЦИЯ, РЕСТАВРАЦИЯ И БЛАГОУСТРОЙСТВО

<i>Михайлова Т. В., Кононова М. С., Сазонов Э. В.</i>	
Вопросы формирования и реорганизации рекреационных зон города Воронежа.....	72

ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

<i>Прождорина Т. И., Куропан С. А., Суханов П. А.</i>	
Исследование связей между геоморфологическими, техногенно-ландшафтными факторами и автотранспортным шумом города Воронежа.....	79

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

<i>Литвинов А. А., Кононова М. С., Кононов А. А.</i>	
Экономические показатели внедрения интеллектуальной системы учета электроэнергии на примере территориальной сетевой компании «Горэлектросеть-Воронеж».....	90
<i>Жулай В. А., Спасибухов Ю. Н., Щенко А. Н.</i>	
Экономическое обоснование формирования комплектов машин для производства асфальтобетонных работ в дорожном строительстве.....	99
<i>Чернышов Л. Н.</i>	
Организационно-технические и методические предпосылки профессиональной трансформации в ЖКХ.....	106
<i>Карпушко Е. Н., Антонова М. С.</i>	
Особенности влияния документального учета давальческого материала на итоговую смету начальной максимальной цены контракта на строительных объектах.....	115

ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ.....	125
---	------------

CONTENTS

BUILDING CONSTRUCTION, BUILDINGS AND STRUCTURES

<i>Kuznetsov D. N., Ponyavina N. A., Emelyanov D. I., Sazykin V. G.</i> Assessment of stability of load-bearing structures in numerical simulations	9
<i>Khoshimova F. F., Polikutin A. E., Panfilov D. V., Nazarenko N. G.</i> Experimental study of the workability of wooden bridges unreinforced and reinforced with carbon fiber tape under static loading.....	17

ENGINEERING SYSTEMS AND COMMUNICATIONS

<i>Schukina T. V., Zherlykina M. N., Efanova A. S., Yaremenko S. A.</i> Influence of external sunshielding devices on the power of air conditioning systems.....	27
<i>Kuznetsov A. A., Mindrov K. A.</i> Problems of modeling hydraulic regime in the development of the sanitation system scheme of the settlement and possible ways to solve them.....	40
<i>Lobanov D. V., Zvenigorodsky I. I., Novoseltsev B. P., Kononova M. S.</i> Substantiation of taking into account the complex of human physical parameters in the design of ventilation systems.....	48
<i>Makarov A. R., Grigoriev S. V., Volokh A. S., <u>Kuzin A. I.</u></i> Application of a jet hydrodynamic pump in the cavitation reactor of a heat generating plant and simulation of fluid flow in it.....	59

CITY. RECONSTRUCTION, RESTORATION AND LANDSCAPING

<i>Mikhaylova T. V., Kononova M. S., Sazonov E. V.</i> Issues of development and reorganization of recreational areas of Voronezh-city.....	72
--	----

ECOLOGY AND SAFETY OF THE URBAN ENVIRONMENT

<i>Prozhorina T. I., Kurolap S. A., Sukhanov P. A.</i> Study of relations between geomorphological, technogenic, landscape factors and traffic noise in Voronezh-city.....	79
--	----

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION

<i>Litvinov A. A., Kononova M. S., Kononov A. A.</i> Economic indicators of the introduction of an intelligent electricity metering system on the example of the territorial grid company «Gorelectroset-Voronezh».....	90
<i>Zhulay V. A., Spasibukhov Yu. N., Shchiyenko A. N.</i> Economic justification of forming machines sets for asphalt-concrete works in road construction	99
<i>Chernyshov L. N.</i> Organizational, technical and methodological prerequisites for professional transformation in housing and communal services.....	106
<i>Karpushko E. N., Antonova M. S.</i> Features of the influence of documentary accounting of toll material on the final estimate of the initial maximum contract price for construction facilities.....	115

WRITING RULES AND GUIDELINES.....	125
--	------------

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

DOI 10.36622/VSTU.2022.72.88.001

УДК 624.046.3

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ЧИСЛЕННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

Д. Н. Кузнецов, Н. А. Понявина, Д. И. Емельянов, В. Г. Сазыкин

Кузнецов Дмитрий Николаевич, старший преподаватель кафедры металлических и деревянных конструкций, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(910)346-89-12; e-mail: kuznecov82@bk.ru

Понявина Наталия Александровна, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(903)652-07-63; e-mail: zueva-natasha@mail.ru

Емельянов Дмитрий Игоревич, канд. техн. наук, доцент кафедры металлических и деревянных конструкций, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(905)650-20-09; e-mail: diem@vgasu.vrn.ru

Сазыкин Виталий Геннадьевич, старший преподаватель кафедры металлических и деревянных конструкций, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(951)868-72-47; e-mail: vitalijsazykin@rambler.ru

Численные расчеты устойчивости строительных конструкций требуют разработки эффективных критериев оценки результатов. Оценку результатов расчета устойчивости конструкций целесообразно выполнять с учетом геометрической формы потери устойчивости и назначения элемента строительной конструкции. В статье рассматривается возможность применения последовательности коэффициентов надежности по устойчивости конструкций, в которой значения коэффициентов ранжированы в порядке возрастания последствий отказов конструкций в строительной системе здания или сооружения. Рассмотрен пример численного расчета устойчивости тестовой расчетной схемы стального каркаса здания автосервиса. Расчет устойчивости тестовой двухэтажной рамной системы здания выполнен в вычислительном комплексе SCAD Office, приводятся результаты расчета. Выполнен анализ первых трех геометрических форм потери устойчивости тестовой рамной системы. Подтверждается, что применение шкалы дифференцированных значений коэффициентов надежности для оценки устойчивости конструкций позволит достигнуть более высокой теоретической строгости расчетов, материалоемкости и надежности при проектировании зданий и сооружений. Материалы данной статьи могут быть полезны при проектировании и совершенствовании методик расчета строительных конструкций.

Ключевые слова: оценка устойчивости; потеря устойчивости; численное моделирование; коэффициент надежности; коэффициент запаса; теория расчета конструкций; методики расчета.

Введение

В ГОСТе 27751–2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения» указаны минимальные коэффициенты надежности по ответственности для трех уровней сооружений, а именно: пониженный ($\gamma_n = 0,8$), нормальный ($\gamma_n = 1$), повышенный ($\gamma_n = 1,1$). На указанные коэффициенты необходимо умножать нагрузочный эффект определяемый по результатам расчетов. Назначение зданий и сооружений учитывается при расчетах на несущую способность конструкций по условию основного неравенства метода предельных состояний:

$$\gamma_n F(q_n, \gamma_f, \gamma_d) \leq S(R_n, \gamma_m, \gamma_d),$$

где F – максимальное усилие в конструктивных элементах или их соединениях в течении срока эксплуатации и при производстве работ; S – предельная (минимально возможная) несущая способность конструктивных элементов или их соединений; γ_n – коэффициент надежности по ответственности; γ_f – коэффициент надежности по нагрузке; γ_d – коэффициент условий работы; γ_m – коэффициент надежности по материалу; q_n – нормативное значение нагрузки; R_n – нормативное сопротивление материала.

При решении задач устойчивости большее влияние имеют условия закрепления концов элементов (коэффициенты свободной длины), чем незначительное увеличение расчетных силовых факторов. А зачастую, определяющим при назначении поперечного сечения, является предельное значение гибкости элемента. Важно отметить, что отказ отдельных частей и целых элементов конструкций имеет различные последствия. Получается, что существующие коэффициенты надежности по уровню ответственности оказывают весьма незначительное влияние на количественные результаты расчетов по устойчивости конструкций при различном классе назначения сооружений (КС-1, КС-2, КС-3), а при различном назначении элементов из конструктивного комплекса сооружения определенного класса вовсе не влияют на окончательные проектные решения [1, 2, 3]. По результатам численных расчетов устойчивости конструкций мы получаем значение коэффициента запаса для соответствующей геометрической формы потери устойчивости. Коэффициентом запаса по устойчивости (КЗУ) называют отношение предельной нагрузки, вызывающей критическое состояние (потерю устойчивости), к расчетной нагрузке [4]. Если КЗУ равно или менее единицы, тогда происходит потеря устойчивости исходной геометрической формы конструкции. Форма потери устойчивости характеризует уровень деформирования (повреждения) строительной системы. Действующие методы расчета конструкций основаны на системе частных коэффициентов надежности. Коэффициенты надежности определяются вероятностью недостижения предельных состояний конструкций, в том числе и потери устойчивости. Но коэффициенты надежности по устойчивости (КНУ) не имеют линейки нормированных значений для оценки результатов численных расчетов. На основании указанного выше можно сделать вывод, что оценка расчета несущих конструкций на устойчивость нуждается в дальнейшем развитии [5]. Поэтому в данной статье разрабатываются подходы по совершенствованию оценки численных расчетов устойчивости несущих конструкций с учетом последствий отказов.

Методы и модели

В работе [6] предложено коэффициенты надежности по устойчивости задавать на числовой прямой (рис. 1). КЗУ для конечноэлементной расчетной схемы определяют численным решением [7, 8, 9]. Оценку устойчивости механических систем возможно выполнять при помощи значений КНУ. Если КЗУ больше единицы, тогда потеря устойчивости при расчетном сочетании нагрузок не происходит, а если величина КЗУ выше чем значение КНУ, тогда условие нормативной проверки будет выполнено. КНУ следует назначать тем выше по значению, чем соответствующая геометрическая форма потери устойчивости опаснее для дальнейшей эксплуатации здания или сооружения [10, 11]. Важно учитывать, что для различных элементов строительных конструкций одна и та же форма потери устойчивости может приводить к различным последствиям [12]. Так, например, существенную разницу имеет, если теряет местную устойчивость стенка прогона или стенка подкрановой балки [13]. Назначение здания или сооружения также имеет большое значение в оценке последствий отказов конструкций. Для оценки устойчивости необходимо вычислить значения КЗУ по соответствующим формам и выполнить анализ степени повреждений несущих конструкций при новой геометрической форме равновесия системы, с учетом назначения отдельного элемента строительной конструкции, и всего здания или сооружения. При численном решении принято учитывать первые три формы потери устойчивости. Размещение

КНУ в ряд ранжированных значений позволяет задавать требуемую надежность в диапазоне между заданными величинами коэффициентов по соответствующим формам потери устойчивости (рис. 1), с учетом назначения отдельного элемента строительной конструкции или его части. Коэффициент « α » на рис. 1 учитывает влияние формы поперечного сечения несущей конструкции.

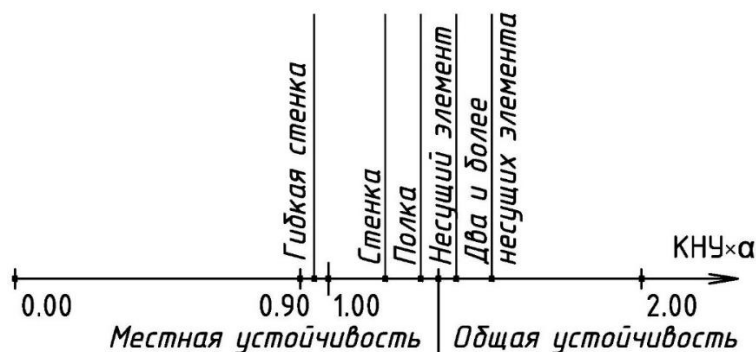


Рис. 1. Шкала оценки устойчивости металлических строительных конструкций:
 α – коэффициент учета влияния формы поперечного сечения
 (для стального двутавра α принимается равным единице)

В качестве тестового примера рассмотрим плоскую стальную рамную конструкцию двухэтажного здания автосервиса. Выполним анализ последствий отказов по первым трем формам потери устойчивости плоской рамной системы здания. В вычислительном комплексе SCAD Office, в основу которого положен метод конечных элементов, выполнены расчеты по устойчивости рамной конструкции из стали С255Б на совместное действие следующих нагрузок: а) нагрузки вызываемые собственным весом; б) технологические нагрузки; в) атмосферные нагрузки (снеговые, ветровые). Шаг несущей рамы в продольном направлении здания – 6 метров. На рис. 2 показана конструктивная схема тестовой рамной системы здания автосервиса.

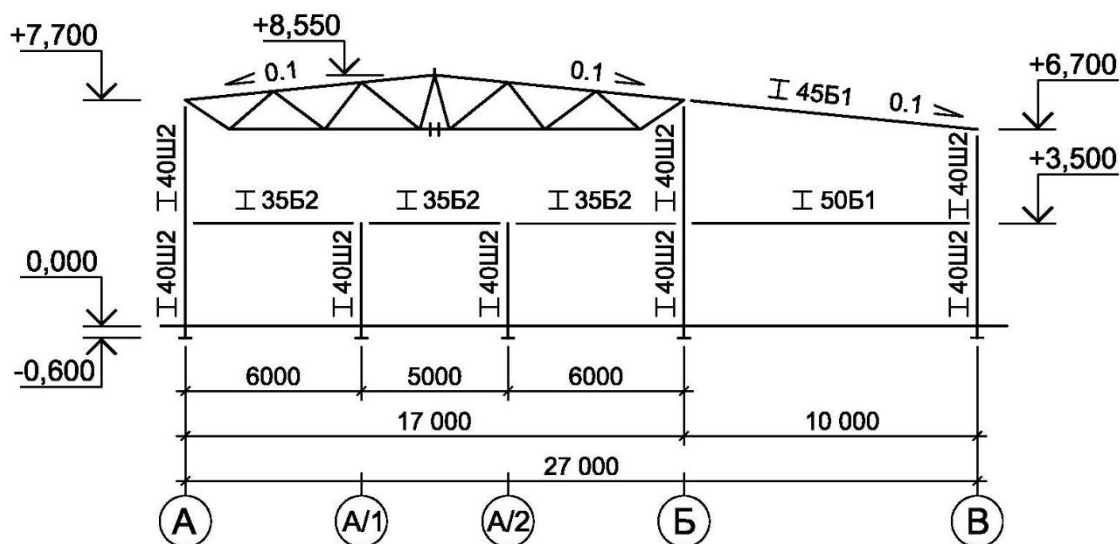


Рис. 2. Конструктивная схема тестовой рамной системы здания автосервиса

Анализ результатов расчета

При численном расчете устойчивости плоской расчетной схемы здания автосервиса получены КЗУ для первых трех форм потери устойчивости от совместного действия собственного веса, технологической (временной нагрузки на перекрытия) и атмосферных (сне-

говой, ветровой) нагрузок. Получены следующие величины КЗУ для первых трех форм соответственно: 1.80, 2.36, 2.86. Далее геометрические формы потери устойчивости экспортированы из вычислительного комплекса SCAD Office в приложение Advance Steel, где выполнена их визуализация. Общий вид первой формы потери устойчивости рамной конструкции показан на рис. 3, а. Первая форма (рис. 3, а) имеет вид консольной схемы деформирования, с отклонением всех колонн рамы на определенный угол поворота. Указанная форма потери устойчивости очень опасна, и приводит к невозможности дальнейшей эксплуатации здания, а поэтому, КНУ для такой геометрической формы должны быть заданы высокими. На рис. 3, б и 3, в показаны вторая и третья формы потери устойчивости рамной конструкции здания, которые проявляются в виде деформирования только стропильной фермы покрытия второго этажа. Формы, представленные на рис. 3, б и 3, в опасны, но могут не приводить к обрушению перекрытия первого этажа и покрытия второго этажа смежного пролета, хотя и нельзя исключать возможность прогрессирующего обрушения всех несущих конструкций здания [14, 15]. Коэффициенты надежности для геометрической формы потери устойчивости, которая проявляется в виде деформирования только одного конструктивного элемента (фермы, балки), должны быть высокими, но меньшими, чем для первой ранее рассмотренной формы, так как потеря устойчивости одной отдельной конструкции менее опасна, чем деформирование группы несущих элементов. Для местной (локальной) формы потери устойчивости значения КНУ необходимо принимать минимальным, а для гибкой стенки двутаврового профиля еще меньше и менее единицы по величине.

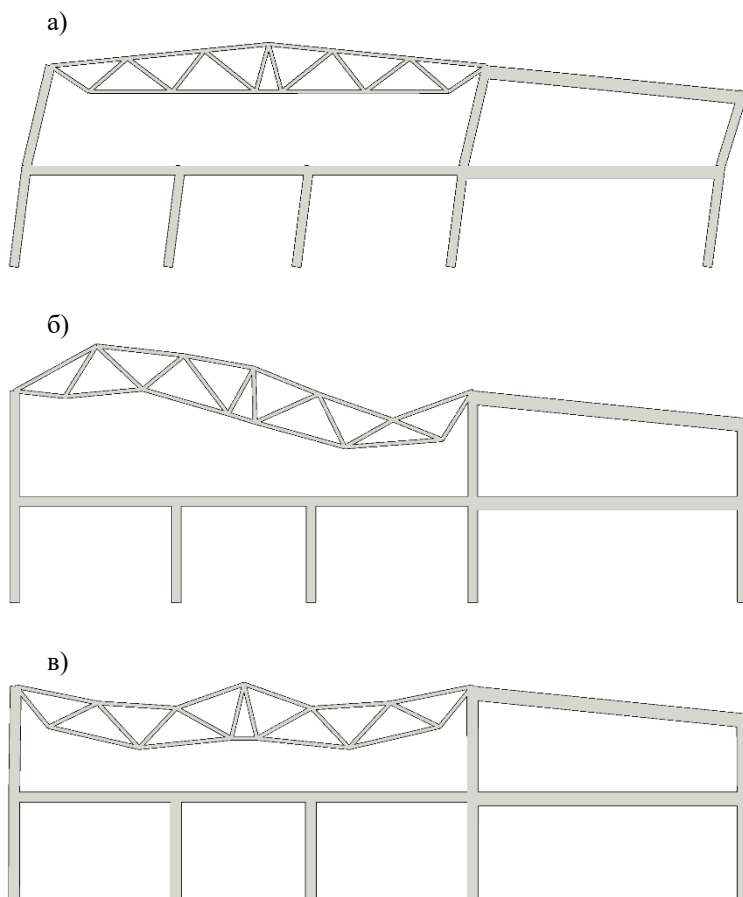


Рис. 3. Общий вид потери устойчивости:

а) – первая форма, КЗУ = 1.80; б) – вторая форма, КЗУ = 2.36; в) – третья форма, КЗУ = 2.86

Важно отметить, что в других механических системах вторая или третья геометрические формы потери устойчивости могут быть более опасными, чем первая. Необходимо выполнять анализ форм с учетом характера возможных последствий. Численным методом возможно вычислить КЗУ и формы потери устойчивости конструкций в составе конструктивного комплекса здания или сооружения, но оценка результатов расчета устойчивости должна учитывать последствия отказа конструкций. В зависимости от последствий отказа может быть построена последовательность значений КНУ для проверки численных расчетов устойчивости несущих конструкций. Точные значения всех КНУ на числовой прямой не указаны (рис. 1), так как они требуют общего согласования и обсуждения с специалистами из различных областей знаний, а именно: теории надежности, устойчивости строительных конструкций, численных методов расчета и др.

Заключение.

На основании выполненного исследования можно сделать следующие общие выводы:

1) предлагаемая последовательность ранжированных значений коэффициентов надежности по устойчивости повысит точность расчетов, увеличит надежность и материалоемкость несущих строительных конструкций.

2) при решении задач устойчивости строительных систем несущих конструкций следует рассматривать не только первую (ближайшую) геометрическую форму потери устойчивости, но и учитывать множественность форм и последствия отказа несущих конструкций. Возможно, что более опасными будут последующие (не первая) формы потери устойчивости, а близость значений коэффициентов запаса и начальные несовершенства конструкций могут сделать возможным появление последующих (не первых) геометрических форм в реальных конструкциях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Кузнецов, Д. Н.** Анализ развития метода предельных состояний для расчета строительных конструкций / Д. Н. Кузнецов, Л. А. Федосова // Строительная механика и конструкции. – 2020. – № 4(27). – С. 74-81.
2. **Геммерлинг, А. В.** Точность статического расчета, оптимизация и надежность конструкций / А. В. Геммерлинг // Строительная механика и расчет сооружений. – 1973. – № 6. – С. 8-11.
3. **Сухов, Ю. Д.** Экономия материальных ресурсов при дифференцированном учете ответственности сооружений / Ю. Д. Сухов // Приложение к журналу «Строительная механика и расчет сооружений». – 1982. – № 6. – С. 10-13.
4. **Алфутов, Н. А.** Основы расчета на устойчивость упругих систем / Н. А. Алфутов. – М.: Изд-во Машиностроение, 1978. – 312 с.
5. **Звездов, А. И.** История строительных норм проектирования в России и задачи их совершенствования / А. И. Звездов, И. И. Ведяков, К. П. Пятикрестовский // Промышленное и гражданское строительство. – 2018. – № 11. – С. 28-34.
6. **Кузнецов, Д. Н.** Устойчивость состояния равновесия несущих конструкций в составе конечно-элементных систем / Д. Н. Кузнецов // Строительная механика и конструкции. – 2019. – № 4 (23). – С. 75-85.
7. **Галлагер, Р.** Метод конечных элементов. Основы. / Р. Галлагер. – М.: Изд-во «МИР», 1984. – 428 с.
8. **Wang, Y.** Strength design of welded high-strength steel beams considering coupled local and global buckling / Y. Wang, M. A. Bradford, X. Liu // Thin-Walled Struct. Elsevier Ltd. – 2020. – Vol. 149, № August 2019. – P. 106391. DOI <https://doi.org/10.1016/j.tws.2019.106391>

9. **Kuznetsov, D. N.** Work power of the support unit of the steel I-beam / D. N. Kuznetsov, V. V. Grigorash, A. A. Sventikov // Russian Journal of Building Construction and Architecture. – 2021. – № 1 (49). – Pp. 19-29. – DOI 10.36622/VSTU.2021.49.1.002
10. **Лихачева, С. Ю.** Устойчивость центрально-сжатых прямолинейных упругих стержней переменного сечения / С. Ю. Лихачева, Д. А. Кожанов, П. А. Хазов, А. М. Анущенко, Е. А. Онищук, Д. М. Лобов // Приволжский научный журнал. – 2020. – № 2(54). – С. 15-23.
11. **Подзоров, А. В.** Формы потери устойчивости участков поперечного сечения стального стенового элемента бескаркасного здания / А. В. Подзоров, И. В. Карманов, В. В. Зверев, Н. Ю. Тезиков, К. Е. Жидков // Строительная механика и расчет сооружений. – 2016. – № 4(267). – С. 68-73.
12. **Костров, А. В.** Авария на Саяно-Шушенской ГЭС: необходимо совершенствовать нормативную правовую базу РСЧС / А. В. Костров, О. О. Глущенко // Право и безопасность. – 2010. – № 3. – С. 94-101.
13. **Kuznetsov, D. N.** Numerical Study of the Influence of the Distance between Stiffeners on the Loss of Stability of the Web of an I-Section Steel Beam / D. N. Kuznetsov, N. A. Ponyavina // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. – 2020. – Vol. 753, № 4. – P. 042041. – DOI 10.1088/1757-899X/753/4/042041
14. **Алмазов, В. О.** Проблемы прогрессирующего разрушения / В. О. Алмазов // Строительство и реконструкция. – 2014. – № 6(56). – С. 3-10.
15. **Травуш, В. И.** Проектирование защиты крупнопанельных зданий от прогрессирующего обрушения / В. И. Травуш, Г. И. Шапиро, В. И. Колчунов, Е. В. Леонтьев, Н. В. Федорова // Жилищное строительство. – 2019. – № 3. – С. 40-46. – DOI <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-3-40-46>

Поступила в редакцию 17 января 2022

ASSESSMENT OF STABILITY OF LOAD-BEARING STRUCTURES IN NUMERICAL SIMULATIONS

D. N. Kuznetsov, N. A. Ponyavina, D. I. Emelyanov, V. G. Sazykin

Dmitry Nikolaevich Kuznetsov, Senior Lecturer at the Department of Metal and Wooden Constructions, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(910)346-89-12; e-mail: kuznecov82@bk.ru

Nataliya Aleksandrovna Ponyavina, Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor of the Department of Technology, Organization of Construction, Expertise and Real Estate Management, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(903)652-07-63; e-mail: zueva-natasha@mail.ru

Emelyanov Dmitry Igorevich, Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor at the Department of Metal and Wooden Constructions, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(905)650-20-09; e-mail: diem@vgasu.vrn.ru

Vitaliy Gennadievich Sazykin, Senior Lecturer at the Department of Metal and Wooden Constructions, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(951)868-72-47; e-mail: vitalijsazykin@rambler.ru

Numerical calculations of the stability of building structures require development of effective criteria for evaluating results. It is advisable to evaluate the results of structural stability calculations with regard to the geometric shape of the loss of stability and purpose of the structural element. The article considers the possibility of applying a sequence of structural stability reliability coefficients in which the coefficient values are ranked in order of increasing consequences of structural failures in a building or structure's construction system. We consider an example of numerical stability calculation of a test design scheme for a steel frame of a car service building. We carried out the calculation of the stability of a test two-storey frame building system with the SCAD Office calculation package, and give the calculation results. As well we perform analysis of the first three geometric forms of stability loss of the test frame system. It is confirmed that the application of the scale of differentiated values of reliability

coefficients to assess the stability of structures will allow us to achieve a higher theoretical accuracy of calculations, material capacity and reliability in the design of buildings and structures. The materials of this article can be useful in designing and improving calculation methods for building structures.

Keywords: stability assessment; stability loss; numerical simulation; reliability factor; safety factor; design theory; calculation methods.

REFERENCES

1. **Kuznetsov D. N., Fedosova L. A.** *Development analysis of the method of limit states for calculation of construction structures*. Structural mechanics and structures. 2020. No. 4(27). Pp. 74-81. (in Russian)
2. **Gemmerling A. V.** *Static calculation accuracy, optimization and reliability of structures*. Structural Mechanics and Analysis of Constructions. 1973. No. 6. Pp. 8-11. (in Russian)
3. **Sukhov Yu. D.** *Saving material resources in the differential accounting of the responsibility of structures*. Structural Mechanics and Analysis of Constructions. 1982. No. 6. Pp. 10-13. (in Russian)
4. **Alfutov N. A.** *Basics of calculation for the stability of elastic systems*. Moscow, Publishing house of mechanical engineering. 1978. 312 p. (in Russian)
5. **Zvezdov A. I., Vedyakov I. I., Pyatikrestovsky K. P.** *History of Structural Design Standards in Russia and Problems of their Enhancement*. Industrial and Civil Engineering. 2018. No. 11. Pp. 28-34. (in Russian)
6. **Kuznetsov D. N.** *Stability of the equilibrium state of bearing structures in composition of finite element systems*. Structural mechanics and structures. 2019. No. 4(23). Pp. 75-85. (in Russian)
7. **Gallagher R.** *Finite element analysis. Fundamentals*. Moscow, WORLD, 1984. 428 p. (in Russian)
8. **Wang Y., Bradford M. A., Liu X.** *Strength design of welded high-strength steel beams considering coupled local and global buckling*. Thin-Walled Struct. Elsevier Ltd. 2020. Vol. 149. No. August 2019. Pp. 106391. DOI <https://doi.org/10.1016/j.tws.2019.106391>
9. **Kuznetsov D. N., Grigorash V. V., Sventikov A. A.** *Work power of the support unit of the steel I-beam* Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2021. No. 1(49). Pp. 19-29. DOI 10.36622/VSTU.2021.49.1.002
10. **Likhachyova S. Yu., Kozhanov D. A., Khazov P. A., Anuschenko A. M., Onischuk E. A., Lobov D. M.** *Stability of centrally compressed straight-lined elastic rods of variable cross-section*. Privolzhsky scientific journal. 2020. No. 2(54). Pp. 15-23. (in Russian)
11. **Podzorov A. V., Karmanov I. V., Zverev V. V., Tezиков N. Yu., Zhidkov K. Ye.** *Forms of buckling of sections of the cross-section of a steel wall element of a frameless building* Structural Mechanics and Analysis of Constructions. 2016. No. 4(267). Pp. 68-73. (in Russian)
12. **Kostrov A. V., Glushchenko O. O.** *The Sayano-Shushenskaya dam accident: normative legal base of russian emergency service to be improved*. Law and security. 2010. No. 3. Pp. 94-101. (in Russian)
13. **Kuznetsov D. N., Ponyavina N. A.** *Numerical Study of the Influence of the Distance between Stiffeners on the Loss of Stability of the Web of an I-Section Steel Beam*. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2020. Vol. 753, No. 4. P. 042041. DOI 10.1088/1757-899X/753/4/042041
14. **Almazov V. O.** *The problems of progressive collapse*. Building and reconstruction. 2014. Vol. 56. No. 6. Pp. 3-10. (in Russian)
15. **Travush V. I., Shapiro G. I., Kolchunov V. I., Leont'ev E. V., Fedorova N. V.** *Design of protection of large-panel buildings against progressive collapse*. Housing Construction. 2019. No. 3. Pp. 40-46. DOI <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-3-40-46> (in Russian)

Received 17 January 2021

Для цитирования:

Оценка устойчивости несущих конструкций при численном моделировании / Д. Н. Кузнецов, Н. А. Понявина, Д. И. Емельянов, В. Г. Сазыкин // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2022. – № 1(20). – С. 9-16. – DOI 10.36622/VSTU.2022.72.88.001.

FOR CITATION:

Kuznetsov D. N., Ponyavina N. A., Emelyanov D. I., Sazykin V. G. *Assessment of stability of load-bearing structures in numerical simulations.* Housing and utilities infrastructure. 2022. No. 1(20). Pp. 9-16. DOI 10.36622/VSTU.2022.72.88.001. (in Russian)

DOI 10.36622/VSTU.2022.30.59.002

УДК 624.011.17:629.174.2

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДЕРЕВЯННЫХ МОСТОВЫХ БРУСЬЕВ, НЕАРМИРОВАННЫХ И АРМИРОВАННЫХ ЛЕНТОЙ ИЗ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА ПРИ СТАТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ НАГРУЗКИ

Ф. Ф. Хошимова, А. Э. Поликутин, Д. В. Панфилов, Н. Г. Назаренко

Хошимова Феруза Фахридиновна, аспирант кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(4732)71-53-84; e-mail: feruza_boymatova@mail.ru

Поликутин Алексей Эдуардович, канд. техн. наук, доцент кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(4732)71-53-84; e-mail: a.pl@mail.ru

Панфилов Дмитрий Вячеславович, канд. техн. наук, декан факультета, заведующий кафедрой, доцент кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(4732)71-53-84; e-mail: panfilov_dv@vgasu.vrn.ru

Назаренко Николай Григорьевич, старший преподаватель кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(4732)71-53-84; e-mail: ua3qkc@mail.ru

В работе приведено описание экспериментального исследования работоспособности деревянного мостового бруса натуральных размеров армированного и неармированного лентой из углеродного волокна при статических воздействиях нагрузки для двух серий образцов. Экспериментально подтверждено соответствие характеристик ленты из углеродного волокна, используемой в качестве внешнего армирования для мостового деревянного бруса, нормативным требованиям. На основе результатов испытания построены графики зависимости перемещения от нагрузки для исследуемых образцов деревянных мостовых балок. В ходе экспериментов установлено, что несущая способность и прочностные характеристики образца деревянного мостового бруса, армированного лентой из углеродного волокна, в 1,5 раза больше по сравнению с неармированными образцами. Опыты выполнены в Воронежском государственном техническом университете в лаборатории испытаний строительных конструкций центра коллективного пользования им. проф. Ю. М. Борисова с использованием универсальной гидравлической испытательной машины INSTRON 600 kN и разрывной испытательной машины INSTRON 5982 для одноосных статических испытаний на растяжение (сжатие) УВ по ГОСТУ 1497.

Ключевые слова: работоспособность; мостовой брус; углеродное волокно; армирование; статическая нагрузка; нормальное напряжение; перемещение; датчик измерений деформаций; прогибомер.

Улучшение работоспособности строительных конструкций на фоне разработки эффективных средств соединений, повышений несущей способности, а также изготовления строительных конструкций с применением более дешёвых и доступных строительных материалов – одна из востребованных задач в строительной сфере. В качестве реализации данного направления целесообразно использование естественной древесины, как одного из самых дешёвых и распространённых материалов. Одним из путей решения задачи по обеспечению надёжной работы деревянной конструкции при одновременном повышении её несущей способности является комбинация арматуры и древесины, обеспечивающая работоспособность, в зависимости от расположения арматуры в деревянной балке, на действие сдвигающих усилий и растягивающих деформаций. Рациональное размещение арматуры отно-

сительно деревянного бруса позволит увеличить прочность и надёжность конструкции.

Вопросам армирования деревянных конструкций посвящены работы [1...6]. В частности, в работах [2, 3] подробно изложены принципы армирования деревянных конструкций, описана технология внешнего армирования лентой из углеводородного волокна (УВ) рассмотрены вопросы усиления изгибаемых конструкций лентой из УВ и проведены экспериментальные исследования изгибаемых конструкций.

В работах [4...6] приведены результаты сравнительного испытания армирования деревянных элементов лентой из УВ с постоянным и переменным воздействием на статический изгиб. В ходе испытаний получены результаты, свидетельствующие о незначительной потере прочности для деревянных балок с переменным армированием по длине и с большей потерей прочностных характеристик для балок с постоянным армированием.

В отличие от проведенных ранее исследований в настоящей работе авторами предлагается: во-первых, использование цельных деревянных мостовых брусьев (ДМБ) натуральных размеров. Во-вторых, используется новый способ внешнего армирования ДМБ растянутой зоны продольной нижней грани и поперечной зоны с шагом 50 мм между ними лентой из углеродного волокна.

Исследования проводились в лаборатории Воронежского ГТУ с использованием оборудования центра коллективного пользования имени проф. Ю.М. Борисова. Были испытаны образцы деревянного мостового бруса натуральных размеров и впервые сделан сравнительный анализ на базе экспериментальных результатов для не армированного и армированного УВ лентой деревянного мостового бруса при статических воздействиях нагрузки.

Задачи исследования:

- ✓ проведение экспериментальных исследований для двух серий образцов на действие статических нагрузок;
- ✓ выполнение сопоставления несущей способности армированных углеродным волокном деревянных мостовых брусьев с несущей способностью балок без армирования.

Научную новизну работы составляют:

- ✓ способ повышения несущей способности деревянных мостовых брусьев путем армирования растянутой зоны продольной арматурой и зоны скалывания поперечной арматурой ленты из углеродного волокна;
- ✓ результаты экспериментальных исследований деревянных мостовых брусьев, армированных УВ лентой.

Технология подготовки образцов

Для достижения цели исследования и решения поставленных задач проводились экспериментальные исследования на образцах, изготавливаемых по следующей технологии:

- ✓ заготовкой для экспериментального образца является цельный брус длиной 3250 мм для применения в железнодорожных мостах с расстоянием между осями пролетных строений 2200 мм и сечением 200х200 мм, изготовленный из сосны I-ого сорта (принятый по ГОСТ 8486-86. Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия). Образец показан на рис. 1. Качество заготовки соответствует требованиям СП 64.13330.2017, отсутствуют повреждения, трещины, пороки и т.д.



Рис. 1. Общий вид неармированного цельного бруса

✓ в качестве армирования бруса применена однонаправленная углеродная лента Carbon Wrap Tape 230/150 (рис. 2).

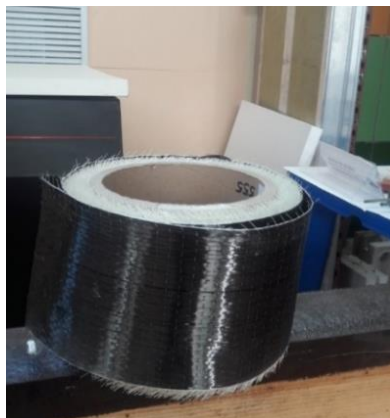


Рис. 2. Образец УВ ленты – CarbonWrap Tape 230/150

Углеводородная лента наклеивается на заранее подготовленный деревянный брус. Соединение производится путём поверхностного сцепления. В качестве адгезива принято эпоксидное двухкомпонентное связующее ТУ 20.16.40-047-38276489-2017 CarbonWrap® Resin 230+ [7, 8].

Испытания заготовки из УВ ленты проводилось на образцах шириной 50 мм для обеспечения равномерного распределения его волокон на захват зажимом разрывной испытательной машины Instron 1500 NDX для статических испытаний на растяжение и при расстоянии между зажимами 250 мм, соответствующая методике поверки МП АПМ 02-19 для INSTRON, на котором проводились эксперименты (рис. 3, 4). Методика испытания УВ лент принята по ГОСТ 1497-84.



Рис. 3. Образцы УВ ленты CarbonWrap® Resin 230+ подготовленные для испытания



Рис. 4. Внешний вид оборудования в процессе проведения испытания УВ лент

Полученные данные в ходе испытания соответствуют ГОСТ 25.601-80 и ГОСТ 57407-2017 и близки по значению, что подтверждает достоверность испытаний (таблица). Также по результатам была построена диаграмма зависимости напряжения при растяжении от перемещения (рис. 5).

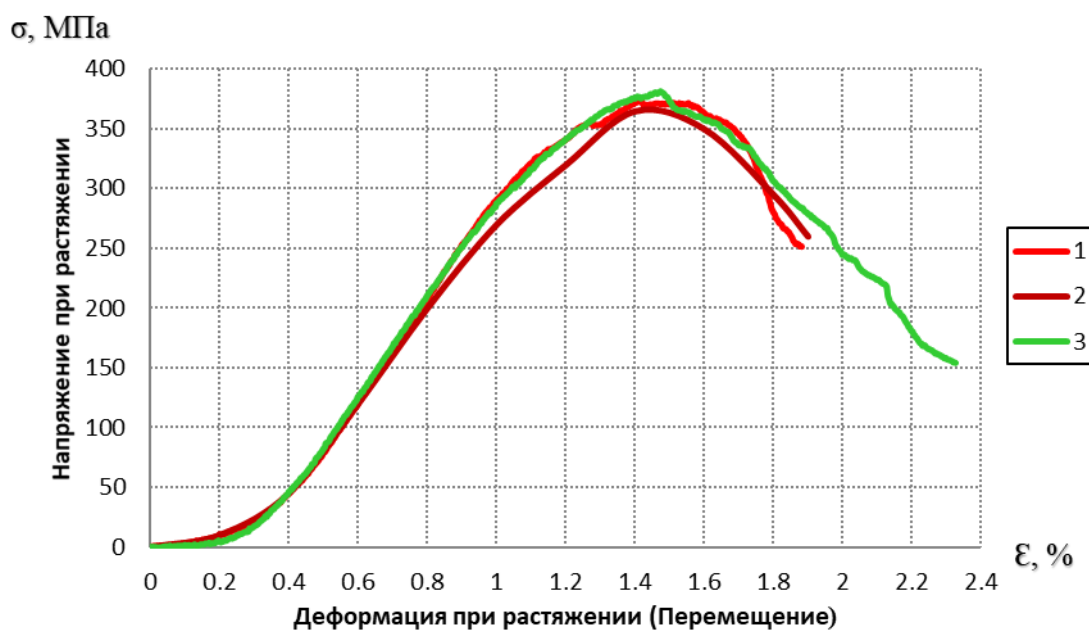


Рис. 5. График зависимости напряжения при растяжении от перемещения для УВ лент: 1, 2 и 3 – номера образцов УВ ленты

Результаты испытания УВ ленты на разрыв

Номер образца ленты	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Площадь, мм ²	Максимум Нагрузки, кН	Напряжение при растяжении, МПа
1	250,00	50,00	0,20	10,00	3,73	373,1
2	250,00	50,00	0,20	10,00	3,67	367,3
3	250,00	50,00	0,20	10,00	3,81	381,1

Для достижения поставленной цели были проведены две серии испытаний для армированного и неармированного УВ лентой деревянного мостового бруса сечением 200 × 200

мм и длиной 3250 мм из цельной древесины сосны. Испытания проводились на универсальной гидравлической испытательной машине INSTRON 600 kN. Расчётная схема представлена на рис. 6.

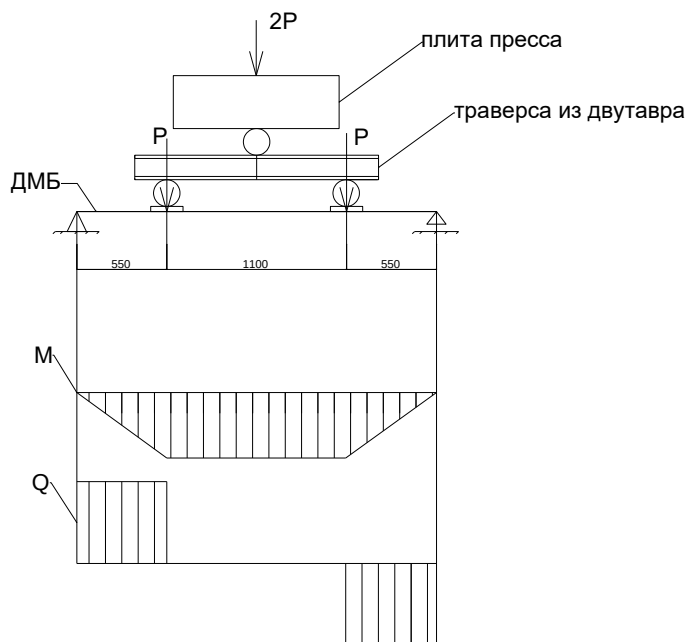


Рис. 6. Расчётная схема балок

Для повышения точности результатов испытания проводились не на моделях, а на образцах реальных геометрических размеров:

Первая серия – испытание не армированной деревянной балки до потери её несущей способности;

Вторая серия – испытание армированной деревянной балки до момента потери несущей способности УВ ленты (рис. 7).

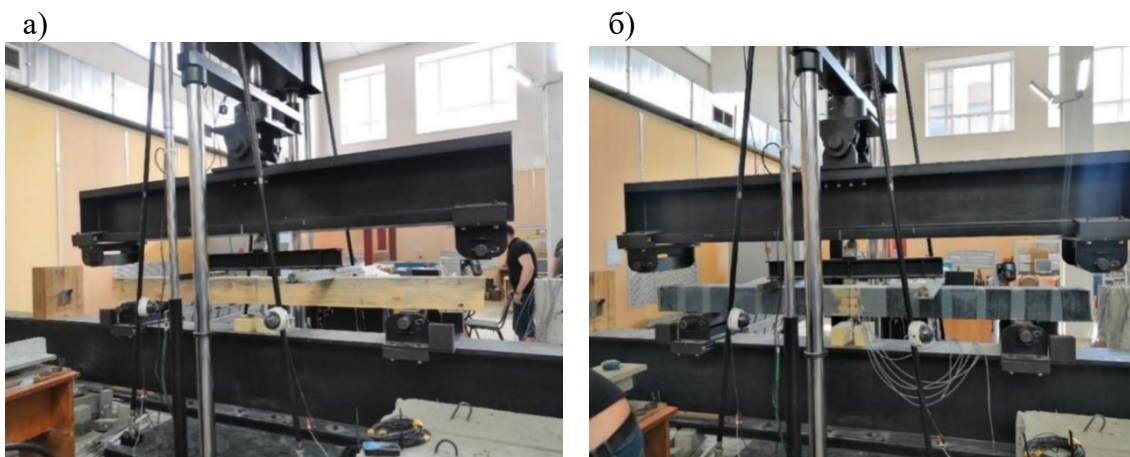


Рис. 7. Внешний вид оборудования при испытании цельной мостовой деревянной балки: а) не армированной; б) армированной УВ лентой

Первая серия: Мостовой деревянный брус не армированный.

При испытании к образцу были подключены следующие приборы: датчик измерения деформации, расположенный посередине пролёта бруса (рис. 8, а) и прогибомер (рис. 8, б).

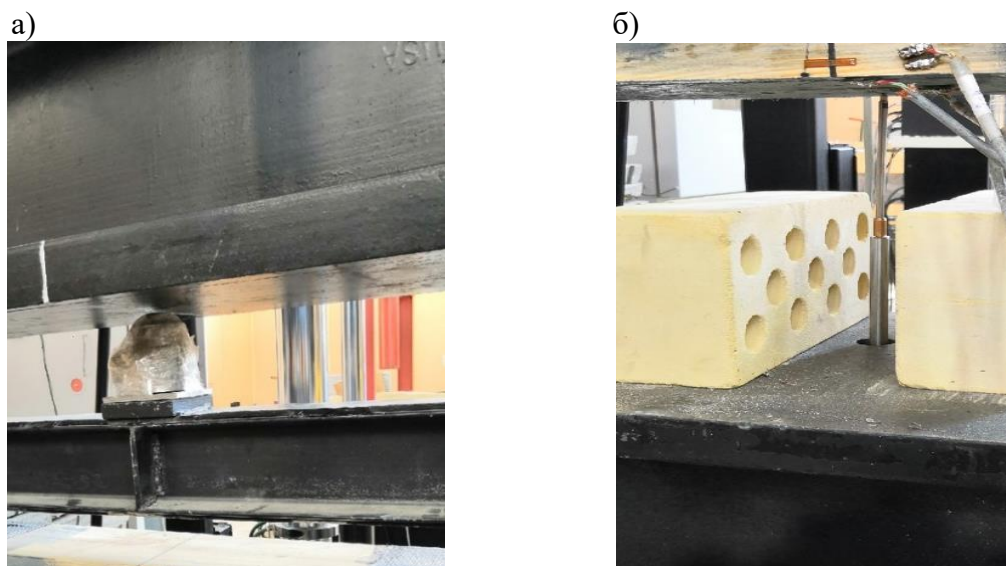


Рис. 8. Внешний вид оборудования: а – датчик измерения деформации; б – прогибомер

Для сравнения и выявления степени влияния УВ лент, вместе с армированным брусом испытывали неармированный (рис. 9), который показал несущую способность 96,2 кН, (при этом прогиб в середине пролёта составил 27 мм).

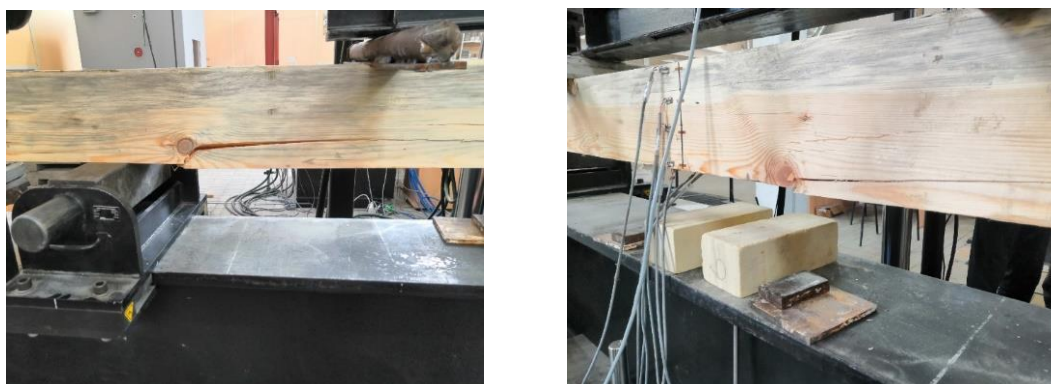


Рис. 9. Образец деревянного неармированного бруса после испытания

График зависимости деформации от нагрузки для неармированного бруса представлен на рис. 10.

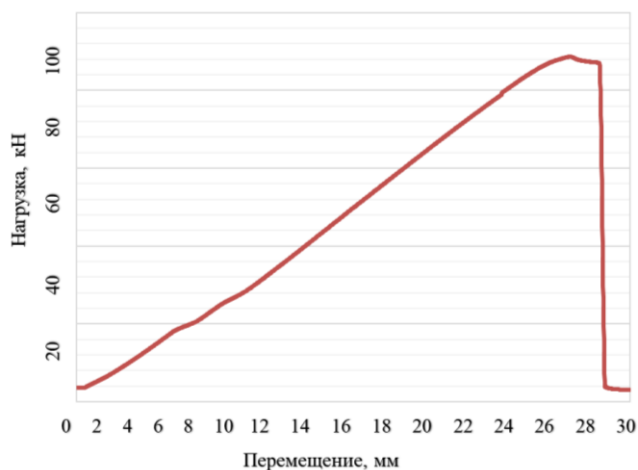


Рис. 10. График зависимости перемещения от нагрузки для не армированного деревянного бруса

Вторая серия: Мостовой деревянный брус, армированный УВ лентой

Для создания армированного деревянного бруса на его поверхности наклеивали УВ ленты – на нижнюю грань единой лентой, а на остальные поверхности поперёк с шагом 50 мм (рис. 11).



Рис. 11. Внешнее армирование цельного деревянного бруса УВ лентой

Критерием истощения несущей способности является разрушение деревянного бруса в растянутой зоне, присучного слоя в области действия максимального изгибающего момента при изгибе [9, 10].

По мере увеличения нагрузки наблюдалось:

- ✓ образование складки разрушения волокон древесины в сжатой зоне при сжатии вдоль волокон;
- ✓ разрушение древесины с образованием зацепистой поверхности, проходящей через сечения, сучками при растяжении;
- ✓ значительные деформации площадки смятия при смятии под углом к волокнам всех видов;
- ✓ раскрытие сквозной трещины или разрушение деревянного элемента по площадке скалывания при скалывании вдоль волокон.

В ходе испытания было установлено, что несущая способность армированного УВ лентой деревянного бруса составила 142,2 кН (при прогибе в середине пролёта 42 мм).

Зависимость перемещений от нагрузки показана на рис. 12.

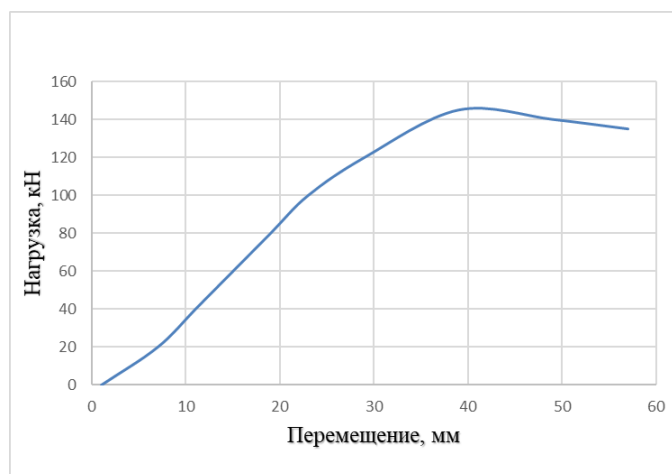


Рис. 12. График зависимости перемещения от нагрузки для армированной УВ лентой мостового деревянного бруса

Следует отметить, что до потери несущей способности связь между брусом и УВ лентой потеряна не была. Лишь при дальнейшем увеличении нагрузки (превышающей несущую способность) произошёл разрыв продольной и поперечной УВ ленты (рис.13).

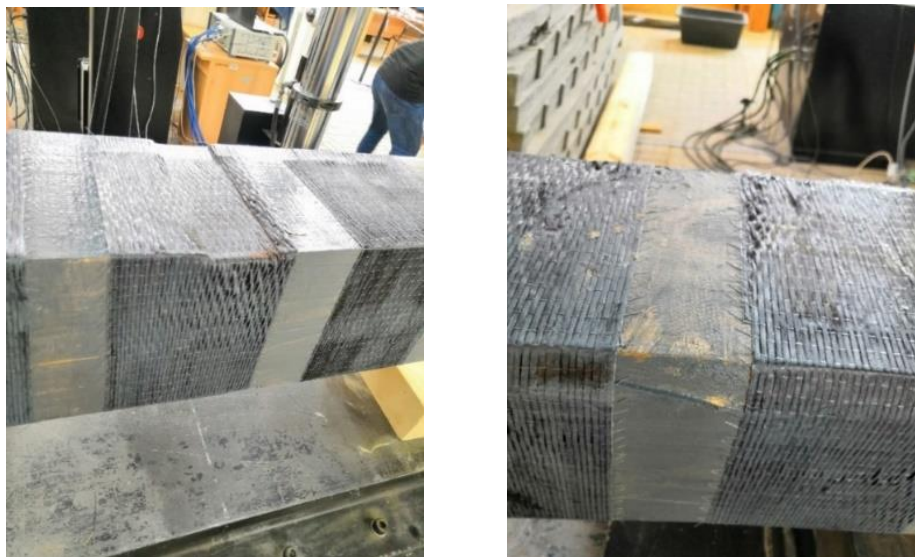


Рис. 13. Образец деревянного мостового бруса, армированного УВ лентой после испытания

Заключение.

В результате проведенного экспериментального исследования установлено, что, армирование углеводородной лентой деревянного мостового бруса увеличивает его несущую способность на 47 %, то есть в 1,47 раза

Армирование деревянного бруса лентой из углеродного волокна позволило обеспечить конструкцию более высокими прочностными характеристиками, а также позволяет компенсировать возможные пороки древесины, повреждения, трещины.

Преимуществом УВ ленты является малый вес и толщина, которые не влияют на габариты деревянного бруса, повышая его несущую способность.

*Исследования проводились с использованием оборудования
ЦКП имени проф. Ю.М. Борисова ВГТУ,
при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ,
проект № 075-15-2021-662.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Рощина, С. И.** Восстановление деревянных конструкций импрегнированием полимерной композицией на примере промышленных зданий легкой и текстильной промышленности / С. И. Рощина, А. В. Лукина, М. С. Сергеев, А. В. Власов, А.С. Грибанов // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – № 5(365). – 2016. – С. 76-80.
2. **Клюев, С. В.** Усиление и восстановление конструкций с использованием композитов на основе углеволокна / С. В. Клюев // Бетон и железобетон. – 2012. – № 3. – С. 23-26.
3. **Клюев, А. В.** Усиление изгибаемых конструкций композитами на основе углеволокна / А. В. Клюев // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 3. – С. 38-41.
4. **Крицин, А. В.** Исследование деревянных элементов, усиленных углеродным волокном, при статическом изгибе / А. В. Крицин, А. В. Тихонов, Д. М. Лобов // Приволжский научный журнал. – № 4(24). – 2012. – С. 55-60.

5. **Крицин, А. В.** Экспериментальные исследования деревянных балок, усиленных углеродной лентой / А. В. Крицин, С. Ю. Лихачева, Д. М. Лобов, А. В. Тихонов // Приволжский научный журнал. – № 3(35). – 2015. – С. 103-109.
6. **Крицин А. В.** Анализ методов расчета деревянных изгибаемых элементов, усиленных углеродным волокном / А. В. Крицин, С. Ю. Лихачева, Д. М. Лобов, А. В. Тихонов, // Региональная архитектура и строительство. – № 4(21). – 2014. – С. 97-104.
7. **Платонов, А. П.** Полимерные материалы в дорожном и аэродромном строительстве / А. П. Платонов. – М.: Транспорт, 1994. – 156 с.
8. **Заикин, А. Е.** Полимерные композиционные материалы: учебное пособие / А. Е. Заикин. – Полимерные композиционные материалы / А. Е. Заикин. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. – 292 с.
9. **Рощина, С. И.** Армированные деревянные конструкции / С. И. Рощина // Архитектура и строительство России. – 2008. – № 3. – С. 34-39.
10. **Стоянов, В. О.** Прочность и деформативность изгибаемых деревянных элементов, усиленных полимерными композитами: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01 / О.В.Стоянов; Научно-исследовательский центр «Строительство». – М., 2018. – 26 с.

Поступила в редакцию 15 февраля 2022

EXPERIMENTAL STUDY OF THE WORKABILITY OF WOODEN BRIDGES UNREINFORCED AND REINFORCED WITH CARBON FIBER TAPE UNDER STATIC LOADING

F. F. Khoshimova, A. E. Polikutin, D. V. Panfilov, N. G. Nazarenko

Feruza Fakhridinovna Khoshimova, post-graduate student of the Department of Building Structures, Bases and Foundations named after Professor Yu. M. Borisov, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(4732)71-53-84; e-mail: feruza_boymatova@mail.ru

Alexey Eduardovich Polikutin, Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor of the Department of Building Structures, Bases and Foundations named after Professor Yu. M. Borisov, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(4732)71-53-84; e-mail: a.pl@mail.ru

Dmitry Vyacheslavovich Panfilov, Head of the Department, Dean of the Faculty, Associate Professor, Cand. Sc. (Tech.), Department of Building Structures, Bases and Foundations named after Professor Yu. M. Borisov, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(4732)71-53-84; e-mail: panfilov_dv@vgasu.vrn.ru

Nikolai Grigorievich Nazarenko, Senior Lecturer, Department of Building Structures, Bases and Foundations named after Professor Yu. M. Borisov, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(4732)71-53-84; e-mail: ua3qkc@mail.ru

The paper describes an experimental study of the performance of a wooden bridge beam of natural dimensions, reinforced and unreinforced with carbon fiber tape, under static load effects for two series of samples. Compliance of the characteristics of the carbon fiber tape used as the external reinforcement for the wooden bridge beam with the regulatory requirements has been experimentally confirmed. Based on the test results, graphs of the dependence of shear on load were constructed for the studied samples of wooden bridge beams. During the experiments it was found that the bearing capacity and strength characteristics of a sample of a wooden bridge beam reinforced with a carbon fiber tape are 1.5 times higher compared to unreinforced samples. The experiments were carried out at the Voronezh State Technical University in the laboratory for testing building structures of the Center for collective use named after Prof. Yu. M. Borisov using a proven universal hydraulic testing machine INSTRON 600 kN and a tensile testing machine INSTRON 5982 for monoaxial static tensile (compression) testing of carbon fibers according to GOST 1497.

Keywords: performance; bridge beam; carbon fiber; reinforcement; static load; normal stress; shear; strain measurement sensor; deflection meter.

REFERENCES

1. **Roshchina S. I., Lukina A. V., Sergeev M. S., Vlasov A. V., Griбанov A. S.** *Restoration of wooden structures by impregnation with a polymer composition on the example of industrial buildings of the light and textile industrie.* News of higher educational institutions. Technology of the textile industry. 2016. No. 5(365). Pp. 76-80. (in Russian).
2. **Klyuev S. V.** *Strengthening and restoration of structures using composites based on carbon fiber.* Concrete and reinforced concrete. 2012. No. 3. Pp. 23-26. (in Russian).
3. **Klyuev A. V.** *Strengthening of bent structures with carbon fiber composites.* Bulletin of BSTU named after Shukhov. 2011. No. 3. Pp. 38-41. (in Russian).
4. **Kritsin A. V., Tikhonov A. V., Lobov D. M.** *Study of wooden elements reinforced with carbon fiber during static bending.* Privolzhsky scientific journal. No. 4(24). 2012. Pp. 55-60. (in Russian).
5. **Kritsin A. V., Likhacheva S. Yu., Lobov D. M., Tikhonov A. V.** *Experimental studies of wooden beams reinforced with carbon tape.* Privolzhsky scientific journal. No. 3(35). 2015. Pp. 103-109. (in Russian).
6. **Kritsin A. V., Likhacheva S. Yu., Lobov D. M., Tikhonov A. V.** *Analysis of methods for calculating wooden bending elements reinforced with carbon fiber.* Regional architecture and construction. 2014. No. 4(21). Pp. 97-104. (in Russian).
7. **Platonov A. P.** *Polymeric materials in road and airfield construction.* Moscow, Transport. 1994. 156 p. (in Russian).
8. **Zaikin A. E.** *Polymer composite materials: textbook.* Polymer composite materials. Kazan: Kazan National Research Technological University. 2018. 292 p. (in Russian).
9. **Roshchina S. I.** *Reinforced wooden structures.* Architecture and construction of Russia. 2008. No. 3. Pp. 34-39. (in Russian).
10. **Stoyanov V. O.** *Strength and deformability of bent wooden elements reinforced with polymer composites.* Moscow, Scientific Research Center Construction. 2018. 26 p. (in Russian).

Received 15 February 2022

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Экспериментальное исследование работоспособности деревянных мостовых брусев, неармированных и армированных лентой из углеродного волокна при статических воздействиях нагрузки / Ф. Ф. Хошимова, А. Э. Поликутин, Д. В. Панфилов, Н. Г. Назаренко // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2022. – № 1(20). – С. 17-26. – DOI 10.36622/VSTU.2022.30.59.002.

FOR CITATION:

Khoshimova F. F., Polikutin A. E., Panfilov D. V., Nazarenko N. G. *Experimental study of the workability of wooden bridges unreinforced and reinforced with carbon fiber tape under static loading.* Housing and utilities infrastructure. 2022. No. 1(20). Pp. 17-26. DOI 10.36622/VSTU.2022.30.59.002. (in Russian)

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И КОММУНИКАЦИИ

ENGINEERING SYSTEMS AND COMMUNICATIONS

DOI 10.36622/VSTU.2022.24.64.003

УДК 628.83

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ СОЛНЕЦЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ НА МОЩНОСТЬ ПРОЕКТИРУЕМЫХ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Т. В. Щукина, М. Н. Жерлыкина, А. С. Ефанова, С. А. Яременко

Щукина Татьяна Васильевна, 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: schukina.niki@yandex.ru

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

Ефанова Анастасия Сергеевна, магистрант кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: nastya.efanova.1998@mail.ru

Яременко Сергей Анатольевич, канд. техн. наук, доцент, декан факультета инженерных систем и сооружений, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-53-21; e-mail: jaremenko83@mail.ru

Рассматривается возможность снижения нагрузки на системы кондиционирования воздуха посредством применения устройств защиты для светопрозрачных наружных ограждений зданий. Рекомендуются для теплого периода года устанавливать съемные внешние маркизы. Проведены расчеты по определению величины теплоступлений через светопрозрачные ограждения при различных геометрических параметрах внешних солнцезащитных устройств. Установлено, что длину вылета экранирующих устройств следует принимать по рекомендациям производителей, так как для северо-восточного, восточного, западного и северо-западного направлений вылет козырьков, в соответствии с расчетами по существующим методикам, может превышать 2 м, что не только осложняет их установку, но и не позволяет обеспечить нормативные показатели инсоляции помещений. В результате расчетов определено, что в климатических условиях Воронежской области маркизы из темной ткани длиной 1,2 м, закрепленные над окнами площадью 2,6 м², уменьшают проникновение в помещения потока солнечной радиации в июле при южной ориентации на 96 %, при юго-восточной и юго-западной на 86 %, при восточной и западной на 84 % и при северо-восточной и северо-западной на 83 %. Проведена оценка требуемой мощности устанавливаемых кондиционеров. Выявлено, что применение светозащитных устройств позволяет снизить требуемую мощность внутренних и наружных блоков сплит и мульти сплит-систем холодоснабжения в 1,3...1,6 раз.

Ключевые слова: кондиционирование; солнечная радиация; теплоступления; светопрозрачные ограждения; инсоляция.

Введение

Естественное освещение является важным условием для визуального комфорта в помещениях и оказывает существенное влияние на самочувствие, а главное на здоровье человека. Солнечное излучение, поступающее через окна зданий, необходимо для нормального психологического состояния, требующего постоянного визуального контроля. Но, наряду с положительным воздействием, оно может оказывать и отрицательное влияние как на людей, так и на внутреннюю среду помещений [1].

При высокой интенсивности светового потока и наличии значительных площадей наружного остекления, а также гладких и особенно глянцевых поверхностей, возникает эффект повышенной блёсткости, вызывающий раздражение зрительного нерва.

Такое естественное освещение приводит не только к быстрому утомлению и ухудшению самочувствия, но и к перегреву помещений. Предотвратить избыточное проникновение светового потока в летний сезон через светопрозрачные ограждения можно посредством затеняющих устройств, размещенных как с внешней, так и с внутренней стороны остекления [2]. Несмотря на простое конструктивное исполнение используемых для этих целей экранирующих преград, определяющее значение в вопросах выбора устройств имеют размеры и расположение мест их установки. Соответственно, именно эти показатели влияют на уровень освещения внутреннего пространства и защиты людей от зрительного и теплового дискомфорта [3].

Следует отметить, что расчётно-обоснованное затенение светопрозрачных ограждений позволяет значительно снизить нагрузки на системы кондиционирования воздуха, не нарушая при этом общих условий комфортности в помещениях.

Обоснование применения средств защиты для светопрозрачных ограждений

Интенсивность солнечного излучения, поступающего на наружные ограждения и проникающего в помещения через остекления, в соответствии с климатическими зонами зависит от совокупности факторов: географической широты, погодных условий, времени года, истинного солнечного времени, ориентации по странам света, формы и размеров окна, состояния стекла и т.д. [4]. Сезонное и суточное снижение высоты солнца влечёт за собой уменьшение потока света [5, 6] и, соответственно, предполагает использование регулируемых солнцезащитных устройств.

Однако, наряду с применением защитных средств для оконных проемов, для жилых и общественных зданий согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 необходимо обеспечивать непрерывную продолжительность инсоляции помещений в летний и весенне-осенний периоды года. Временной интервал для требуемого поступления прямой и рассеянной солнечной радиации нормируется в соответствии с климатическими условиями для северной, центральной и южной зон. Он может быть достигнут при проектировании посредством соответствующей планировки помещений с учетом ориентации здания по странам света. Для Воронежской области, относящейся к центральному региону РФ, обозначенному широтами 58...48 °с.ш., инсоляция в помещениях должна быть не менее 2 часов в день период с 22 марта по 22 сентября.

Расчёт продолжительности поступления солнечного излучения для зданий, расположенных в различных климатических зонах, выполняется по действующим методикам и инсоляционным графикам [5, 7]. Последние используются каждый для своей географической широты [7]. При получении результатов, неудовлетворяющих предъявляемым требованиям, инсоляцию можно изменять, прибегая к перепланировке сооружения или варьируя размеры застеклённых поверхностей, например, посредством установки дополнительных конструкций, заполняющих оконные проёмы, или использовать различные затеняющие устройства.

При избыточном поступлении солнечного излучения, светопрозрачные ограждения зданий целесообразно защищать, в том числе и по экономическим показателям. Это прежде всего связано с тем, что в тёплый период года системы кондиционирования воздуха до 50 % своей мощности расходуют на ассимиляцию тепlopоступлений от солнечной радиации [4, 8]. Как показывает опыт эксплуатации инженерных систем, производительность применяемых кондиционеров в зависимости от инсоляции изменяется от среднего значения, увеличиваясь или уменьшаясь в пределах 30 %. Поэтому крайне востребованы эффективные решения по затенению светопрозрачных ограждений, не нарушающих комфортных условий пребывания в помещениях.

Для снижения воздействия избыточного излучения на микроклимат помещений применяются различные солнцезащитные устройства (СЗУ). При всём многообразии конструктивного исполнения они могут быть трёх видов: наружные, межстекольные непроветриваемые и внутренние. Данные устройства применяются для сокращения теплопоступлений в помещения в летний сезон, уменьшения тепловых потерь через окна в холодный период года, а также для повышения комфорта зрительного восприятия.

При использовании СЗУ увеличиваются капитальные вложения на дополнительное обустройство оконных проёмов. Но, как показали исследования [4], они со временем окупаются за счёт уменьшения эксплуатационных расходов, связанных с функционированием систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Следует отметить, что в местах постоянного и временного пребывания или даже случайного скопления людей должны соблюдаться ограничения по избыточному воздействию солнечного излучения и контролироваться норма естественного освещения помещений. Это является главным правилом при организации защиты помещений от превышающих нормируемые показатели инсоляции [6]. Поэтому к вопросу применения для этих целей экранирующих устройств необходимо подходить обоснованно, подтверждая принятые решения соответствующими расчётами.

При проектировании СЗУ, необходимо учитывать разработанные на основе результатов исследований [9], следующие рекомендации:

1) наклонные к защищаемому окну козырьки имеют меньшие размеры, чем перпендикулярные к плоскости светового проема. Так как минимальные размеры соответствуют углу наклона, равному высоте стояния солнца в расчётный час, то следует применять регулируемые СЗУ, позволяющие удлинять и сокращать величину вылета.

2) вертикальные солнцезащитные устройства для затенения проёмов не целесообразно проектировать, в связи со значительными выносами рёбер. Кроме того, применение таких средств защиты существенно сокращает поступление рассеянной солнечной радиации, необходимой для создания требуемого комфортного естественного освещения в помещениях.

3) наиболее целесообразным является установка козырьков для окон, имеющих южную ориентацию. При других направлениях световых проёмов по странам света вылет козырька и отступ от откоса могут иметь значительные размеры, существенно отличающиеся от стандартных. В этих случаях снижения теплопоступлений лучше добиваться внутренними СЗУ или посредством остекления с низкой пропускной способностью [10, 11].

Не смотря на столь очевидные преимущества таких простых защитных устройств, следует отметить, что при успешном их применении могут наблюдаться высокие локальные значения температуры внутреннего воздуха из-за вторичных теплопоступлений от предусмотренных для этой цели конструкций [6]. Но указанные отклонения, как правило, имеют кратковременные показатели превышения, не вызывающие существенную дестабилизацию внутреннего микроклимата.

Оценка затеняющего эффекта солнцезащитных устройств

Рассмотрим достигаемый уровень сокращения теплопоступлений через светопрозрачные ограждения на примере кафе в здании развлекательного центра, расположенного в г. Воронеж. Зал для посетителей представляет собой встроенно-пристроенное помещение с тремя окнами, ориентированными на юг и общей площадью 7,8 м². В них установлены двухкамерные стеклопакеты из силикатного стекла толщиной 4 мм в металлическом переплёте. Средняя температура наружного воздуха в наиболее жаркий летний месяц для климатических условий Воронежа, в соответствии с СП 131.13330.2020, составляет 25 °С. Не зависимо от изменения погодных условий температура воздуха внутри помещения, как правило, поддерживается на уровне 23 °С.

Для обеспечения зрительного комфорта и снижения нагрузки на систему кондиционирования воздуха предусмотрены солнцезащитные устройства в виде маркиз из темной

ткани. Длина маркиз составляет 1,2 м, и она была выбрана в соответствии с рекомендуемыми производителем размерами.

Согласно методике, приведённой в [9], можно рассчитать требуемую длину вылета козырька, в зависимости от ориентации окна по формуле:

$$L_k = (H + a) \cdot \frac{\cos A_{c.o.}}{\operatorname{tg} h} - \Delta, \quad (1)$$

где H – высота светопрозрачного ограждения, м; a , Δ – расстояния, соответственно, от горизонтального элемента затенения до откоса и от наружной поверхности ограждения до внутренней поверхности окна, м; $A_{c.o.}$ – солнечный азимут остекления, определяется в зависимости от азимута солнца и ориентации светового проема [12, 13], град.; h – высота стояния солнца, град.

Для условий рассматриваемой задачи длина вылета козырька составит

$$L_k = (1,76 + 0,3) \cdot \frac{\cos 0}{\operatorname{tg} 58} - 0,1 = 1,18 \text{ м.}$$

Полученный результат показывает, что выбранная по рекомендациям производителя длина маркиз 1,2 м соответствует требуемой расчетной 1,18 м.

Для определения тепlopоступлений через светопрозрачные ограждения от светового потока используется коэффициент инсоляции. Данный показатель учитывает при затенении наружными козырьками или вертикальными ребрами прошедшую к вертикальному световому проёму часть излучения в период максимального его проникновения и определяется по формуле [8, 13]:

$$K_{\text{инс}} = \left[1 - \frac{(L_k \cdot k_1 - a_k)}{h_{\text{ост}}} \right] \cdot \left[1 - \frac{(L_p \cdot k_2 - c_{\text{отк}})}{a_{\text{ост}}} \right], \quad (2)$$

где L_k , L_p – длина вылетов, соответственно, козырька и ребра, м; a_k , $c_{\text{отк}}$ – расстояния от козырька и от ребра до откоса светового проёма, м; $a_{\text{ост}}$, $h_{\text{ост}}$ – ширина и высота и, соответственно, окна, м; k_1 , k_2 – коэффициенты, определяемые в зависимости от географической широты и ориентации светопрозрачного ограждения [8, 13, 14].

Величина коэффициента инсоляции характеризует сокращение пропускной способности при применении тех или иных защитных устройств. Для эффективного снижения поступлений излучения в помещение необходимо, чтобы одно из перемножаемых выражений в формуле (2) стремилось к нулю.

При определении коэффициента инсоляции следует учитывать несколько важных параметров: длину вылета козырька, размеры и ориентацию окна, географическую широту, время суток. Не смотря на достаточное количество используемых параметров для вычислений, обеспечивающих высокую точность, расчетный час, соответствующий максимальному поступлению излучения в помещение, может переместиться на другое время. В связи с этим, в работе [14] рекомендуется для исключения ошибок выполнять соответствующие расчеты для каждого часа присутствия Солнца на небосводе.

При выше описанном заполнении световых проемов зала кафе определение коэффициента инсоляции проводилось только с учётом вылета козырька, в качестве которого использовалась маркиза из темной ткани. Такое решение было принято в результате обоснованной нецелесообразности применения вертикальных ребер [9] из-за значительного их вылета.

Так как окна обращены на юг, то k_1 принимается равным 1,71 [8, 14], и тогда коэффициент инсоляции в соответствии с выражением (2) составит

$$K_{\text{инс}} = 1 - \frac{(1,2 \cdot 1,71 - 0,3)}{1,76} = 0,005.$$

Полученное значение приближается к нулю, а, следовательно, принятое исполнение козырька обеспечивает практически полное затенение от прямых солнечных лучей.

При длине козырька, принимаемой для защиты от излучения, больше 1,2 м, расчётный коэффициент инсоляции имеет отрицательные значения, что соответствует условию полного затенения окна южной ориентации. Тогда тепlopоступления в помещение от солнечной радиации можно не учитывать при определении нагрузки на систему кондиционирования воздуха. При установленной маркизе длиной 1,2 м рассчитанный по ниже приведенным зависимостям приток теплоты $Q_{с.р.}^{ост}$ от светового потока, проникающего через остекление окна, составит для июля 35 Вт (рис. 1).

Расчет требуемой длины маркизы по формуле (1) для такой же конструкции окна, но ориентированной на другие страны света показал, что для юго-востока и юго-запада вылет должен составить 1,4 м, а для северо-востока, востока, запада и северо-запада он превышает 2 м. Такой размер козырька при облачной погоде существенно снизит инсоляцию, но при этом не будут достигнуты требуемые значения естественной освещенности помещений по санитарным нормам. Поэтому из результатов расчетов можно заключить, что формула (1) имеет ограничение по применению и может быть использована только для светопрозрачных ограждений юго-восточной, южной и юго-западной ориентации.

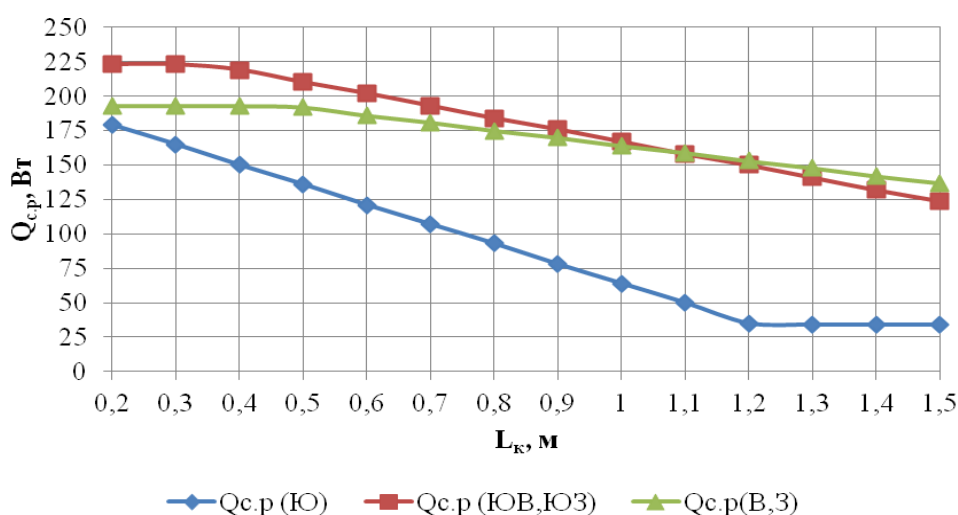


Рис. 1. Тепlopоступления в июле от солнечной радиации через окно площадью 2,6 м² в климатических условиях Воронежской области в зависимости от длины вылета козырька для южной, юго-восточной, юго-западной, восточной и западной ориентаций окна

Не смотря на такое обоснование недопустимости обустройства средствами защиты для менее благоприятных условий инсоляции, были выполнены расчеты для окон разной ориентации, рассмотренной выше конструкции, и имеющих маркизы стандартной длины 1,2 м. Приведенные на рис. 2 результаты показывают снижение тепlopоступлений через остекления, имеющих восточную и западную ориентацию, в 6,2 раза, а для северо-востока и северо-запада в 5,9 раз. Такое сокращение нагрузки на системы кондиционирования, особенно в периоды высоких температур наружного воздуха, существенно снизит потребление электроэнергии и вероятность возникновения аварийных ситуаций из-за перегрузок в сети.

Следует отметить, что исполнение светопрозрачных ограждений так же влияет на пропускную способность, поэтому рассмотрим тепlopоступления от солнечной радиации для различных вариантов оконных конструкций, ориентированных на южное направление. Размеры световых проемов будут соответствовать принятым ранее. Расчетное время суток для всех рассматриваемых светопрозрачных ограждений составляет 12 часов дня.

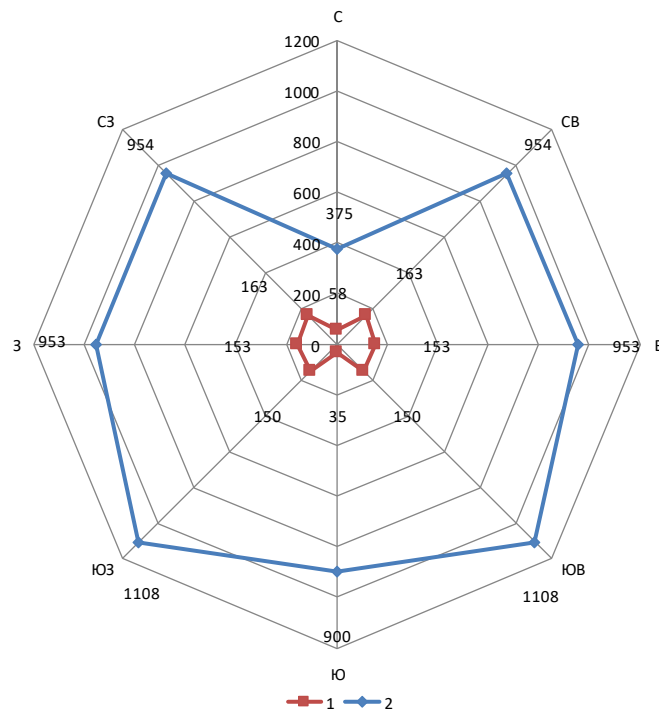


Рис. 2. Тепlopоступления в июле от солнечной радиации, в Вт, в зависимости от ориентации рассматриваемой конструкции окна площадью 2,6 м²:
1 – с маркизой длиной, рекомендованной производителем и составляющей 1,2 м;
2 – без солнцезащитных устройств

Тепlopоступления от солнечной радиации, в Вт, через различные светопрозрачные ограждения в здания складываются из потока солнечной радиации, непосредственно прошедшей через остеклённую часть конструкции Q_{np} и из поступившей за счёт теплопередачи через заполнения $Q_{m.n.}$ [8, 15]:

$$Q_{c.p.}^{ост} = Q_{np} + Q_{т.п.}, \quad (3)$$

$$Q_{np} = (q_{пс} \cdot K_{инс} + q_r \cdot K_{обл}) \cdot a_{ост} \cdot h_{ост} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3, \quad (4)$$

где $q_{пс}$, q_r – тепловой поток от прямой и рассеянной солнечной радиации, поступающей на вертикальную плоскость, зависящий от географической широты района и ориентации ограждения, Вт/м²; $K_{обл}$ – коэффициент облучения поверхности светового проёма рассеянной радиацией; $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ – коэффициенты теплопропускания, соответственно, окон с учётом затенения непрозрачной частью (переплётами), прозрачной частью заполнения светового проёма и нестационарными солнцезащитными устройствами.

Тепlopоступление за счёт теплопередачи через светопрозрачное ограждение определяется по формуле [8, 15]:

$$Q_{т.п.} = \left[t_n + \frac{(q_{пс} \cdot K_{инс} + q_{пс} \cdot K_{обл}) \cdot P}{\alpha_n} - t_b \right] \cdot a_{ост} \cdot h_{ост} \cdot K, \quad (5)$$

где α_n , K – коэффициенты, соответственно, теплоотдачи и теплопередачи заполнения светового проёма, Вт/(м²·°C); P – коэффициент поглощения солнечной радиации светопрозрачным ограждением; t_n , t_b – температура, соответственно, наружного и внутреннего воздуха, °C.

Для рассматриваемого примера в случае южной ориентации получаем:

$$Q_{np} = (424 \cdot 0,005 + 123 \cdot 0,6) \cdot 1,76 \cdot 1,47 \cdot 0,85 \cdot 0,76 \cdot 0,2 = 25,3 \text{ Вт},$$

$$Q_{\text{т.п.}} = \left[25 + \frac{(424 \cdot 0,005 + 123 \cdot 0,6) \cdot 0,06}{17,4} - 23 \right] \cdot 1,47 \cdot 1,76 \cdot 1,67 = 9,7 \text{ Вт},$$

$$Q_{\text{с.р.}}^{\text{ост}} = 25,3 + 9,7 = 35 \text{ Вт}.$$

Общие тепlopоступления от солнечной радиации при наличии в помещении трех окон составят $Q_{\text{с.р.}}^{\text{ост}} = 105 \text{ Вт}$.

Рассмотрим вариант, в котором конструкция окна такая же, но отсутствует СЗУ. В этом случае коэффициент инсоляции принимается равным 1, а коэффициент облучения поверхности светового проёма рассеянной радиацией без затенения козырьками или ребрами составляет $K_{\text{обл}} = 0,85$. Тогда при отсутствии какого-либо защитного устройства получаем следующие тепловые потоки:

$$Q_{\text{пр}} = (424 \cdot 1 + 123 \cdot 0,85) \cdot 1,76 \cdot 1,47 \cdot 0,85 \cdot 0,76 \cdot 1 = 883,2 \text{ Вт},$$

$$Q_{\text{т.п.}} = \left[25 + \frac{(424 \cdot 1 + 123 \cdot 0,85) \cdot 0,06}{17,4} - 23 \right] \cdot 1,47 \cdot 1,76 \cdot 1,67 = 16,5 \text{ Вт},$$

$$Q_{\text{с.р.}}^{\text{ост}} = 883,2 + 16,5 = 899,8 \text{ Вт}.$$

Общие тепlopоступления от солнечной радиации в помещение составят $Q_{\text{с.р.}}^{\text{ост}} = 2699,4 \text{ Вт}$. Следовательно, применение наружного солнцезащитного устройства для окна, обращённого на южную сторону, снижает тепловой поток от солнечной радиации на 96 %. Однако выполненный расчёт для не затенённых наружным СЗУ светопрозрачных ограждений, имеющих металлический переплёт с толщиной стекла 3,5 мм и с твёрдым селективным покрытием, показал снижение тепlopоступлений всего лишь на 25 %.

Высокая эффективность применения защитных устройств подтверждается и для других конструкций окон, которые приведены в таблице.

Тепlopоступления от солнечной радиации в июле через световой проем площадью 2,6 м² с установленным в нем двухкамерным стеклопакетом, рекомендуемым для климатических условий Воронежской области

Конструкция двухкамерного стеклопакета	Тепlopоступления от солнечной радиации $Q_{\text{с.р.}}^{\text{ост}}$, Вт, при различной ориентации по странам света							
	Ю		ЮВ		ЮЗ		В, З	
	без СЗУ	с СЗУ	без СЗУ	с СЗУ	без СЗУ	с СЗУ	без СЗУ	с СЗУ
стекло обыкновенное толщиной 4 мм, переплёт металлический	900	35	1108	150	953	153	375	58
стекло толщиной 2,5...3,5 мм с твёрдым или мягким селективным покрытием, переплёт металлический	679	29	836	116	719	119	418	46
стекло обыкновенное толщиной 4 мм, переплёт ПВХ	827	33	1018	139	876	142	345	54
стекло толщиной 2,5...3,5 мм с твёрдым или мягким селективным покрытием, переплёт ПВХ	625	27	768	108	662	110	262	43

Из приведенных в таблице данных следует, что не зависимо от материалов, используемых в изготовлении стеклопакетов, применение простых экранирующих конструкций в качестве солнцезащитных устройств позволяет сократить теплопоступления через светопрозрачные ограждения южного фасада до 31 ± 4 Вт. Поэтому целесообразно световые проемы заполнять широко востребованными недорогими стеклопакетами, а избыточное поступление потока солнечного излучения отсекают внешними СЗУ.

Оценка снижения капитальных затрат на системы кондиционирования воздуха при использовании солнцезащитных устройств

Рассмотрим влияние теплопоступлений на работу системы кондиционирования для зала кафе с учётом установленных солнцезащитных устройств и при их отсутствии.

Подбор требуемого для охлаждения оборудования выполняется на расчетную нагрузку, которая может так же включать передачу тепла от наружного воздуха к внутреннему через стену по формуле [15]

$$Q_{\text{н.с.}} = \frac{A_{\text{н.с.}}}{R} \cdot (t_{\text{н}} - t_{\text{в}}), \quad (6)$$

где R – сопротивление теплопередачи наружной стены, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$; $A_{\text{н.с.}}$ – площадь стены, м^2 .

При существующих размерах южной фасадной стены теплопоступления в зал кафе составят

$$Q_{\text{н.с.}} = \frac{40,5}{3,34} \cdot (25 - 23) \text{ Вт.}$$

Тогда общее поступление тепла через наружные ограждения южной ориентации, включая окна, будут равны:

без солнцезащитных устройств

$$Q_{\text{н.о.}} = 900 + 24,3 = 924,3 \text{ Вт;}$$

с маркизами длиной 1,2 м

$$Q_{\text{н.о.}} = 35 + 24,3 = 59,3 \text{ Вт.}$$

Для обеспечения комфортных параметров воздуха следует соблюдать тепловой баланс в помещении, подбирая кондиционеры на нагрузку, которую создают все имеющиеся источники тепловой энергии. Учитывая назначение рассматриваемого зала, общие поступления тепла в летний сезон определяются по формуле [15]:

$$Q = Q_{\text{н.о.}} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{пищ.я}}, \quad (7)$$

где $Q_{\text{л}}$, $Q_{\text{осв}}$, $Q_{\text{пищ.я}}$ – теплопоступления, соответственно, от людей, освещения и от остывающей пищи, Вт. Перечисленные составляющие теплового баланса $Q_{\text{л}}$, $Q_{\text{осв}}$, $Q_{\text{пищ.я}}$ определяются по общеизвестным сведениям и зависимостям [8, 15] с учетом нормативной заполняемости посетителями и требуемой освещенности мест, расположенных вне зон поступления солнечной радиации.

В соответствии с выражением (7) суммарные теплопоступления в зале кафе будут равны:

без солнцезащитных устройств

$$Q = 924,3 + 1500 + 420 + 474,5 = 3818 \text{ Вт;}$$

с маркизами

$$Q = 59,3 + 1500 + 420 + 474,5 = 2453 \text{ Вт.}$$

Полученные расчетные данные показывают, что нагрузка на кондиционер снижается на 1,4 кВт. При отсутствии или наличии солнцезащитных устройств над окнами для другой ориентации наружных ограждений зала кафе изменение суммарных теплопоступлений можно оценить по показателям, приведенным на рис. 3. Имея расчетную нагрузку (рис. 3), кондиционер следует выбирать с небольшим запасом мощности, так как существует вероятность отклонения от среднестатистических нормируемых параметров наружного воздуха

в более высокий температурный режим, характерный для жаркой погоды летнего сезона.

Для планировочных и дизайнерских решений рассматриваемого помещения кафе более предпочтительным является установка настенного кондиционера. Данный тип воздухоохладителя будет обеспечивать постоянный температурный режим во всем объеме зала за счет интенсивного перемешивания внутреннего воздуха.

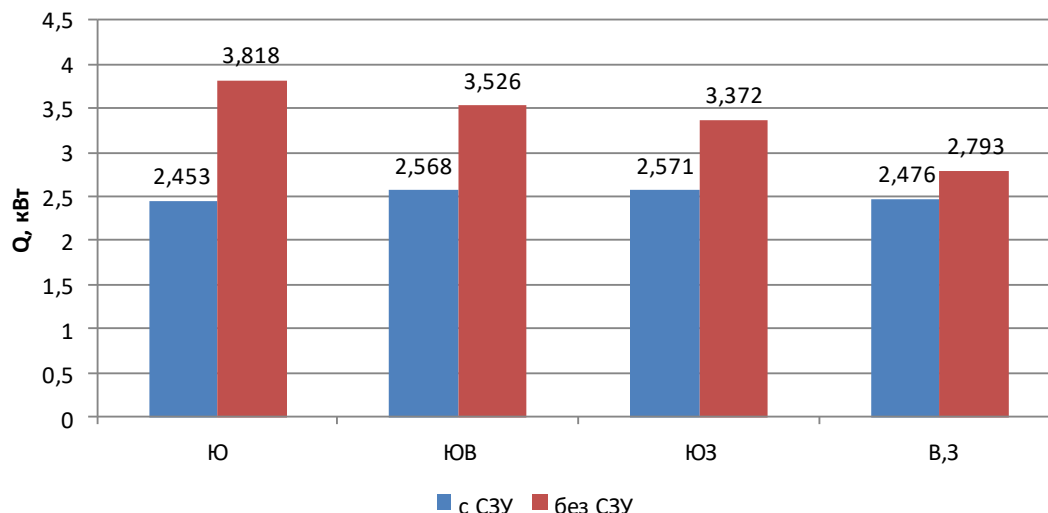


Рис. 3. Суммарные тепlopоступления для зала кафе при различной ориентации наружной фасадной стены с окнами общей площадью $7,8 \text{ м}^2$ в климатических условиях Воронежской области для наиболее жаркого месяца

Для рассматриваемой задачи при южной ориентации наружной стены зала и размещении маркиз из темной ткани над окнами достаточно установить один настенный кондиционер, мощностью охлаждения от 2,5 до 2,8 кВт. В том случае, если отсутствуют солнцезащитные устройства, в помещении следует предусматривать два кондиционера мощностью по 2 кВт.

Как правило, чем больше мощность кондиционера, тем выше его цена. Рассмотрим, насколько отличается в среднем стоимость кондиционеров, работающих в различных условиях (рис. 4).

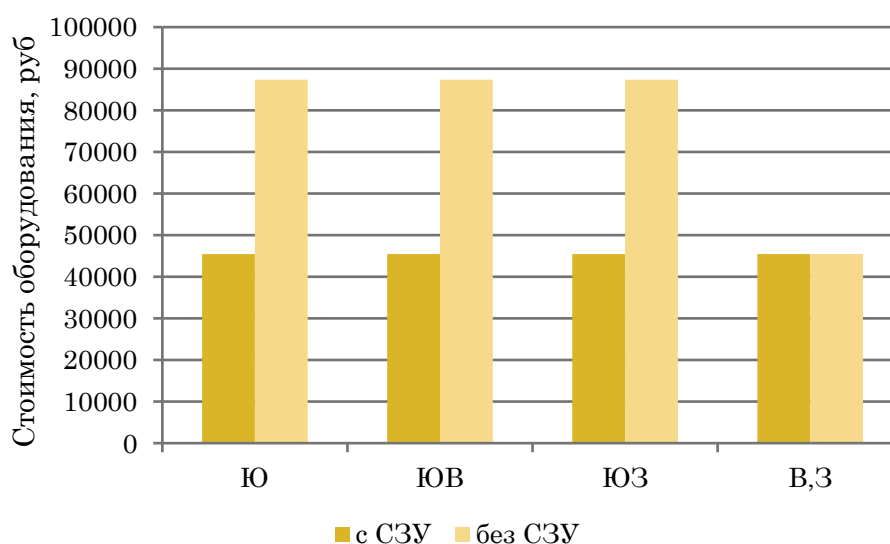


Рис. 4. Средняя стоимость кондиционеров, рекомендуемых к установке при различной ориентации фасадной стены зала кафе

Представленные на рис. 4 затраты показывают, что капитальные расходы на сплит-системы возрастают при отсутствии солнцезащитных устройств. Исключением является восточная и западная ориентация ограждающих конструкций, и поэтому независимо от наличия СЗУ в помещении можно установить всего лишь один кондиционер мощностью 2,8 кВт. Следовательно, в помещениях, имеющих наружные ограждения юго-восточной, южной и юго-западной ориентации, световые проемы необходимо защищать экранирующими козырьками. Это позволит не только предусмотреть кондиционеры меньшей мощности, но и в последствии сократить эксплуатационные расходы на их функционирование.

Заключение.

Обоснована эффективность применения временных затеняющих устройств на светопрозрачных ограждениях для снижения нагрузки на системы кондиционирования воздуха в теплый период года. Расчетами установлено, что использование экранирующих конструкций для остекленных фасадов снижает поступление солнечной радиации на 75...96 %. При этом устранение съемных конструкций перед отопительным периодом обеспечивает требуемую по санитарным нормам инсоляцию помещений.

Расчеты показали, что применение светозащитных устройств в климатических условиях города Воронежа целесообразно для светопрозрачных ограждений юго-восточной, южной и юго-западной ориентации. Это позволит снизить мощность устанавливаемых кондиционеров почти в два раза и существенно сократить капитальные и эксплуатационные затраты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Сao D. V.** An analysis of influences of blinds and solar radiation on microclimate in office rooms during summer days: a pilot study / D. V. Cao, P. Kic // *Agronomy Research* 17(S1), 945-956, 2019.
2. **Спиридонов, А. В.** Солнцезащитные устройства: европейская и российская практика нормирования / А. В. Спиридонов, И. Л. Шубин, В. И. Римшин, С. А. Семин // *Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика*. – 2014. – № 5. – С. 64-69.
3. **Клевец, К. Н.** Влияние тепловых поступлений через окна южного фасада на создание комфортных условий в помещении / К. Н. Клевец // *Строительство и техногенная безопасность*. – 2013. – № 48. – С. 88-92.
4. **Борухова, Л. В.** Совершенствование методики расчета тепlopоступлений через светопрозрачные конструкции и рекомендации по их уменьшению / Л. В. Борухова, А. С. Шибeko // *Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ*. – 2016. – Т. 59. – № 1. – С. 65-74.
5. **Штейнберг, А. Я.** Расчет инсоляции зданий / А. Я. Штейнберг. – Киев: Будівельник, 1975. – 120 с.
6. **Дашкевич, И. П.** Инсоляция помещений и территорий. Солнцезащита / И. П. Дашкевич. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2018. – С. 103-107.
7. **Ключко, А. К.** Преимущества графического метода определения коэффициента инсоляции для вертикального остекления / А. К. Ключко, А. Р. Ключко // *Строительство: наука и образование*. – 2019. – Т. 9. – Вып. 1. – С. 6. URL: <http://nso-journal.ru>. – DOI: 10.22227/2305-5502.2019.1.6
8. **Жерлыкина, М. Н.** Кондиционирование воздуха и холодоснабжение общественных зданий: учебно-методическое пособие / М. Н. Жерлыкина. – Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – Воронеж, 2011. – 128 с.
9. **Борухова, Л. В.** Проектирование конструктивных солнцезащитных устройств / Л. В. Борухова, А. С. Шибeko // *Наука и техника*. – 2016. – Т. 15. – № 2. – 107-114 с.

10. Суликова, В. А. Применение энергосберегающего стекла в сфере жилищно-коммунального хозяйства / В. А. Суликова, М. А. Силантьев, Г. М. Хусаинова. // Вестник УГУЭС. Наука. Образование. Экономика. Серия: Экономика. – 2014. – № 7(1). – С. 239-246.
11. Кононова, М. С. Комплексный критерий сравнения систем естественного освещения зданий / М. С. Кононова, М. Н. Жерлыкина, А. Н. Малышева // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2019. – №3 – С. 35-43. – DOI: 10.34031/article_5ca1f630af2168.19171746
12. Внутренние санитарно-технические устройства. Справочник проектировщика. В 3 ч. В60 Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 1/В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н. Посохин и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. – 319 с.
13. Борухова, Л. В. Расчет теплопоступлений через заполнения световых проемов и массивные ограждающие конструкции: пособие по курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» / Л. В. Борухова, А. С. Шибеко. – Минск: БНТУ, 2015. – 57 с.
14. Каратаев, В. А. Инсоляция помещений и территорий застройки: учебное пособие / В. А. Каратаев [и др.]. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2013. – 64 с.
15. Стомахина, Г. И. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Жилые здания со встроенными помещениями общественного назначения и стоянками автомобилей. Коттеджи: справочное пособие. – М.: Пантори, 2003. – 308 с.

Поступила в редакцию 1 февраля 2022

INFLUENCE OF EXTERNAL SUNSHIELDING DEVICES ON THE POWER OF AIR CONDITIONING SYSTEMS

T. V. Schukina, M. N. Zherlykina, A. S. Efanova, S. A. Yaremenko

Tatyana Vasilievna Schukina, Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Housing and Communal Services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(473)271-28-92; e-mail: schukina.niki@yandex.ru

Maria Nikolaevna Zherlykina, Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Housing and Communal Services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(473)271-28-92; e-mail: zherlykina@yandex.ru

Anastasia Sergeevna Efanova, master student at the Department of Housing and Communal Services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(473)271-28-92; e-mail: nastya.efanova.1998@mail.ru

Sergey Anatolevich Yaremenko, Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor, Dean, Faculty of Engineering Systems and Sanitary Constructions, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(473)271-53-21; e-mail: jaremenko83@mail.ru

The article considers the possibility of reducing load on air conditioning systems through the use of protection devices for translucent external barriers of buildings. It is recommended to install removable external awnings for the warm period of the year. We carried out some calculations to determine the amount of heat transfer through translucent barriers for various geometric parameters of external sun protection devices. We established that the length of the projection of shielding devices should be determined by the recommendations of the manufacturers, since for the northeast, east, west and northwest directions the projection of the devices, in accordance with calculations using existing methods, can exceed 2 m. That not merely complicates their installation but also does not allow us to ensure the normative insolation of the premises. As a result of calculations, we determined that under the climatic conditions of the Voronezh region, awnings made of dark fabric 1.2 m long, fixed over windows with an area of 2.6 m², reduce the penetration of solar radiation into the premises in July with a south orientation by 96%, with a southwestern orientation by 86 %, with eastern and western ones - by 84% and with northeastern and northwestern orientation – by 83 %. We assessed the re-

quired power of installed air conditioners. It was revealed that the use of light-shielding devices makes it possible to reduce the required power of indoor and outdoor units of split and multi-split refrigeration systems by 1.3-1.6 times.

Keywords: air conditioning; solar radiation; heat input; translucent barriers; insolation.

REFERENCES

1. **Cao D. V.** *An analysis of influences of blinds and solar radiation on microclimate in office rooms during summer days: a pilot study.* Agronomy Research 17(S1). 2019. Pp. 945-956.
2. **Spiridonov A. V., Shubin I. L., Rimshin V. I., Semin S. A.** *Sun protection devices: European and Russian regulation practice.* Ventilation, heating, air conditioning, heat supply and building thermal physics. 2014. No. 5. Pp. 64-69. (in Russian)
3. **Klevets K. N.** *Influence of heat inputs through the windows of the southern facade on the creation of comfortable conditions in the room.* Construction and technogenic safety. 2013. No. 48. Pp. 88-92. (in Russian)
4. **Borukhova L.V., Shibeko A.S.** *Improvement of the methodology for calculating heat inputs through translucent structures and recommendations for their reduction.* Energetika. News of higher educational institutions and energy associations of the CIS. 2016. Vol. 59. No. 1. Pp. 65-74. (in Russian)
5. **Steinberg A. Ya.** *Calculation of insolation of buildings.* Kyiv, Budivelnik. 1975. 120 p. (in Russian)
6. **Dashkevich I. P.** *Insolation of premises and territories. Sun protection.* Moscow, FGBOU VO RGU named after A.N. Kosygin. 2018. Pp.103-107. (in Russian)
7. **Klochko A. K., Klochko A.R.** *Advantages of the graphical method for determining the insolation coefficient for vertical glazing.* Construction: science and education. 2019. Vol. 9. Issue 1. Pp. 6. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2019.1.6 (in Russian)
8. **Zherlykina M. N.** *Air conditioning and refrigeration of public buildings.* Voronezh, Voronezh State Arch.-Build. Un-ty. 2011. 128 p. (in Russian)
9. **Borukhova L. V., Shibeko A. S.** *Design of structural sun protection devices.* Science and technology. 2016. Vol.15. No. 2. Pp. 107-114. (in Russian)
10. **Sulikova V. A., Silantiev M. A., Khusainov G. M.** *The use of energy-saving glass in the field of housing and communal services.* Newsletter of UGUES. The science. Education. Economy. Series: Economics. 2014. No. (1) 7. Pp. 239-246. (in Russian)
11. **Kononova M. S., Zherlykina M.N., Malysheva A.N.** *Complex criterion for comparison of systems of natural lighting of buildings.* Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2019. No. 3. Pp. 35-43. DOI: 10.34031/article_5ca1f630af2168.19171746 (in Russian)
12. **Bogoslovsky V. N., Pirumov A. I., Posokhin V. N.** *Internal sanitary devices. Design-er's manual. 3 parts. Ventilation and air conditioning. Part 1.* Moscow, Stroyizdat, 1992. 319 p. (in Russian)
13. **Borukhova L. V., Shibeko A. S.** *Calculation of heat gains through the filling of light openings and massive enclosing structures: a manual for course and diploma design for students of the specialty 1-70 04 02 Heat and gas supply, ventilation and air protection.* Minsk, BNTU. 2015. 57 p. (in Russian)
14. **Karataev V. A.** *Insolation of premises and building territories: manual.* Novosibirsk, NGASU (Sibstrin). 2013. 64 p. (in Russian)
15. **Stomakhina G. I.** *Heating, ventilation and air conditioning: Residential buildings with built-in public facilities and parking lots. Cottages: a reference guide.* Moscow, Pantori. 2003. 308 p. (in Russian)

Received 1 February 2022

Для цитирования:

Влияние внешних солнцезащитных устройств на мощность проектируемых систем кондиционирования воздуха / Т. В. Щукина, М. Н. Жерлыкина, А. С. Ефанова, С. А. Яременко // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2022. – № 1(20). – С. 27-39. – DOI 10.36622/VSTU.2022.24.64.003.

FOR CITATION:

Schukina T. V., Zherlykina M. N., Efanova A. S., Yaremenko S. A. *Influence of external sunshielding devices on the power of air conditioning systems.* Housing and utilities infrastructure. 2022. No. 1(20). Pp. 27-39. DOI 10.36622/VSTU.2022.24.64.003. (in Russian)

DOI 10.36622/VSTU.2022.93.10.004

УДК 628.218

ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПРИ РАЗРАБОТКЕ СХЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

А. А. Кузнецов, К. А. Миндров

Кузнецов Александр Александрович, старший преподаватель кафедры теплоэнергетических систем, ФГБОУВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», Саранск, Российская Федерация, тел.: +7(8342)25-41-01; e-mail: mrsu_ime_tes@mail.ru
Миндров Константин Анатольевич, канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры теплоэнергетических систем, ФГБОУВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», Саранск, Российская Федерация, тел.: +7(8342)25-41-01; e-mail: mindrovka@mail.ru

В работе представлены результаты моделирования канализационной сети населенного пункта в геоинформационном комплексе Zulu 7.0. В статье приводятся основные способы определения рельефа местности и построения продольного профиля канализационной сети, что связано с особой важностью влияния параметров глубины заложения трубопровода на технико-экономические показатели, уклона рассматриваемого участка и материала труб – на гидравлические характеристики. При выполнении гидравлических расчетов в электронной модели перечисленные параметры имеют определяющее значение. Проводится анализ эффективности построения моделей канализационной сети на основе наиболее распространенного способа определения рельефа местности по электронным картам SMTM3, а также располагаемым проектным данным по топографической съемке исследуемой местности. Представлен вариант конструкторского расчета в программном комплексе и время выполнения работ по определению координатных точек земной поверхности на основе использования спутниковой системы GNSS.

Ключевые слова: схема водоотведения; электронная модель; продольный профиль; глубина заложения; пропускная способность; геоинформационный комплекс; канализационная сеть; гидравлический расчет.

Активная разработка проектов схем водоотведения началась с вступлением в действие Постановления Правительства РФ №782 от 05.09.2013 г. «О схемах водоснабжения и водоотведения». В соответствии с данным нормативным документом при разработке проектов сетей необходимо разрабатывать их электронные модели. Основным назначением электронной модели является выполнение гидравлических расчетов систем для выполнения анализа схем водоотведения [1].

Благодаря электронной модели существует возможность прогнозирования пропускной способности сетей для поселения на определенный период, что сильно упрощает процедуру выдачи новым абонентам технических условий на присоединение.

Основываясь на имеющемся опыте разработки и актуализации схем трубопроводов теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения, сотрудники УНЦ «Мордовский центр энергосбережения» столкнулись с рядом трудностей, которые возникали при разработке электронной модели, а именно при построении продольного профиля канализации [2, 3].

Чаще всего гидравлический расчёт в электронной модели выполняется по рельефу, сформированному по электронным картам SMTM3 (Shuttle Radar Topography Mission – радарная топографическая съемка большей части территории земного шара). Данные SRTM3 представляют собой сведения о высотах земной поверхности относительно эллипсоида WGS84 (рис. 1, а).

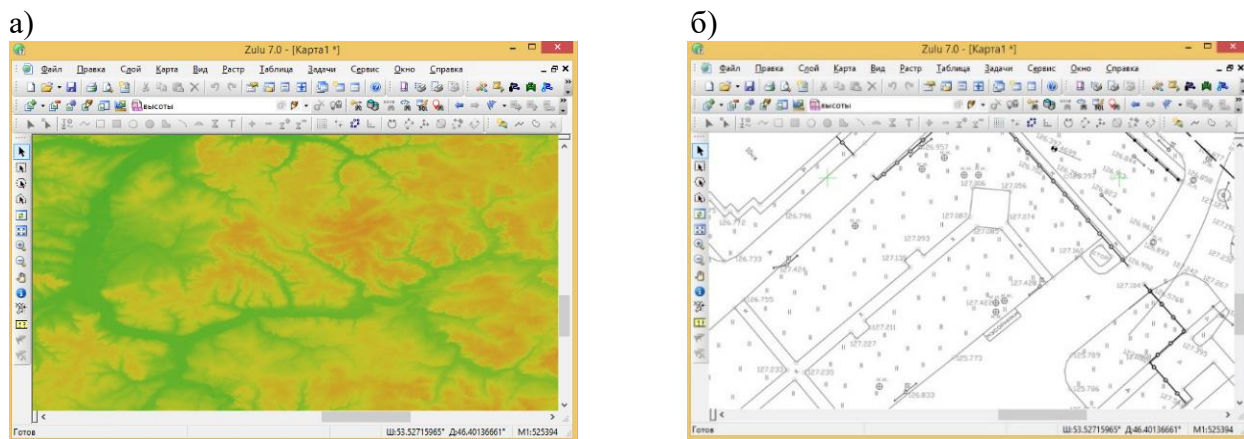


Рис. 1. Пример построения рельефа с помощью SRTM3 (а) и с помощью топосъемки (б)

Данные высот земной поверхности, содержащиеся в SRTM3 повсеместно используются для моделирования земной поверхности, и соответственно часто применяются для моделирования цифровых электронных схем рельефа местности. В основе базы SRTM3 лежит набор файлов, каждый из которых содержит сведения о территории размером 1° на 1° , и разрешением 3 сек на один пиксель.

Использование общедоступных данных SRTM3 о высотных отметках для построения электронных моделей инженерных систем встречает некоторые трудности при их применении в гидравлических расчетах. Так, например, для растровой модели применяются данные по горизонтальной точности превышающие отметку в 20 м, а по вертикальной – более 16 м. И если рельеф местности имеет значительный уклон, то вероятность ошибки при расчетах, использующих данные такой ячейки SRTM, значительно возрастает. Кроме того, искажения об отметках высот могут возникать в районах жилых застроек, так как данные в ячейках будут включать высоту многоэтажных домов, что недопустимо при наладочном расчёте [4, 5].

Следует особо отметить, что наличие в геодезических данных карт SRTM3 значительной погрешности, оказывает существенное влияние на результаты гидравлических расчётов инженерных систем. Необходимо также учесть, что для узловых точек линейных объектов присваиваются высотные отметки поверхности земли, что само по себе неверно, т.к. в зависимости от способа прокладки реальные отметки элементов сети будут отличаться в большую или меньшую сторону.

В настоящее время внесение сведений о коммуникациях городского или сельского поселения в электронные модели, происходит в первую очередь на основании данных о топографической съёмке из архитектурного отдела муниципального образования. Применение подобных сведений о профиле инженерных сетей обладает более высокой точностью чем данные из SRTM3. Однако использование топосъёмки также обладает рядом несоответствий, возникающих при моделировании гидравлического режима:

1) большинство топосъёмок выполнялось в 1980-х годах, и используемые данные для некоторых территорий могут быть не актуальны, например, в связи со строительством новых районов, кварталов, промышленных предприятий и прочих сооружений.

2) данный метод также определяет профиль поверхности земли, а не высотный профиль инженерных сетей.

3) погрешность определения профиля сети может достигать двух метров, что приводит к ошибкам при моделировании продольного профиля канализационной сети, так как для формирования уклона участка требуется знать отметку лотка трубы с точностью в 1 мм.

Профиль канализационной сети зачастую формируют путём выполнения конструкторского расчёта, что совершенно не отражает реальных глубин заложения трубопроводов [6, 7].

Для сравнения результатов выполненных гидравлических расчётов в программном комплексе Zulu 7.0 [Геоинформационная система для создания ГИС-приложений, электронных карт, планов, схем, информационно-справочных систем. URL: <https://www.politerm.com>], на рис. 2...4 проиллюстрированы продольные профили одной и той же части канализационной сети города Саранск, где данные о высотном профиле сети построены по вышеприведённым вариантам.

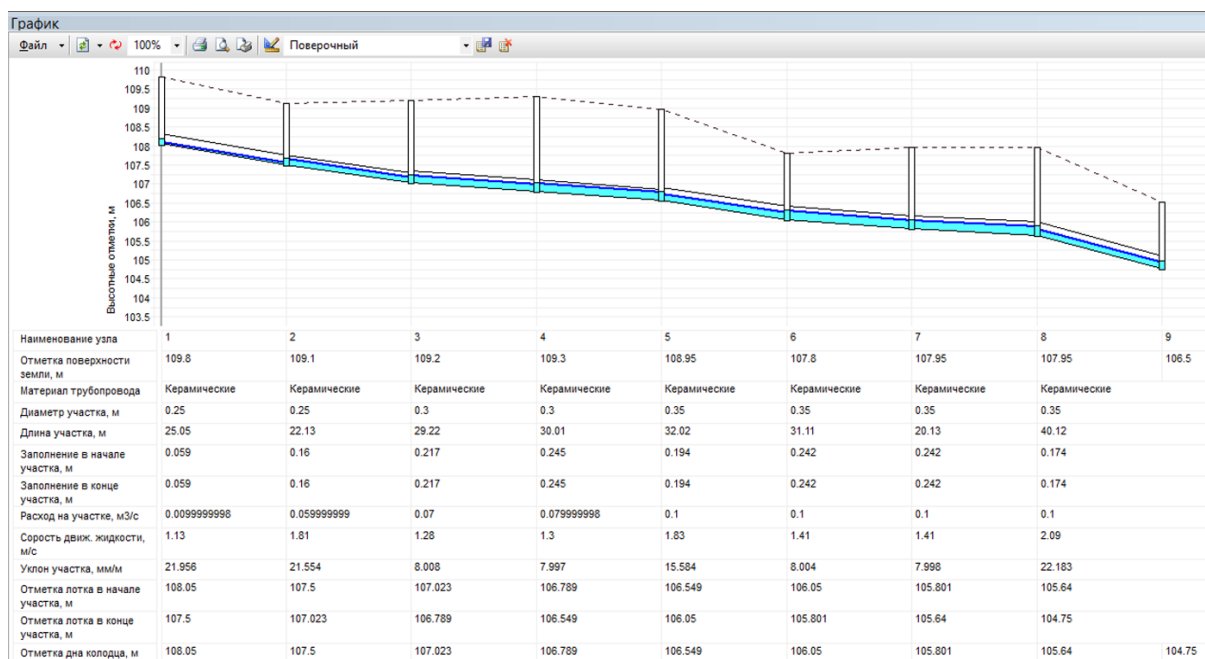


Рис. 2. Продольный профиль, сформированный с помощью конструкторского расчёта относительно поверхности земли, построенный по данным SRTM3

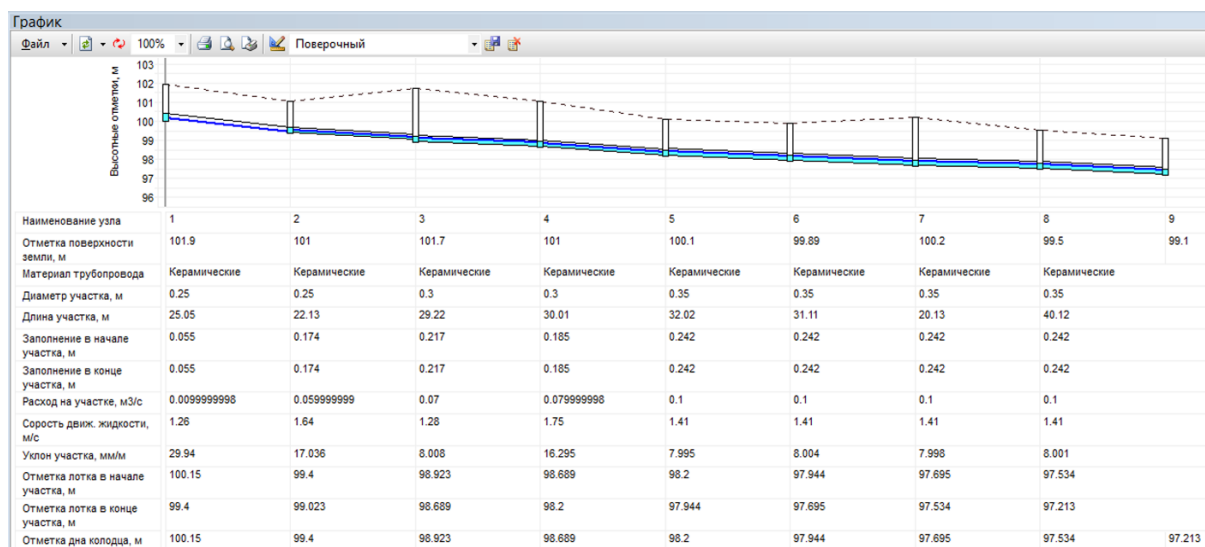


Рис. 3. Продольный профиль, сформированный с помощью конструкторского расчёта относительно поверхности земли, построенный по данным топографической съёмки

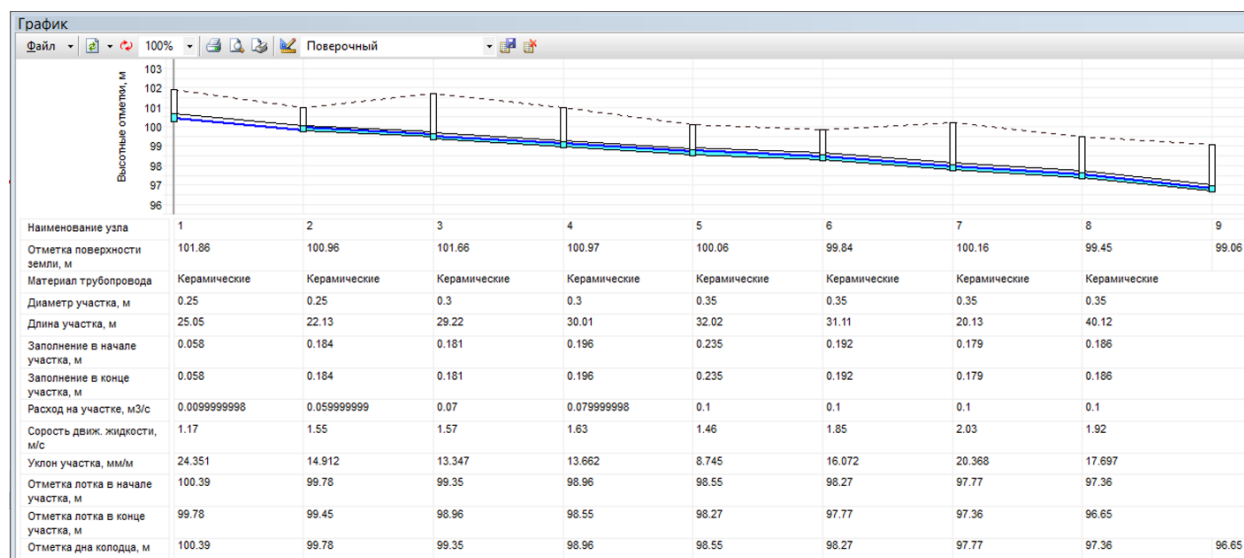


Рис. 4. Продольный профиль, сформированный на основе фактических (измеренных) высотных отметок трубопроводов канализации

В результате построения рельефа по трем разным вариантам, получились следующие данные отметок поверхности земли (таблица).

Сравнение результатов моделирования

Отметка поверхности земли	Наименование колодца								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
данные SRTM3, м	109,80	109,10	109,20	109,30	108,95	107,80	107,95	107,95	106,50
погрешность, м	7,94	8,14	7,54	8,33	8,89	7,96	7,79	8,5	7,44
погрешность, %	7,80	8,06	7,42	8,25	8,88	7,97	7,78	8,55	7,51
данные топосъемки, м	101,90	101,00	101,70	101,00	100,10	99,89	100,20	99,50	99,10
погрешность, м	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04
погрешность, %	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04
фактические данные, м	101,86	100,96	101,66	100,97	100,06	99,84	100,16	99,45	99,06

Из данных таблицы для продольного профиля канализационной сети видно, что отличия фактических данных от данных топосъемки получились незначительными и колеблются в пределах 4...5 см, а вот несовпадение отметок по SRTM3 огромное и составляет от 7,4 до 8,9 м.

На технические и экономические результаты расчётов значительно влияют два показателя, а именно глубина заложения и уклон рассматриваемого участка [8, 9]. Для примера сравним данные параметры только на одном участке (между колодцами 2 и 3) приведенной части канализационной сети.

Так фактический уклон участка 2...3 Ду 250 составляет 14,912 мм/м, при этом, по результатам моделирования по SRTM3 уклон составил 21,554 мм/м, а по топосъемке – 17,036 мм/м. Таким образом, на рассматриваемом участке 2...3, при использовании топосъемки пропускная способность завышена на 7,3 %, а при использовании SRTM3 – на 20,9 %. Очевидно, что принимать даже предварительные решения, например, о возможности подключения дополнительных абонентов к данному участку, совершенно некорректно, т.к. это может привести к проблемам с работой сети либо к неверной оценке стоимости подключения новых абонентов. Очевидно, что ошибка в определении уклона трубопровода в два раза и более, приведёт к существенной ошибке в моделировании гидравлического режима, в частности, в оценке пропускной способности сети.

Рассматривая глубину заложения трубопровода на участке между колодцами 2 и 3 по трём вариантам моделирования и округляя ее до сантиметров, получаем, что фактическая глубина заложения (усреднённая по участку) составляет 2 м. В расчёте же, выполненном по SRTM3 и по топосъёмке, глубина заложения составила более 2 м. Для канализационной сети, диаметром 250 мм стоимость строительства с глубиной заложения 2 м составляет 6225,69 тыс. руб. за 1 км, тогда как построить тот же участок, но с глубиной заложения в 3 м стоит уже 7165,94 тыс. руб. (НЦС 81-02-14-2017 «Укрупнённые нормативы цены строительства. Сборник № 14. Наружные сети водоснабжения и канализации»). Таким образом, некорректность изначальных данных ведёт к значительным погрешностям в экономических расчетах.

Альтернативным решением проблемы может стать выполнение геодезической съёмки всей моделируемой сети с использованием традиционных методов заново, но при таком подходе трудозатраты на новую съёмку будут в разы превосходить само моделирование и соответственно потребуют значительных финансовых затрат, в связи с чем данный вариант не получил применения.

Ещё одним решением получения качественных сведений о координатах точек земной поверхности является использование спутниковой системы GNSS [10]. Параметры исследуемых точек определяются за счёт измерения времени прохождения сигнала от антенны прибора до нескольких спутников одновременно. При этом месторасположение приёмника также может изменяться в пространстве, а возможные погрешности, связанные с временными задержками в передаче сигнала, или изменениями погодных условий, учитываются при определении конечных значений координат.

При определении текущих координат погрешность не превысила 1 см, что вполне применимо для расчёта сетей водоотведения. Вариант конструкторского расчёта в программном комплексе на основе использования спутниковой системы GNSS представлен на рис. 5.

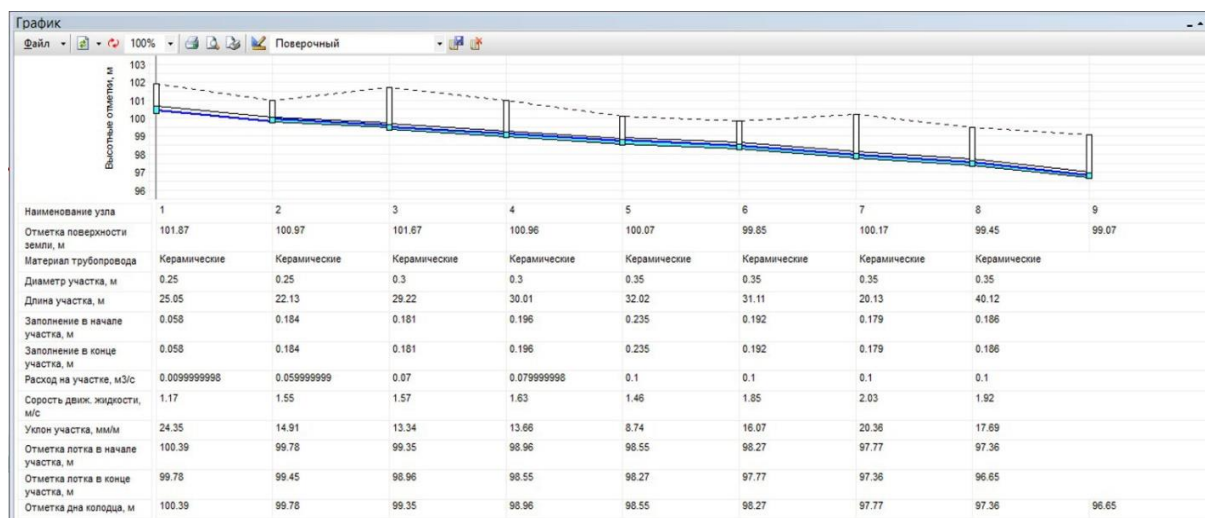


Рис. 5. Продольный профиль, сформированный с помощью конструкторского расчёта относительно поверхности земли, построенный по данным полученным при помощи спутниковой системы GNSS

Практический опыт сотрудников УНЦ «Мордовский центр энергосбережения» показал, что при использовании референчных сетей средняя скорость выполнения данных работ одной группой составляет от 6,5 до 7 км сетей в день при том, что выполнение такой же работы традиционными методами занимало в разы больше времени.

Заключение.

Залог принятия корректных решений по выполнению мероприятий, связанных с изменением гидравлического режима, или оценкой его текущего состояния, напрямую зависит от правильности построения исходной модели существующей сети, что невозможно сделать без информации о её высотном профиле.

Проведенные расчеты продольного профиля канализационной сети показали, что отличия фактических данных от данных топосъёмки получились незначительными и колеблются в пределах 4...5 см, а вот несовпадение отметок по SRTM3 очень существенное и составляет от 7,4 до 8,9 м.

При определении текущих координат с использованием спутниковой системы GNSS погрешность не превысила 1 см, что вполне применимо для расчёта сетей водоотведения. При этом значительная погрешность в измерениях, проведенных разными способами, приводит к увеличению стоимости строительства канализационных сетей, зачастую превышающей сотни тысяч рублей.

Показано, что применение способа построения рельефа местности на основе использования спутниковой системы GNSS позволяет повысить скорость определения координатных точек земной поверхности одной группой до 6,5...7 км сетей в день.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Дмитриева, В. Д.** Водоснабжение городов и поселков / В. Д. Дмитриева. – М.: Дидактика, 2011. – 599 с.
2. **Левцев, А. П.** Использование геоинформационного комплекс Zulu для разработки схем водоснабжения и водоотведения г.о. Саранск / А. П. Левцев, К. А. Миндров, А. А. Кузнецов. // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы межвузовский сборник научных трудов. Саранск. – 2016. – С. 151-155.
3. **Валеев, Р. А.** Геоинформационные технологии и информационная поддержка деятельности городских органов внутренних дел: опыт Республики Башкортостан: монография / Р. А. Валеев, О. А. Ефремова, В. Г. Крымский. – Уфа: УГАТУ, 2013. – 295 с.
4. **Романова, Ю. Д.** Информатика и информационные технологии / Ю. Д. Романова. – М.: Эксмо-Пресс, 2008. – 304 с.
5. **Советов, Б. Я.** Информационные технологии / Б. Я. Советов. – М.: Издательство. Юрайт, 2016. – 263 с.
6. **Калицун, В. И.** Водоотводящие системы и сооружения / В. И. Калицун. – М.: Стройиздат, 1987. – 336 с.
7. **Воронов, Ю. В.** Водоотведение и очистка сточных вод / Ю. В. Воронов, С. В. Яковлев. – М.: МГСУ, Изд-во АСВ, 2006. – 702 с.
8. **Косыгин, А. Б.** Методика оценки технического состояния и остаточного ресурса трубопроводов водопроводной и канализационной сетей г. Москвы / А. Б. Косыгин, И. В. Фомина, В. М. Горицкий // Водоснабжение и санитарная техника («ВСТ»). – 2010. – № 3. – С. 31-33.
9. **Мухорин, А. А.** Проблемы системы водоснабжения и водоотведения в г. Санкт-Петербурге / А. А. Мухорин, А. Д. Сидоров // Молодой ученый. – 2017. – № 15. – С. 61-63.
10. **Ковель, М. В.** Глобальная навигационная спутниковая система (GNSS) / М. В. Ковель, Е. А. Фурманова, М. В. Тюпкин // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2010. – № 2. – С. 217- 219.

Поступила в редакцию 8 декабря 2021

PROBLEMS OF MODELING HYDRAULIC REGIME IN THE DEVELOPMENT OF THE SANITATION SYSTEM SCHEME OF THE SETTLEMENT AND POSSIBLE WAYS TO SOLVE THEM

A. A. Kuznetsov, K. A. Mindrov

Alexander Alexandrovich Kuznetsov, Senior Lecturer at the Department of Thermal Power Systems, Ogarev National Research Mordovian State University, Saransk, Russia, tel: +7(8342)25-41-01; e-mail: mrsu_ime_tes@mail.ru
Konstantin Anatolyevich Mindrov, Cand. Sc. (Tech.), Senior Lecturer at the Department of Thermal Power Systems, Ogarev National Research Mordovian State University, Saransk, Russia, tel: +7(8342)25-41-01; e-mail: mindrovka@mail.ru

The paper presents the results of modeling sewage network of a settlement in the geoinformation complex Zulu 7.0. The article presents the main methods for determining terrain and constructing longitudinal profile of the sewage network. This is due to the particular importance of the influence of the parameters of the depth of the pipeline on the technical and economic indicators, as well as the slope of the section under consideration and the material of the pipes affect the hydraulic characteristics. When performing hydraulic calculations in an electronic model, these parameters are of decisive importance. The analysis of the effectiveness of constructing models of the sewage network is carried out on the basis of the most common method of determining terrain using SMTM3 electronic maps, as well as on the basis of design data on the topographic survey of the area under consideration. As well we present a variant of the design calculation in the software complex and the time of work on determining coordinate points of the Earth's surface based on the use of the GNSS satellite system.

Keywords: sanitation system scheme; electronic model; longitudinal profile; depth of laying; throughput capacity; geoinformation complex; sewage network; hydraulic calculation.

REFERENCES

1. **Dmitrieva V. D.** *Water supply of cities and towns*. Moscow, Didactics. 2011. 599 p. (in Russian)
2. **Levtsev A. P., Mindrov K. A., Kuznetsov A. A.** *The use of the Zulu geoinformation complex for the development of water supply and sanitation schemes in Saransk*. Energy-efficient and resource-saving technologies and systems interuniversity collection of scientific papers. Saransk. 2016. Pp. 151-155. (in Russian)
3. **Valeev R. A., Efremova O. A., Krymsky V. G.** *Geoinformation technologies and information support for the activities of city internal affairs bodies: the experience of the Republic of Bashkortostan: monograph*. Ufa, Ufa State Aviation Technical University. 2013. 295 p. (in Russian)
4. **Romanova Yu. D.** *Informatics and information technologies*. Moscow, Eksmo-Press. 2008. 304 p. (in Russian)
5. **Soviets B. Ya.** *Information technologies*. Moscow, Yurayt. 2016. 263 p. (in Russian)
6. **Kalitsun V. I.** *Drainage systems and structures*. Moscow, Stroyizdat. 1987. 336 p. (in Russian)
7. **Voronov Yu. V., Yakovlev S. V.** *Drainage and wastewater treatment*. Moscow, Moscow State University of Civil Engineering, ASV. 2006. 702 p. (in Russian)
8. **Kosygin A. B., Fomina I. V., Goritsky V. M.** *Methodology for assessing the technical condition and residual resource of pipelines of water supply and sewerage networks in Moscow*. Water supply and sanitary equipment ("VST"). 2010. No. 3. Pp. 31-33. (in Russian)
9. **Mukhorin A. A., Sidorov A. D.** *Problems of the water supply and sanitation system in St. Petersburg*. A young scientist. 2017. No. 15. Pp. 61-63. (in Russian)

10. **Kovel M. V., Furmanova E. A., Tyupkin M. V.** *Global navigation Satellite System (GNSS). Relevant problems of aviation and cosmonautics.* 2010. No. 2. Pp. 217-219. (in Russian)

Received 8 December 2021

Для цитирования:

Кузнецов, А. А. Проблемы моделирования гидравлического режима при разработке схемы водоотведения населенного пункта и возможные пути их решения / А. А. Кузнецов, К. А. Миндров // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2022. – № 1(20). – С. 40-47. – DOI 10.36622/VSTU.2022.93.10.004.

FOR CITATION:

Kuznetsov A. A., Mindrov K. A. *Problems of modeling hydraulic regime in the development of the sanitation system scheme of the settlement and possible ways to solve them.* Housing and utilities infrastructure. 2022. No. 1(20). Pp. 40-47. DOI 10.36622/VSTU.2022.93.10.004. (in Russian)

DOI 10.36622/VSTU.2022.27.28.005

УДК 628.88:612

ОБОСНОВАНИЕ УЧЕТА КОМПЛЕКСА ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

Д. В. Лобанов, И. И. Звенигородский, Б. П. Новосельцев, М. С. Кононова

Лобанов Дмитрий Валерьевич, старший преподаватель кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(903) 651-33-43; e-mail: LDV-36@mail.ru

Звенигородский Игорь Иванович, канд. техн. наук, доцент, начальник кафедры, ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)244-76-45; e-mail: zvendocent@mail.ru

Новосельцев Борис Петрович, 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: belebey36@mail.ru

Кононова Марина Сергеевна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(910)342-47-16; e-mail: kniga18@mail.ru

Проведен анализ существующих нормативных документов и справочно-методической литературы, используемой при проведении расчетов, связанных с определением тепловыделений и газовыделений от людей, занятых различными видами труда. Выявлено неполное соответствие удельных тепловыделений характеристикам тяжести выполняемой работы для различных видов деятельности, полу и возрасту людей. Уточнены характеристики, определяющие понятие условного (среднего) человека, для которого нормируются тепловыделения. Определены расчетные значения тепловыделений с разделением по возрастным категориям. Представлены графики энергетических затрат и их удельных значений для мужчин и женщин разного возраста, выполняющих следующие виды работ: умственный труд, работа легкая, средней тяжести, тяжелая. Проведено сравнение полученных величин энергозатрат с данными нормативных документов для различных категорий работ. Показана актуальность и необходимость учета данных по тепло-, влажно-, газовыделениям от людей с учетом их физических параметров и прочих условий при проектировании систем микроклимата.

Ключевые слова: физические параметры человека; условный человек; средний человек; проектирование вентиляции; энергозатраты; тепловыделения; выделение углекислого газа; потребление кислорода.

В настоящее время имеется общемировая тенденция проектирования систем жизнеобеспечения (отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха и т.д.) с возможностью обеспечения комфортных параметров микроклимата при минимальном потреблении энергетических ресурсов. Одним из основных потребителей тепловой и электрической энергии в зданиях общественного, а иногда и промышленного назначения, являются системы вентиляции.

При проектировании систем микроклимата зданий расчетный воздухообмен определяют на основании количества выделяющихся вредных веществ, в том числе от людей. Поэтому определение удельных количеств теплоты, влаги и газов, выделяемых человеком, является важной и актуальной задачей, определяющей правильный выбор исходных данных для последующего расчета и проектирования.

В помещениях зданий с постоянным или временным пребыванием людей необходимо создание и обеспечение в течение рабочего дня нормируемых параметров микроклимата. При проектировании систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха следует выполнять требования нормативной (СП 60.13330.2020 «СНиП 41-01-2003 Отопление,

вентиляция и кондиционирование воздуха»; ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»; СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» и др.) и рекомендации справочной литературы [1, 2].

В вышеуказанных документах представлены нормируемые параметры внутреннего воздуха для помещений различного функционального назначения в зависимости от периода года (теплый, холодный) и вида (характера) трудовой деятельности. Величина требуемого расхода приточного воздуха (воздухообмена) помещений определяется согласно СП 60.13330.2020 «СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», прил. Г с учетом выделяемых в помещении тепло, - влагоизбытков, а также газовых вредностей. Количество выделяющихся вредных веществ в помещении зависит от его назначения и технологических процессов, проходящих в нем.

Рассмотрим величины теплопоступлений (Q , Вт) от людей. Они определяются в общем случае (для явных или полных теплопоступлений) по формуле [2]:

$$Q = q \times N,$$

где N – количество человек; q – удельные значения теплопоступлений, выделяемых взрослым человеком (мужчиной), Вт. Данные приведены в [2...6], а также в «Методических рекомендациях по определению минимального воздухообмена в помещениях жилых и общественных зданий», Москва, 2018 г. (далее по тексту – МР-2018) в зависимости от условий (категория тяжести работ, температура воздуха в помещении).

Следует отметить, что удельные выделения теплоты, влаги и углекислого газа приведены в справочной литературе для среднего (условного) человека [7]: возраст 20...30 лет, проживающего в умеренном климате, масса тела 70 кг (мужчина) и 58 кг (женщина). При этом в [2...6] и МР-2018 приведены данные только для мужчин. В настоящее время этим параметрам (возраст, вес) удовлетворяет малое количество трудоспособного населения нашей страны с учетом повышения пенсионного возраста (Федеральный закон от 3 октября 2018 года № 350-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам назначения и выплаты пенсий») и образа жизни [8]. Ко взрослому трудоспособному населению в России с 1 января 2020 года относятся мужчины в возрасте 16...60 лет, женщины – 16...55 года (включительно). Верхняя граница возраста в ближайшие годы будет расти в связи с повышением пенсионного возраста. Доля трудоспособных граждан в РФ составляет около 56 % от общего числа населения при расчетах по методике Росстата или 58 % по методике ООН. Поэтому, например, под «условным человеком» можно понимать лицо, обладающее следующими параметрами: мужчина (возраст 40 лет, вес 80 кг), женщина (возраст 35 лет, вес 65 кг).

При проектировании систем обеспечения параметров воздушной среды для конкретных зданий следует ориентироваться на «средний возраст» людей в данной отрасли. Например, ИТ-специалисты – более молодое поколение, а сотрудники НИИ – более взрослое. Покажем зависимость суточного расхода энергии людьми, а соответственно потребление ими кислорода и выделение углекислого газа, в зависимости от возраста и пола человека [7]. Рассмотрим категорию работы «легкая Ia» (СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»).

На рис. 1 видно, что величина энергетических затрат, а соответственно теплопоступлений человека, занятого одним из видов трудовой деятельности (легкая работа Ia), зависит от его возраста и пола. На рис. 2...3 показано, что величины потребляемого кислорода и выделяемого углекислого газа также находятся в определенной зависимости от перечисленных параметров человека.

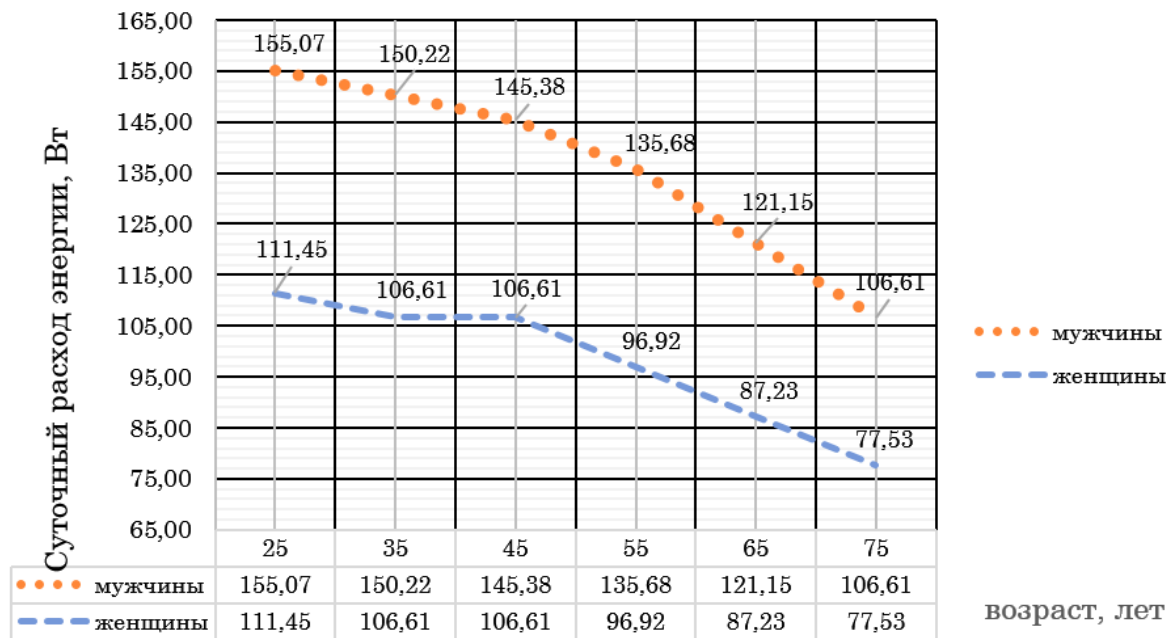


Рис. 1. Зависимость суточного расхода энергии при выполнении легкой работы Ia от возраста и пола человека (по данным [7])

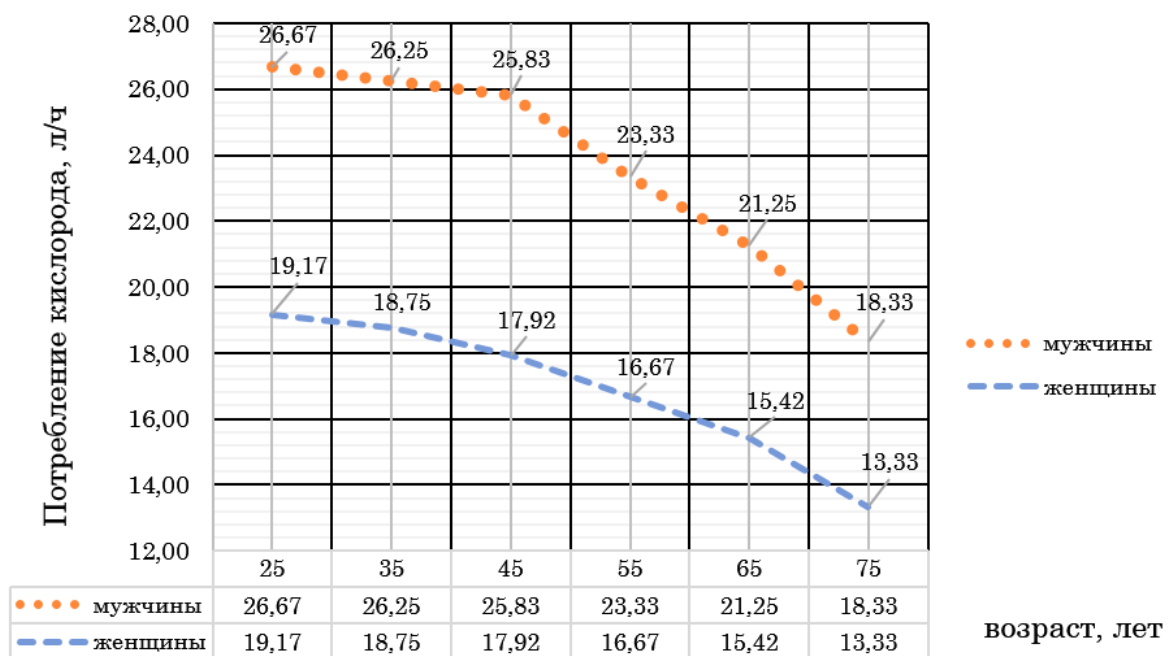


Рис. 2. Зависимость потребления кислорода при выполнении легкой работы Ia от возраста и пола человека (по данным [7])

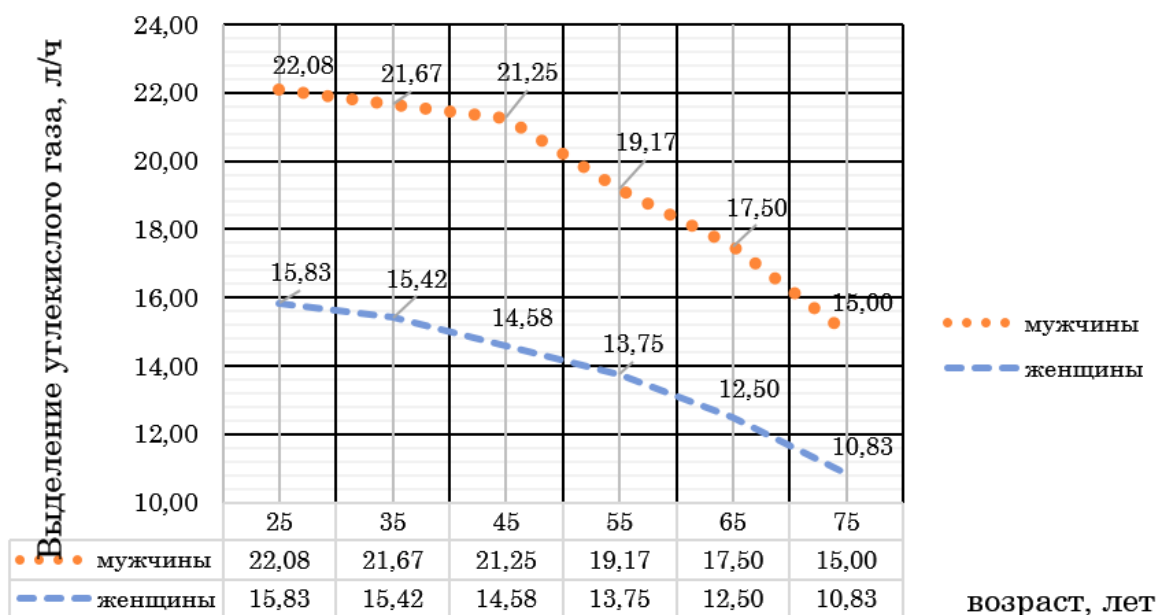


Рис. 3. Зависимость выделения углекислого газа при выполнении легкой работы Ia от возраста и пола человека (по данным [7])

Следует отметить, что существует зависимость расхода энергии при выполнении механической работы человеком (мужчиной) от его возраста и температуры окружающей среды [7].

Представим в табл. 1 данные по тепловыделениям одним «условным человеком» при выполнении работ различной тяжести [2...6], МР-2018. Для определения количества теплоты, влаги и углекислого газа, выделяемых женщинами, значения для мужчин умножаются на коэффициент 0,85 [3, 4], МР-2018.

Сравним данные, указанные в табл. 1, для легкой работы, с данными, представленными на графиках (рис. 1) с учетом возраста и пола людей. Согласно рис. 1, средняя величина расхода энергии (в предположении, что она практически полностью отражена в полных тепловыделениях) составляет 136 Вт (мужчины) и 98 Вт (женщины). Следует отметить, что при рассмотрении энергетических затрат мужчин в возрасте от 20 до 50 лет их средняя величина составит 150 Вт, что согласуется с данными [2...6], МР-2018.

Таблица 1

Количество полной теплоты, выделяемой человеком при $t=20^{\circ}\text{C}$

Вид деятельности	Значение выделяемой теплоты, Вт, по данным различных источников						Средняя величина
	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[МР*]	
Состояние покоя	120	116	120	116	120	120	119
Легкая работа	150	151	150	145	151	150	150
Работа средней тяжести	205	203	205	209	203	205	205
Тяжелая работа	-	290	290	297	-	290	292

Примечание: МР* – Методические рекомендации по определению минимального воздухообмена в помещениях жилых и общественных зданий, Москва, 2018, 62 с.

Для определения требуемого воздухообмена в помещении согласно СП 60.13330.2020 «СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», прил. Г, необходимы сведения по выделению углекислого газа, который является индикатором качества воздушной среды в помещении и по его концентрации определяют класс помещения (ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»,

табл. 4). Однако, анализ источников [2...6], МР-2018, показывает, что данные по выделению CO_2 человеком (в зависимости от условий/деятельности) приведены только в литературе [3, 5, 6] и составляют 25 л/ч.

По данным [7] при легкой работе среднее количество выделяемого углекислого газа составляет 19,44 л/ч и 13,82 л/ч для мужчин и женщин соответственно (табл. 2). При этом, средняя величина выделяемого углекислого газа для мужчин и женщин на 22,24 % и 34,96 % соответственно меньше, чем в рекомендуемой литературе.

Таблица 2

Выделение углекислого газа (CO_2) одним человеком при легкой работе

пол	Выделяемый углекислый газ, л/ч,	
	по данным [7]	по данным [3, 5, 6]
мужчины	19,44	25
женщины	13,82	21,25

Итак, очевидно, что требуется уточнение данных по тепло-, влаго-, газовыделениям от человека при различных условиях (категория тяжести/напряженности выполняемой работы, температура окружающей среды) в зависимости от комплекса физических параметров человека.

Рассмотрим подробнее энергетические затраты (тепловыделения) человека в зависимости от условий труда. В СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» приведены энергозатраты для категорий работ различной тяжести, а в руководстве Р2.2.2006-05 «Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» приведены данные по энергозатратам человека, отнесенные к площади его поверхности. В нормативных документах приведены данные для «условного человека» (мужчины). Однако, согласно Методическим рекомендациям МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», п. 1.5 уточнена возрастная периодизация детского и взрослого населения Российской Федерации. Так, для взрослого населения введены группы 18...29 лет, 30...44 года, 45...64 года, 65...74 года, 75 лет и старше.

В табл. 3 представлены антропометрические параметры взрослого человека с нормальной массой тела, индекс массы тела (ИМТ) составляет 20...25 кг/м².

Таблица 3

Антропометрические параметры взрослого человека с нормальной массой тела

Возраст	Средний возраст	Мужчины		Женщины		Площадь поверхности, м ²	
						по формуле Дюбуа	
		масса тела, кг	рост, см	масса тела, кг	рост, см	Мужчины	Женщины
18 - 29	23,5	72,1	177,5	60,8	165,4	1,891	1,671
30 - 44	37	72,3	176,7	61,6	165	1,887	1,677
45 - 64	54,5	70,9	174,6	61,9	163,7	1,855	1,671
65 - 74	69,5	68,9	172,1	60,7	161,6	1,814	1,642
≥75	75	66,7	169,6	58,3	158,8	1,770	1,594

Суточные энергозатраты определяются как сумма затрат энергии на конкретные виды деятельности, каждая из которых рассчитывается как произведение величины основного

обмена (ВОО) на соответствующий коэффициент физической активности и время, в течение которого эти виды деятельности выполняются [9].

Определены суточные и часовые ВОО для каждой возрастно-половой группы населения, результаты представлены в табл. 4.

Таблица 4

Величины основного обмена взрослого населения

Возраст	ВОО, ккал/сут		ВОО, ккал/ч		ВОО, Вт	
	мужчины	женщины	мужчины	женщины	мужчины	женщины
23,5	1719	1365	72	57	83	66
37	1650	1304	69	54	80	63
54,5	1536	1212	64	51	74	59
69,5	1427	1113	59	46	69	54
75	1362	1045	57	44	66	51

Потребность в энергии представляет собой уровень потребляемой с пищей энергии, обеспечивающей энергетический баланс. При этом размеры тела, его состав и уровень физической активности человека [10] соответствуют устойчивому состоянию здоровья.

В табл. 5 представлены группы активности людей с соответствующими коэффициентами физической активности (КФА) согласно Методическим рекомендациям МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации».

Таблица 5

Уровни физической активности человека

Номер группы	Уровень активности	Вид деятельности	КФА
I	очень низкая физическая активность	работники преимущественно умственного труда	1,4
II	низкая физическая активность	работники, занятые легким трудом	1,6
III	средняя физическая активность	работники средней тяжести труда	1,9
IV	высокая физическая активность	работники тяжелого физического труда	2,2

Определим энергетические траты и их удельные значения при различных значениях КФА с учетом табл. 3 по антропометрическим показателям.

На рис. 4, 5, 6, 7 представлены графики энергетических трат и их удельных значений для мужчин и женщин разного возраста, выполняющих соответственно следующие виды работ: умственный труд, легкая, средней тяжести, тяжелая.

Согласно [11] умственный вид деятельности относят по уровню энергозатрат к покою (при отсутствии движения), однако СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 (с изменениями на 21 июня 2016 года) «2.2.2. Гигиена труда, технологические процессы, сырье, материалы, оборудование, рабочий инструмент 2.4. Гигиена детей и подростков «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» относит ее к «легкой».

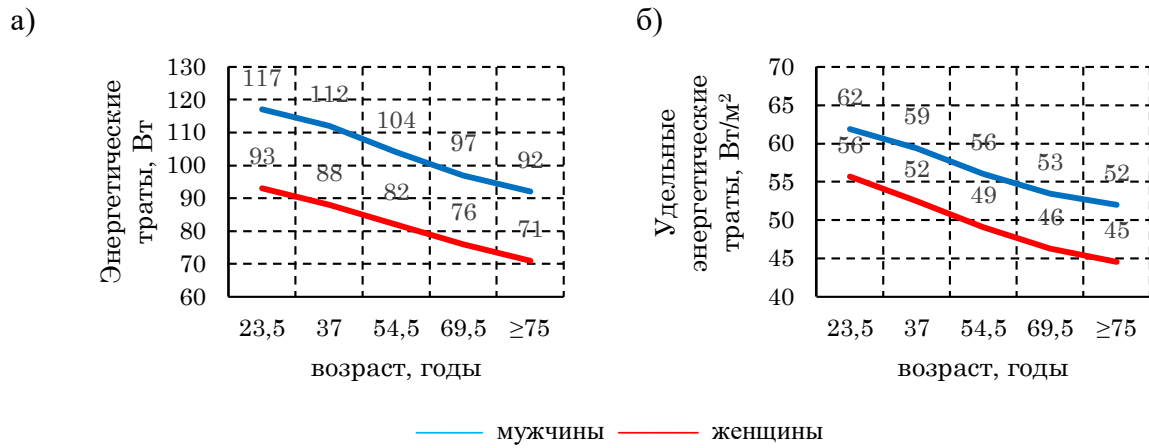


Рис. 4. Уровень энергетических (а) и удельных энергетических трат (б), КФА=1,4

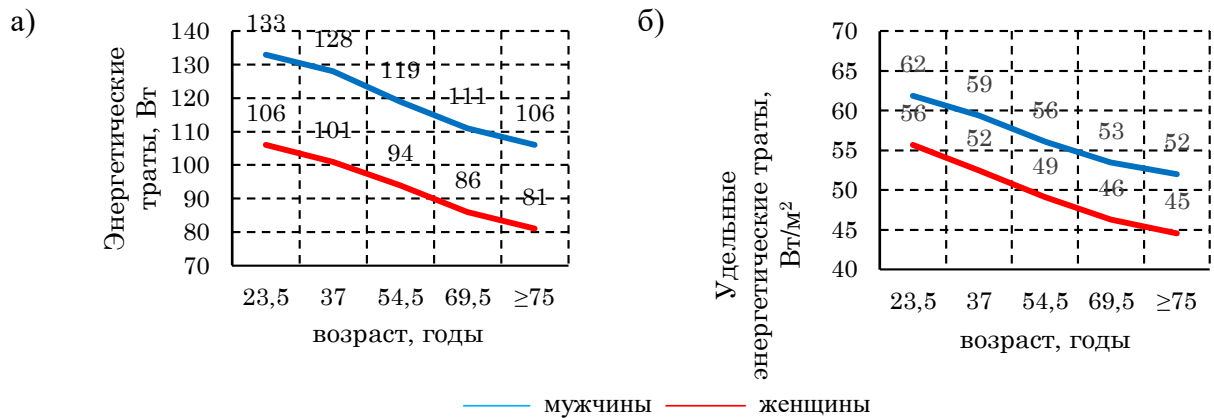


Рис. 5. Уровень энергетических (а) и удельных энергетических трат (б), КФА=1,6

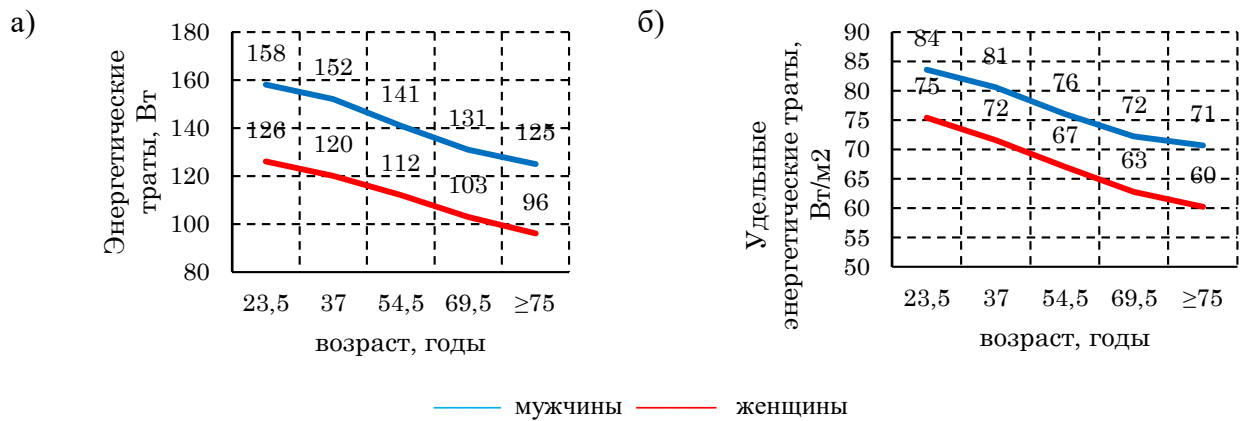


Рис. 6. Уровень энергетических (а) и удельных энергетических трат (б), КФА=1,9

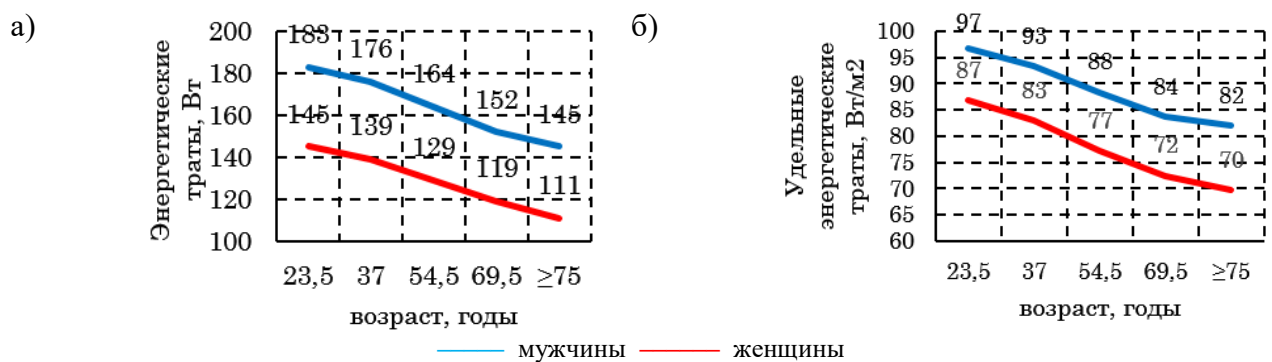


Рис. 7. Уровень энергетических (а) и удельных энергетических трат (б), КФА=2,2

Сравним величины тепlopоступлений, приведенных в справочной литературе [2...6, МР] с полученными данными (см. рис. 4...7).

Таблица 6

Сравнение полученных величин тепlopоступлений

Степень тяжести работы	Средняя величина [2...6], МР-2018		Полученные средние значения для условного (среднего) человека			Полученные средние значения с учетом возраста		
	Поступления теплоты, Q, Вт		Поступления теплоты, Q, Вт		Коэффициент пересчета для женщин	Поступления теплоты, Q, Вт		Коэффициент пересчета для женщин
	мужчина	женщина*	мужчина	женщина		мужчина	женщина	
состояние покоя	119	101	117	93	0,795	104,4	82	0,785
легкая работа	150	127	133	106	0,797	119,4	94	0,787
работа средней тяжести	205	174	158	126	0,797	141,4	111,4	0,809
тяжелая работа	292	248	183	145	0,792	164	128,6	0,784

*Примечание: данные для женщин получены путем умножения данных для мужчин на коэффициент пересчета, равный 0,85.

Из табл. 6 следует, что для определения тепlopоступлений от женщин, рассматривая условного человека, коэффициент пересчета составит около 0,8.

Сравним полученные данные табл. 6 (для мужчин) со значениями величин, указанных в СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», а также в руководстве Р 2.2.2006-05 «Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда», результаты приведены в табл. 7.

Таблица 7

Сравнение полученных величин энергозатрат с данными нормативных документов для различных категорий работ

Категория работ	Р 2.2.2006-05	Полученные авторами значения	СанПиН 1.2.3685-21	Полученные авторами значения	
	Общие энергозатраты, Вт/м ²	Общие энергозатраты, Вт/м ²	Уровень энергозатрат, Вт	Уровень энергозатрат, Вт	Уровень энергозатрат, Вт (с учетом возраста)
Ia	68 (58...77)	(52...70)	до 139	133	119,4
Iб	88 (78...97)		140...174		
IIa	113 (98...129)	77 (71...84)	175...232	158	141,4
IIб	145 (130...160)		233...290		
III	177 (161...193)	89 (82...97)	более 290	183	164

Анализируя данные табл. 6, 7 можно сделать вывод о неполноте данных по КФА [10] в Методических рекомендациях МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации»,

не учитывающих многообразие физических работ; например, в [10], а также в Постановлении министерства здравоохранения республики Беларусь от 20 ноября 2012 г. № 180 Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь» указана V группа – работники особо тяжелого физического труда (очень высокая физическая активность), КФА – 2,5 (например, механизаторы и рабочие растениеводства в посевной и уборочный периоды, вальщики леса, бетонщики, каменщики, землекопы, грузчики немеханизированного труда и другие). Отметим, что КФА различны для мужчин и женщин.

Следует отметить также важность учета не только тепlopоступлений от человека, но и влаготеплоступлений и выделяющегося в процессе жизнедеятельности углекислого газа, особенно при расчете и проектировании систем персональной вентиляции [12, 13].

При выполнении расчетов требуемых воздухообменов по тепlopоступлениям от людей возможно ориентирование на данные [2...6], МР-2018 в случае проектирования систем общеобменной вентиляции большинства общественных зданий (торговые центры, кинотеатры, галереи и т.д.). При проектировании систем обеспечения микроклимата для производственных, административных зданий и других рабочих пространств при расчете тепlopоступлений от людей, занятых различными видами трудовой деятельности, требуется организовать комплексный подход с учетом физических и физиологических особенностей мужчин и женщин.

Заключение.

Полученные авторами данные по удельным и общим энергетическим тратам соответствуют величинам, представленным в нормативной литературе для легкой работы Ia. Однако следует отметить, что в справочной литературе и документе «Методические рекомендации по определению минимального воздухообмена в помещениях жилых и общественных зданий» указаны тепlopоступления для легкой работы без разграничения ее на подкатегории. Это приводит к тому, что проектировщики, использующие при работе справочные данные и методические указания, выполняют расчеты с некорректными величинами тепlopоступлений от людей.

На основе проведенных расчетов можно сделать вывод о неполноте данных по коэффициенту физической активности, приведенных в Методических рекомендациях МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», не учитывающих многообразие физических работ: очевидны существенные расхождения по энергетическим тратам (тепlopоступлениям).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Вентиляция и кондиционирование воздуха.** Справочник проектировщика, (Часть 3 Кн.1) / В. Н. Богословский [и др.]; Под редакцией Н. Н. Павлова, Ю. И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. – М.: Стройиздат. 1992. – 319 с.
2. **Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Жилые здания со встроенно-пристроенными помещениями общественного назначения и стоянками автомобилей. Коттеджи:** справочное пособие / Г. И. Стомахина [и др.]; под ред. Г. И. Стомахиной. – М.: Пантори, 2003. – 308 с.
3. **Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции промышленных зданий:** учебное пособие / В. П. Титов [и др.]. – М.: Стройиздат, 1985. – 208 с.
4. **Каменев, П. Н.** Вентиляция: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция» направления подготовки дипломированных специалистов «Строительство» / П. Н. Каменев, Е. Н. Тертичник.

– М.: Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2008. – 614 с.

5. **Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Книга вторая. Вентиляция и кондиционирование воздуха** / Р. В. Щекин [и др.]. – 4-е изд., перераб. и доп. – Киев: Будівельник, 1976. – 416 с.

6. **Таурит, В. Р.** Вентиляция в гражданских зданиях: учебное пособие / В. Р. Таурит, В. Ф. Васильев. – СПб: АНТТ-Принт, 2008. – 147 с.

7. **Справочник по космической биологии и медицине** / Под ред. А. И. Бурназяна, О. Г. Газенко. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1983. – 352 с.

8. **Беланов, А. Э.** Образ жизни и его отражение в профессиональной деятельности: учебно-методическое пособие для вузов / А. Э. Беланов, Ю. А. Гончарова. – Воронеж, 2014. – 31 с.

9. **WHO&FAO.** Human energy requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation Rome, 17 - 24 October 2001. World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations, United Nations University Publ., 2004.

10. **Покровский, В. М.** Физиология человека: учебник (В двух томах. Т. II) / В. М. Покровский [и др.]: под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротко. – М.: Медицина, 1997. – 368 с.

11. **Физиология человека** / под ред. Г. И. Косицкого – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Медицина, 1985. – 544 с.

12. **Лобанов, Д. В.** Схема создания комфортных климатических параметров в офисах / Д. В. Лобанов, И. И. Полосин // Сантехника, отопление, кондиционирование – 2015. – № 2(158). – С. 58-61.

13. **Наумов, А. Л.** Локальные системы кондиционирования воздуха в офисных зданиях»/ А. Л. Наумов, Д. В. Капко // АВОК. – 2012. – № 2. – С. 14-19.

Поступила в редакцию 4 февраля 2022

SUBSTANTIATION OF TAKING INTO ACCOUNT THE COMPLEX OF HUMAN PHYSICAL PARAMETERS IN THE DESIGN OF VENTILATION SYSTEMS

D. V. Lobanov, I. I. Zvenigorodsky, B. P. Novoseltsev, M. S. Kononova

Dmitry Valeryevich Lobanov, Senior Lecturer, Department of Housing and Communal Services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel: +7(903) 651-33-43; e-mail: LDV-36@mail.ru

Igor Ivanovich Zvenigorodskiy, Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor, Head of Department, Air Force Academy named after N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin, Voronezh, Russia, tel: +7(473)244-76-45; e-mail: zvendo-cent@mail.ru

Boris Petrovich Novoseltsev, Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor of Housing and Communal Services Department, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(473)271-28-92; e-mail: belebey36@mail.ru

Marina Sergeevna Kononova, Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor of Housing and Communal Services Department, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(910)342-47-16; e-mail: kniga18@mail.ru

We carried out the analysis of existing normative documents and methodical literature used in the calculations related to the determination of heat and gas emissions from people engaged in various types of work. We revealed incomplete correspondence of specific heat emission to the characteristics of the intensity of the work performed for different types of activity, sex and age of people. As well we specified characteristics determining the concept of a *reference (average)* person for whom heat losses are normalized. Estimated values of heat dissipation by age categories are determined too. Also we present the graphs of energy expenditures and their specific values for men and women of different ages performing the following types of work: intellectual work, light work, work of average intensity, hard work. We compared the obtained values of energy expenditures with the data of normative documents for different categories of work. In the end we show relevance and necessity of considering data on heat,

moisture, gas emissions from people, taking into account their physical parameters and other conditions in the design of microclimate systems.

Keywords: human physical parameters; reference person; average person; ventilation design; energy input; heat output; carbon dioxide emission; oxygen consumption.

REFERENCES

1. **Bogoslovsky V. H.** *Ventilation and air conditioning. Designer's Handbook, (Part 3 Book 1).* Moscow, Stroyizdat. 1992. 319 p. (in Russian)
2. **Stomakhina G. I.** *Heating, Ventilation and Air Conditioning: Residential Buildings with Built-On Public Buildings and Parking Areas. Cottages: Reference Manual.* Moscow, Pantori. 2003. 308 p. (in Russian)
3. **Titov V. P.** *Course and diploma design of ventilation of industrial buildings.* Moscow, Stroyizdat. 1985. 208 p. (in Russian)
4. **Kamenev P. N., Tertichnik E. N.** *Ventilation. Textbook for the students of higher educational institutions on a speciality Heat and gas supply and ventilation of the direction of preparation of the graduated specialists Building.* Moscow, Publishing house of Association of build. high schools. 2008. 614 p. (in Russian)
5. **Shchekin R. V.** *Handbook for Heating and Ventilation. Book Two. Air Conditioning and Ventilation.* 4th edition, revised, and additional information. Kiev, Budivelnik. 1976. 416 p. (in Russian)
6. **Taurit V. R., Vasiliev V. F.** *Ventilation in Civil Buildings.* St. Petersburg, ANTT-Print. 2008. 147 p. (in Russian)
7. **Burnazyan A. I., Gazenko O. G.** *Handbook of Space Biology and Medicine.* 3rd edition, revised and supplementary. Moscow, Medicine. 1983. 352 p. (in Russian)
8. **Belanov A. E., Goncharova Y. A.** *Lifestyle and its reflection in professional activity.* Voronezh. 2014. 31 p (in Russian)
9. **WHO&FAO.** *Human energy requirements.* Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation Rome, 17 – 24 October 2001. World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations, United Nations University Publ. 2004.
10. **Pokrovskiy V. M., Korotko G. F.** *Human physiology.* Textbook (In two volumes. Volume II). Moscow, Medicine. 1997. 368 p. (in Russian)
11. **Kositsky G. I.** *Human Physiology.* 3rd ed. revised and additional. Moscow, Medicine. 1985. 544 p. (in Russian)
12. **Lobanov D. V., Polosin I. I.** *Scheme of creating comfortable climatic parameters in offices.* Plumbing, Heating, Air Conditioning. 2015. No. 2(158). Pp. 58-61. (in Russian)
13. **Naumov A. L., Kapko D. V.** *Local air conditioning systems in office buildings.* AVOK. 2012. No. 2. Pp. 14-19. (in Russian)

Received 4 February 2022

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Обоснование учета комплекса физических параметров человека при проектировании систем вентиляции / Д. В. Лобанов, И. И. Звенигородский, Б. П. Новосельцев, М. С. Кононова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2022. – № 1(20). – С. 48-58. – DOI 10.36622/VSTU.2022.27.28.005.

FOR CITATION:

Lobanov D. V., Zvenigorodsky I. I., Novoseltsev B. P., Kononova M. S. *Substantiation of taking into account the complex of human physical parameters in the design of ventilation systems.* Housing and utilities infrastructure. 2022. No. 1(20). Pp. 48-58. DOI 10.36622/VSTU.2022.27.28.005. (in Russian)

DOI 10.36622/VSTU.2022.19.46.006

УДК 697.32:621.65.05

ПРИМЕНЕНИЕ СТРУЙНОГО ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО НАСОСА В КАВИТАЦИОННОМ РЕАКТОРЕ ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩЕЙ УСТАНОВКИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ В НЕМ

А. Р. Макаров, С. В. Григорьев, А. С. Волох, **А. И. Кузин**

Макаров Артем Русланович, старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-53-21; e-mail: am67293822@rambler.ru

Григорьев Сергей Васильевич, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры гидравлики, водоснабжения и водотока, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)207-22-20; e-mail: gsv-3@mail.ru

Волох Анастасия Сергеевна, магистрант кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-53-21; e-mail: voloh.a@mail.ru

Кузин Александр Иванович, ведущий конструктор АО «КБХА», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)263-24-38, e-mail: kuzinai123@mail.ru

Представлено описание принципиальной схемы теплогенерирующей установки с применением струйного гидродинамического насоса, используемой в качестве источника тепла в системе отопления. Сформулированы основные преимущества использования теплогенерирующей установки со струйным гидродинамическим насосом. Рассмотрена имитационная модель каналов теплогенерирующей установки. Выполнены проекторно-расчетные расчеты различных вариантов каналов теплогенерирующих элементов. Полученные результаты позволяют сделать вывод о перспективности использования данных установок и дальнейшего их внедрения.

Ключевые слова: кавитационный реактор; гидродинамический насос; кавитация; термодинамическая система.

В настоящее время на рынок активно выходит перспективный класс технических устройств, называемых кавитационные реакторы (КР), которые применяются для обработки суспензий и эмульсий, интенсификации химических процессов в растворах и нагрева жидких рабочих сред в различных технологических установках (промышленных и бытовых) [1, 2]. Известны и подтверждены факты успешной работы технических устройств, использующих эффект кавитации для нагрева жидкости: – результаты испытаний теплового кавитационного насоса фирмы «Юрле» (Беларусь) [Энергетическая и экономическая эффективность тепловых насосных установок «ЮРЛЕ» и оценка возможных масштабов их применения в Республике Беларусь [Электронный ресурс] / ИЭ НАН РБ // – Минск: ОДО «ЮРЛЕ-К». 2000-. – Режим доступа: <https://www.jurle.com/sci-ie.htm>]. Предлагают потребителям и успешно эксплуатируются кавитационные теплогенераторы различного исполнения, например насосы-теплогенераторы научно-производственной фирмы ТГМ [3], вихревые теплогенераторы (ВТГ) фирмы «Центр энергосберегающих технологий» [4]. Успешно работают и экономят расходы на отопление кавитационные теплогенераторы Урпина [5]. В основном, на рынке представлены два типа кавитационных реакторов: – ультразвуковые кавитационные реакторы (УКР) и гидродинамические кавитационные реакторы (ГДКР). Причем последние пользуются большей популярностью, благодаря простоте конструкции, надежности работы и демократичной цене [6, 7].

В основе работы любого КР лежит принцип инициирования кавитационных процессов в прокачиваемой через реактор рабочей среде (РС) [8, 9, 10]. В потоке РС происходит

интенсивное образование кавитационных (газовых) пузырьков с давлением насыщенных паров при местном понижении давления среды, вследствие изменения скорости потока (гидродинамическая кавитация), либо при прохождении мощной акустической волны (акустическая кавитация). Газовые пузырьки в дальнейшем, попадая в область высокого давления, схлопываются с локальным повышением давления (до 100 МПа и более) и температуры (до 10000 °K), генерируя ударные волны [11]. Потенциальная и тепловая энергия, вызванная кавитацией, может использоваться для различных промышленных технологий, в том числе и в кавитационном реакторе [12, 13]. Благоприятные эффекты кавитации объясняются высвобождением энергии в небольшом месте при схлопывании кавитационных пузырьков. При этом энергия, выделяемая во время кавитации, достаточно высока и в определенных условиях при кавитации в результате диссоциации молекул воды внутри полостей образуются свободные окислительные радикалы (ОН), что приводит к активизации химических реакций [14]. Известно, что развитая кавитация может привести к неожиданным положительным эффектам в очистке воды, биотехнологии, химической инженерии [15, 16, 17]. Таким образом, применение энергии кавитации для повышения эффективности технологических установок (как промышленных, так и бытовых) является перспективной многообещающей стратегией.

В практике реализация в кавитационном реакторе гидродинамической кавитации предпочтительнее акустической кавитации [18]. Это связано с тем, что КР с гидродинамической кавитацией можно исследовать с использованием экспериментальных лабораторных установок, математического моделирования и масштабировать, создавая мощные промышленные установки [19]. Акустическую кавитацию трудно применить к крупногабаритным промышленным установкам. В общем случае, гидродинамическая кавитация может быть реализована в КР на основе диафрагм и инжектора Вентури, который представляет собой вид струйного гидродинамического насоса, сочетающий в себе особенности диафрагмы и трубки Вентури. Тем не менее, о применении струйного гидродинамического насоса в КР известно мало публикаций.

При проектировании КР, используемого в теплогенерирующей установке, целесообразно использовать следующие представления о теплоте и температуре:

В гидродинамических кавитационных реакторах теплогенерирующих установок (ТГУ) осуществляется «самонагрев жидкости» за счет внутреннего процесса, который некоторые авторы называют «холодный термоядерный синтез». В таких теплогенерирующих установках мощность, потребляемая из электрической сети, тратится на привод электронасоса, обеспечивающего необходимый напор для создания локального понижения давления перекачиваемой жидкой среды в струйном гидродинамическом насосе и образования «кавитационных агрегатов молекул» в КР [20,21]. Дальнейшие преобразования КАМ совершенно не зависят от потребляемой электрической мощности. Полная производная от внутренней энергии имеет вид [22]:

$$du = \left(\frac{\partial u}{\partial T} \right)_v dT + \left(\frac{\partial u}{\partial v} \right)_T dv. \quad (1)$$

Любые теплосиловые или отопительные установки реализуются с помощью термодинамических циклов, представляющих собой определенное сочетание термодинамических процессов, обеспечивающих круговой режим работы этого цикла и условия стационарности работы привода (в данном случае – насоса). Неизменность энтальпии за насосом является следствием из первого закона термодинамики для потока несжимаемой жидкости – рабочего тела установки. В ТГУ на базе ГДКР со струйным гидродинамическим насосом реализуется вторая частная производная (см. уравнение 1). Для этого в канале за насосом обеспечивается процесс с изотермическим ($T = \text{const}$) сжатием рабочего тела. Практически для реализации этого в гидравлическую линию установки за электронасосом устанавливается струйный гидродинамический насос – водовоздушный эжектор (ВВЭ), в котором изотермическое сжатие рабочего тела обеспечивается воздушным каналом. В ВВЭ происходит

процесс погашения избыточного конвективного тока энергии за электронасосом за счет гидрокомпрессорного сжатия газовой составляющей потока. В результате имеем термодинамический цикл в виде совмещенного прямого (жидкостного) и обратного (газового) циклов, представленного на рисунке 1 в T-S координатах [22].

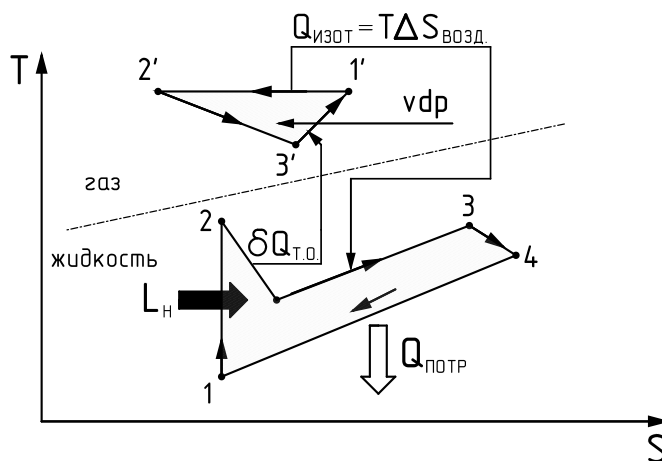


Рис. 1. T-S диаграмма прямого и обратного циклов ТГУ:

- 1'-2' – изотермическое сжатие газовой составляющей потока в водовоздушном эжекторе;
- 2'-3' – процесс дросселирования газа в сопле ГК;
- 3'-1' – процесс смешения газа и жидкости в водовоздушном эжекторе;
- 1-2 – адиабатное сжатие потока жидкости в насосе;
- 2-3 – процессы смешения двух фаз (газа и жидкости) в эжекторе и передачи избыточной теплоты сжатия газовой составляющей потока к жидкости;
- 3-4 – процесс дросселирования потока на настроечной шайбе;
- 4-1 – изобарический отвод тепла потребителю [22]

Принято различать закрытые и открытые термодинамические системы. В отличие от закрытых систем открытые термодинамические системы способны обмениваться массой (веществом) с окружающей средой. Вносимая в систему масса является носителем количества движения энергии, энтропии. Фактически в ТГУ на базе ГДКР со струйным гидродинамическим насосом реализуется открытая термодинамическая система. При этом используя совмещение циклов, из определенного количества термодинамически более ценной теплоты (или подведенной работы) получаем большее количество менее ценной теплоты.

Коэффициент $K_{\text{отоп}}^{\text{ТГУ}}$ преобразования энергии такой ТГУ, представляющий собой отношение полученной тепловой энергии к затраченной электрической может быть больше 100 % [22].

$$K_{\text{отоп}}^{\text{ТГУ}} = \frac{Q_{\text{ТГУ}}}{N_{\text{эл.насоса}}} > 1. \quad (2)$$

Преимущества ТГУ на базе ГДКР со струйным гидродинамическим насосом:

- ✓ значительно более высокая эффективность по сравнению с электро-, водо-, маслонагревателями отечественного и зарубежного производства;
- ✓ взрывобезопасность, вследствие использования невзрывоопасных нейтральных рабочих тел;
- ✓ сохранение истощаемых источников ископаемого топлива;
- ✓ отсутствие негативного влияния на экологию;
- ✓ отсутствие низкотемпературного теплоносителя, используемого в парокompрессионных тепловых насосах классического исполнения в качестве рабочей среды и соответственно дорогостоящего компрессорного оборудования, а также отсутствие громоздкого, дорогостоящего оборудования подвода-отвода низкотемпературного тепла окружающей среды, привязанного к ее источнику [22].

При этом необходимо отметить, что энергия, подводимая сжимаемым газом к жидкости в ВВЭ, зависит от температуры жидкости, циркулирующей в ТГУ, т. е. для ряда технологических процессов коэффициент преобразования энергии для ТГУ может быть значительно увеличен (до 1,5 раз) при использовании высокотемпературных носителей с низкой упругостью пара (например, дифенильной смеси).

Экспериментальные исследования возможностей теплогенерирующих установок на базе ГДКР со струйным гидродинамическим насосом позволили сделать вывод о перспективности создания бестопливных тепловых установок и дальнейшего их внедрения.

Различные конструкции кавитационных теплогенераторов имеют сравнительные достоинства и недостатки. В работе рассматривается принцип работы и приводится обоснование энергоэффективности конструкции теплогенерирующей установки в соответствии с патентом РФ № 2 232 356 С2 «Способ получения тепловой энергии и устройство для его осуществления» [23] и патентом РФ № 60187 «Теплогенераторная установка» [24]. Принципиальная схема ТГУ приведена на рис. 2.

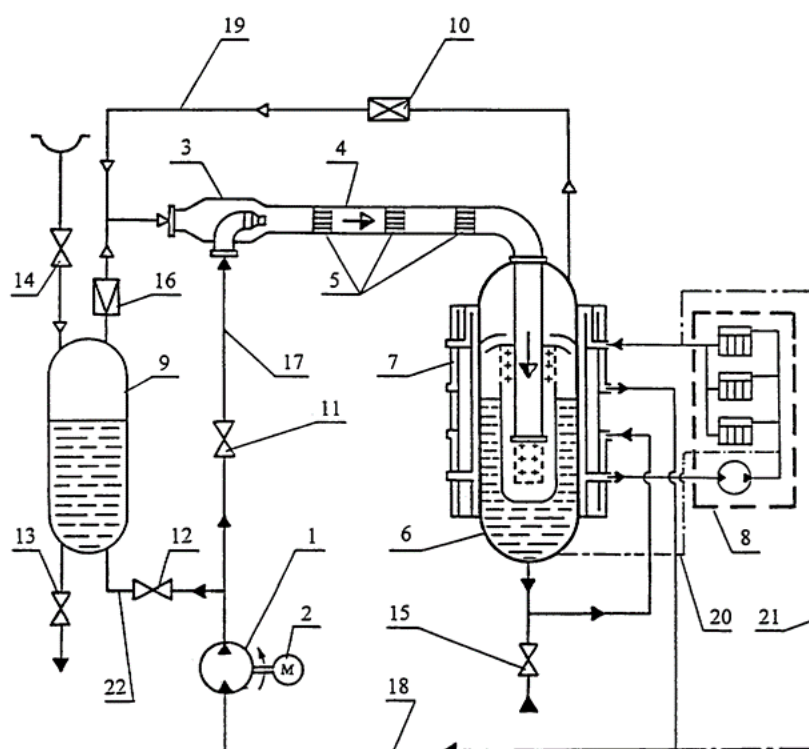


Рис. 2. Принципиальная схема ТГУ:

- 1 – насос циркуляционный; 2 – электропривод; 3 – жидкостно-газовый смеситель;
- 4 – теплогенерирующая труба; 5 – проставки; 6 – сепаратор; 7 – теплообменник;
- 8 – потребитель тепла; 9 – аккумулятор воздуха высокого давления; 10 – дроссель;
- 11, 12, 13, 14, 15 – вентили или запорные краны; 16 – редуктор воздушный;
- 17, 18 – подающий и обратный трубопроводы в жидкостном тракте;
- 19 – обратный трубопровод в газовом тракте; 20, 21 – подающий и обратный трубопроводы в варианте устройства, когда жидкость из сепаратора подается напрямую потребителям тепла;
- 22 – трубопровод подачи воды в аккумулятор [23]

Очевидно, что создание методики проектирования такого вида теплогенерирующих устройств позволит обосновать положительные эффекты, возникающие в парожидкостной смеси при развитии кавитационных явлений. Сложность гидродинамических процессов требует мультидисциплинарного подхода при решении задач термодинамики и гидромеханики. Целью процесса моделирования является установление взаимосвязей теплофизических параметров среды от начальных и граничных условий с последующей оптимизацией

геометрических характеристик каналов теплогенерирующих элементов и других параметров. Одним из перспективных направлений оптимизационных методов для решения задач является бурно развивающийся в последние годы имитационный подход, который можно рассматривать как методологию изучения больших систем, являющуюся одной из разновидностей системного подхода. Сложность описания реальной системы заставляет отказаться от применения формальных методов решения типа математического программирования. Принятие решений облегчается конструированием и многократным «прогоном» имитационных моделей [25].

Имитационную модель каналов ТГУ можно представить в виде параллельно-последовательного соединения трубопроводов. На выходе каждой ветки формируются ряд теплофизических параметров, которые являются входными данными для расчета последующей ветви (рис. 3). Для оценки состояния парожидкостной среды необходимо знать следующие параметры: ρ – плотность; μ – динамическая вязкость; χ – паросодержание; p – давление; t – температура; i – энтальпия; C – теплоемкость; X – число кавитации, а также профиль скоростного потока и число Рейнольдса [26].

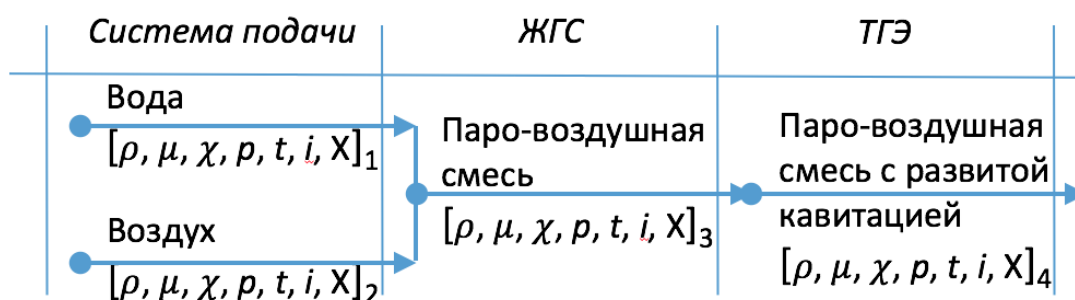


Рис. 3. Имитационная модель ТГУ [27]

Экспериментальная модель волнового проточного кавитатора плоского типа разработана на основании ряда математических расчетов с использованием выбранной формы канала кавитатора, проведенные расчеты были выполнены в CAD Solidworks Flow Simulation с учётом модели кавитации [27].

Основой для расчета теплофизических параметров потока является совместное решение уравнений Навье-Стокса и баланса энергий, записанного относительно энтальпии. Решение уравнений численными методами позволяет получить не только значение искомых параметров, но и их распределение по площади канал, что дает инструмент для оптимизации геометрии каналов с позиций создания областей с развитой кавитацией вне пристеночного слоя для обеспечения защиты деталей ТГЭ от кавитационного износа [28, 29].

Фундаментом для построения математической модели течения вскипающей жидкости в каналах определенной геометрии служат знания о режимах течения. Структуру потока, возможно, определить по картам режимов, где в роли основных критериев, свидетельствующими о смене режимов, и координатами выступают: число кавитации – X , объемное паросодержание – α , массовый расход – G , приведенные скорости фаз – $\alpha_i \cdot V_i$.

Выделяют некоторые режимы, принимая во внимания число кавитации – X :

- ✓ если $X > 1$, то это докавитационный сплошной однофазный поток;
- ✓ если $X \approx 1$, то это кавитационный двухфазный поток;
- ✓ если $X < 1$, то это режим устойчивой пленочной кавитации;
- ✓ если $X \ll 1$, то это суперкавитационный режим.

На рис. 4 изображена схема распределения давления и течения в цилиндрическом канале.

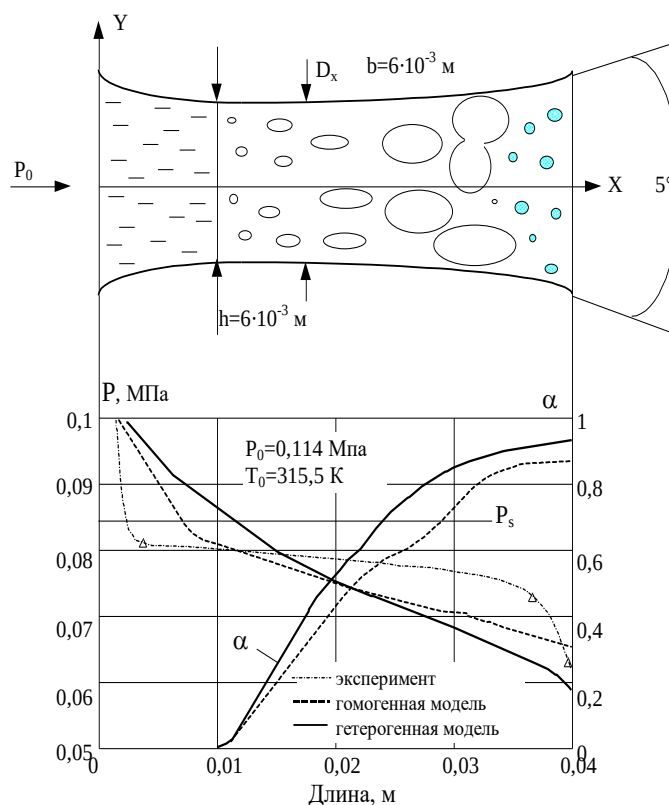


Рис. 4. Иллюстрация распределения давления и течения в цилиндрическом канале

Использование современных САЕ-вычислительных комплексов дает мощный инструмент оптимизации в задачах гидромеханики. Используя совместные теоретические решения можно проводить процедуры верификации и валидации полученных результатов и находить варианты оптимизации конструкции. Например, в программном комплексе Solidworks Flow Simulation были выполнены проектировочные расчеты различных вариантов каналов ТГЭ с учетом модели кавитации.

Канал цилиндрического сечения, состоящий из трех частей:

- 1) узкая часть в начале канала;
- 2) расширяющийся участок;
- 3) широкая выходная часть в конце канала.

Каналы обладали следующими геометрическими размерами: шириной 0,026 м, длиной 0,2 м.

Преграды, в роли которых выступали цилиндры, были расставлены по двум схемам:

✓ Канал № 1. На первом ряду был расположен один цилиндр, а на втором ряду – два цилиндра.

✓ Канал № 2. На первом ряду были расположены два цилиндра, а на втором ряду четыре цилиндра.

Геометрическая форма рабочего участка каналов изображена на рис. 5, 6. Изначальным веществом для исследования была выбрана вода, а позже и высоковязкая нефть в смесительных установках при различных начальных условиях.

- ✓ Течение жидкости – изотермическое, при $T = 300 \text{ K}$;
- ✓ Давление на выходе из трубы во всех случаях – $P_{out} = \text{const} = 1,5 \text{ атм}$;
- ✓ Давление на входе в трубу – $P_{in} = 2 \dots 13 \text{ атм}$.

Итог сравнения эффективности двух принятых моделей проточного канала и результаты предварительного математического моделирования представлены в таблице.

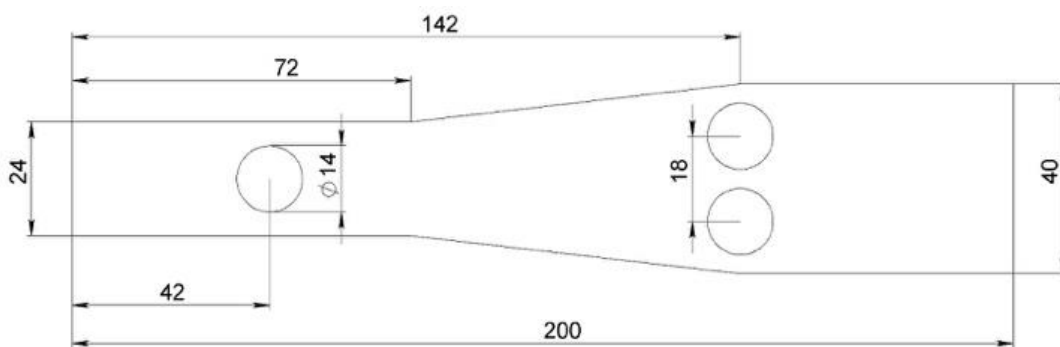


Рис. 5. Проточный канал № 1

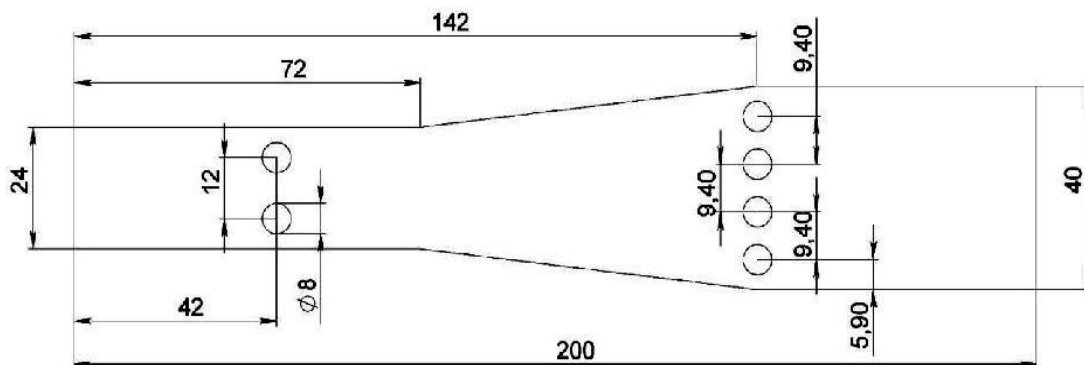


Рис. 6. Проточный канал № 2

Результаты предварительного математического расчета течения воды

Тип канала	Средняя скорость набегающего потока перед первым рядом цилиндров v_{in} , м/с	Число Рейнольдса		Давление перед первым рядом цилиндров P_{in} , атм	Частота срыва вихрей V_{vs} , 1/с, $\times 10^3$	Максимальная скорость потока в самой узкой части v_{max} , м/с	Размер зоны кавитации	
		перед первым рядом цилиндров Re_{in} , $\times 10^5$	после второго ряда цилиндров Re , $\times 10^5$				после первого ряда цилиндров L_{z1} , м	после второго ряда цилиндров L_{z2} , м
1	7	1,83	0,73	2	0,00	18,65	0,000	0,00
1	12	3,24	1,67	5	0,97	29,09	0,004	0,00
1	19	5,84	2,31	13	1,31	55,8	0,007	0,027
2	7	2,08	0,43	2	0,00	14,18	0,000	0,00
2	12	3,58	0,59	5	0,93	19,83	0,002	0,00
2	19	5,67	1,64	13	1,24	55,07	0,005	0,014

Для наблюдения за особенностями перемешивания в проточных каналах используется критерий завихренности. Поведение вихревых структур принимает ярко выраженный периодический характер только по завершению переходного этапа, который характеризуется стартом течения.

Исследуя динамику критерия качества перемешивания для канала № 1 и канала № 2 за рассмотренные интервалы времени, не было обнаружено периодического поведения течения. Усредненные критерии качества перемешивания для канала № 1 и канала № 2 оказались равны 0,408 и 0,467 соответственно.

Сравнивая критерии, можно сделать вывод, что целесообразней использовать канал № 1, так как в нем наблюдается эффект разбиения укрупнённых вихревых структур.

В работе [30] приведены результаты исследований показывающих, что качественное перемешивание достигается при наличии в картине течения крупномасштабных вихревых структур, а их отсутствие приводит к плохому перемешиванию. На рис. 7 представлены расчетные иллюстрации полей завихренности для канала № 1 и канала № 2.

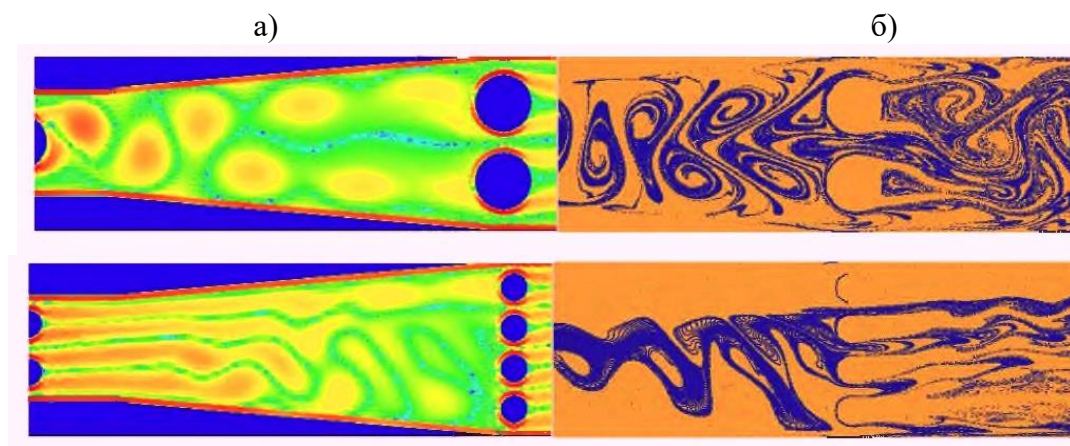


Рис. 7. Иллюстрация поля завихренности (а) и перемешивания (б) в каналах № 1 (вверху) и № 2 (внизу) [30]

Ранее, при оформлении патента [23], были проведены расчеты теплогенерирующей трубы различной геометрии (соотношением длины трубы – L к ее диаметру – d) теплогенерирующей установки 4 (см. рис. 2) в диапазоне (L/d) в пределах от 10 до 30 при соотношении 0,1 массы газа (G_{Γ}) к массе воды ($G_{\text{ж}}$). В качестве используемого газа рассматривался воздух, гелий, метан. Результаты представлены на рис. 8.

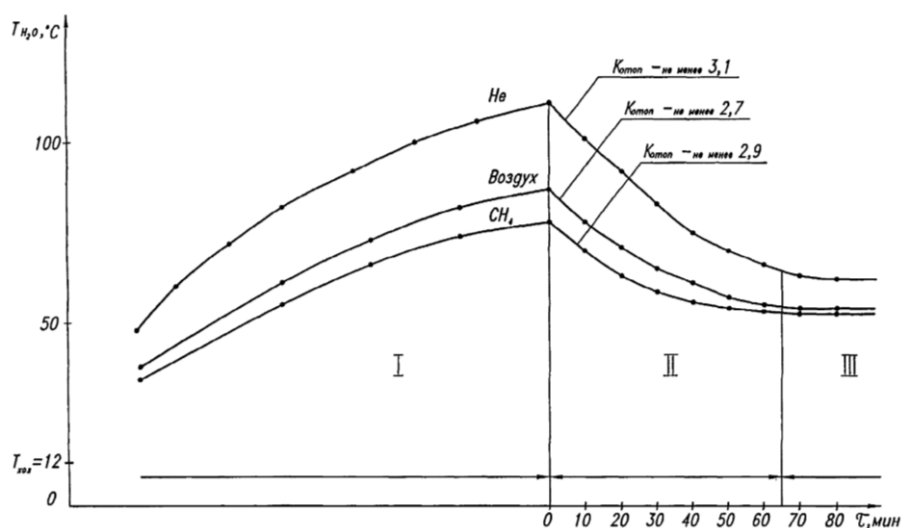


Рис. 8. Зависимость температуры нагрева воды на выходе из сепаратора от времени работы ТГУ:

I – режим прогрева жидкости в контуре теплогенератора (после его заправки холодной водой);
II – переходный режим; III – установившийся режима [23]

Температура воды в сепараторе может превышать 100 °С, так как давление газа выше атмосферного давления. После выхода теплогенератора на установившийся режим коэффициент $K_{\text{отоп}}^{\text{ТГУ}}$ преобразования энергии достигает значений:

- ✓ для водно-воздушной смеси – не менее 2,7;
- ✓ для водно-метановой смеси – не менее 2,9;

✓ для водно-гелиевой смеси – не менее 3,1.

Коэффициент преобразования энергии может быть увеличен (до 1,5 раз) при использовании вместо воды высокотемпературных носителей с низкой упругостью пара, например, дифенильной смеси (ДФС) [21].

Преимущества предлагаемого способа получения тепловой энергии по сравнению с известными - значительная экономия электроэнергии или природных топливных ресурсов, сохранение кислорода в земной атмосфере и отсутствие выбросов в нее вредных продуктов сгорания.

Заключение.

Современные методы моделирования и численные методы расчета позволяют эффективно рассчитывать кавитационные явления в каналах сложной геометрии и дают рекомендации по проектированию проточной части теплогенерирующих элементов специального профиля для получения максимальной теплоотдачи.

В результате анализа принципиальных схем теплогенерирующих установок различного исполнения с применением струйного гидродинамического насоса предлагается в качестве источника тепла в системе отопления использовать ТГУ в соответствии с патентом РФ № 2 232 356 С2.

Для численного моделирования течения рабочей среды в ТГУ построена математическая модель течения вскипающей жидкости в каналах определенной геометрии. Выполнены проектные расчеты различных вариантов каналов теплогенерирующих элементов и определена более целесообразная форма канала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Крайнов, Ю. Е.** Кавитационный реактор / Ю. Е. Крайнов // Основные направления развития техники и технологии в АПК, легкой и пищевой промышленности: сборник материалов международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых. – Княгинино, 2012. – С. 197-199.
2. **Котов, С. В.** Насос-теплогенератор на основе явления кавитации / С. В. Котов, В. П. Рак // Промышленная энергетика. – 2015. – № 9. – С. 23-24.
3. **Бритвин, Л. Н.** Способ повышения эффективности теплогенератора кавитационного типа. пат. № 2212597 (Российская Федерация), МПК F24J 3/00 патентообладатель Бритвин Лев Николаевич. – № 99110537/06; заявл. 19.05.1999; – опубл. 20.09.2003, Бюл. № 26. – 3 с.
4. **Новая энергетика:** Овчаренко, Н. И. Вихревые теплогенераторы [Электронный ресурс] / Н. И. Овчаренко // Новая энергетика. – 2004. – № 2(17). – СПб.: Новая энергетика, 2001. – Режим доступа: <http://faraday.ru/ruscontent17.html>, свободный. – Загл. с экрана.
5. **Академия Тринитаризма:** Урпин, К. В. О возможности создания «сверхъединичных» теплогенераторов [Электронный ресурс] / К. В. Урпин // Академия Тринитаризма. – 2019. – № 77-6567. – М.: Академия Тринитаризма, 2002. – Режим доступа: <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0023/001a/00231090.htm>, свободный. – Загл. с экрана.
6. **Беляев, А. Н.** Оценка перспектив использования кавитационных процессов для автономных источников тепловой энергии / А. Н. Беляев, Р. А. Гурдин // Общество. Наука. Инновации (НПК-2018): сборник статей XVIII Всероссийской научно-практической конференции. – Киров, 2018. – С. 83-88.
7. **Григорьев, С. В.** Анализ конструктивных исполнений гидродинамических теплогенерирующих устройств и возможности разработки конструкции со струйным кавитационным взаимодействием потоков / С. В. Григорьев, Р. Н. Поляков // Гидравлические машины и системы транспортировки нефти и газа. – 2018. – Вып. 6. – С. 32-41.

8. **Промтов, М. А.** Машины и аппараты с импульсными энергетическими воздействиями на обрабатываемые вещества / М. А. Промтов. – М.: Изд-во Машиностроение-1, 2004. – 136 с.
9. **Комаров, А. И.** К вопросу использования явления кавитации / А. И. Комаров, А. Н. Макеев // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2017. – Вып. 3-4. – С. 63-66.
10. **Голяк, С. А.** Повышение эффективности теплогенератора с учетом снижения кавитации / С. А. Голяк, Т. О. Гаврилова // Главный энергетик. – 2017. – Вып. 4. – С. 19-25.
11. **Wang, J.** Performance of cavitation flow and its induced noise of different jet pump cavitation reactors / J. Wang, H. Cheng, S. Xu, B. Ji, X. Long // Ultrasonics Sonochemistry. – 2019. – Vol. 55. – Pp. 322-331.
12. **Teran, R.** Hydrodynamic cavitation as a strategy to enhance the efficiency of lignocellulosic biomass pretreatment / R. Teran, L. Ramos, S. Da, G. Dragone, S. Mussatto, J. Santos // Critical Reviews in Biotechnology. – 2018. – Vol. 38. – № 4. – Pp. 483-493.
13. **Choi, J.** Hydrodynamic cavitation and activated persulfate oxidation for degradation of bisphenol A: Kinetics and mechanism / J. Choi, M. Cui, Y. Lee, J. Kim, Y. Son, J. Khim // Chemical Engineering Journal. – 2018. – Vol. 338. – Pp. 323-332.
14. **Gogate, P.** A review and assessment of hydrodynamic cavitation as a technology for the future / P. Gogate, A. Pandit // Ultrasonics sonochemistry. – 2005. – Vol. 12. – Pp. 21-27.
15. **Pathania, S.** Applications of hydrodynamic cavitation for instant rehydration of high protein milk powders / S. Pathania, Q. Ho, S. Hogan, N. McCarthy, J. Tobin // Journal of Food Engineering. – 2018. – Vol. 225. – Pp. 18-25.
16. **Kim, D.** Selective removal of rotifers in microalgae cultivation using hydrodynamic cavitation / D. Kim, E. Kim, H. Koh, K. Kim, J. Han, Y. Chang // Algal research. – 2017. – Vol. 28. – Pp. 24-29.
17. **Yi, C.** Degradation of organic wastewater by hydrodynamic cavitation combined with acoustic cavitation / C. Yi, Q. Lu, Y. Wang, Y. Wang, B. Yang // Ultrasonics Sonochemistry. – 2018. – Vol. 43. – Pp. 156-165.
18. **Soyama, H.** Enhancing the aggressive intensity of hydrodynamic cavitation through a Venturi tube by increasing the pressure in the region where the bubbles collapse / H. Soyama, J. Hoshino // American Institute of Physics. – 2016. – Vol. 6. – Pp. 1-14.
19. **Елисеева, Е. С.** Кавитационные технологии обработки нефти и нефтепродуктов / Е. С. Елисеева, С. С. Комарова, А.П. Бондаренко // Новые технологии в учебном процессе и производстве: сборник материалов XIX Международной научно-технической конференции. – Рязань, 2021. – С. 150-151.
20. **Наброски для новой физики:** Гришаев, А. А. О механизме нагрева воды при гидродинамической кавитации [Электронный ресурс] / А. А. Гришаев // Наброски для новой физики. – 2016. – 12 сентября. – М.: Наброски для новой физики. RU, 2012. – Режим доступа: <http://newfiz.info/list.html>, свободный. – Загл. с экрана.
21. **Рыков, С. В.** Гидродинамический эффект и возможности его практического применения / С. В. Рыков, Д. Х. Мамина // Интернет-журнал «Науковедение». – 2013. – Вып. 6(19). – С. 155.
22. **Булыгин, Ю. А.** Высокоэффективная теплогенерирующая установка на базе специального гидрокомпрессора / Ю. А. Булыгин, С. В. Григорьев, А. И. Кузин, А. Бенамгхар // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2008. – Т. 4. – № 7. – С. 66-69.
23. **Демин, М. И., Иванов, В. А., Кашук, А. С., Кузин, А. И., Рачук, В. С.** Способ получения тепловой энергии и устройство для его осуществления. пат. № 2232356 (Российская Федерация), МПК F24J3/00 патентообладатели Демин Михаил Иванович, Иванов Владимир Александрович, Кашук Анатолий Сидорович, Кузин Александр Иванович, Рачук

Владимир Сергеевич. – № 2002124159/06; заявл. 11.09.2002; – опубл. 10.07.2004, Бюл. № 19. – 2 с.

24. Кузин, А. И., Демин, М. И., Филатов, И. Л., Чаиский, А. И. Теплогенераторная установка. пат. № 60187 (Российская Федерация), МПК F25B29/00 патентообладатель Кузин Александр Иванович. – № 2006114571/22; заявл. 28.04.2006; – опубл. 10.01.2007, Бюл. № 1. – 2 с.

25. Ананичева, С. С. Электроэнергетические системы и сети: модели развития / С. С. Ананичева, П. Е. Мезенцев, А. Л. Мызин; под научной редакцией П. И. Бартоломея. – М.: Изд-во Юрайт, 2019. – 148 с.

26. Григорьев, С. В. Подход к моделированию течения в каналах сложной геометрии энергоэффективной теплогенерирующей установки / С. В. Григорьев, К. А. Верещак, Л. А. Савин, Р. Н. Поляков // Гидравлические машины и системы транспортировки нефти и газа. – 2018. – Вып. 6. – С. 42-51.

27. Grigoriev, S. Centrifugal pump's impeller optimization using methods of calculation hydrodynamics / S. Grigoriev, S. Mayorov, R. Polyakov // Materials Science and Engineering. – 2017. – Vol. 233. – Pp. 1-6.

28. Kitaev, D. Modeling the work of a steam-water injector in a heat supply system / D. Kitaev, E. Aralov, D. Bugaevsky, A. Makarov // E3S Web of Conferences. – 2020. – Pp. 06037.

29. Grigoriev, S. Geometric characteristics of the energy efficient hydrodynamic cavitator in the composition of high viscous oil transportation systems / S. Grigoryev, K. Vereshchak, R. Polyakov // AIP Conference Proceedings. – 2020. – Pp. 030053.

30. Юшков, Н. Б. Исследование динамических процессов в проточном волновом генераторе плоского типа для формирования тонкодисперсных эмульсий из несмешивающихся сред: дис. ... канд. тех. наук : 01.02.06 / Николай Борисович Юшков ; НЦ НВМТ РАН. – М., 2014. – 142 с.

Поступила в редакцию 11 февраля 2022

APPLICATION OF A JET HYDRODYNAMIC PUMP IN THE CAVITATION REACTOR OF A HEAT GENERATING PLANT AND SIMULATION OF FLUID FLOW IN IT

A. R. Makarov, S. V. Grigoriev, A. S. Volokh, **A. I. Kuzin**

Artem Ruslanovich Makarov, senior lecturer at the Department of Heat and Gas Supply and Oil and Gas Engineering, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(473)271-53-21; e-mail: am67293822@rambler.ru
Sergey Vasilyevich Grigoriev, Cand. Sc. (Tech.), associate Professor, associate Professor of the Department of Hydraulics, Water Supply and Water Disposal, Voronezh state technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(473)207-22-20; e-mail: gsv-3@mail.ru

Anastasia Sergeevna Volokh, master's student at the Department of Heat and Gas Supply and Oil and Gas Engineering, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(473)271-53-21; e-mail: voloh.a@mail.ru

Alexander Ivanovich Kuzin, project engineer АО «КБНА» Voronezh, Russia, tel.: +7(473) 263-24-38; e-mail: kuzinai123@mail.ru

The article presents a description of the schematic diagram of a heat-generating installation used as a heat source in a heating system using a jet hydrodynamic pump. We formulated the main advantages of using heat-generating installation with a jet hydrodynamic pump. We consider a simulation model of the heat-generating plant channels. We made design calculations for various heat-generation element channel options. The results obtained allow us to conclude that the use of these installations and their further implementation are promising.

Keywords: cavitation reactor; hydrodynamic pump; cavitation; thermodynamic system.

REFERENCES

1. **Krainov Yu. E.** *The cavitation reactor. The main directions of development of equipment and technology in the agro-industrial complex, light and food-processing industry: collection of articles of the scientific-practical conference of students, postgraduates, scientists.* Knyaginino, 2012. Pp. 197-199. (in Russian)
2. **Kotov S. V., Rak V. P.** *Pump-heat generator based on the phenomenon of cavitation.* Industrial power engineering. 2015. No. 9. Pp. 23-24. (in Russian)
3. **Britvin L. N.** *A method for increasing the efficiency of a cavitation-type heat generator.* Pat. No. 2212597 (Russian Federation), IPC F24J 3/00 patentee Britvin Lev Nikolaevich. No. 99110537/06; Appl. 19.05.1999; publ. 20.09.2003, bull. No. 26. 3 p. (in Russian)
4. **Ovcharenko N. I.** *The vortex heat generators.* St. Petersburg, New energy industry. No. 2(17). 2004. <http://faraday.ru/ruscontent17.html>, free. - Ver. from the screen. (in Russian)
5. **Urpin K. V.** *About the possibility of creating «over-unity» heat generators.* Moscow, Academy of Trinitarianism. No. 77-6567. 2019. <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0023/001a/00231090.htm>, free. - Ver. from the screen. (in Russian)
6. **Belyaev A. N., Gurdin R. A.** *The assessment of the prospects for the use of cavitation processes for autonomous heat energy sources* Society. Science. Innovations (SPC-2018): collection of articles of the XVIII all-Russian scientific-practical conference. Kirov, 2018. Pp. 83-88. (in Russian)
7. **Grigoriev S. V., Polyakov R. N.** *Analysis of structural designs of hydrodynamic heat generating devices and the possibility of developing a design with jet cavitation interaction of flows.* Hydraulic machines and oil and gas transportation systems. 2018. Issue. 6. Pp. 32-41. (in Russian)
8. **Promptov M. A.** *Machines and devices with pulsed energy effects on processed substances.* Moscow, Publishing House of Mashinostroenie-1. 2004. 136 p. (in Russian)
9. **Komarov A. I., Makeev A. N.** *On the issue of using the phenomenon of cavitation.* Modern trends in the development of science and technology. 2017. Issue. 3-4. Pp. 63-66. (in Russian)
10. **Golyak S. A., Gavrilova T. O.** *Increasing the efficiency of the heat generator taking into account the reduction of cavitation.* Chief power engineer. 2017. Issue. 4. Pp. 19-25. (in Russian)
11. **Wang J., Cheng H., Xu S., Ji B., Long X.** *Performance of cavitation flow and its induced noise of different jet pump cavitation reactors.* Ultrasonics Sonochemistry. 2019. Vol. 55. Pp. 322-331.
12. **Teran R., Ramos L., Da S., Dragone G., Mussatto I., Santos J.** *Hydrodynamic cavitation as a strategy to enhance the efficiency of lignocellulosic biomass pretreatment.* Critical Reviews in Biotechnology. 2018. Vol. 38. No. 4. Pp. 483-493.
13. **Choi J., Cui M., Lee Y., Kim J., Son Y., Khim J.** *Hydrodynamic cavitation and activated persulfate oxidation for degradation of bisphenol A: Kinetics and mechanism.* Chemical Engineering Journal. 2018. Vol. 338. Pp. 323-332.
14. **Gogate P., Pandit A.** *A review and assessment of hydrodynamic cavitation as a technology for the future.* Ultrasonics sonochemistry. 2005. Vol. 12. Pp. 21-27.
15. **Pathania S., Ho Q., Hogan S., McCarthy N., Tobin J.** *Applications of hydrodynamic cavitation for instant rehydration of high protein milk powders.* Journal of Food Engineering. 2018. Vol. 225. Pp. 18-25.
16. **Kim D., Kim E., Koh H., Kim K., Han J., Chang Y.** *Selective removal of rotifers in microalgae cultivation using hydrodynamic cavitation.* Algal research. 2017. Vol. 28. Pp. 24-29.
17. **Yi C., Lu Q., Wang Y., Wang Y., Yang B.** *Degradation of organic wastewater by hydrodynamic cavitation combined with acoustic cavitation.* Ultrasonics Sonochemistry. 2018. Vol. 43. Pp. 156-165.

18. **Soyama H., Hoshino J.** *Enhancing the aggressive intensity of hydrodynamic cavitation through a Venturi tube by increasing the pressure in the region where the bubbles collapse*. American Institute of Physics. 2016. Vol. 6. Pp. 1-14.
19. **Eliseeva E. S., Komarova, S. S., Bondarenko A. P.** *Cavitation technologies of oil and petroleum products processing* New technologies in the educational process and production: collection of articles of the XIX international scientific and technical conference. Ryazan. 2021. Pp. 150-151. (in Russian)
20. **Grishaev A. A.** *About the mechanism of water heating during hydrodynamic cavitation*. Moscow, Sketches for a new physics. 2016. <http://newfiz.info/list.html>, free. - Ver. from the screen. (in Russian)
21. **Rykov S. V., Mamina D. H.** *The hydrodynamic effect and the possibilities of its practical application*. Online journal «Naukovedenie». 2013. Issue. 6(19). Pp. 155. (in Russian)
22. **Bulygin Y. A., Grigoriev S. V., Kuzin A. I., Benamghar A.** *The highly efficient heat generating unit based on a special hydraulic compressor*. Vestnik of the Voronezh State Technical University. 2008. T. 4. No. 7. Pp. 66-69. (in Russian)
23. **Demin M. I., Ivanov V. A., Kashchuk A. S., Kuzin A. I., Drachuk V. S.** *A method of obtaining thermal energy and a device for its implementation*. Pat. No. 2232356 (Russian Federation), IPC F24J3/00 patentees Demin Mikhail Ivanovich, Ivanov Vladimir Alexandrovich, Kashchuk Anatoly Sidorovich, Kuzin Alexander Ivanovich, Rachuk Vladimir Sergeevich. No 2002124159/06; Appl. 11.09.2002 ; publ. 10.07.2004, bull. No. 19. 2 p. (in Russian)
24. **Kuzin A. I., Demin M. I., Filatov I. L., Chatsky A. I.** *Heat generating plant*. Pat. No. 60187 (Russian Federation), IPC F25B29/00 patentee Kuzin Alexander Ivanovich. No 2006114571/22; Appl. 28.04.2006 ; publ. 10.01.2007, bull. No. 1. 2 p. (in Russian)
25. **Ananicheva S. S., Mezentsev P. E., Myzin A. L.** *Electric power systems and networks: development models*. Moscow, Publishing House of Yurayt. 2019. 148 p. (in Russian)
26. **Grigoriev S. V., Vereshchak K. A., Savin L. A., Polyakov R. N.** *An approach to modeling the flow in channels of complex geometry of an energy-efficient heat generating plant*. Hydraulic machines and oil and gas transportation systems. 2018. Issue. 6. Pp. 42-51. (in Russian)
27. **Grigoriev S., Mayorov S., Polyakov R.** *Centrifugal pump's impeller optimization using methods of calculation hydrodynamics*. Materials Science and Engineering. 2017. Vol. 233. Pp. 1-6.
28. **Kitaev D., Aralov E., Bugaevsky D., Makarov A.** *Modeling the work of a steam-water injector in a heat supply system*. E3S Web of Conferences. 2020. Pp. 06037.
29. **Grigoryev S., Vereshchak K., Polyakov R.** *Geometric characteristics of the energy efficient hydrodynamic cavitator in the composition of high viscous oil transportation systems*. AIP Conference Proceedings. 2020. Pp. 030053.
30. **Yushkov N. B.** *Investigation of dynamic processes in a plane-type flow wave generator for the formation of finely dispersed emulsions from unmixable media*. Moscow, NWMTC. 2014. 142 p. (in Russian)

Received 11 February 2022

Для цитирования:

Применение струйного гидродинамического насоса в кавитационном реакторе теплогенерирующей установки и моделирование течения жидкости в нем / А. Р. Макаров, С. В. Григорьев, А. С. Волох, А. И. Кузин // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2022. – № 1(20). – С. 59-71. – DOI 10.36622/VSTU.2022.19.46.006.

FOR CITATION:

Makarov A. R., Grigoriev S. V., Volokh A. S., Kuzin A. I. *Application of a jet hydrodynamic pump in the cavitation reactor of a heat generating plant and simulation of fluid flow in it*. Housing and utilities infrastructure. 2022. No. 1(20). Pp. 59-71. DOI 10.36622/VSTU.2022.19.46.006. (in Russian)

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. РЕКОНСТРУКЦИЯ, РЕСТАВРАЦИЯ И БЛАГОУСТРОЙСТВО

CITY. RECONSTRUCTION, RESTORATION AND LANDSCAPING

DOI 10.36622/VSTU.2022.99.99.007

УДК 711.512

ВОПРОСЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РЕОРГАНИЗАЦИИ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН ГОРОДА ВОРОНЕЖА

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

Михайлова Татьяна Витальевна, канд. архитектуры, 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

Кононова Марина Сергеевна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(910)342-47-16; e-mail: kniga18@mail.ru

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)271-53-21; e-mail: edsazonov36@yandex.ru

Выполнен анализ существующих проблемных планировочных элементов на территории города Воронежа. Установлено сокращение площадей, используемых под зеленые насаждения общего пользования. Выявлены основные типы рекреационных зон, действующих в настоящее время на территории Воронежа и его пригородной зоны. Рассмотрены предложения для пересмотра функционального назначения в пользу формирования на некоторых территориях рекреационных зон городского поселения, с последующей интеграцией их в планировочную структуру города и в систему городского каркаса зеленых насаждений общего пользования.

Ключевые слова: рекреационная зона; функциональное зонирование; территориальное планирование; планировка городских поселений; зеленые насаждения общего пользования; ландшафт.

В связи с территориальным ростом городов, все большей индустриализацией и урбанизацией агломераций, определяется ряд серьезных проблем в формировании и развитии городских территорий: сохранение и улучшение экологического состояния окружающей среды, рациональное использование природных ресурсов и их интеграция в городские ландшафты, качественно новые подходы в формировании градостроительной политики не только отдельно взятых агломераций, но и регионов в целом [1]. Усовершенствование организации отдыха населения является неотъемлемой частью развития городской среды. В соответствии с этим, проблема создания новых рекреационных образований, туристических зон и изменение подхода к созданию подобных объектов в целом является актуальной [2]. Необходима разработка методов использования городских территорий для создания рекреационных кластеров и новых методик организации данных территорий с учетом современных тенденций и трендов, существующих как в отечественной, так и в зарубежной практике.

Отдых, в современном его понимании, использует все больше ресурсов и требует нестандартных подходов к созданию объектов рекреаций. Новые тренды задают тон современным подходам к решению вопросов проведения досуга.

Анализ данных об использовании площадей под зеленые насаждения общего пользования показывает, что существующих площадей не хватает фактически во всех городских посе-

лениях страны [1, 2]. Зачастую в городах имеется одна крупная рекреационная единица, но, как правило, она не соответствует современным стандартам отдыха. Население в основном использует исторически сложившиеся места отдыха, которые, зачастую, не предназначены для комфортного пребывания или находятся в непригодном к использованию состоянии. Эти проблемы распространяются и на городские территории Воронежа, где принципиально новых рекреационных территорий не создавалось последние 60 лет [3, 4].

Лесные массивы в пределах городского округа города Воронежа занимают площадь порядка 21 800,41 Га. Особенностью размещения этих массивов является их крайне неравномерное и хаотичное расположение, отчасти вследствие пожаров. Лесные массивы не представляют собой единой системы зеленых насаждений (рис. 1). Единственным «ландшафтным коридором», который объединяет разрозненные участки леса, сосредоточенные на севере и юге городского округа, является воронежское водохранилище [5, 6].

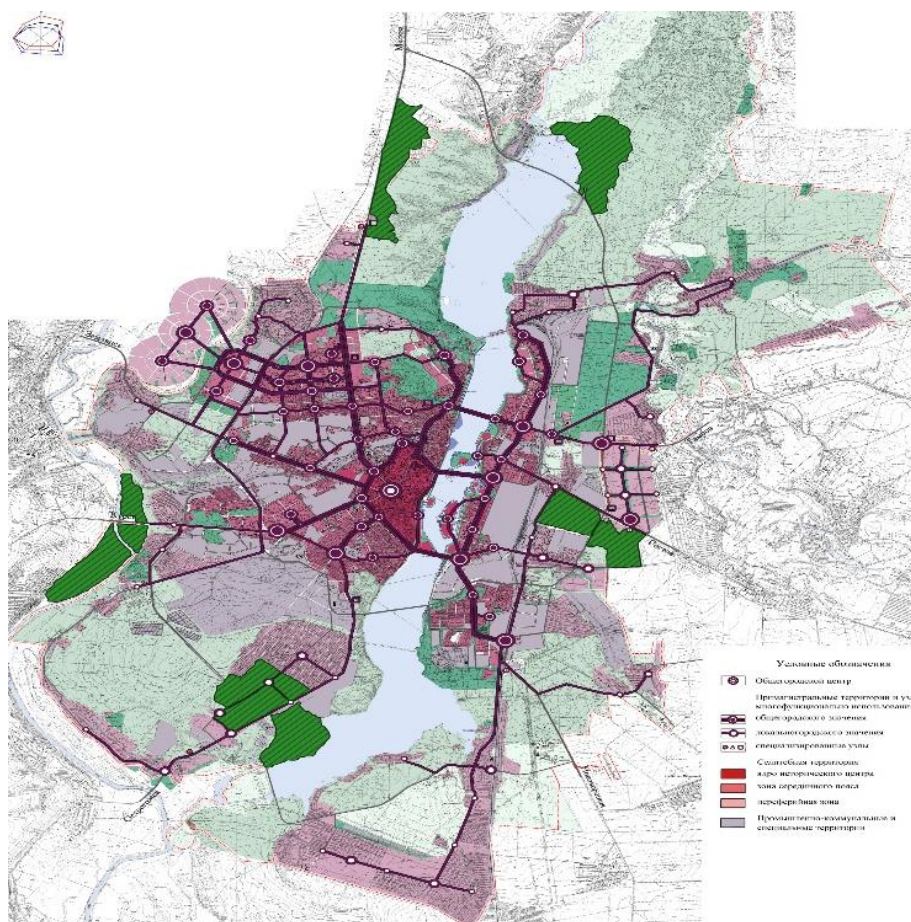


Рис. 1. Схема рекреационных территорий относительно коммуникационного каркаса в г. Воронеже (источник: uga.voronezh-city.ru/legal/gp1)

Площади озеленения города неуклонно сокращаются за счет новых жилых районов.

В связи со сложившейся ситуацией, правительство страны и Воронежской области наметили ряд мероприятий по формированию охраняемых территорий, выделение которых позволит освоить и благоустроить городские и пригородные зоны не только как зоны отдыха, но и как туристические маршруты (рис. 2) [7, 8].

В Воронеже есть несколько мест, в которых можно развивать рекреационные комплексы с включением в них досуговых и спортивных центров, ландшафтных парков, отвечающих требованиям досуга любого направления [9, 10]. Зеленый каркас в пределах городского округа имеет очаги лесов в северной части, в частности, «Воронежский государственный заповедник» и «Спортивно-досуговый центр» вдоль трассы М4 при выезде из города. На

юге города зеленые насаждения представлены Шиловским лесом, ограниченным микрорайонами «Шилово», «Тенистый» и Воронежским водохранилищем.



Рис. 2. Схема использования новых территорий для создания рекреационных зон в г. Воронеже (источник: uga.voronezh-city.ru/legal/gp1)

В северной части городского поселения имеются площади, которые можно использовать в качестве подосновы для формирования рекреационных зон. Южное направление, как городская зона отдыха, не развивается, хотя здесь имеется достаточный рекреационный потенциал. В самом городе Воронеже новых рекреационных образований, таких как парки и скверы, не создается. Усилия, направленные на реструктуризацию и поддержание существующих мест отдыха, не приносят серьезных результатов. Зеленых насаждений, включая все зеленые насаждения городского округа, приходится по 2,7 кв. м на одного жителя города. Таким образом, в ближайшем будущем озелененных участков не будет хватать населению, а мероприятий по решению этих проблем фактически не проводится. Рекреационные системы состоят, как из природных территорий, их функциональных зон, учреждений, так и предприятий обслуживания, формирующих эти зоны. Рекреационная зона – самая большая структура, входящая в рекреационную систему определенной территории.

Разная величина площадей рекреационных зон предполагает особенности их структуры и функциональной организации. На территории городского округа г. Воронеж и прилегающих к нему землях можно выделить по составу и занимаемым площадям следующие рекреационные образования:

- ✓ Воронежский государственный заповедник. Общая площадь заповедника составляет около 22988 Га, в том числе входящая в состав городского округа – около 97 Га. В заповеднике расположен ряд культурно – просветительских и музейных объектов;

- ✓ Спортивно-оздоровительный комплекс (СОК) «Олимпик». Спортивный комплекс имеет площадь 58 Га, что делает его одним из самых крупных образований в рекреационной

системе городского округа. По составу данный комплекс включает в себя элементы активного и пассивного отдыха, являясь самой популярной зоной временного отдыха у населения города. В состав комплекса входят: экологические тропы, площадки для занятий спортом, пешеходные и вело маршруты. В зависимости от сезонности, на территории комплекса проводятся различные соревнования по летним и зимним видам спорта;

✓ городской парк «Динамо» является памятником природы местного значения. Естественные террасы, балки и овраги делают парк уникальным в системе городских парков. После реконструкции в 2012 году интерес к парку значительно возрос. Создание новой инфраструктуры с новым функциональным зонированием, значительно увеличило количество посещений и посетителей городского парка.

Для решения сложившихся проблем, ряд градостроителей, архитекторов, озеленителей и исследователей Воронежа, выделяют несколько перспективных объектов и территорий для дальнейшего их освоения (см. рис. 2):

✓ территория ВАСТ, с прилегающим участком «Чижевская дача», входящие в состав городского округа г. Воронеж. Здесь много оврагов и балок, спускающихся террасами с уклоном 20...25 % к воронежскому водохранилищу. На территории частично сохранилась колокольня, разрушенная во время войны, что делает этот участок привлекательным с исторической точки зрения. Существующие объекты и особенности ландшафта, позволяют проложить пешеходные маршруты, экотропы, посещать перепрофилированные производственные предприятия, организовать площадки для занятий спортом;

✓ урочище «Долгое» расположено в юго-западной части Воронежа и включает территорию в 90 Га. На рассматриваемых землях имеются осложненные деградирующие ландшафты. К урочищу примыкают объекты специального назначения.

Выделенные территории относятся к зонам кратковременного отдыха и к первому типу рекреационных зон, входящих в рекреационную систему и воспринимающих на себя наибольшую нагрузку.

Второй тип – это рекреационные территории, сосредоточенные у рек и водных пространств. К данным территориям можно отнести немногочисленные обустроенные набережные воронежского водохранилища и дикие пляжи у реки Дон. Суммарная площадь таких мест составляет около 120 Га.

Третий тип – рекреационные территории вблизи исторических мест, ландшафтов и памятников архитектуры. Такие типы рекреационных зон практически отсутствуют в Воронежской агломерации, за исключением кордонов, находящихся на территории Воронежского заповедника. Данные территории могут использоваться, как для долговременного, так и для кратковременного отдыха. Территории, используемые под различные рекреационные цели, с их взаимосвязями и взаимным влиянием на соседние поселения составляют рекреационную систему, которая напрямую взаимосвязана с демографическим составом населения. Поэтому, в состав рекреационной системы должны входить минимум 3 зоны: зона детского отдыха для детей от 1 года до 7 лет, зона активного отдыха для детей от 7 до 18 лет и зона тихого отдыха для лиц старше 20 лет.

Заключение.

Анализируя все рекреационные системы в масштабе региона, можно отметить, что наиболее распространены и развиты рекреационные системы квартального, районного и городского значения. Совсем не развиты или развиты слабо, стихийно, рекреационные системы группы населенных мест, которые являются наиболее перспективными рекреационными, экологически чистыми и более эффективными для массового удовлетворения потребностей населения в части отдыха.

Предложены направления для развития рекреационных зон на территории городского округа г. Воронеж и прилегающих к нему землях, с учетом особенностей их структуры и функциональной организации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Шерешевский, А. Л.** Подходы к реконструкции архитектурно-градостроительной среды на примере послевоенных восстановлений исторических городов / А. Л. Шерешевский // Известия Самарского научного центра РАН. – 2015. – № 1-2. – С. 511-516.
2. **Ворожейкина, О. И.** Исследование теоретической и практической базы основ формирования урбанизированной рекреационной среды / О. И. Ворожейкина, Г. Е. Барбо-сынова, А. А. Горбачев // Курорты. Сервис. Туризм. – 2016. – № 1(30). – С. 144-150.
3. **Михайлова, Т. В.** Создание условий для регулируемого отдыха в пригородных зонах городских поселений (на примере города Воронежа) / Т. В. Михайлова, С. А. Долбилов // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство и транспорт: сборник материалов II международной научно-практической конференции. – Тамбов, 2015. – С. 73-78.
4. **Калугин, П. И.** Проблемы создания условий для регулируемого отдыха и туризма в пригородных зонах (на примере города Воронежа) / П. И. Калугин, Т. В. Михайлова, А. С. Долбилов // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия: Высокие технологии. Экология. – 2017. – № 1. – С. 56-59.
5. **Михайлова, Т. В.** Градостроительная концепция развития территории Воронежского водохранилища, как рекреационной зоны города / Т. В. Михайлова, Е. Ю. Гриева, В. Д. Фернюк // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2017. – № 3. – С. 49-54.
6. **Григорьевская, А. Я.** Зеленые насаждения города Воронежа как природный элемент многоструктурной системы экологического каркаса / А. Я. Григорьевская, О. С. Лисова // Научный диалог. – № 2. – 2012. – С. 100-111.
7. **Семенов, В. Н.** Комплексное развитие инженерной инфраструктуры туристического маршрута «Старый Воронеж» в городском округе Воронеж / В. Н. Семенов, Т. В. Михайлова, О. Н. Ермоленко // Градостроительство. – 2014. – № 5(33). – С. 37-42.
8. **Михайлова, Т. В.** Реконструкция исторически сложившейся застройки на территории города Воронежа и создание на ее основе одной из туристических зон «Исторический Воронеж» / Т. В. Михайлова, А. Е. Гузева // материалы II Брянского международного инновационного форума. – Брянск, 2016. – Т. 2. – С. 80-84.
9. **Михайлова, Т. В.** Архитектурно-градостроительные проблемы реконструкции ландшафтно-исторической среды районов сложившейся застройки (на примере г. Воронежа) / Т. В. Михайлова, Е. В. Золотухина, И. С. Московкина // Инженерные системы и сооружения. – 2016. – № 3(20). – С. 89-97.
10. **Гузева, А. Е.** История формирования улицы Сакко и Ванцетти городского округа город Воронеж, как исторически ценного градоформирующего объекта города / А. Е. Гузева, Т. В. Михайлова // Градостроительство, инфраструктура, коммуникации. – 2016. – № 3. – С. 9-14.

Поступила в редакцию 15 февраля 2022

**ISSUES OF DEVELOPMENT AND REORGANIZATION
OF RECREATIONAL AREAS OF VORONEZH-CITY**

T. V. Mikhaylova, M. S. Kononova, E. V. Sazonov

Tat'yana Vital'evna Mikhaylova, Cand. Sc. (Architecture.), Associate Professor at the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(950)766-25-55; e-mail: mtvit.1955@mail.ru

Marina Sergeevna Kononova, Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor at the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(473)271-28-92; e-mail: kniga18@mail.ru

Eduard Vladimirovich Sazonov, Dr. Sc. (Tech.), Professor at the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, tel.: +7(473)271-53-21; e-mail: edsazonov36@yandex.ru

We carried out analysis of the existing problematic planning elements on the territory of Voronezh-city. We determined a reduction in the areas used for public green spaces. As well we identified the main types of recreational zones currently operating on the territory of Voronezh-city and its suburban area. We considered offers for revising the functional purpose in favor of the development of recreational zones of an urban settlement in some areas, with their subsequent integration into the planning structure of the city and into the system of the urban framework of public green spaces.

Keywords: recreational zone; functional zoning; territorial planning; urban settlement planning; public green spaces; landscape.

REFERENCES

1. **Shereshevsky A. L.** *Approaches to the reconstruction of the architectural and urban environment on the example of post-war restoration of historical cities.* Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2015. No. 1-2. Pp. 511-516. (in Russian)
2. **Vorozheikina O. I., Barbosynova G. E., Gorbachev A. A.** *Research of the theoretical and practical basis of the foundations of the formation of an urbanized recreational environment* Resorts. Service. Tourism. 2016. No. 1(30). Pp. 144-150. (in Russian)
3. **Mikhailova T. V., Dolbilov S. A.** *Creating conditions for regulated recreation in suburban areas of urban settlements (on the example of the city of Voronezh).* Sustainable development of the region: architecture, construction and transport, Collection of scientific Works of the Institute of Architecture, Construction and Transport. Tambov. 2017. Pp. 73-78. (in Russian)
4. **Kalugin, P. I., Mikhailova T. V., Dolbilov A. S.** *Problems of creating conditions for regulated recreation and tourism in suburban areas (on the example of the city of Voronezh).* Scientific Bulletin of the Voronezh GASU. Series: High technologies. Ecology. 2017. No. 1. Pp. 56-59. (in Russian)
5. **Mikhailova T. V., Grieva E. Yu., Fernyuk V. D.** *Town-planning concept for the development of the territory of the Voronezh reservoir, as a recreational zone of the city.* Housing, Communal Infrastructure. 2017. No 3. Pp. 49-54. (in Russian)
6. **Grigorievskaya A. Y., Lisova O. S.** *Green spaces of the city of Voronezh as a natural element of a multistructural system of ecological framework.* Scientific dialogue. No. 2. 2012. Pp. 100-111. (in Russian)
7. **Semenov V. N., Mikhailova T. V., Ermolenko O. N.** *Integrated development of the engineering infrastructure of the tourist route "Old Voronezh" in the city district Voronezh.* Urban Development. 2014. No 5(33). Pp. 37-42. (in Russian)
8. **Mikhailova T. V., Guzeva A. E.** *Reconstruction of historically developed buildings on the territory of the city of Voronezh and the creation on its basis of one of the tourist zones Historical Voronezh.* Materials of the II Bryansk International-innovation. Forum. Bryansk. 2016. Vol. 2. Pp.80-84. (in Russian)
9. **Mikhailova T. V., Zolotukhina E. V., Moskovkina I. S.** *Architectural and town-planning problems of reconstruction of the landscape-historical environment of the areas of existing development (on the example of Voronezh).* Engineering systems and structures. 2016. No. 3(20). Pp. 89- 97. (in Russian)

10. **Guzeva A. E., Mikhailova T. V.** *History of the formation of Sacco and Vanzetti streets of the urban district of the city of Voronezh, as a historically valuable city-forming city facility.* Urban planning, infrastructure, communications. 2016. No. 3. Pp. 39-14. (in Russian)

Received 15 February 2022

Для цитирования:

Михайлова, Т. В. Вопросы формирования и реорганизации рекреационных зон города Воронежа / Т. В. Михайлова, М. С. Кононова, Э. В. Сазонов // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2022. – № 1(20). – С. 72-78. – DOI 10.36622/VSTU.2022.99.99.007.

FOR CITATION:

Mikhaylova T. V., Kononova M. S., Sazonov E. V. *Issues of development and reorganization of recreational areas of Voronezh-city.* Housing and utilities infrastructure. 2022. No. 1(20). Pp. 72-78. DOI 10.36622/VSTU.2022.99.99.007. (in Russian)

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

DOI 10.36622/VSTU.2022.36.94.008

УДК 504.064

ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИМИ, ТЕХНОГЕННО-ЛАНДШАФТНЫМИ ФАКТОРАМИ И АВТОТРАНСПОРТНЫМ ШУМОМ ГОРОДА ВОРОНЕЖА

Т. И. Прожорина, С. А. Куролап, П. А. Суханов

Прожорина Татьяна Ивановна, канд. хим. наук, доцент, кафедра геоэкологии и мониторинга окружающей среды, ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет, Воронеж, Российская Федерация, тел. +7(920)414-95-49; e-mail: coriandre@rambler.ru

Куролап Семен Александрович, д-р геогр. наук, профессор, кафедра геоэкологии и мониторинга окружающей среды, ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет, Воронеж, Российская Федерация, тел. +7(905)653-93-43; e-mail: skurolap@mail.ru

Суханов Павел Алексеевич, магистрант, кафедра геоэкологии и мониторинга окружающей среды, ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет, Воронеж, Российская Федерация, тел. +7(900)307-88-68; e-mail: sukhانov.1990@bk.ru

Приведены результаты исследования зависимости показателей эквивалентного шума от автотранспорта города Воронежа при изменении геоморфологических и техногенно-ландшафтных характеристик территории. Исследование базируется на проведении натурных измерений и построении моделей уровня шума посредством программного обеспечения. Проведен анализ влияния рельефа на распространение шума для двух участков с понижением уровня абсолютных высот местности. Оценено влияние шумозащитных экранов в формировании уровня акустического загрязнения, создаваемого автотранспортом. Исследовано влияние зеленых насаждений на распространение автотранспортного шума. Составлены экспериментальные зависимости эквивалентного уровня автотранспортного шума от рельефа местности, наличия шумозащитных экранов и полосы зеленых насаждений.

Ключевые слова: автотранспортный шум; рельеф; зеленые насаждения; шумозащитные экраны; эквивалентный уровень шума.

Уровень эквивалентного шума, определяющий комфортность проживания, занимает одно из первых мест среди основных характеристик городской среды. В процессе современной урбанизации уровень шума за каждые 20...25 лет увеличивается на 10 дБ, основная доля этого явления связана со стремительной автомобилизацией населения [1]. Следствием роста технического оснащения города является увеличение экологической напряженности урбанизированной окружающей среды.

Длительный шум, каким и является шум автотранспорта, неблагоприятно влияет на слуховые органы с дальнейшим понижением чувствительности к звукам. Естественный фон звука в 20...30 дБ практически безвреден для человека, однако при уровне около 80 дБ влияние представляет опасность для организма. Звук в 130 дБ провоцирует болевые ощущения, 150 дБ – смертельно опасен и непереносим человеком. Доказано, что шум оказывает разрушающее действие на весь организм и становится причиной преждевременного старения человека. Последствия действия высокого уровня шума отражаются на физиологическом уровне человека в виде болезней желез внутренней секреции, дыхательных путей и расстройства сердечно-сосудистой системы [2].

Исследование зависимостей уровня автотранспортного шума является актуальным,

так как шум выступает фактором, оказывающим потенциальную опасность при проживании человека на урбанизированных территориях.

Воронеж является городом с высокой степенью автомобилизации населения. При этом территория города неоднородна и позволяет проводить исследования по разным типам зависимости эквивалентного шума от факторов техногенной окружающей среды.

Цель исследования заключается в выявлении связей эквивалентного автотранспортного шума с геоморфологическими и техногенно-ландшафтными факторами (на примере города Воронежа).

Экспериментальная часть работы была выполнена сотрудниками кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета.

Измерения уровня шума проводились с помощью шумомера-анализатора модификации «Ассистент» на каждом мониторинговом участке в соответствии с нормативными требованиями ГОСТ 31296.2-2006 «Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 2».

Оценка уровня автотранспортного шума в зависимости от рельефа местности

В рамках исследования по выявлению зависимости уровня эквивалентного автотранспортного шума от уклона рельефа (геоморфологического фактора), проведены натурные замеры на двух участках в пределах г. Воронежа, для которых наблюдается наибольший естественный перепад высот.

Участок № 1 протяженностью 884 м от Петровского сквера (ул. Степана Разина) до начала Чернавского моста Воронежского водохранилища (рис. 1), абсолютная отметка изменяется от 145 до 100 м.

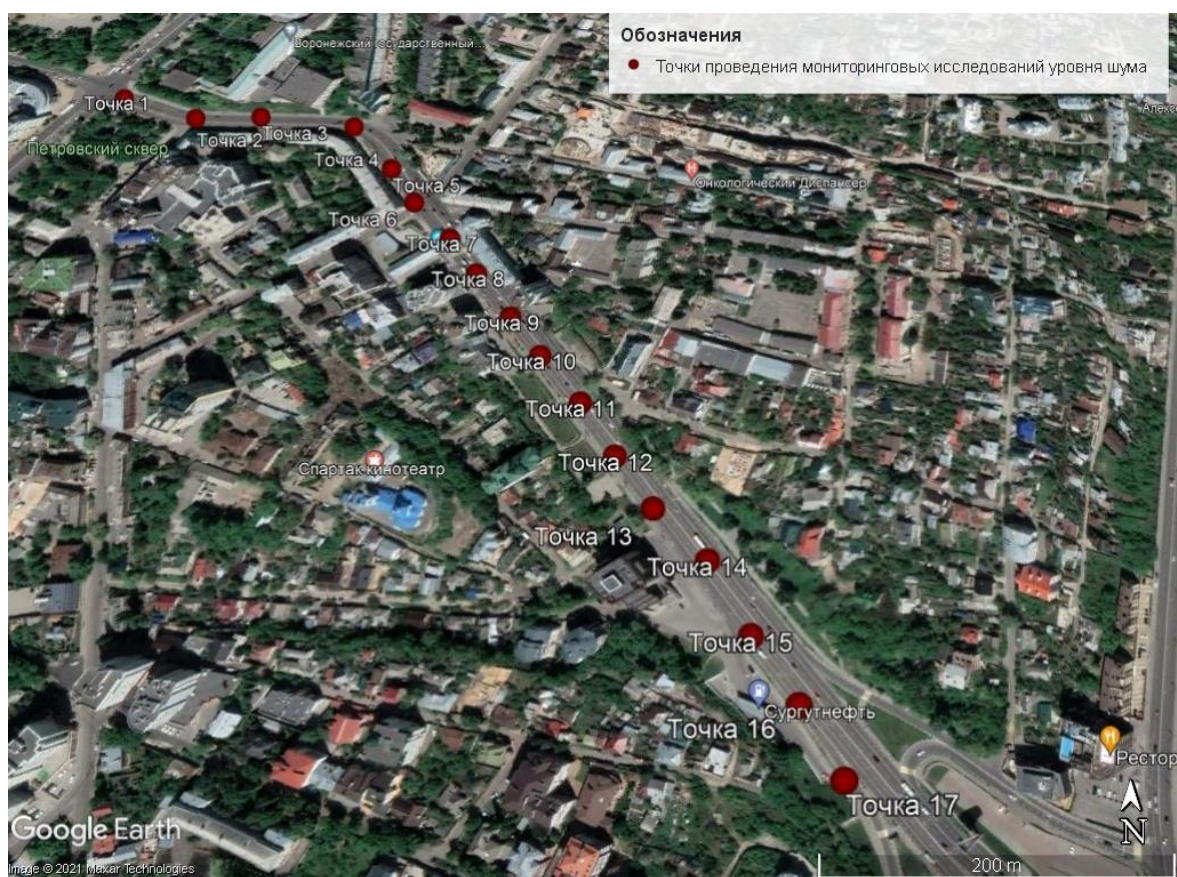


Рис. 1. Карта расположения мониторинговых точек измерения уровня шума на участке от Петровского сквера до Чернавского моста

Участок № 2, протяженностью 715 м, располагается от главного корпуса Воронежского государственного педагогического университета – ВГПУ (ул. Ленина, 86) до центрального парка «Динамо» (рис. 2), абсолютная отметка варьируется от 146 до 125 м.

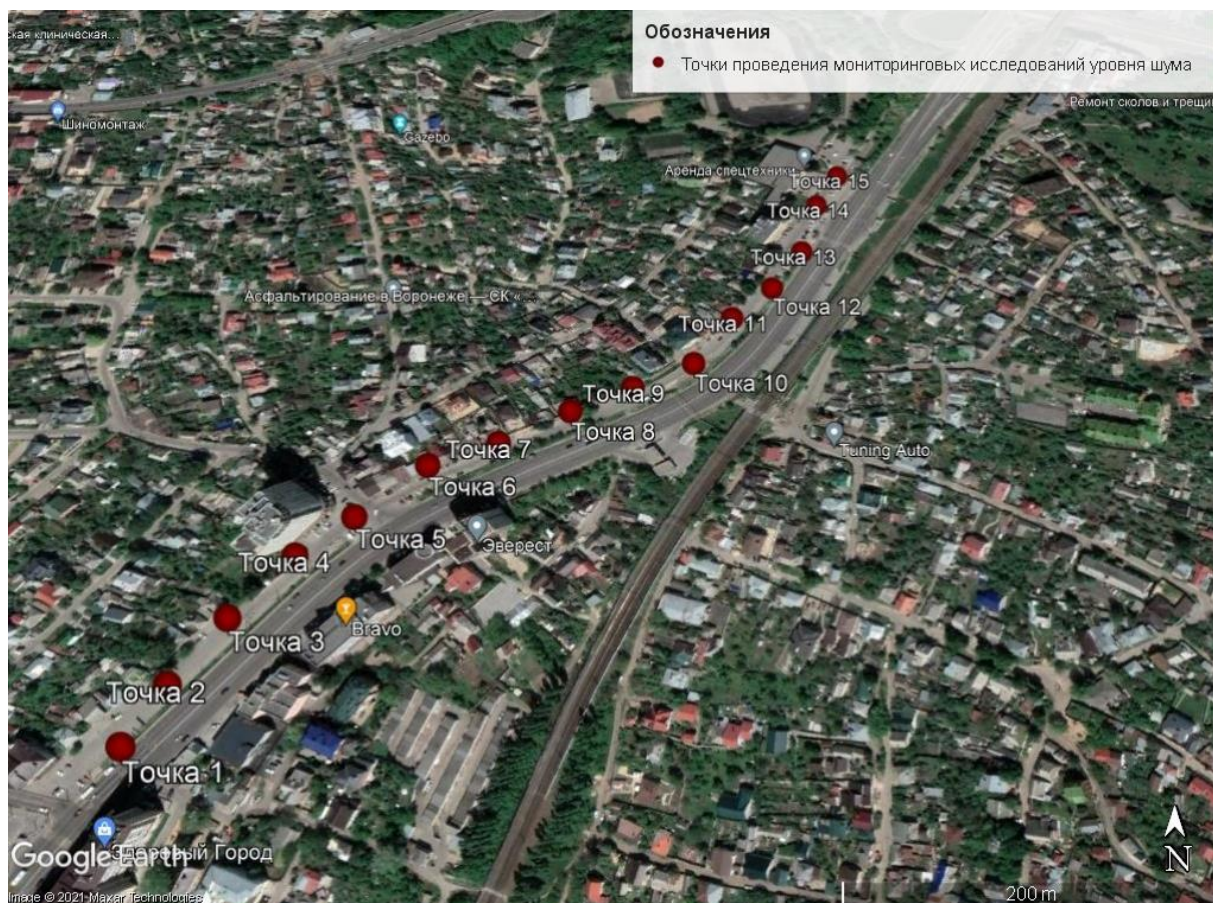


Рис. 2. Карта расположения мониторинговых точек измерения уровня шума на участке от ВГПУ до парка «Динамо»

С учетом общей длины уклона местности, с шагом от 50 – 65 м исследуемые участки разбили на 17 (участок № 1) и 15 (участок № 2) равных отрезков и последовательно выполняли замеры шума в каждой мониторинговой точке контроля (м.т.к.). Натурные измерения проводили в будние дни между 9:00 и 10:00 часами в связи с тем, что данный промежуток времени характеризуется максимальной интенсивностью движения, следовательно, шумовая нагрузка будет максимальной.

По результатам замеров были построены графики зависимости изменения уровня шума и уклона рельефа от расстояния (рис. 3, 4), было установлено, что на исследуемых участках отмечается четкая связь между изменением эквивалентного шума и значениями абсолютного уклона рельефа местности.

Результаты исследований показали, что наиболее высокие уровни автотранспортного шума – 78,3 дБ (участок № 1, м.т.к. 14 точка) и 77,1 дБ (участок № 2, м.т.к. 9) наблюдаются на точках с наибольшим абсолютным уклоном рельефа относительно начала участка:

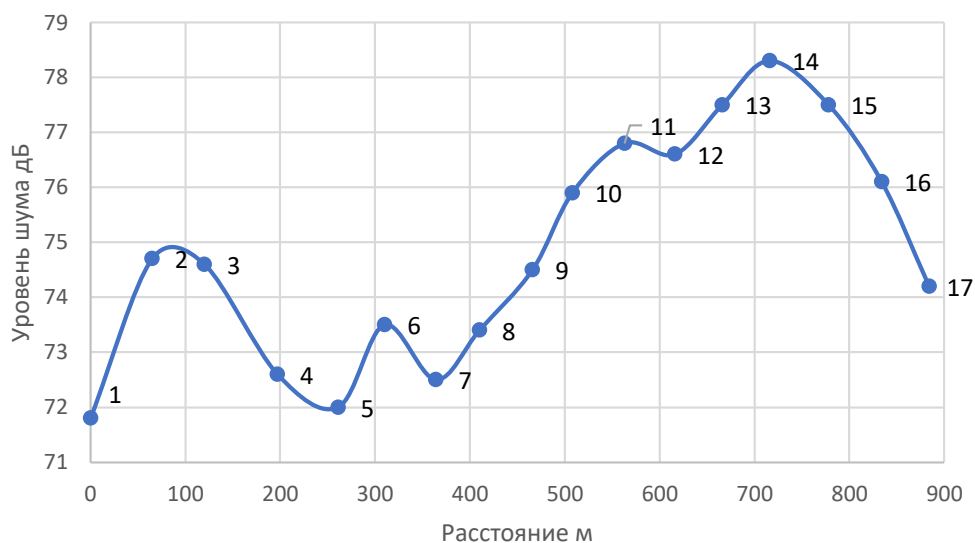
- ✓ участок №1 – в интервале от -7,7 до -5,5 %;
- ✓ участок №2 – в интервале от -10,1 до -8,8 %.

Аналогичная зависимость наблюдается в начале участка № 1, где при резком понижении уклона рельефа на -4,5 %, незамедлительно повышается уровень шума на 3 дБ.

Таким образом, можно сделать вывод, что уровень шума изменяется обратно пропорционально уклону рельефа местности.

Однако, следует отметить, что рельеф не является основным фактором в формировании уровня автотранспортного шума, так как при среднем уклоне рельефа от -3,0 до -5,0 %, наблюдающемся на исследуемых участках г. Воронежа протяженностью 884 м и 715 м, значения эквивалентного шума изменяются всего на 9...12 % [3].

а)



б)

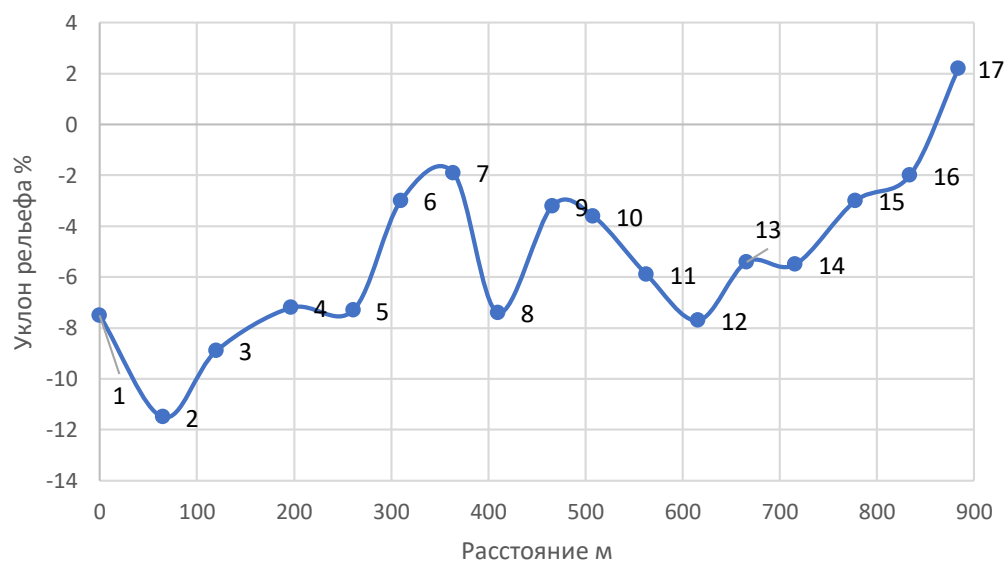
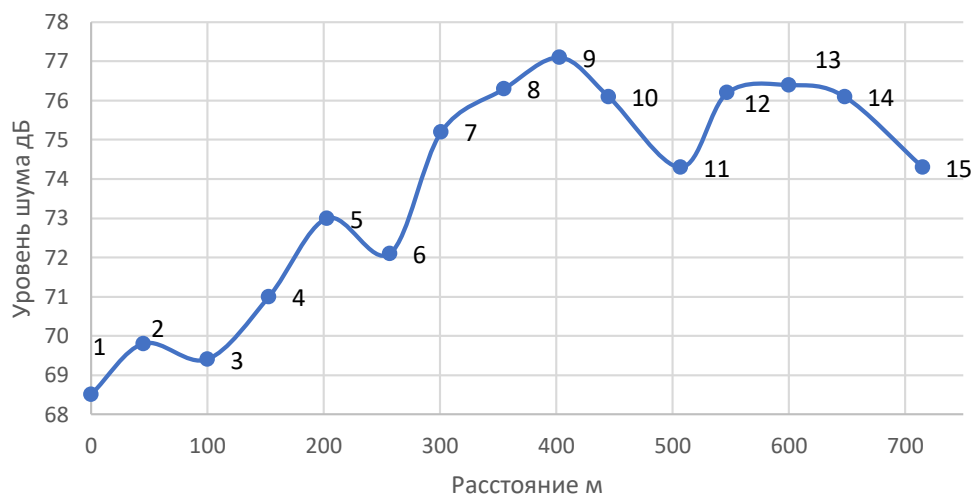


Рис. 3. Графики изменения уровня шума (а) и уклона рельефа (б) на участке от Петровского сквера до Чернавского моста

а)



б)

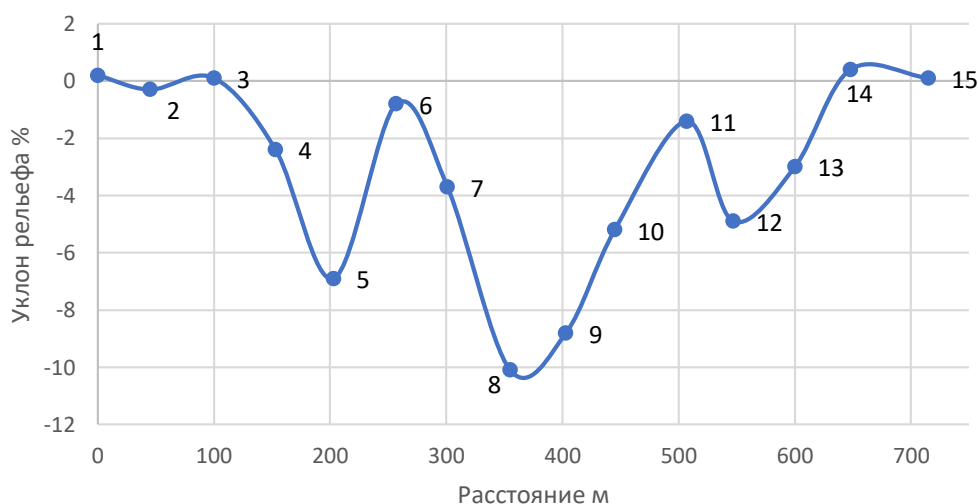


Рис. 4. Графики изменения уровня шума (а) и уклона рельефа (б) на участке от ВГПУ до парка «Динамо»

Оценка влияния шумозащитных экранов в формировании уровня автотранспортного шума

В настоящее время шумозащитные экраны являются самыми эффективными строительно-акустическими средствами по снижению автотранспортного шума на городских территориях, площадках отдыха, зонах рекреации.

Эффективность шумозащитного экрана зависит от его звукоизоляционных характеристик, высоты и протяженности. В мировом сообществе основными методами борьбы с шумом являются шумозащитные барьеры или экраны-стенки. Для обеспечения допустимого уровня шума используются стандартизованные конструкции, которые позволяют изменять высоту, длину и форму шумозащитных экранов в зависимости от шумовой нагрузки конкретной территории.

Шумозащитные экраны различаются конструктивно и их деление основано по типу защиты от шума и светопроницаемости. Традиционным решением в пределах селитебных зон чаще всего является применение вертикальных, либо коленообразных экранов, выполненных из различных материалов [4].

В условиях городской застройки барьером для звуковой волны является любое строение или сооружение. При распространении шума за экраном возникает звуковая тень. Однако, в зоне тени шум от источника, экранируемого барьером, не исключается полностью. Проникновение звуковой энергии за экран зависит от соотношения препятствия и длины волны. Чем больше длина звуковой волны, тем меньше при данном размере препятствия область тени. В случае наличия препятствия на пути распространения звуковой волны только часть звуковой энергии поглощается барьером. Большая часть звуковых волн отражается от препятствия [5].

Снижение уровня звука экраном-стенкой вдоль магистральной улицы, для ориентировочных расчетов с целью повышения его эффективности с увеличением высоты допускается принимать равным в среднем 1,5 дБ на 1 м.

В ходе исследования влияния шумозащитных экранов в формировании уровня автотранспортного шума летом 2021 года были проведены натурные замеры уровня шума в трех мониторинговых точках контроля на тех участках города Воронежа, где установлены экранирующие препятствия.

Первая точка контроля расположена на ул. 9 Января, д. 304 «а», экран вертикальный, высота 4 м, длина 165 м.

Вторая точка контроля – ул. 9 Января, д. 300 б, экран коленообразный, высота 3 м, длина 100 м.

Третья точка контроля – ул. Московский проспект, д. 151/5, экран вертикальный, высота 2,7 м, длина 350 м (рис. 5).

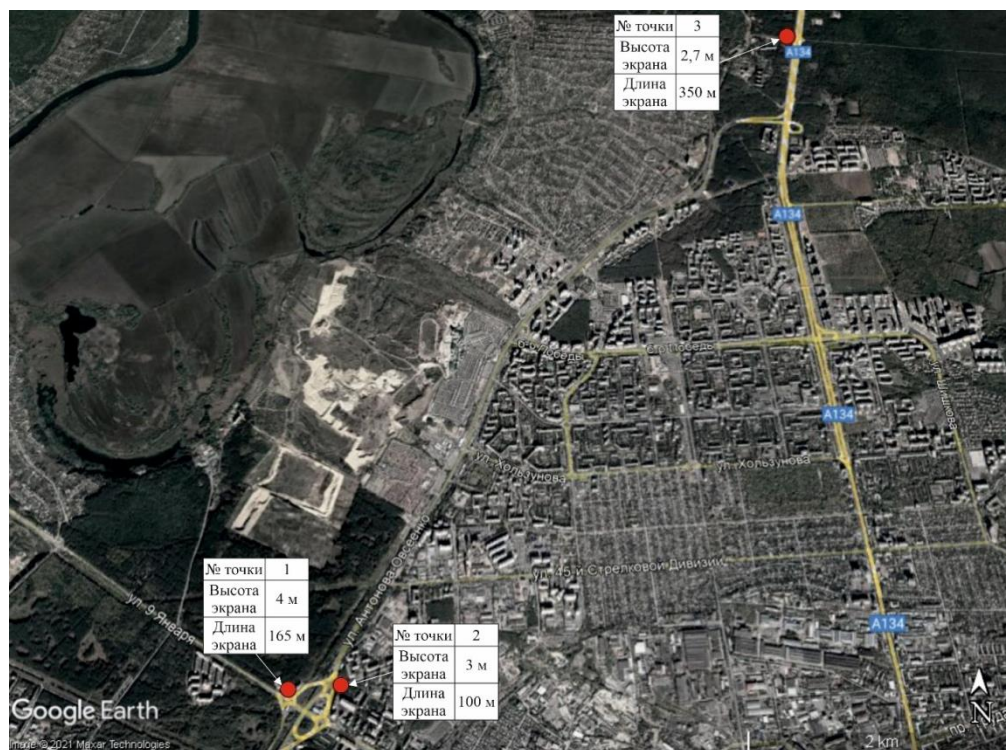


Рис. 5. Карта расположения мониторинговых точек на участках города Воронежа с экранирующими препятствиями и их характеристиками

Измерения шума в каждой мониторинговой точке производились в дневное время в трех зонах: перед шумозащитным экраном (7,5 м от оси первой полосы движения); за экраном (в 2 м от экрана); в 2 м от стены жилого дома, который отделен от проезжей части шумозащитным барьером (табл. 1).

Таблица 1

Влияние шумозащитного экрана на распространение
автотранспортного шума

Адрес мониторинговой точки	Эквивалентный шум перед экраном, дБ	Эквивалентный шум за экраном, дБ	Эквивалентный шума перед домом, дБ
ул. 9 Января, д. 304 «а»	75,4	63,4	54,5
ул. 9 Января, д. 300 «б»	74,4	59,2	55,4
ул. Московский проспект, д. 151/5	78,6	62,2	49,4

Согласно «СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы» предельно допустимый уровень шума в дневное время суток (с 07 до 23 час) не должен превышать 55 дБ. Результаты исследований показали, что шумозащитный экран, являясь эффективным препятствием по снижению автотранспортного шума, не способен установить оптимальные значения уровня звукового загрязнения за экраном. Так, например, значения эквивалентного шума варьируются в диапазоне от 59,2 до 63,4 дБ, что выше допустимых нормативов на 4,9...8,4 дБ.

Во всех трех точках между жилыми зданиями и экраном присутствуют дополнительные факторы, снижающие уровень автотранспортного шума. Например, экран, установленный по ул. 9 Января д. 304 «а», сопровождается выдержанным расстоянием до жилого дома – 23 м; экраны по ул. 9 Января д. 300 «б» и ул. Московский проспект, д. 151/5 до жилых застроек отделены лесными насаждениями шириной от 50 до 100 м. Лишь наличие вышеперечисленных дополнительных условий, позволило снизить уровень автотранспортного шума вблизи жилых домов до приемлемых значений, которые составили 49,4 – 55,4 дБ.

Оценка влияния зеленых насаждений в формировании уровня автотранспортного шума

Для решения проблемы акустического загрязнения территории от автомобильного транспорта широкое распространение получил метод создания искусственных зеленых насаждений. Он основан на поглощении шума от проезжей части насаждениями и на отражающей способности шума от каждой полосы с последующим снижением уровня звука до благоприятного или приближенного к благоприятному [6].

Максимальный эффект зеленых насаждений против автотранспортного шума зависит от типа посадок, времени года и прочих факторов. Существенное снижение уровня шума связано с густотой крон деревьев, заполняемостью пространства, наличием кустарниковых растений для избежания пустот между магистралью и жилыми застройками [7].

При проектировании шумозащитной полосы зеленых насаждений учитывают быстроту роста, высоту, долговечность, форму и плотность кроны, устойчивость по отношению к выхлопным газам.

Осенью 2021 года проведены натурные измерения уровня автотранспортного шума на одной из самых загруженных автомагистралей города Воронежа с интенсивностью движения более 4500 единиц автотранспорта в час – Московский проспект. Исследуемый участок длиной 3,2 км начинается от района жилищного комплекса «Грин Парк» (по адресу Московский проспект, 189 «б») и ограничивается отелем «АМАКС» (по адресу Московский проспект, д.149 «а»). Выбранный примагистральный участок характеризуется наличием жилых домов, отделенных от оживленной магистрали зеленым барьером шириной от 25 до 110 м. Преобладающую часть дендрологического состава зеленых насаждений составляют примерно поровну сосны и дубы высотой более 12 м, произрастающие хаотично. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние зеленых насаждений на распространение
автотранспортного шума

№	Адрес мониторинговой точки	Ширина зеленых насаждений, м	Эквивалентный шум, дБ	Фактическое снижение уровня шума от полосы насаждений, дБ
1	Трасса Московский проспект (возле поворота на ЖК «Грин парк»)	-	78,6	-
2	Московский проспект, д.149 «а»	25	64,9	13,7
3	Московский проспект, д.189, корп. 5	95	60,6	18,0
4	Московский проспект, д.175	95	60,2	18,4
5	Московский проспект, д.151/5	110 + экран	49,4	29,2

Результаты исследований показали, что превышение допустимого дневного уровня шума (при норме 55 дБ) на примыкающей территории исследуемой городской застройки составляет 23,6 дБ. Однако, вблизи жилых домов, даже с учетом препятствия в виде зеленых насаждений, автотранспортный шум находится в диапазоне от 60,2 до 64,9 дБ, что выше допустимых нормативов на 5,2 дБ (ширина полосы 95 м) - 9,9 дБ (ширина полосы 25 м). Это свидетельствует о том, что выбранные примыкающие территории находятся в зоне акустического дискомфорта. Установленный уровень шумовой нагрузки при длительном воздействии способен оказать серьезное негативное влияние на здоровье граждан [8,9].

Исследования показали, что благоприятный эффект достигается только путем комбинирования шумозащитных мероприятий в точке № 5, в которой значения эквивалентного шума уменьшились до приемлемых значений 49,4 дБ за счет суммарного эффекта от наличия шумозащитного экрана высотой 2,7 м и 110 метровой полосы зеленых насаждений.

Важным условием для снижения шумовой нагрузки является ширина защитной посадки и дендрологический состав полосы зеленых насаждений, представленные в табл. 3 [10].

Таблица 3

Шумозащитная эффективность различных насаждений

Насаждения	Снижение уровня звука за счет зеленых насаждений по мере удаления от магистрали, дБ				
	50 м	100 м	150 м	200 м	250 м
Лиственные древесные (акация, тополь, дуб)	4,2	6,1	8	9	10
Лиственные кустарниковые	6	9,1	11,5	12,5	14
Хвойные: ель	7	11	12,5	14	15,5
сосна	9	12,2	14,2	16	17,4

В соответствии с нормативами (табл. 3) при ширине полосы зеленых насаждений до 50 м уровень шума в случае дубовососнового дендрологического состава должен понизиться примерно на 13,2 дБ, а при ширине зеленого барьера в 100 м – на 18,3 дБ, что подтверждается данными натурных измерений шума (табл. 2).

Однако, шумозащитные свойства лиственных пород имеют сезонный характер, в холодное время года деревья сбрасывают листву, и их шумозащитный эффект снижается до минимальных значений. Поэтому более эффективным является посадка хвойных породы деревьев в рамках борьбы с шумом от автотранспорта. При этом необходимо учитывать, что в городских условиях они часто угнетены и хвоинки деревьев проживают не более двух лет, поэтому их применение ограничено.

В условиях сложившейся городской застройки шумозащитные полосы зеленых насаждений практически неприменимы. Однако при проектировании или реконструкции скоростных дорог, особенно в загородной зоне, такие посадки могут широко использоваться.

Заключение.

На основании проведенных натурных замеров были установлены связи между геоморфологическими, техногенно-ландшафтными факторами и автотранспортным шумом г. Воронежа.

Оценка уровня автотранспортного шума в зависимости от рельефа местности (геоморфологический фактор) позволила установить, что на участках в пределах г. Воронежа, для которых наблюдается естественный наибольший перепад высот, отмечается четкая обратно пропорциональная связь между изменением эквивалентного шума и значениями абсолютного уклона рельефа местности.

Установлено, что рельеф не является основным фактором в формировании уровня автотранспортного шума, так как при среднем уклоне рельефа от -3,0 до -5,0 %, значения эквивалентного шума изменяются всего на 9...12 %.

Оценка влияния шумозащитных экранов и зеленых насаждений (техногенно-ландшафтные факторы) в формировании уровня автотранспортного шума показала, что препятствия в виде экранов и зеленых барьеров не способны установить оптимальные значения уровня звукового загрязнения, так как значения эквивалентного шума зафиксированы выше допустимых нормативов на 4,9...8,4 дБ (в случае экрана) и на 5,2...9,9 дБ (в случае препятствия в виде зеленых насаждений). Благоприятный эффект достигается только путем комбинирования шумозащитных мероприятий за счет суммарного эффекта от наличия шумозащитного экрана и 110 метровой полосы зеленых насаждений.

Таким образом, исследуемые примагистральные территории по Московскому проспекту находятся в зоне акустического дискомфорта. Установленный уровень шумовой нагрузки при длительном воздействии способен оказать серьезное негативное влияние на здоровье граждан.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект №20-17-00172.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Пензерь, Д. А.** Влияние автотранспорта на окружающую среду / Д. А. Пензерь, А. Р. Ахметова, Р. М. Муртаева, Л. В. Колчина // Экология России: на пути к инновациям: межвуз. сб. науч. тр. – 2013. – № 7. – С. 94-97.
2. **Карлос, Л. Н.** Влияние акустической автотранспортной нагрузки на эколого-функциональное состояние популяции городских жителей (на примере г. Чиклайо республики Перу): дис. ... канд. биол. наук / Л. Н. Х. Карлос. – Москва: РУДН, 2006. – 131 с.
3. **Харченко, С. В.** Шумовое загрязнение в городах в связи с характером рельефа территории / С. В. Харченко // Научные ведомости БелГУ. Сер. Естественные науки. – 2015. – № 3(200). – Вып. 30. – С. 182-190.
4. **Клепиков, О. В.** Проблема городского автотранспортного шума и пути её решения / О. В. Клепиков, Н. П. Мамчик, Н. Ю. Самодурова // Медико-экологическая диагностика состояния окружающей среды города Воронежа: сборник научных статей / Под общ. редакцией С.А. Куролапа и О.В. Клепикова. – Воронеж: Научная книга, 2017. – С. 58-69.
5. **Жердев, В. Н.** Использование пространственной модели для анализа акустического поля города / В. Н. Жердев, Л. С. Терентьева // Вестник ВГУ Сер. География, геоэкология. – 2007. – № 1. – С. 57-61.

6. **Коростелева, Н. В.** Оценка шумового режима примагистральных территорий г. Волгограда и разработка рекомендаций по созданию оптимальных условий проживания населения / Н. В. Коростелева // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. – 2011. – № 23. – С. 168-172.

7. **Терентьева, Л. С.** Геоэкологическая оценка акустического загрязнения примагистральных территорий (на примере г. Воронежа): автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. геогр. наук (25.00.36) / Терентьева Любовь Сергеевна; Воронежский госпедуниверситет. – Воронеж, 2008. – 22 с.

8. **Прожорина, Т. И.** Оценка влияния автотранспортного шума на условия проживания в городской застройке / Т. И. Прожорина, С. А. Куролап, А. С. Боева // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2021. – № 3(18). – С. 75-83.

9. **Прожорина, Т. И.** Оценка риска здоровью населения г. Воронеж от воздействия транспортного шума / Т. И. Прожорина, С. А. Куролап, Н. П. Мамчик, О. В. Клепиков, Н. В. Каверина // Естественные технич. науки. – 2020. – № 9. – С. 126-133.

10. **Горохов, В. А.** Городское зеленое строительство: учеб. пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1991. – 416 с.

Поступила в редакцию 9 декабря 2021

STUDY OF RELATIONS BETWEEN GEOMORPHOLOGICAL, TECHNOGENIC, LANDSCAPE FACTORS AND TRAFFIC NOISE IN VORONEZH-CITY

T. I. Prozhorina, S. A. Kurolap, P. A. Sukhanov

Tatyana Ivanovna Prozhorina, Cand. Sc. (Chemistry), Associate Professor at the Department of Geoecology and Environmental Monitoring, Voronezh State University, Voronezh, Russia, tel.: +7(920)414-95-49; e-mail: coriandre@rambler.ru.

Semyon Alexandrovich Kurolap, Dr. Sc. (Geogr.), Professor at the Department of Geoecology and Environmental Monitoring, Voronezh State University, Voronezh, Russia, tel.: +7(905)653-93-43; e-mail: skurolap@mail.ru

Pavel Alexeevich Sukhanov, master student at the Department of Geoecology and Environmental Monitoring, Voronezh State University, Voronezh, Russia, tel.: +7(900)307-88-68; e-mail: sukhانov.1990@bk.ru

The article describes the study of the dependence of equivalent noise indicators from motor transport in the city of Voronezh when changing geomorphological and technogenic-landscape characteristics of the territory. All research is based on application of natural measurements and construction of noise level models by means of software. The work includes: analysis of topography influence on noise propagation for two sites with decreasing absolute terrain heights; assessment of noise protective screens influence in formation of motor transport acoustic pollution level; research of green plantations influence on traffic noise propagation. As well we revealed experimental dependences of the equivalent traffic noise level on the topography, noise protection screens and green areas.

Keywords: traffic noise; topography; green areas; noise screens; equivalent noise level.

REFERENCES

1. **Penzer D. A., Akhmetova A. R., Murtaeva R. M., Kolchina L. V.** *Influence of motor transport on the environment* Ecology of Russia: on the way to innovation: interuniversity collection of scientific works. 2013. No. 7. Pp. 94-97. (in Russian)
2. **Carlos L. N. J.** *Influence of acoustic vehicular traffic load on the ecological and functional state of urban population (on the example of Chiclayo, Republic of Peru): Ph. Candidate of Biological Sciences* - Moscow : PFUR, 2006. 131p. (in Russian)
3. **Kharchenko S. V.** *Noise pollution in cities in connection with the nature of the terrain*

BelGU Scientific Bulletin. Ser. Natural Sciences. 2015. No. 3(200), Issue 30. Pp. 182-190. (in Russian)

4. **Klepikov O. V., Mamchik N. P., Samodurova N. Y.** *The problem of urban traffic noise and ways to solve it* / O.V. Klepikov, N.P. Mamchik, N.Y. Samodurova. Medical and environmental diagnostics of the Voronezh environment. 2017. Pp. 58-69. (in Russian)

5. **Zherdev V. N. Terentyeva L. S.** *Using the spatial model to analyze the acoustic field of the city* Vestnik VSU Ser. Geography, Geoecology. 2007. No. 1. Pp. 57-61. (in Russian)

6. **Korosteleva N. V.** *Assessment of the noise regime of the main-line territories of Volgograd and development of recommendations for creating optimal living conditions for the population.* Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Ser. Construction and Architecture. 2011. No. 23. Pp. 168-172. (in Russian)

7. **Terentyeva L. S.** *Geoecological assessment of acoustic pollution of the primag-stral territories (on the example of the city of Voronezh):* autoref. dis. on the screen. learned. step. candidate of Geographical Sciences (25.00.36) .TerentyevaLyubovSergeevna; Voronezh State University. Voronezh, 2008. 22 p. (in Russian).

8. **Prozhorina T. I. Kurolap S. A., Boeva A. S.** *Assessment of the impact of vehicular noise on living conditions in urban development* Housing and Communal Infrastructure. 2021. No. 3(18). Pp.75-83. (in Russian)

9. **Prozhorina T. I., Kurolap S. A., Mamchik N. P., Klepikov O. V., Kaverina N. V.** *Estimation of Risk to Health of Population of Voronezh from the Effects of Traffic Noise.* Natural Technical Sciences. 2020. No. 9. Pp.126-133. (in Russian).

10. **Gorokhov V. A.** *Urban green building: a textbook for universities.* Moscow, Stroyizdat. 1991. 416 p. (in Russian)

Received 9 December 2021

Для цитирования:

Прожорина, Т. И. Исследование связей между геоморфологическими, техногенно-ландшафтными факторами и автотранспортным шумом города Воронежа / Т. И. Прожорина, С. А. Куrolap, П. А. Суханов // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2022. – № 1(20). – С. 79-89. – DOI 10.36622/VSTU.2022.36.94.008.

FOR CITATION:

Prozhorina T. I., Kurolap S. A., Sukhanov P. A. *Study of relations between geomorphological, technogenic, landscape factors and traffic noise in Voronezh-city.* Housing and utilities infrastructure. 2022. No. 1(20). Pp. 79-89. DOI 10.36622/VSTU.2022.36.94.008. (in Russian)

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

DOI 10.36622/VSTU.2022.52.29.009

УДК 30.131:621.31

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СЕТЕВОЙ КОМПАНИИ «ГОРЭЛЕКТРОСЕТЬ-ВОРОНЕЖ»

А. А. Литвинов, М. С. Кононова, А. А. Кононов

Литвинов Алексей Александрович, магистрант кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-52-49; e-mail: litvi-nov1983@mail.ru

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

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

Проведен анализ структуры рынка распределения и сбыта электроэнергии. Описаны функции и взаимоотношения основных субъектов электроэнергетики с потребителями электрической энергии. Представлен состав правоотношений рынка сбыта электроэнергии с учетом действующего законодательства на примере Воронежской области. Описаны недостатки существующей структуры взаимоотношений сетевых организаций, гарантирующих поставщиков и потребителей, приводящие к необходимости содержания службы учета, выполняющей функции периодического контроля правильности передачи показаний приборов учета. Проведены расчеты по определению затрат территориальной сетевой организации, связанных с содержанием службы учета. На примере ООО «Горэлектросеть-Воронеж» рассчитаны капитальные и операционные затраты на установку «интеллектуальных» приборов учета у всех обслуживаемых потребителей. Показано существенное снижение операционных затрат за счет сокращения штатного состава. Обоснована экономическая эффективность перехода на «интеллектуальную» систему учета, срок окупаемости данного мероприятия составляет менее 3,5 лет.

Ключевые слова: электроэнергетика; территориальная сетевая организации; интеллектуальная система учета; тариф на передачу электрической энергии.

Сложившаяся структура рынка сбыта электроэнергии на территории Российской Федерации достаточно сложная и основана на взаимодействии различных субъектов [1, 2].

Федеральным законом N 35-ФЗ от 26.03.2003, «Об электроэнергетике» в 2003 году были введены следующие понятия, определяющие работу по выработке, передаче и потреблению электрической энергии:

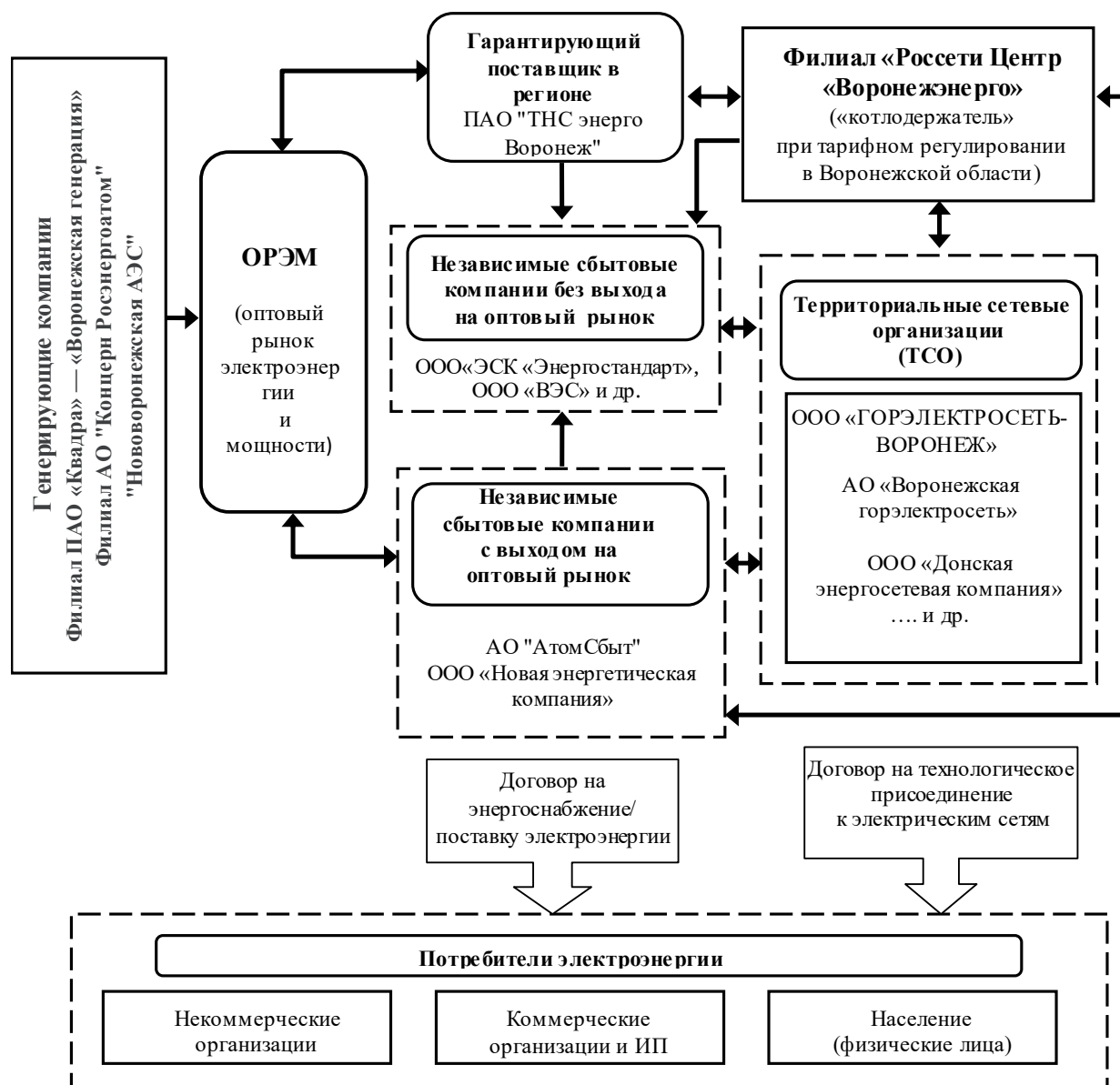
✓ субъекты электроэнергетики – «лица, осуществляющие деятельность в сфере электроэнергетики, в том числе производство электрической и мощности, приобретение и продажу электрической энергии и мощности, энергоснабжение потребителей, оказание услуг по передаче электрической энергии, оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике, сбыт электрической энергии (мощности), организацию купли-продажи электрической энергии и мощности;

✓ потребители электрической энергии – лица, приобретающие электрическую энер-

гию для собственных бытовых и (или) производственных нужд;

✓ территориальная сетевая организация (ТСО) – коммерческая организация, оказывающая услуги по передаче электрической энергии с использованием объектов электросетевого хозяйства, не относящихся к единой национальной (общероссийской) электрической сети.

На рисунке представлен субъектный состав правоотношений рынка сбыта электроэнергии с учетом действующего законодательства на примере Воронежской области.



Субъектный состав правоотношений рынка сбыта электроэнергии на территории Воронежской области

Согласно действующему законодательству, за проток электрической энергии по сетям, находящимся на обслуживании эксплуатирующей организации, «котлодержатель» (как правило, вышестоящая смежная региональная сетевая компания), обязан на основании договора об оказании услуг по передаче электрической энергии перечислять денежные средства балансодержателям по индивидуальному тарифу, установленному регулятором в области тарифов – Департаментом тарифного регулирования Воронежской области [2]. Денежные средства идут на содержание и модернизацию сетевой инфраструктуры, при этом

гарантирующий поставщик или независимые сбытовые компании обязаны получать оплату со всех потребителей по различным уровням напряжения, с добавлением своей сбытовой надбавки (в случае взаимодействия с Гарантирующим поставщиком) к стоимости электроэнергии, которую они приобретали на оптовом рынке электроэнергии и мощности (ОРЭМ) [3].

Для того чтобы, каждый потребитель мог пользоваться электрической энергией, должны быть соблюдены следующие условия:

- ✓ объект технологически присоединен к сетям сетевой организации (непосредственно или опосредованно);
- ✓ установлен прибор учета электрической энергии, отвечающий определенным техническим характеристикам и требованиям действующего законодательства, в том числе классу точности, прошедший поверку и внесенный в реестр средств измерений (ФГИС «Аршин», <https://fgis.gost.ru>);
- ✓ объект допущен в эксплуатацию сетевой организацией, гарантирующим поставщиком, сбытовой организацией;
- ✓ заключен договор на энергоснабжение – поставку электрической энергии со сбытовой организацией или гарантирующим поставщиком.

В идеале представляется следующая ситуация на рынке потребления электроэнергии: все участники правоотношений добросовестные и оплачивают всю потребленную электроэнергию по тарифу, никто из субъектного состава не несет расходы на оплату потерь в сетевой инфраструктуре за третьих лиц [2].

Однако, на практике дело обстоит далеко не так, зачастую присутствуют различные правонарушения, приводящие к убыткам со стороны гарантирующего поставщика и сетевой компании:

- ✓ потребители не указывают весь расход потребленной электрической энергии (занижение показаний);
- ✓ подключение электропотребляющего оборудования до приборов учета;
- ✓ вмешательство потребителей в работу приборов учета с целью уменьшения показаний;
- ✓ самовольное технологическое присоединение к электрическим сетям сетевых организаций (бездоговорное или безучётное потребление).

До вступления в силу Постановления Правительства России от 18.04.2020 N 554 «...по вопросам совершенствования учета электрической энергии потребители», сетевая компания, чтобы избежать недобросовестных действий со стороны потребителей, могла лишь проводить с помощью штатного персонала периодический визуальный контроль за приборами учета потребителя и схемой присоединения приборов, установленных на границе технологического присоединения. Проведение контроля связано с рядом неудобств в виде ограничения доступа к приборам учета, установленным в нежилых помещениях или квартирах. При этом сотрудники обязаны соблюдать строго регламентированную процедуру, предписанную законом, при нарушении которой суд мог встать на сторону потребителя.

Таким образом, сетевая организация в своей деятельности несет текущие подконтрольные экономические расходы для правильного учета потребленной электроэнергии, связанные с затратами на содержание персонала служба учета [2].

Эти затраты включают:

- ✓ заработную плату сотрудникам службы учета, (в том числе социальные отчисления в фонды ФСС, ОМС, Пенсионный фонд со всего фонда оплаты труда (ФОТ),
- ✓ затраты на специальную оценку условий труда (СОУТ), в процессе которой выявляются и измеряются на рабочих местах факторы, потенциально способные причинить вред или создать риск причинения вреда здоровью работникам при работе с электроустановками;
- ✓ профессиональный осмотр сотрудников в медицинских учреждениях;

- ✓ ежегодное обучение сотрудников в центрах по охране труда, в том числе для допуска к работе в электроустановках, работе на высоте и т. д.;
- ✓ обеспечение персонала средствами индивидуальной защиты (спецодежда, средства дезинфекции, инструменты и др.);
- ✓ дополнительное страхование жизни и здоровья сотрудников от несчастного случая;
- ✓ затраты на транспорт (ремонт, операционные расходы, ГСМ) и др.

На примере действующей территориальной сетевой организации «Горэлектросеть-Воронеж» в таблице приведены расходы на содержание службы учета при численности персонала семь штатных единиц.

Расходы сетевой организации на содержание службы учета
(за период с 01.01.2018г. по 31.12.2021 г.)

Наименование статьи расходов	Расход на штатную единицу службы учета руб.
заработная плата, в том числе социальные отчисления в фонды ФСС,	2 482 458,67
затраты на специальную оценку условий труда (СОУТ)	1781,33
профессиональный осмотр сотрудников в медицинских учреждениях на основании заключенного договора	2858,67
ежегодное обучение сотрудников в центрах по охране труда, в т.ч. на допуски для работы в электроустановках, работе на высоте, высотных люльках и др.	1252,27
обеспечение персонала средствами индивидуальной защиты (СИЗ)	20032,00
дополнительное страхование жизни и здоровья сотрудников от несчастного случая при работе в электроустановках	10444,80
затраты на транспорт (ремонт, операционные расходы – ГСМ, утилизация) и др.	34638,93
Итого:	2 553466,67

В среднем для организации «Горэлектросеть-Воронеж» одна штатная единица службы учета электрической энергии, согласно данным, предоставленным в таблице, обходится работодателю в сумму около 53 197 руб./мес. Вышеперечисленные затраты сетевая организация несет, чтобы избежать безучётного, бездоговорного потребления электроэнергии, незаконных подключений, выявления вмешательств в приборы учета, а также для соблюдения нормативных требований в области охраны труда и социальной защиты [4, 5].

Для того, чтобы минимизировать расходы по потерям в электрических сетях и на содержание персонала, сетевые организации проводят модернизацию оборудования с переходом на автоматизированную информационно-измерительную систему коммерческого учета электроэнергии – «АИИСКУЭ» [6, 7]. При этом расходы на мероприятия по реконструкции выделяются в основном из полученной прибыли. При отсутствии прибыли у сетевой компании организуются дополнительные взносы (займы) от учредителей на приобретение и установку необходимого оборудования, по возможности берутся целевые кредиты, иногда утверждаются инвестиционные программы.

«АИИСКУЭ» – это многокомпонентная система учета, включающая в себя программное обеспечение, sim-карты, интеллектуальные счетчики со встроенным или дополнительными модемами, которые по каналам GSM-связи могут передавать показания в единую информационную диспетчерскую службу сетевой организации, а также представлять информацию в виде векторных диаграмм, фиксировать почасовое потребление по профилям мощности, информировать о взломах программного обеспечения, осуществлять контроль качества параметров сети и др. [8, 9]. Наряду с перечисленными функциями интеллектуальные системы учета, как правило, могут ограничивать потребителей в электроэнергии, вводить

частичный или полный запрет на потребление, предоставлять доступ потребителям в личный кабинет, измерять уровень напряжения и частоту, самостоятельно передавать данные на конкретную дату в сетевые организации, а те в свою очередь гарантирующему поставщику или сбытовым компаниям [10].

На основании действующих норм и правил гарантирующий поставщик и сетевые организации не могут заставить потребителей электрической энергии нести расходы по замене старых счетчиков на «интеллектуальные». Только сама сетевая компания по своей инициативе в целях минимизации коммерческих потерь в сетях может самостоятельно нести собственные расходы на их приобретение и замену.

Затраты, которые ранее несли потребители на установку приборов учета в рамках технологического присоединения, с 01.07.2020 года несет сетевая организация, затраты по очередной поверке приборов учета, установленных в квартире и при выходе их из строя несет гарантирующий поставщик.

На основании Приказа Департамента государственного регулирования тарифов Воронежской области №34/1 от 27.08.2020 года затраты по приобретению и установке приборов учета были заложены в стоимость технологического присоединения.

Согласно постановления Правительства РФ от 19.06.2020 N 890 (ред. от 29.10.2021) «О порядке предоставления доступа к минимальному набору функций интеллектуальных систем учета электрической энергии (мощности)» (вместе с «Правилами предоставления доступа к минимальному набору функций интеллектуальных систем учета электрической энергии (мощности)»), с 01.01.2022 г. все устанавливаемые приборы учета, в том числе в рамках технологического присоединения к электрическим сетям, должны быть «интеллектуальными», то есть соответствовать минимальному функционалу, а потребитель, у которого установили такой прибор, должен получить доступ к его показаниям через личный кабинет на сайте поставщика ресурсов.

С 01 января 2021 года все застройщики, которые сдавали в эксплуатацию многоквартирные дома, должны были оснастить их «интеллектуальными» приборами учёта, сдать эти приборы в эксплуатацию гарантирующему поставщику, а гарантирующий поставщик обязан был подключить их к своей системе интеллектуального учёта с предоставлением доступа к их показаниям собственникам квартир и нежилых помещений. При этом действующие счетчики будут меняться на «интеллектуальные» по мере выхода из строя, поломки или истечения межповерочного интервала. Согласно действующим правилам, выбор прибора учета – это прерогатива сетевой компании и гарантирующего поставщика.

Следует отметить, что внедрение системы «АИИСКУЭ» является довольно дорогостоящим мероприятием. При этом законодательно закреплена возможность компенсации через тариф лишь стоимости приборов учета и затрат на их установку. Поэтому, перед принятием решения о внедрении интеллектуальной системы учета необходимо правильно оценить будущие затраты, возможности персонала и отложенный экономический эффект от установки системы.

Рассмотрим расчет предполагаемых затрат на примере сетевой компании «Горэлектросеть-Воронеж». На балансе компании находится 922 прибора учета, по которым происходит поставка и расчет электрической энергии для потребителей. Основная масса приборов, установленных у обслуживаемых потребителей, марки Меркурий 236 ART-02 PQRS 230/400В.

Капитальные затраты на приобретение приборов интеллектуального учета определим по формуле:

$$K = n_1 \cdot S_{\text{пр}} + n_2 \cdot S_{\text{gprs}} + S_{\text{по}} + n_3 \cdot S_{\text{вп}} + S_{\text{ком}}, \quad (1)$$

где $n_1 = 922$ – количество устанавливаемых «интеллектуальных» приборов; $S_{\text{пр}}$ – стоимость интеллектуального прибора учета электропотребления, руб./ед., $n_2 = 145$ – количество устанавливаемых модемов (один модем может обслуживать несколько приборов учета); S_{gprs} – стоимость модема, руб./ед., $S_{\text{по}}$ – стоимость программного обеспечения, руб./ед., $n_3 = 1000$

– длина витой пары (кабелей связи) для соединения устанавливаемого оборудования, м;
 $S_{\text{вп}}$ – стоимость витой пары, руб./м.

В расчетах приняты следующие стоимостные характеристики:

✓ стоимость приборов учета с перечисленными выше «интеллектуальными» функциями в среднем составляет $S_{\text{пр}} = 6590$ руб. в т.ч. НДС 20 % (по данным сайта <https://avselectro.ru>);

✓ стоимость модема $S_{\text{gprs}} = 5\,775$ руб. (по данным сайта <https://teleofis.ru>);

✓ стоимость программного обеспечения «Пирамида 2.0» $S_{\text{по}} = 770\,000$ руб. (по данным сайта <http://www.sicon.ru/prod/po/pyramid20/>);

✓ стоимость персонального компьютера $S_{\text{ком}} = 72\,750$ руб. (по данным сайта <https://voronezh.ret>);

✓ стоимость кабелей связи (витой пары) $S_{\text{вп}} = 37$ руб./м (по данным сайта <https://avselectro.ru>).

$$K = 922 \cdot 6590 + 145 \cdot 5775 + 770000 + 37 \cdot 1000 + 72\,750 = 7\,793\,105 \text{ руб.}$$

Помимо закупки приборов потребуются затраты на переоснащение точек учета, находящихся на обслуживании организации. Эти работы планируется выполнить с помощью минимум трех сотрудников службы учета, которые в течение года могут полностью обеспечить переоснащение приборов учета по потребителям (согласно действующим электро-техническим правилам работа с электроустановками должна осуществляться в составе не менее двух штатных единиц, имеющих допуск на работы в электроустановках до и выше 1000В).

Годовые затраты на содержание штатного персонала сотрудников, осуществляющих переоснащение системы учета составят:

$$\mathcal{E}_{\text{шт}} = 3\,53197 \cdot 12 = 1\,915\,092 \text{ руб./год.}$$

Приборы учета передают данные с помощью мобильной связи по GSM-каналам сотовых операторов. Сравнение тарифов операторов сотовой связи, услуги которых могут использоваться при передаче показаний (Ростелеком, Теле2, МТС, Билайн, Мегафон) показало примерно одинаковую их стоимость (по данным на декабрь 2021г. расхождение не превышает 1%). Ежемесячно обслуживание каналов связи при условии опроса счетчика минимум два раза в месяц для снятия показаний будет обходиться в среднем около 23 135 руб./мес. или 277 620 руб./год.

Разницу в эксплуатационных затратах на содержание службы учета в случае перехода на интеллектуальные приборы можно определить по формуле:

$$\Delta \mathcal{E} = S_{\text{мес}} \cdot (n_{\text{шт1}} - n_{\text{шт2}}) \cdot 12 - S_{\text{св}}, \quad (2)$$

где $n_{\text{шт1}}$, $n_{\text{шт2}}$ – количество человек штатного персонала соответственно до и после оснащения потребителей интеллектуальными приборами учета; $S_{\text{мес}}$ – ежемесячные затраты на содержание одного штатного сотрудника (см. табл.), руб./мес.; $S_{\text{св}}$ – Затраты на оплату средств связи по передаче данных с приборов учета, руб./год.

$$\Delta \mathcal{E} = 53197 \cdot (7-3) \cdot 12 - 277620 = 2275836 \text{ руб./год.}$$

Срок окупаемости установки оборудования системы учета потребления электроэнергии АИИСКУЭ с учетом посчитанных затрат определим по формуле:

$$T_{\text{ок}} = K / \Delta \mathcal{E}, \quad (3)$$

где K – капитальные затраты на приобретение приборов интеллектуального учета, руб.; $\Delta \mathcal{E}$ – предполагаемая экономия эксплуатационных затрат, связанная с сокращением штатов службы контроля учета электропотребления.

$$T_{\text{ок}} = 7\,793\,105 / 2\,275\,836 = 3,42 \text{ года.}$$

Следует отметить, что полученный срок окупаемости, предположительно, будет меньше за счет сокращения безучётного потребления электроэнергии (коммерческих потерь). Однако величину этой экономии оценить теоретическими расчетами не представляется возможным в виду случайной природы этих событий, обусловленных множеством

субъективных характеристик присоединяемых потребителей, возможным ростом стоимости тарифов операторов связи, изменением статей расходов на одну штатную единицу, инфляционного коэффициента по стоимости оборудования.

Также «интеллектуальный» учет приведет к получению ряда сопутствующих положительных эффектов: повышение качества обслуживания, снижение времени устранения аварий, возможность оперативного отключения или ограничения потребления электроэнергии неплательщиками, сокращение времени на поиск и устранение причин технологических нарушений.

Заключение.

Проведенный анализ правоотношений на рынке сбыта электроэнергии с учетом нововведений в области совершенствования учета электрической энергии показал, что государство не только предполагает компенсацию затрат на приобретение и установку «интеллектуальных» приборов учета, но и обязывает сетевые компании и гарантирующих поставщиков нести все расходы по замене старых электрических счетчиков на новые «интеллектуальные», а также нести расходы по их поверке.

Расчет предполагаемых расходов, связанных с мероприятиями по оснащению потребителей «интеллектуальными» приборами учета, показал существенное снижение операционных затрат сетевой организации, обусловленное сокращением расходов на содержание персонала службы учета. При этом дополнительная экономия сетевой организации может быть получена за счет ухода от так называемых «серых схем», в которые были вовлечены контролеры и потребители. Следствием этого будет являться уменьшение коммерческих потерь и увеличение полезного отпуска электроэнергии.

Основываясь на существующих положениях государственного регулирования тарифов на электроэнергию, следует ожидать, что снижение коммерческих потерь приведет к снижению индивидуального тарифа, устанавливаемого на период регулирования сетевым организациям. Очевидным эффектом для федерального бюджета станет получение дополнительных денежных средств, так как в итоге государство является выгодоприобретателем по получению налогов, сборов и дивидендной прибыли от акционирования главных производителей электрической энергии, гарантирующих поставщиков и сетевых компаний.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Раков, А. В.** Коммерческий учет и взаиморасчеты на розничных рынках электроэнергии / А. В. Раков // Энергетика и право. – 2016. – № 1. – С. 23-26.
2. **Мусина, Р. Р.** Тарифообразование электроэнергии, используемое в России / Р. Р. Мусина, А. Ш. Акулова // Инновационная наука. – 2019. – № 12. – С. 80-85.
3. **Гринь, А. А.** Направления совершенствования методов управления и государственного регулирования электроэнергетического рынка / А. А. Гринь, И. Г. Скороходова // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. – 2012. – № 3(32). – С. 222-225.
4. **Скворцова, К. С.** Учет электроэнергии при ее передаче и распределении в действующих, вновь сооружаемых и реконструируемых электроустановках. / К. С. Скворцова, А. Е. Усков // Студенческий вестник. – 2019. – № 38-2(88). – С. 77-78.
5. **Мамыркулов, К. М.** Учет объема потребленной электроэнергии в бытовом секторе как фактор повышения эффективности взаимодействия энергосбытовых компаний и потребителя / К. М. Мамыркулов, Р. Д. Жумаев, М. А. Садыков // Наука и инновационные технологии. – 2018. – № 3(8). – С. 90-93.
6. **Беляев, Н.** Учет электроэнергии в сетях: проблемы и решения / Н. Беляев, А. Дьячков // Энергоназор-Урал. – 2010. – № 1(10). – С. 22-24.

7. **Василькова, Т. М.** Консультирование по оценке экономической целесообразности перевода сельхозтоваропроизводителей на дифференцированный учет электроэнергии / Т. М. Василькова, А. А. Васильков // Никоновские чтения. – 2008. – № 13. – С. 239-241.

8. **Аксенов, Н. В.** Применение многоставочных тарифов на электроэнергию для повышения экономичности работы энергосистемы / Н. В. Аксенов, Н. В. Гусева // Математические методы в технике и технологиях. – 2014. – № 13(70). – С. 179-182.

9. **Морозов, Е. Л.** Автоматизация учета электроэнергии в распределительной сети как база экономической эффективности сетевой организации / Е. Л. Морозов, Т. Ф. Хабибуллин, Р. Н. Камалиев // Энергетика Татарстана. – 2012. – № 4(28). – С. 72-76.

10. **Алмазова, О. Н.** Современные системы учета объема потребленной электроэнергии в бытовом секторе как фактор повышения эффективности взаимодействия энергосбытовых компаний и конечного потребителя / О. Н. Алмазова // Экономика, предпринимательство и право. – 2011. – № 4(4). – С. 39-43.

Поступила в редакцию 10 января 2022

ECONOMIC INDICATORS OF THE INTRODUCTION OF AN INTELLIGENT ELECTRICITY METERING SYSTEM ON THE EXAMPLE OF THE TERRITORIAL GRID COMPANY «GORELECTROSET-VORONEZH»

A. A. Litvinov, M. S. Kononova, A. A. Kononov

Alexey Alexandrovich Litvinov, master student at the Department of Housing and Communal Services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(473)271-52-49; e-mail: litvinov1983@mail.ru

Marina Sergeevna Kononova, Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Housing and Communal Services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(473)271-28-92; e-mail: kniga18@mail.ru

Andrey Aleksandrovich Kononov, Dr. Sc. (Tech.), Professor at the Department of management systems and information techniques in building, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(473) 271-52-70; e-mail: kniga126@mail.ru

We carried out the analysis of the structure of the electricity distribution and sales market. Then we described the functions and relationships of the main facilities of the electric power industry with consumers of electric energy. As well we present the composition of the legal relations of the electricity sales market, taking into account the current legislation, on the example of the Voronezh region. The shortcomings of the existing structure of relationships between grid organizations that guarantee suppliers and consumers are described. That leads to the need for the maintenance of an accounting service that performs the functions of periodic monitoring of the correctness of meter readings transmission. Calculations were carried out to determine the costs of a territorial grid organization associated with the maintenance of the accounting service. We calculated the capital and operating costs for the installation of «intelligent» meter devices for all serviced consumers on the example of *Gorelektroset-Voronezh*. We demonstrated a significant reduction in operating costs due to a reduction in staff. The economic efficiency of the transition to an "intelligent" accounting system is justified, the payback period of it is less than 3.5 years.

Keywords: electric power industry; territorial grid organizations; electric energy accounting; electric energy transmission tariff.

REFERENCES

1. **Rakov A. V.** *Commercial accounting and mutual settlements in retail electricity markets*. Energy and law. 2016. No. 1. Pp. 23-26. (in Russian)
2. **Musina R. R., Akulova A. Sh.** *Tariff formation of electricity used in Russia*. Innovative

science. 2019. No. 12. Pp. 80-85. (in Russian)

3. **Grin A. A., Skorokhodova I. G.** *Directions for improving management methods and state regulation of the electric power market.* Bulletin of the North Caucasus State Technical University. 2012. № 3(32). Pp. 222-225. (in Russian).

4. **Skvortsova K. C., Levchenko A. E.** *Consideration of energy during transmission and distribution of existing, newly constructed and reconstructed electrical installations.* Student Bulletin. 2019. No. 38-2(88). Pp. 77-78. (in Russian).

5. **Amirkulov K. M., Zhumayev R. D., Sadykov M. A.** *Account of electricity consumption in the household sector as a factor of increase of efficiency of interaction between retail companies and consumers.* Science and innovative technology. 2018. No. 3(8). Pp. 90-93. (in Russian).

6. **Belyaev N., Dyachkov A.** *The accounting of the electric power in networks: problems and solutions.* Energonadzor-Ural. 2010. No. 1(10). Pp. 22-24. (in Russian).

7. **Vasil'kova T. M., Vasil'kov A. A.** *Consulting on the feasibility of the transfer of agricultural producers differentiated metering.* Nikon reading. 2008. No. 13. Pp. 239-241. (in Russian).

8. **Aksenov N. V., Guseva N. V.** *Application of multi-delivery tariffs for electricity to increase the efficiency of the power system.* Mathematical methods in engineering and technology. 2014. No. 13(70). Pp. 179-182. (in Russian).

9. **Morozov E. L., Khabibullin T.F., Kamaliev R.N.** *Automation of electricity metering in a distribution network as a basis for the economic efficiency of a network.* Energy of Tatarstan. 2012. No. 4(28). Pp. 72-76. (in Russian).

10. **Almazova O. N.** *Modern systems of accounting for the volume of electricity consumed in the household sector as a factor in improving the efficiency of interaction between energy supply companies and the end user.* Economics, entrepreneurship and law. 2011. No. 4(4). Pp. 39-43. (in Russian).

Received 10 January 2022

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Литвинов, А. А. Экономические показатели внедрения интеллектуальной системы учета электроэнергии на примере территориальной сетевой компании «Горэлектросеть-Воронеж» / А. А. Литвинов, М. С. Кононова, А. А. Кононов // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2022. – № 1(20). – С. 90-98. – DOI 10.36622/VSTU.2022.52.29.009.

FOR CITATION:

Litvinov A. A., Kononova M. S., Kononov A. A. *Economic indicators of the introduction of an intelligent electricity metering system on the example of the territorial grid company «Gorelectroset-Voronezh».* Housing and utilities infrastructure. 2022. No. 1(20). Pp. 90-98. DOI 10.36622/VSTU.2022.52.29.009. (in Russian)

DOI 10.36622/VSTU.2022.81.12.010

УДК 330.131:625.76.08

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЛЕКТОВ МАШИН ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ РАБОТ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В. А. Жулай, Ю. Н. Спасибухов, А. Н. Щиенко

Жулай Владимир Алексеевич, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры строительной техники и инженерной механики им. профессора Н. А. Ульянова, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)277-01-29; e-mail: zhulai@vgsu.vrn.ru

Спасибухов Юрий Николаевич, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры строительной техники и инженерной механики им. профессора Н. А. Ульянова, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)277-01-29; e-mail: sdsabz@mail.ru

Щиенко Алексей Николаевич, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры строительной техники и инженерной механики им. профессора Н. А. Ульянова, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)277-01-29; e-mail: a.n.shienko@mail.ru

В статье рассмотрены вопросы, возникающие на этапе укладки асфальтобетонных смесей при строительстве автомобильной дороги. Приведены примеры организации и графика работы комплекта машин при укладке асфальтобетонной смеси на реальном объекте. Проведен анализ соотношения производительностей основных и вспомогательных машин и последствий от изменения их оптимального согласования. Предложены меры для обеспечения эффективной работы комплекта машин для укладки асфальтобетонной смеси. Сформулированы условия формирования комплекта машин для укладки асфальтобетонной смеси подрядной организации в современных экономических условиях. Их особенностью является необходимость включения в комплект машин, находящихся на балансе организации, даже если они не оптимальны по своим технико-экономическим характеристикам.

Ключевые слова: строительство автомобильных дорог; укладка асфальтобетонных смесей; состав комплекта машин; производительность.

В условиях современного строительства и ремонта автомобильных дорог предъявляются повышенные требования к соблюдению сроков и темпов производства, а также к качеству выполнения работ.

Рассмотрим вопросы, возникающие на этапе укладки асфальтобетонных смесей. Асфальтобетонные смеси укладываются и уплотняются с помощью комплектов машин, формируемых дорожно-строительной организацией. В состав комплекта входят основные машины (асфальтобетонные заводы (АБЗ) и асфальтоукладчики) и дополнительные (вспомогательные) машины: автосамосвалы для перевозки асфальтобетона, дорожные катки, гудронаторы, подметально-уборочные машины, погрузчики, фрезы и другое оборудование, позволяющее обеспечить укладку асфальтобетонной смеси в необходимые сроки [1...3].

Планирование работ по укладке асфальтобетонной смеси включает в себя расчет необходимого количества смеси для работы комплекта с заданным ритмом. Как показывает практика, скорость укладки чаще всего ограничивается производительностью асфальтоукладчика или нескольких параллельно работающих асфальтоукладчиков. Для загрузки этой основной машины (или машин) необходимо произвести и доставить к укладчику необходимое количество асфальтобетонной смеси [4...6]. Производительность изготовления смеси на асфальтобетонном заводе $P_{абз}$ часто не совпадает с производительностью асфальтоукладчика $P_{ау}$ на объекте.

Оптимальное согласование возникает при $\Pi_{абз} = \Pi_{ay}$ и производительности вспомогательных машин не менее производительности основных [7...10].

Если $\Pi_{абз} \geq \Pi_{ay}$, то возникает необходимость периодической остановки завода в ожидания самосвала для выгрузки в него готовой смеси. Остановка завода на длительный период нежелательна, т.к. снижается температура сушильного барабана, материалов, прошедших нагревание и дозирование. При повторном запуске завода будет необходимо освободить питатели, сушильный барабан, грохот от остатков материалов, разогреть сушильный барабан и затем произвести операции по приготовлению смеси. А это приводит к значительным материальным потерям.

Если $\Pi_{абз} > \Pi_{ay}$, то завод работает с полной нагрузкой, но теперь асфальтоукладчик в определенный момент будет останавливаться в связи с ожиданием порции асфальтобетонной смеси.

Так как производительность комплекта для укладки асфальтобетонной смеси во многом зависит от темпа выпуска асфальтобетонной смеси, то в состав этого комплекта необходимо включать асфальтобетонный завод производительностью не меньше, чем производительность асфальтоукладчика. Схема комплекта машин для укладки асфальтобетонной смеси показана на рис. 1.

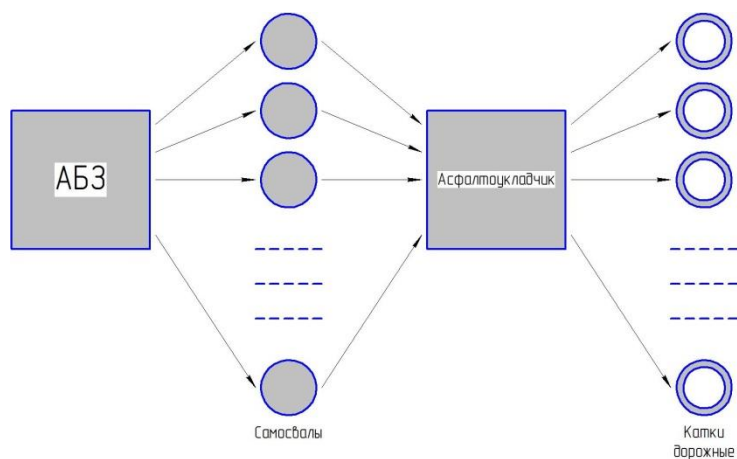


Рис. 1. Схема комплекта машин для укладки асфальтобетонной смеси

На схеме асфальтобетонный завод и асфальтоукладчик показаны как основные машины комплекта, а автосамосвалы и катки, как вспомогательные.

Рассмотрим работу по укладке асфальтобетонной смеси подрядной организации, имеющей следующий комплект собственных машин:

- ✓ АБЗ Спесо-1000Р – 1 шт.,
- ✓ асфальтоукладчик Volvo-7820,
- ✓ самосвалы МАЗ-650128 и КАМАЗ-6540 по 4 шт.,
- ✓ катки НАММ HD-90 и HD-130 по 1 шт.

Все машины, участвующие в работе, принадлежат предприятию-подрядчику на праве собственности. Сторонние машины не привлекаются.

Укладка смеси производится одним асфальтоукладчиком с производительностью $\Pi_{ay} \approx 100$ т/ч. Асфальтобетонная смесь доставляется восемью самосвалами грузоподъемностью 25 т, дальность транспортировки смеси 22 км (время цикла самосвала 210 минут). Производительность АБЗ $\Pi_{абз} \approx 100$ т/ч. Количество произведенной смеси не нормировано. Сменная выработка ограничивается временем смены.

График реального производства смеси и укладки нижнего слоя крупнозернистого пористого асфальтобетона строящейся автомобильной дороге в течение одной смены для приведенных выше условий подрядной организации показан на рис. 2.

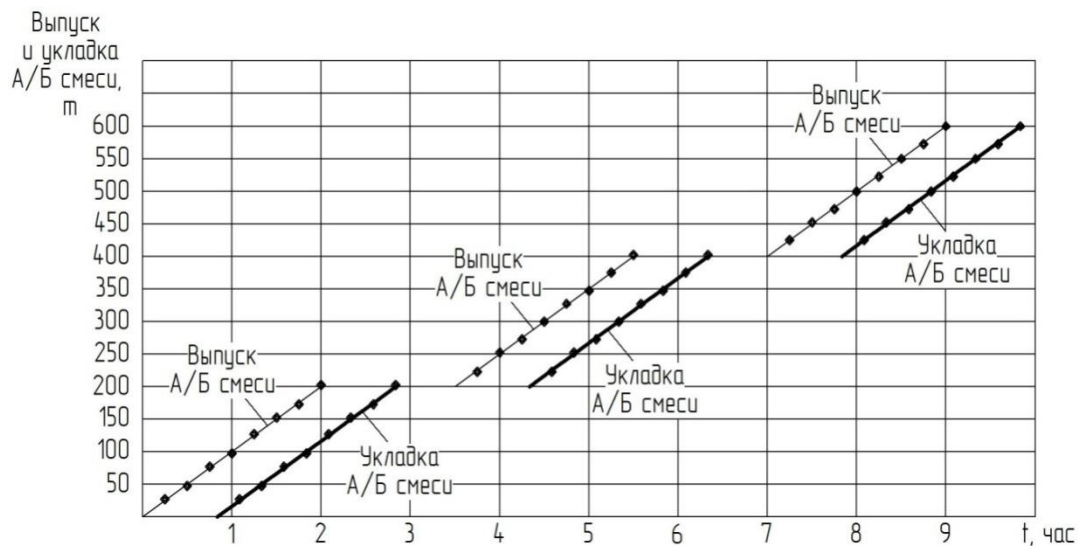


Рис. 2. График работы комплекта машин для укладки асфальтобетонной смеси на строящейся автомобильной дороге

Из графика видно, что для указанных условий в работе комплекта наблюдаются перерывы в выпуске асфальтобетонной смеси (с 2-х часов по 3,5 часа смены и с 5,5 часа до 7 часа смены, т.е. в сумме перерыв в работе завода составляет 3 часа из 9 часовой смены АБЗ). Также есть перерывы в работе и асфальтоукладчика (с 3-го по 5 час и с 6,5 часа по 8 час смены, т.е. 3,5 часа из 9,5 часовой смены асфальтоукладчика).

Такие перерывы в работе комплекта нежелательны. АБЗ приходится возобновлять работу 2 раза, и укладчик приходится останавливать, поднимать выравнивающую плиту, уплотнять катками поперечную кромку асфальтобетона, а затем при возобновлении укладки необходимо произвести подготовку поперечной спайки, что неприемлемо при укладке финишных слоев асфальтобетонного покрытия [5, 6, 11...13].

Из графика видно, что для работы комплекта машин без перерывов необходимо увеличить количество самосвалов. Т.к. перерывы в работе асфальтобетонного завода длятся около 1,5 часов, следовательно завод может выпустить за это время 150 т асфальтобетонной смеси, а для ее перевозки необходимо еще 6 автомобилей грузоподъемностью 25 т. Тогда можно уйти от перерывов в работе АБЗ и асфальтоукладчика, однако необходимо довести количество самосвалов в комплекте до 14 единиц. Из диаграммы (рис. 2) видно, что за рабочую смену выпущено порядка $P_c^1 = 600$ т асфальтобетонной смеси. Если увеличить количество самосвалов, исключив простои АБЗ, то за это же время можно произвести порядка $P_c^2 = 900$ т смеси, т.е. на 50 % больше.

Из приведенных результатов видно, что для нормальной работы комплекта машин для укладки асфальтобетонной смеси необходимо повысить производительность вспомогательных машин транспортирующих асфальтобетонную смесь, т.е. увеличить количество самосвалов. Но частные подрядные организации с большой неохотой идут на аренду чужой техники из-за значительной стоимости ее использования.

Рассмотрим экономическую целесообразность решения об аренде техники для формирования комплекта машин для укладки асфальтобетонной смеси. Для этого сравним частные экономические эффекты [9...11] от работы имеющегося комплекта собственных машин (1 асфальтоукладчик и 8 самосвалов) и с добавлением вспомогательных машин-самосвалов (1 асфальтоукладчик и 14 самосвалов), причем дополнительные 6 самосвалов выполняют только по 2 рейса.

Частный экономический эффект от работы комплекта в течение смены определяется по формуле [7...9]:

$$Z_i = R_{\text{скм}} - 3_{\text{м}} - S, \quad (1)$$

где $R_{\text{скм}}$ – экономический результат (сметная стоимость), который создает комплект машин за смену, тыс. р; Z_m – затраты на строительные материалы (асфальтобетон, и др.), расходуемых комплектом за смену, тыс. р; S – сменные затраты на эксплуатацию машин и механизмов, входящих в комплект, тыс. р.

Сметная стоимость работ, выполненных за смену, затраты на строительные материалы и сменные затраты на эксплуатацию машин и механизмов, входящих в комплект, рассчитанные по методике ТЕР 81-02-2001 «Территориальные единичные расценки на строительные и специальные строительные работы» для условий Центрально-Черноземного региона, приведены в таблице.

Значения затрат для определения частного экономического эффекта от работы комплекта в течение смены

Наименование показателя	Комплект с использованием только своих машин ($\Pi_c^1 = 600 \text{ т}$)	Комплект с использованием привлеченных автосамосвалов ($\Pi_c^2 = 900 \text{ т}$)
Сметная стоимость работ, выполненных за смену, тыс. р.	$R_{\text{скм}}^1 = 2\,626$	$R_{\text{скм}}^2 = 3\,940$
Затраты на строительные материалы, тыс. р.	$Z_m^1 = 2\,340$	$Z_m^2 = 3\,510$
Сменные затраты на эксплуатацию машин и механизмов, входящих в комплект, тыс. р.	$S^1 = 160$	$S^1 = 219$
Частный экономический эффект от работы комплекта в течение смены (сметная прибыль за смену), тыс. р.	$Z_1 = 126$	$Z_2 = 219$

Таким образом, экономический эффект (дополнительная прибыль) от использования привлеченных автосамосвалов будет равен

$$\Xi = Z_2 - Z_1. \quad (2)$$

$$\Xi = 219 - 126 = 93 \text{ тыс. р.}$$

Следует отметить, что при подборе комплекта машин для каждого конкретного вида работ следует учитывать реальные условия, сроки производства работ и экономические критерии. При составлении проекта производства работ комплекты машин из парка организации подбирают по методу вариантного проектирования [9...12] с учетом современных экономических условий.

Выбор состава комплектов машин подрядной организации осуществляется в два этапа.

На первом этапе в зависимости от технологической характеристики строительного процесса определяют схему комплексной механизации [7, 8, 13, 14], основные параметры ведущих машин, их типоразмер, а также типаж технологически необходимых вспомогательных машин.

На втором этапе из полученного ряда типоразмеров машин намечают несколько возможных вариантов ведущих машин и соответствующих им вспомогательных. Чаще всего в организациях выбор основной и вспомогательных машин ограничивается машинами, находящимися на балансе фирмы, что негативно может сказаться на экономических показателях. Однако на такие шаги приходится идти, так как альтернативные варианты сводятся к аренде необходимых машин других организаций, а собственная техника предприятия, не подходящая по каким-то параметрам будет простаивать, что экономически нецелесооб-

разно. Поэтому сначала загружают объемами работ машины, находящиеся на балансе организации, а затем дополнительно привлекают недостающие машины для формирования необходимого комплекта машин для укладки асфальтобетонной смеси.

Заключение.

Установлено, что при формировании рационального комплекта машин для укладки асфальтобетонной смеси подрядной организации в современных экономических условиях, в отличие от известных методов, необходимо включать в него машины, находящиеся на балансе организации, даже если они не оптимальны по своим технико-экономическим характеристикам.

Обосновано привлечение подрядной организацией дополнительных вспомогательных машин, так как даже несмотря на увеличение затрат, связанных с арендой техники, это дает существенный экономический эффект и повышает качество выполнения работ за счет обеспечения условий технологии безостановочной укладки асфальтобетонной смеси.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Логистика и инновации в организации асфальтирования и ремонта дорог:** монография / В. Г. Санков [и др.] – Саратов: СГТУ, 2015. – 256 с.
2. **Прокопьев, А. П.** Методы управления технологическими процессами строительства асфальтобетонных покрытий: монография / А. П. Прокопьев, Р. Т. Емельянов, В. И. Иванчура. – 2-е изд., перераб. и доп. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 255 с.
3. **Механизация и автоматизация технологических процессов дорожного строительства** / Р. Т. Емельянов [и др.] – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2017. – 132 с.
4. **Пархоменко, Н. А.** Использование автоматизированных технологий при строительстве автомобильных дорог / Н. А. Пархоменко, И. С. Дермелев // Актуальные проблемы геодезии, землеустройства и кадастра: сборник материалов III региональной научно-практической конференции. – Омск, 2021. – С. 67-73.
5. **Скрыпник, Т. В.** Технология устройства покрытий из укатываемых бетонных смесей / Т. В. Скрыпник, Р. А. Пилипенко // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса: сборник материалов VI международной научно-практической конференции в рамках 6-го Международного научного форума Донецкой Народной Республики «Инновационные перспективы Донбасса: Инфраструктурное и социально-экономическое развитие». – Горловка: АДИ ГОУ ВПО «ДОННТУ», 2020. – С. 112-117.
6. **Техника и технология транспорта:** Ерохин Я. С., Габдуллин Т. Р. Процесс возведения дорожной одежды [Электронный ресурс] / Я. С. Ерохин, Т. Р. Габдуллин // Техника и технология транспорта. – 2019. – № 4(15). – Казань: Техника и технология транспорта, 2017. – Режим доступа: <http://transport-kgasu.ru/files/N15-17TI419.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.
7. **Пермяков, В. Б.** Комплексная механизация строительства / В. Б. Пермяков – М.: Высшая школа, 2005. – 383 с.
8. **Кудрявцев, Е. М.** Комплексная механизация строительства: учебник для вузов / Е. М. Кудрявцев. Изд. третье, перераб. и доп. – М.: изд-во АСВ, 2013. – 464 с.
9. **Андрушко, И. О.** Оптимизация бизнес-процесса асфальтирования дорог / И. О. Андрушко, М. В. Павлова // Экономика и управление интеграционными процессами в народнохозяйственном комплексе России: сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. – Орск, 2019. – С. 11-16.
10. **Прокопьев, А. П.** Реализация концепции автоматизации и интеллектуализации управления дорожно-строительными процессами / А. П. Прокопьев, В. И. Иванчура, Р. Т. Емельянов, П. А. Пальчиков // Вестник МГСУ. – 2018. – Т. 13. – № 1(112). – С. 61-70.

11. **Лещинский, А. В.** Комплексная механизация строительства: учебное пособие. Сер. 11 Университеты России (2-е изд., испр. и доп) / А. В. Лещинский, Г. М. Вербицкий, Е. А. Шишкин. – М.: Юрайт, 2019. – 232 с.

12. **Жулай, В. А.** Совершенствование рабочего органа асфальтоукладчика / В. А. Жулай, Е. Д. Щербаков, Е. Е. Филатова // *Высокие технологии в строительном комплексе*. – 2018. – № 1. – С. 94-97.

13. **Гасюк, Е. В.** Анализ и совершенствование перевозок асфальтобетонной смеси подвижным составом дорожно-ремонтных строительных предприятий / Е. В. Гасюк, Н. Н. Николаев // *Перспективные технологии в эксплуатации транспортных и транспортно-технологических комплексов: сборник материалов 77-й Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых исследователей*. – Зерноград, 2018. – С. 27-28.

14. **Спасибухов, Ю. Н.** Формирование оптимальных комплектов машин для строительства и ремонта автомобильных дорог / Ю. Н. Спасибухов, А. Н. Щиенко // *Высокие технологии в строительном комплексе*. – 2020. – № 1. – С. 18-21.

Поступила в редакцию 30 ноября 2021

ECONOMIC JUSTIFICATION OF FORMING MACHINES SETS FOR ASPHALT-CONCRETE WORKS IN ROAD CONSTRUCTION

V. A. Zhulay, Yu. N. Spasibukhov, A. N. Shchiyenko

Vladimir Alekseevich Zhulay, Dr. Sc. (Tech.), Professor, Professor at the Department of Construction Technology and Mechanical Engineering named after Professor N.A. Ulyanov, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(473)277-01-29; e-mail: zhulai@vgsu.vrn.ru

Yuriy Nikolayevich Spasibukhov, Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Construction Technology and Mechanical Engineering named after Professor N. A. Ulyanov, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(473)277-01-29; e-mail: sdsabz@mail.ru

Aleksey Nikolayevich Shchiyenko, Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Construction Technology and Mechanical Engineering named after Professor N.A. Ulyanov, Voronezh state technical University, Voronezh, Russia, tel.: +7(473)277-01-29; e-mail: a.n.shienko@mail.ru

The article deals with the issues that arise at the stage of laying asphalt concrete mixtures while constructing a highway. We describe examples of organization and work schedule of a set of machines when laying asphalt concrete mixture at a real facility. We carried out the analysis of the productivity ratio of the main and auxiliary machines and determined the consequences of changing their optimal balance. We offer some measures to ensure the normal operation of a set of machines for laying asphalt concrete mixture. As well we formulate the conditions for the formation of machines sets for laying asphalt concrete mixture by a contractor in modern economic conditions. The key feature of these conditions is the need to include into the set of machines those ones that are on the balance sheet of the contractor, even if they are not optimal in terms of their technical and economic characteristics.

Keywords: road construction; laying of asphalt concrete mixtures; composition of a set of machines; productivity.

REFERENCES

1. **Sankov V. G.** *Logistics and innovations in the organization of asphalting and road repair*. Saratov, Saratov State Technical University. 2015. 256 p. (in Russian)

2. **Prokopiev A. P., Emelyanov R. T., Ivanchura V. I.** *Methods of control of technological processes in the construction of asphalt concrete pavements*. Krasnoyarsk, Siberian Federal University. 2012. 255 p. (in Russian)

3. **Emelyanov R. T.** *Mechanization and automation of technological processes in road construction*. Krasnoyarsk, Siberian Federal University. 2017. 132 p. (in Russian)

4. **Parkhomenko N. A., Dermelev I. S.** The use of automated technologies in the construction of highways Actual problems of geodesy, land management and cadastre: collection of materials of the III regional scientific-practical conference. Omsk, 2021. Pp. 67-73. (in Russian)
5. **Skrypnik T. V., Pilipenko R. A.** Technology of the device of coatings from rolled concrete mixes. Scientific and technical aspects of the development of the motor transport complex: collection of materials of the VI International Scientific and Practical Conference within the framework of the 6th International Scientific Forum of the Donetsk People's Republic «Innovative Prospects of Donbass: Infrastructural and Socio-Economic Development». Gorlovka. 2020. Pp. 112-117. (in Russian)
6. **Erokhin Ya. S., Gabdullin T. R.** The process of erecting pavement. Kazan, Technique and technology of transport. No. 4(15). 2019. <http://transport-kgasu.ru/files/N15-17TI419.pdf>, free. – Ver. from the screen. (in Russian)
7. **Permyakov V. B.** Complex mechanization of construction. Moscow, Higher school. 2005. 383 p. (in Russian)
8. **Kudryavtsev E. M.** Comprehensive mechanization of construction: a textbook for universities. Moscow, Publishing House ASV. 2013. 464 p. (in Russian)
9. **Andrushko, I. O., Pavlova, M. V.** Optimization of the business process of asphaltting roads Economics and management of integration processes in the national economic complex of Russia: collection of materials of the II All-Russian scientific and practical conference. Orsk. 2019. Pp. 11-16. (in Russian)
10. **Prokop'yev A. P., Ivanchura V. I., Yemel'yanov R. T., Pal'chikov P. A.** Implementation of the concept of automation and intellectualization of road-building process control. Vestnik MGSU. 2018. T. 13. No. 1(112). Pp. 61-71. (in Russian)
11. **Leshchinskiy A. V., Verbitskiy G. M., Shishkin Ye. A.** Complex mechanization of construction. Tutorial. Ser. 11 Universities of Russia (2nd ed., Revised and supplemented). Moscow, Yurayt. 2019. 232 p. (in Russian)
12. **Zhulay V. A., Shcherbakov E. D., Filatova E. E.** Improvement of the working body of the asphalt paver. High technologies in the building complex. 2018. No. 1. Pp. 94-97. (in Russian)
13. **Gasyuk E. V., Nikolaev N. N.** Analysis and improvement of transportation of asphalt concrete mixture by rolling stock of road-repair construction enterprises Advanced technologies in the operation of transport and transport-technological complexes: a collection of materials of the 77th All-Russian scientific-practical conference of students and young researchers. Zernograd. 2018. Pp. 27-28. (in Russian)
14. **Spasibukhov Yu. N., Shchiyenko A. N.** Formation of optimal sets of machines for the construction and repair of highways. High technologies in the building complex. 2020. No. 1. Pp. 18-21. (in Russian)

Received 30 November 2021

Для цитирования:

Жулай, В. А. Экономическое обоснование формирования комплектов машин для производства асфальтобетонных работ в дорожном строительстве / В. А. Жулай, Ю. Н. Спasiбухов, А. Н. Щиенко // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2022. – № 1(20). – С. 99-105. – DOI 10.36622/VSTU.2022.81.12.010.

FOR CITATION:

Zhulay V. A., Spasibukhov Yu. N., Shchiyenko A. N. *Economic justification of forming machines sets for asphalt-concrete works in road construction.* Housing and utilities infrastructure. 2022. No. 1(20). Pp. 99-105. DOI 10.36622/VSTU.2022.81.12.010. (in Russian)

DOI 10.36622/VSTU.2022.69.60.011

УДК 332.87:378.1

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В ЖКХ

Л. Н. Чернышов

Чернышов Леонид Николаевич, д-р экон. наук, профессор, главный научный сотрудник Института проблем рынка Российской Академии наук, Москва, Российская Федерация, тел.: +7(495)779-1438; e-mail: leo.chern@yandex.ru

Представлены предпосылки трансформации кадрового потенциала предприятий ЖКХ, обусловленные организационно - техническими и технологическими изменениями в отрасли, связанными с насыщением объектов капитального строительства современным высокотехнологичным оборудованием и интеллектуальными системами. Отмечено, что в обозначенных условиях эволюция профессий происходит значительно быстрее. Требования к работнику смещаются из области исполнения функциональных обязанностей на достижение конечного результата. Предложено решение проблемы адаптации существующих квалификаций на рынке труда к требованиям, которые диктует технологическая революция, заключающееся в реализации направлений Национальной системы квалификаций, основные функции которой – это внедрение профессиональных стандартов в сферу труда и образования.

Ключевые слова: интеллектуальные технологии; жилищно-коммунальное хозяйство; образовательная программа; профессиональный стандарт; направление подготовки; квалификационные требования; качество образования.

Вопросы экономии энергетических ресурсов и затрат при эксплуатации жилых и общественных зданий, безопасного пребывания в них граждан становятся насущной проблемой собственников жилой и коммерческой недвижимости.

Основным фактором возникновения этих проблем, в том числе, является несовершенство системы организации и осуществления содержания и обслуживания ограждающих конструкций и инженерных систем зданий, недостаточный уровень квалификации производственного и инженерно-технического персонала организаций, осуществляющих их управление и эксплуатацию.

В 70-е годы прошлого века «Институт Интеллектуальных Зданий» (США), впервые сделал попытку решить эту проблему путем создания «... зданий, позволяющих продуктивно и эффективно использовать рабочее пространство». Для этого в управлении всеми техническими системами проектировщики и строители максимально используют современные технологии. Освещение, отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха, электро- и водоснабжение, работа различных приборов и оборудования (в том числе бытовых), видеонаблюдение, сигнализация – все это должно управляться автоматически.

Более того, в таких зданиях стали применять инженерно-технические решения, обеспечивающие альтернативное получение тепловой и электрической энергии (солнечные батареи, тепловые насосы, оборудование по рекуперации тепла в вентиляционных каналах и системах канализации здания и другие).

Таким образом, был дан старт интеллектуальному методу управления жилыми и общественными зданиями, основанному на новых идеях в теории управления, с использованием современных аппаратных и программных средств компьютерной техники.

Впоследствии такие здания стали называться «умными», «энергоэффективными», «интеллектуальными», «цифровыми».

Практика строительства таких зданий (жилых и общественных) приобретает популярность не только за рубежом, но и в регионах России. В настоящее время реализуется ряд проектов по оснащению административных и коммерческих зданий автоматизированными системами управления. Примерами могут служить офисные здания в Москве: ОАО «Российские железные дороги», ТНК-ВР, бизнес-центр «Царев Сад», ВГТРК, Московский Художественный театр имени Горького, Ледовый комплекс «Крылатское», Константиновский дворец в Санкт-Петербурге и др.

Жилые здания (многоквартирные и индивидуальные), оборудованные интеллектуальными системами и энергосберегающим оборудованием есть уже в каждом регионе России.

Базовым принципом функционирования таких зданий, является синергетическое объединение всех элементов автоматизированных систем контроля, учета и регулирования, а также информационных потоков, которое в итоге и обеспечивает экономию энергетических ресурсов и затрат при эксплуатации зданий и безопасное пребывания в них граждан [1, 2].

Преимущества интеллектуальных зданий очевидны. Система «умных домов» экономит до 10...18 % электроэнергии, увеличивает производительность выполняемых работ на 5...8 %, значительно повышать комфорт и безопасность, снижать негативное воздействие на окружающую среду [3, 4]

При этом затраты на электроэнергию сокращаются на 15...20 %, эксплуатационные расходы здания снижаются до 30 %, а затраты на ремонт – почти вдвое. Например, для бизнес-центра площадью около 50 000 квадратных метров экономия на ежегодных коммунальных расходах в Москве может составить около 70,0 миллионов рублей.

Автоматизация значительно упрощает процесс организации технической эксплуатации таких объектов – достаточно одного диспетчера на здание, но при этом, требуется наличие высококвалифицированного и мотивированного персонала, который владеет интегральным пониманием специфики функционирования таких зданий, способный осуществлять эффективное обслуживание элементов интеллектуальных системами и оборудования здания.

Тем не менее, работающие сегодня на большинстве предприятий ЖКХ специалисты не обладают квалификацией, соответствующей требованиям профессиональных стандартов, знания, навыки и умения в которых приведены в соответствие с современным уровнем развития техники и технологии в отрасли и включают элементы цифровизации управленческих, производственных и технологических процессов.

Как правило, персонал таких организаций пользуется архаичным арсеналом инструментов, оборудования и технологиями производства работ, ввиду чего со стороны работодателя отсутствует спрос на специалистов, владеющих современными приемами и методами организации труда.

В свою очередь, учреждения образования, за редким исключением, не имеют возможности наладить прямой контакт с организациями в ЖКХ, работающими по современным технологиям и продолжают готовить кадры по заведомо устаревшим программам. Именно эти обстоятельства порождают негативную ситуацию в отраслевой кадровой сфере [5].

Уровень сегодняшнего образования в учебных заведениях для сферы ЖКХ недостаточен, чтобы покрыть растущий спрос на квалифицированный персонал, способный управлять сервисным обслуживанием на основе комплексной системы пространственных данных и технологии беспроводной связи обеспечивающих:

- ✓ интегрированный учет технического состояния зданий, сооружений и инженерных систем;
- ✓ автоматизацию документооборота;
- ✓ развитие электронных каналов взаимодействия с субъектами взаимоотношений при производстве и потреблении жилищно-коммунальных ресурсов и услуг.

Кадровое обеспечение сферы управления жилыми общественными зданиями в настоящее время обеспечивается в основном за счет обучающихся по направлению подготовки

«Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура», по укрупненной группе «Наука об обществе» – 38.03.10 (бакалавр) и 38.04.10 (магистр), которые соответствуют действующему федеральному государственному образовательному стандарту (ФГОС).

В образовательной программе бакалавра по этому направлению подготовки, учитывая, что оно находится в укрупненной группе «Наука об обществе», обязательная (базовая) часть программы, перечень компетенций, а также показатели их достижения включает в основном общекультурные и общепрофессиональные дисциплины (гуманитарные, социальные, экономические, математические, естественнонаучные и общетехнические).

Более того, в действующих учебных планах до 30 % объема базовой части составляют дисциплины, которые связаны в основном с управлением многоквартирными домами. Специальные дисциплины по профилю «коммунальная инфраструктура» представлены в вариативной части программы, что явно недостаточно.

К примеру, такая важная для сегодняшних студентов дисциплина «Автоматизация систем управления и эксплуатации объектов ЖКХ», которая должна обеспечивать компетенции в области использования цифровых и интеллектуальных технологий и оборудования на объектах ЖКХ, в объеме вариативной части подготовки бакалавра занимает всего 3 %, а в общем объеме программы менее 1 %, что неизбежно вызывает невозможность передачи всех необходимых знаний навыков и умений обучающимся, для реализации их по этому направлению деятельности.

В тоже время, отсутствие подготовленного производственного и инженерно-технического персонала, владеющего компетенциями, позволяющими эксплуатировать здания, построенные с использованием современных материалов, технологий и оборудования (в том числе интеллектуального), не позволяет в полной мере реализовать их преимущества.

Экономия ресурсов и затрат, сохранение эксплуатационных характеристик здания, безопасность находящихся в них людей достигается в таких зданиях за счет своевременного извлечения и обработки информации получаемой в процессе обслуживания конструктивных элементов, инженерных систем и оборудования здания.

Эти процессы осуществляются производственным и инженерно-техническим персоналом организации, эксплуатирующей здания, в фоновом режиме, незаметном для граждан, проживающих в многоквартирных домах или находящихся в общественных зданиях, но они имеют большое значение для управляющей организации и собственников недвижимости, так как от их эффективности напрямую зависит сохранение эксплуатационных характеристик здания.

Работы, проводимые в фоновом режиме, имеют еще одну особенность, их результаты носят «отложенный» характер, они будут очевидны не сразу, а через определенный период времени. Что касается зданий и сооружений, это будут годы, а то и десятилетия, а для инженерных сетей и оборудования – месяцы или годы.

Таким образом, своевременно и квалифицированно выполненные работы со временем приведут к сохранности, а порой и к повышению технических характеристик зданий и инженерных систем, а несвоевременное и не квалифицированное выполнение работ, приводит к преждевременному износу и аварийности здания и его инженерных систем.

В настоящее время, изменение сложившейся практики подготовки специалистов для сферы ЖКХ возможно в рамках реализации национального проекта «Национальная система профессиональных квалификаций» утвержденного Указом Президента Российской Федерации в апреле 2014 года, который предлагает профессиональному и образовательному сообществу все необходимые инструменты для повышения уровня квалификаций на рынке труда [6].

В частности, документом определено, что основные профессиональные образовательные программы (далее – ОПОП), должны разрабатываться в соответствии с требованиями к квалификации персонала организаций, сформулированные работодателями. Эта проблема решается двумя путями:

✓ разработкой и утверждения профессиональных стандартов по соответствующим областям деятельности в ЖКХ;

✓ приведением ОПОП в соответствие с требованиями квалификаций, изложенных в профессиональных стандартах.

Первый путь решения. В соответствии с действующими нормативно – правовыми документами, начиная с 2014 года, для работников сферы ЖКХ Совет по профессиональным квалификациям в ЖКХ разработано и утверждено или находится в стадии утверждения в Минтруде России 59 профессиональный стандарт. В том числе в сфере:

✓ Управления и эксплуатации жилой и коммерческой недвижимости – 10;

✓ Водоснабжения и водоотведения – 16;

✓ Коммунальной тепло и электроэнергетики – 16;

✓ Обращения отходов производства и потребления – 14;

✓ Благоустройства и озеленения территорий – 2;

✓ Похоронного дела – 1.

Начиная с 2019 года, Совет по профессиональным квалификациям в ЖКХ ведет работу по разработке новых и актуализации действующих профессиональных стандартов, в связи активным использованием при строительстве и капитальном ремонте зданий современных (в том числе энергоэффективных) материалов, интеллектуальных технологий, систем и оборудования.

Так в сфере водоснабжения и водоотведения:

✓ разработан профессиональный стандарт «Специалист по водным технологиям (акватроник)»;

✓ актуализирован профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации насосных станций водопровода».

Их разработка и актуализация была связана с тем, что новые технологические приемы, автоматизация и цифровизация технологических процессов, потребовали от персонала предприятий водоснабжения и водоотведения новых компетенций, знаний навыков и умений.

Структура нового и актуализированного профессиональных стандартов была построена исходя из технологического процесса управления процессом водоснабжения и водоотведения, как единого комплекса сооружений, электромеханических, пневматических, гидравлический, электронных элементов, датчиков состояния внешней среды, и самого объекта, в том числе различной физической природы, источников энергии и исполнительных механизмов, средств компьютерной техники, между которыми осуществляется постоянный обмен энергией и информацией, объединенных общей системой автоматического управления, обладающей элементами искусственного интеллекта.

Это позволило объединить в профессиональных стандартах несколько видов деятельности, по различным уровням квалификаций, что создало условия для разработки соответствующих ОПОП среднего профессионального и высшего (бакалавриат, магистратура) образования [7, 8].

В сфере управления жилыми и общественными зданиями:

✓ разработан профессиональный стандарт «Специалист по управлению коммерческой недвижимостью», который определяет компетенции специалистов занимающихся вопросами сопровождения, осуществления и реализацией прав на все виды имущества коммерческой недвижимости на стадии инвестирования, владения (или эксплуатации), отчуждения, сноса, утилизации (или консервации), а также вопросами оперативного и стратегического управления такой недвижимостью, обеспечивающие сбалансированность объема обязательств управляющей организации, с требованиями собственников недвижимости;

✓ актуализированы профессиональные стандарты: «Специалист по управлению многоквартирным домом»; «Специалист по эксплуатации многоквартирного дома» с новым

названием «Специалист по эксплуатации гражданских зданий»; «Специалист по управлению жилищным фондом» с новым названием «Специалист по эксплуатации интеллектуальных систем зданий».

Их актуализация была связана с внедрением комплексной системы пространственных данных и технологии беспроводной связи для интегрированного учета технического состояния жилых и общественных зданий, обеспечивающей автоматизацию технологического документооборота, снижение влияния «человеческого фактора» в случаях аварий и чрезвычайных ситуаций.

Квалификационные требования, изложенные в трудовых функциях профессиональных стандартов, позволяют специалистам обеспечить внедрение и функционирование интеллектуальных систем зданий:

- ✓ систем учета, контроля и регулирования качества коммунальных услуг;
- ✓ автоматизированных систем мониторинга и регулирования технического состояния элементов и помещений зданий;
- ✓ автоматизированных систем управления зданиями;
- ✓ интерактивных каналов взаимодействия с потребителями;
- ✓ обеспечения безопасности и комфортности проживания (пробывания) граждан.

Второй путь решения. Требования к квалификации работников соответствующих уровней квалификации (от второго до седьмого), изложенные в отраслевых профессиональных стандартах, в соответствии с федеральным законом «Об образовании», должны быть совмещены со структурой и содержанием дисциплин ОПОП, изучение которых позволит освоить студентам необходимые компетенции в соответствующей области деятельности и быть востребованными на рынке труда в сфере ЖКХ.

Совет по профессиональным квалификациям в ЖКХ ведет эту работу совместно с соответствующими федеральными учебно-методическими объединениями (далее – ФУМО) СПО и ВО с 2017 года [9,10]. За это время актуализированы ФГОС из четырех укрупненных групп образования- «Математика и естественные науки», «Инженерное дело, технологии и технические науки», «Сельское хозяйство и сельскохозяйственные науки», «Науки об обществе»:

- ✓ в сфере среднего профессионального образования -17, в том числе: 08.01.10 «Мастер жилищно-коммунального хозяйства»; 08.02.11 «Управление, эксплуатация и обслуживание многоквартирного дома»; 13.02.01 «Тепловые электрические станции»; 13.02.07 «Электроснабжение (по отраслям)»; 13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования»; 20.02.03 «Природоохранной обустройство территорий»; 35. 01. 19 «Мастер садово-паркового и ландшафтного строительства»; 43.02.08 «Сервис домашнего и коммунального хозяйства» и другие;
- ✓ в сфере высшего образования – 23, в том числе: 05.03.06 «Экология и природопользование»; 06.03.02 «Почвоведение»; 08.03.01 «Строительство (бакалавр)»; 08.04.01 «Строительство (магистр)»; 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»; 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»; 20.03.01 «Техносферная безопасность и природопользование»; 20.03.02 «Природообустройство и водопользование»; 35.03.10 «Ландшафтная архитектура»; 38.03.10 «Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура»; 43.03.01 «Сервис жилищного фонда и коммунальной инфраструктуры» и другие.

Таким образом, имеющийся опыт проведения этой работы свидетельствует о том, что область деятельности в ЖКХ отнесена к различным укрупненным группам образования, направлениям подготовки, профилям и модулям образования. Все эти сложности не позволяют абитуриенту понять свою образовательную траекторию и перспективу развития своего карьерного роста в ЖКХ.

По мнению профессора Национального исследовательского Московского строительного университета (НИУ МГСУ) – Король Е. А. должна быть разработана компетентност-

ная модель выпускника учебного заведения, как среднего, так и высшего уровней образования, которая может быть сформирована на основе требований отраслевых профессиональных стандартов (см. табл.).

Это позволит не только выстроить последовательную цепочку непрерывного профессионального образования, плавно переходящему (по набору дисциплин, объему полученных знаний навыков и умений) от среднего профессионального образования к высшему (бакалавриат и далее магистратура), и обеспечить потребности рынка труда в жилищно-коммунальной сфере специалистами различного уровня квалификации, соответствующих современным требованиям организации труда и технологиям производства (см. таблицу), но и оптимизировать усилия граждан (организационные и финансовые) в получении необходимого уровня образования, а государству затраты на подготовку высококвалифицированных специалистов для сферы ЖКХ [11, 12].

Образовательные модули по уровням образования

Модули образования		
Среднее профессиональное образование	Высшее (бакалавриат)	Высшее (магистратура)
Обслуживание зданий и сооружений	Капитальный ремонт объектов ЖКХ	Организация технической эксплуатации объектов ЖКХ
	Санитарное содержание и управление отходами	Информационные технологии при эксплуатации зданий и сооружений
Сервисное обслуживание инженерных систем зданий	Техническая эксплуатация объектов коммунальной инфраструктуры	
	Ценообразование в ЖКХ	Тарифное регулирование в ЖКХ
Эксплуатация многоквартирных домов	Техническая эксплуатация зданий	Управление жилищным фондом
	Благоустройство и содержание застроенных территорий	Организация эксплуатации и обслуживания застроенных территорий

В целях обеспечения задачи, связанной с созданием непрерывной системы отраслевого образования, СПК ЖКХ ведет работу:

✓ с Минобрнауки России по перемещению образовательного направления «Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура» из укрупненной группы «Перечня специальностей и направлений подготовки высшего образования» - «Наука об обществе» в укрупненную группу «Инженерное дело, технологии и технические науки»;

✓ с Минпросвещения России по изменению существующего наименования ФГОС СПО «Управление, эксплуатация и обслуживание многоквартирного дома» на «Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура».

Предлагаемое название ФГОС СПО, является более широким по сравнению с существующим названием, поскольку отражает не отдельные виды деятельности, а область профессиональной деятельности. Подобная унификация в формулировках названий ФГОС СПО и ВО позволит расширить перечень образовательных программ всех уровней подготовки и выстраивать обучающимся более разнообразную траекторию профессионального развития.

Заключение.

Сформулированы основные требования к специалистам, занятым в сфере управления и технического обслуживания жилищно-коммунального хозяйства, основанные на современных тенденциях, связанных с массовым использованием высокотехнологичного оборудования и интеллектуальных систем.

Предложены пути совершенствования существующей системы высшего профессионального образования в сфере жилищно-коммунального хозяйства, основанные на обеспечении соответствия профессиональных стандартов и квалификационных требований с учетом специфики организаций, являющихся работодателями в соответствующей сфере деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Тебенькова, М. А.** Система «Умный дом» как способ повышения экономической эффективности эксплуатации здания / М. А. Тебенькова // Евразийское Научное Объединение. – 2020. – № 3-1(61). – С. 85-87.
2. **Крюкова, А. А.** Особенности развития концепции «Умный дом»: российский и зарубежный опыт / А. А. Крюкова, К. О. Шматок // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2019. – Т. 8. – № 3(28). – С. 397-399.
3. **Шеина, С. Г.** Автоматизированная система управления зданиями как инструмент повышения их энергоэффективности и уровня комфортности / С. Г. Шеина, Е. Н. Миненко, М. Д. Арцишевский, Е. С. Питык // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 2(53). – С. 36.
4. **Будко, Е. Н.** Вопросы энергосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве России / Е. Н. Будко // Инновации и инвестиции. – 2020. – № 4. – С. 231-233.
5. **Чернышов, Л. Н.** Методология применения профессиональных стандартов на предприятиях ЖКХ / Л. Н. Чернышов // Экономика строительства. – 2016. – № 5. – С. 22-31.
6. **Чернышов, Л. Н.** Концептуальные основы развития Национальной системы на период до 2030 года / Л. Н. Чернышов, А. А. Збрицкий, Т. А. Ивчик // Экономика строительства. – 2020. – № 3(63). – С. 3-12.
7. **Агапитов, С. Н.** Эффективность разработки профессиональных стандартов в ЖКХ – задача объединения работодателей / С. Н. Агапитов // Экономика строительства. – 2013. – № 6. – С. 28-32.
8. **Чернышов, Л. Н.** Организационно-правовые механизмы снижения рисков применения профессиональных стандартов на примере сферы ЖКХ / Л. Н. Чернышов, А. А. Збрицкий, Т. А. Ивчик // Экономика строительства. – 2019. – № 5(59). – С. 3-12.
9. **Чернышов, Л. Н.** Основы формирования отраслевой системы профессиональных квалификаций в ЖКХ / Л. Н. Чернышов, А. А. Збрицкий, Т. А. Ивчик // Экономика строительства. – 2020. – № 6(66). – С. 3-13.
10. **Збрицкий, А. А.** Организационно-методические проблемы формирования системы независимой оценки квалификаций в ЖКХ / А. А. Збрицкий, Л. Н. Чернышов, Т. А. Ивчик // Экономика строительства. – 2017. – № 2. – С. 3-12.
11. **Чернышов, Л. Н.** Концептуальные основы формируют системы квалификаций в сфере обращения отходов производства и потребления / Л. Н. Чернышов, А. А. Збрицкий, Т. А. Ивчик // Экономика строительства. – 2019. – № 6. – С. 38-46.
12. **Чернышов, Л. Н.** Правовые основы развития системы социального партнерства в сфере жилищно-коммунального хозяйства / Л. Н. Чернышов, В. А. Нефедов, А. А. Збрицкий, Т. А. Ивчик // Экономика строительства. – 2021. – № 4(70). – С. 3-18.

Поступила в редакцию 18 февраля 2022

ORGANIZATIONAL, TECHNICAL AND METHODOLOGICAL PREREQUISITES FOR PROFESSIONAL TRANSFORMATION IN HOUSING AND COMMUNAL SERVICES

L. N. Chernyshov

Leonid Nikolaevich Chernyshov, Dr. Sc. (Economics), Professor, Chief Researcher at the Institute of Market Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, tel.: +7(495)779-1438; e-mail: leo.chern@yandex.ru

The article presents the prerequisites for the transformation of the personnel potential in housing and communal service enterprises. These changes in the industry are due to organizational, technical and technological shifts associated with extensive appearance of high-tech equipment and intelligent systems at the facilities of capital construction. It is noted that in the indicated conditions the evolution of professions occurs much faster. Today not performing functional duties but achieving final result is the focus of basic requirements to the employee. The author offers a solution to the problem of adapting qualifications that exist at present on the labor market to the requirements of the technological revolution. This solution involves implementation of the National Qualifications System initiatives, the main function of which is to introduce new professional standards into the field of labor and education.

Keywords: intellectual technologies; housing and communal services; educational program; professional standard; direction of training; qualification requirements; quality of education.

REFERENCES

1. **Tebenkova M. A.** *The "Smart house" system as a way to increase the economic efficiency of building operation.* Eurasian Scientific Association. 2020. No. 3-1(61). Pp. 85-87. (in Russian)
2. **Kryukova A. A., Shmatok K. O.** *Features of the development of the concept of "Smart home": Russian and foreign experience.* Azimuth of scientific research: Economics and Management. 2019. Vol. 8. No. 3(28). Pp. 397-399. (in Russian)
3. **Sheina S. G., Minenko E. N., Artsishevsky M. D., Pityk E. S.** *Automated building management system as a tool to improve their energy efficiency and comfort level.* Engineering Bulletin of the Don. 2019. No. 2(53). Pp. 36. (in Russian)
4. **Budko E. N.** *Issues of energy saving in the housing and communal services of Russia.* Innovation and investment. 2020. No. 4. Pp. 231-233. (in Russian)
5. **Chernyshov L. N.** *Methodology of professional standards at enterprises of housing and communal services.* Economics of Construction. 2016. No. 5. Pp. 22-31. (in Russian)
6. **Chernyshov L. N., Zbritskiy A. A., Ivchik T. A.** *Conceptual framework for the development of the National Qualifications Framework for the period until 2030.* Economics of Construction. 2020. No. 3(63). Pp. 3-12. (in Russian)
7. **Agapitov S. N.** *Development of professional standards in housing and communal services is a task of employer associations.* Economics of Construction. 2013. No. 6. Pp. 28-32. (in Russian)
8. **Chernyshov L. N., Zbritskiy A. A., Ivchik T. A.** *Organizational and legal mechanisms to reduce the risks of applying professional standards in the example of the utility sector* Economics of Construction. 2019. No. 5. Pp. 3-12. (in Russian)
9. **Chernyshov L. N., Zubritskiy A. A., Ivchik T. A.** *Fundamentals of the formation of the sectoral system of professional qualifications in housing and communal services.* Economics of construction. 2020. No. 6(66). Pp. 3-13. (in Russian)
10. **Zbritskiy A. A., Chernyshov L. N., Ivchik T. A.** *Organizational and methodological problems of independent evaluation system of qualifications in housing and communal services* Economics of Construction. 2017. No. 2. Pp. 3-12. (in Russian)

11. **Chernyshov L. N., Zbritskiy A. A., Ivchik T. A.** *Conceptual frameworks form systems of qualifications in the treatment of waste production and consumption.* Economics of Construction. 2019. No. 6. Pp. 38-46. (in Russian)

12. **Chernyshov L. N., Nefedov V. A., Zbritsky A. A., Ivchik T. A.** *Legal foundations of the development of the social partnership system in the field of housing and communal services.* Economics of construction. 2021. No. 4(70). Pp. 3-18. (in Russian)

Received 18 February 2022

Для цитирования:

Чернышов, Л. Н. Организационно-технические и методические предпосылки профессиональной трансформации в ЖКХ / Л. Н. Чернышов // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2022. – № 1(20). – С. 106-114. – DOI 10.36622/VSTU.2022.69.60.011.

FOR CITATION:

Chernyshov L. N. *Organizational, technical and methodological prerequisites for professional transformation in housing and communal services.* Housing and utilities infrastructure. 2022. No. 1(20). Pp. 106-114. DOI 10.36622/VSTU.2022.69.60.011. (in Russian)

DOI 10.36622/VSTU.2022.90.38.012

УДК 657.24:624

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ДОКУМЕНТАЛЬНОГО УЧЕТА ДАВАЛЬЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА НА ИТОГОВУЮ СМЕТУ НАЧАЛЬНОЙ МАКСИМАЛЬНОЙ ЦЕНЫ КОНТРАКТА НА СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТАХ

Е. Н. Карпушко, М. С. Антонова

Карпушко Елена Николаевна, канд. экон. наук, доцент, институт архитектуры и строительства, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Российская Федерация, тел.: +7(8442)97-45-13; e-mail: hhelena@mail.ru

Антонова Мария Сергеевна, магистрант, институт архитектуры и строительства, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Российская Федерация, тел.: +7(8442)97-45-13; e-mail: maria-sergeevna.antonova@yandex.ru

Увеличение числа предприятий, которые используют систему переработки материалов заказчика (давальческих материалов), при этом обязавшись в полном объеме произвести возврат переработанных материалов либо использовать их в процессе строительства, предопределяет необходимость разработки четких методических рекомендаций, правил, нормативных документов, отражающих специфику строительной отрасли. В большинстве случаев работы, выполняемые из давальческих материалов, позволяют заказчику сократить сроки выполнения или снизить стоимость строительно-монтажных работ. Проведенные исследования направлены на выявление особенностей учета давальческих материалов при определении стоимости строительно-монтажных работ, оформлении актов выполненных работ. Рассмотрены различные точки зрения на теоретическое толкование содержания понятий «давальческие материалы», «смета контракта», «начальная максимальная цена контракта», а также изложены современные тенденции на применение этих понятий в строительной отрасли. Проанализированы правовые аспекты, бухгалтерский учет, а также нормативные документы, регулирующие отношения между заказчиком и подрядчиком. Особое внимание уделено понятию «толлинг», как примеру использования материалов на давальческой основе за рубежом. Представлены преимущества и отрицательные стороны использования давальческих материалов для заказчика и подрядчика. Разработаны рекомендации по включению в существенные условия контракта информации о снабжении подрядчика материалами для осуществления строительства.

Ключевые слова: договор строительного подряда; давальческие материалы; смета контракта; толлинг; заказчик; подрядчик, бухгалтерский учет.

Строительство – особая отрасль материального производства, неотъемлемой частью которого являются нефтяная и химическая промышленности. Сооружение промышленных объектов в нефтеперерабатывающей отрасли происходит при участии генеральных и субподрядчиков, представленных строительными компаниями. При заключении договоров обязательным и важным пунктом является смета контракта, которая является основанием при формировании первичных учетных документов, которые используются для расчетов за выполненные работы. При заключении договоров зачастую возникают споры по учету строительных материалов, а именно материалов заказчика, которые обычно решаются при помощи разделительной ведомости поставки материалов. Названный документ играет весомую роль при расчете экономических показателей эффективности инвестиционного проекта и реальных итоговых цифр контракта в завершении строительства.

Давальческие операции активно используются с 1990-х годов в российской экономи-

ке, однако в настоящее время правовая база в недостаточной степени регулирует взаимоотношения сторон-участников договора строительного подряда по использованию материалов заказчика. Актуальность темы исследования определила ее цель, заключающуюся в определении влияния документального учета по операциям с давальческим сырьем на итоговую смету контракта на строительных объектах [1].

В настоящий момент практика производства строительно-монтажных работ из материалов заказчика продолжает оставаться актуальным решением для удешевления сдаваемого объекта. Давальческие материалы способствуют снижению себестоимости строительно-монтажных работ и сокращению сроков на их выполнение.

Установление термина «давальческие материалы» изложено в п. п. 156 и 157 «Методических указаний по бухгалтерскому учету материально-производственных запасов» (утв. приказом Минфина России от 28.12.2001 № 119 н). Так, материал признается давальческим, если заказчик, сотрудничая с организацией, передает сырье, чтобы таковое подверглось переработке или обработке, прочим необходимым работам. Такое сырье позиционируется как компонент производимого готового продукта. Подрядчику оплата за принятые материалы не переводится, но этот субъект обязывается полностью возратить материалы в переработанном виде, провести сдачу работ по выполнению, а также сдать готовый продукт.

Заказчик, передавая подрядчику давальческие материалы, должен оформить накладную, соблюдая унифицированную форму № М-15 «Накладная на отпуск материалов на сторону». Тем не менее, эта накладная на передачу материалов заказчика подрядчику либо субподрядчику не является документом, подтверждающим осуществление предприятием расхода на материалы. Таким документом будет составленный подрядчиком отчет о расходовании материальных ресурсов, где закреплено, что условия получения сырья – давальческие и утверждены организациями [2, 3].

Содержание ГК РФ п.1 ст. 713 определяет, что после предоставления заказчиком подрядчику материала, второй использует материал, ориентируясь на экономный расход, что подтвердит в соответствующем отчете по завершению работ. При наличии остатка материалы проводятся возвратом заказчику или, получив от заказчика согласие, подрядчик снижает на выполненные работы цену, чтобы снизить на величину стоимости ресурсов, которые подрядчик не использовал при строительстве [4]. Отчет составляется по форме № М-29, чтобы подтвердить документально, какие по факту расходы заказчик понес на отпуск материальных ресурсов для выполнения строительных работ, а затем провести расходованные средства, формируя налогооблагаемую базу по налогу на прибыль, руководствуясь п. 1 ст. 252 НК РФ. В отчете, демонстрирующем использование материальных ресурсов, прием которых совершен от заказчика, подрядчик показывает цены, отражающие стоимость материалов, передачу которых осуществил заказчик, тогда как на забалансовом счете подрядчик должен учесть средства. Проводя данную операцию, нужно соблюдать следующие условия:

- ✓ материальные ресурсы предусмотрены проектной документацией, сметными нормами на выполнение строительно-монтажных работ (СМР) для конкретных строительных объектов. Также может применяться ведомость расхода ресурсов;

- ✓ заказчик приобретает материалы;

- ✓ подрядчик принимает передаваемые материалы, чтобы имели место СМР, но перехода права собственности не возникает.

Материалы заказчика (или «материалы поставки заказчика», «давальческие материалы») используются с особыми целями. Такое сырье снизит сумму, которую подрядчик получит как оплату выполненных работ, однако выполненные работы останутся неизменными по объему. Получая материалы от заказчика, подрядчик обязательно проводит их в форме КС-2, внося в раздел «Материалы заказчика» и прописывает стоимость каждой полученной категории. Однако, формируя по выполненным работам окончательную сумму,

подлежащую к оплате, сюда не вносят расход по давальческим материалам. Такую операцию фиксируют проводкой «За минусом материалов заказчика» (пп. 1 п. 1 ст. 248, п. 1 ст. 249 НК РФ). Принимая работы от подрядчика и составляя справку по форме КС-3, записывают общую стоимость работ, равно как и средства, которые нужно удержать, поскольку материалы переданы.

В Справке в графе итогов вносят сумму, которую подлежит оплатить, а ее исчисление проводится вычислением разницы, когда от общей стоимости работ вычитается сумма всех удержаний из числа перечисленных выше.

Одним из основных документов является договор подряда (контракт). Для выявления особенностей условий договора подряда (контракта) при использовании материалов заказчика, был проанализирован учет давальческих материалов на примере двух крупных контрактах строительства объектов нефтеперерабатывающей промышленности. Отличительные характеристики учета материалов отражены в табл. 1 [5]. В ОАО «ЩекиноАзот» учет давальческих материалов ведется в большем объеме, обладает большей трудоемкостью.

Таблица 1

Варианты учета давальческих материалов

ПАО «Татнефть»	ОАО «ЩекиноАзот»
1. Платформа для работы: Портал СМР	1. Платформа для работы: традиционный ресурсный метод
2. Давальческие остатки можно увидеть на портале, которые списываются автоматически с накладных (исключено задвоение материалов, счетов-фактур)	2. Давальческие Остатки материалов ведутся сметчиками подрядчика на основании базы в программе Excel, а также в бухгалтерии по программе 1С
3. Расчет удорожания собирается автоматически, заполняется с использованием счетов-фактур	3. Материалы берутся из ресурсной ведомости на основании вывода акта КС-2 из Гранд-Сметы, заполняются вручную по согласованным ценам с заказчиком.
4. Ежемесячный отчет подрядчика перед заказчиком о расходовании давальческого материала	4. Ежеквартальный отчет подрядчика перед заказчиком о расходовании давальческого материала
5. В Расчете удорожания не выделяются материалы заказчика.	5. В актах КС-2 отдельной графой выделяются материалы заказчика и начисляются лимитированные затраты.
6. Давальческие материалы: трубы высоколегированных сталей, арматура, оборудование	6. Давальческие материалы: песок, щебень, бетон. Оборудование.
7. Нет отдельных документов о давальческом материалы при закрытии выполнения. Вспомогательные материалы (материалы, которые заложены в расценке, расходные материалы). Поставка ген. подрядчика (битумы нефтяные, лесоматериалы, брусочки хвойных пород, электроды)	7. АПДМ (Акт переработки давальческих материалов при ежемесячном закрытии вместе с формой КС-2). Поставка ген. подрядчика (битумы нефтяные, лесоматериалы, брусочки хвойных пород, электроды). Вспомогательные материалы (материалы, которые заложены в расценке, расходные материалы)

Контракты составляются таким образом, чтобы затраты, возникающие в процессе строительства, были обоснованы с экономической точки зрения, а также подтверждались в первичных учетных документах. Предприятия стремятся подвести экономические обоснования под конкретный вид работ, из-за чего разносят работы по локальным и объектным сметам на СМР [6]. Расходы на приобретение материалов, которые используются подрядчиком при выполнении СМР, относятся к материальным расходам (п. 1 ст. 254 Налогового кодекса).

Статья «Материалы» отражает величину затрат на приобретение материальных ресурсов, которые включаются в себестоимость строительно-монтажных работ в качестве прямых затрат, исходя из сметных норм включая транспортные, заготовительно-складские расходы и другие надбавки (наценки). Строительная организация должна обеспечить надлежащий контроль, вести записи на забалансовом учете, чтобы показать движение материалов. Согласно п. 9 ФСБУ 5/2019 Положений по бухгалтерскому учету «Учет материально-производственных запасов», никакой иной формы стоимости, кроме фактической, для принятия материалов к бухгалтерскому учету не применяется.

Для надлежащего контроля наличия и движения материальных ресурсов, строительным организациям необходимо предоставить следующие документы:

- ✓ карточки учета, данные аналитического учета по счету 10 «Материалы» (в том числе оборотно-сальдовую ведомость по счету 10.8 карточку счета 10.08 «Строительные материалы») и по счету 60 «Расчеты с поставщиками и подрядчиками» в разрезе отдельных наименований ресурсов (видам, сортам, размерам и т.п.), поставщиков и субподрядчиков в форме оборотно-сальдовой ведомости, на каждую из операций показывается расход и приход, где показывают цены, количество и суммы, остатки по количеству и сумме;
- ✓ первичные документы, представляемые в обоснование приобретения строительных материалов и их движения в отчетном периоде;
- ✓ копии товарных накладных по форме ТОРГ-12;
- ✓ счета-фактуры, транспортные накладные, лимитно-заборные карты, накладные на отпуск материалов, перемещение, отчет о расходе основных материалов М-29 и др.

Важно ориентироваться на принятую организацией учетную политику, из-за чего поступающие материалы отражаются на счетах 15 «Заготовление и приобретение материальных ценностей» и 16 «Отклонение в стоимости материальных ценностей», равно без проводок по таковым. На счету 15 обобщают информацию о том, что заготовлены или приобретены запасы для материально-производственных нужд, если являются пущенными в оборот средствами.

Дебетовый столбец по счету 15 содержит проводку о том, по какой стоимости приобретены материально-производственные запасы, а организация переносит значения из расчетных документов поставщиков. Кредитный столбец по счету 15 нужно заполнять, корреспондируя к счету 10 «Материалы», а затем показать значение стоимости запасов из числа материально-производственных, которые по факту поступили в организацию с дальнейшим оприходованием.

По приобретенным материально-производственным запасам находят сумму разницы стоимости, проведя исчисление по факту себестоимости приобретаемого или заготавливаемого сырья против учетных цен, а затем делают запись о списании со счета 15 «Заготовление и приобретение материальных ценностей», чтобы провести на другом счету - 16 «Отклонение в стоимости материальных ценностей». По данным счета 15 «Заготовление и приобретение материальных ценностей» нужно вывести остаток, чтобы в конце месяца отразить ситуацию с категорией находящихся в пути материальных запасов.

Предприятие имеет право самостоятельно установить учетную цену на материалы.

Согласно п. 80 Методических указаний по бухгалтерскому учету материально-производственных запасов (приказ Минфина РФ № 119 н от 28.12.2001 г.) уточняем, что применение учетной цены материала предписано в следующих случаях:

- ✓ цена обозначена поставщиком (но прочие расходы, включенные в величину фактической себестоимости, подлежат отдельному учету, чтобы войти в категорию таких расходов как транспортно-заготовительные);
- ✓ по факту учтена себестоимость сырья (такие расходы как транспортно-заготовительные не подлежат отдельной проводке, а нужно провести к учетным ценам в соответствии с материально-производственными запасами (МПЗ));

- ✓ предприятие организует работу над подготовкой и утверждением планово-расчетных цен;

- ✓ нужно определиться со средней ценой группы, установить которую нужно, если укрупнятся номенклатурные номера МПЗ. Для этого несколько номеров объединяют, чтобы показать размеры, сорта и виды материалов, являющихся однородными и совершенно незначительно колеблющимися в цене.

При определении размера материальных расходов при списании материальных ресурсов, которые нужно использовать при производстве СМР, как предписывает учетная политика организации, чтобы решить связанные с налогообложением вопросы, обычно с оценочной целью обращаются к методу оценки, исходя из средней себестоимости (как гласит п. 8 ст. 254 НК РФ).

При проведении оценки материалов следует учитывать следующие рекомендации:

- ✓ выбрав способ, его проводят в учетной политике как закрепленный, а действие истекает только, когда завершится отчетный (финансовый) год;

- ✓ нельзя допускать, чтобы данный способ отличался по материалам, включенным в одну группу или вид;

- ✓ должна быть проведена проверка правильности списания материалов в соответствии со сметной и исполнительной документацией, производственными нормами, формирования отчета о расходе основных материалов М-29.

К искажению данных бухгалтерского учета приведет и несвоевременный перенос стоимости материалов со счета 10 в дебет счетов учета затрат на производство.

В смете контракта, сформированной в соответствии с требованиями ч. 6.1 и ч. 7 ст.110.2 ФЗ от 5 апреля 2013 г. № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд», закреплено следующее. Подрядчик должен показать подробно выполненные работы или виды таковых, чтобы подтвердить объемы, качество подряда, выполненного по факту, который произведен в отношении конструктивных элементов или решений, показанных в смете контракта. Для этого приводится набор документов из числа первичных учетных, равно как и документация, отнесенная к исполнительной, оформление которой согласуется с правовыми нормами. Также в территориальный орган Федерального казначейства предоставляются документы при контрактах с казначейским сопровождением.

Согласно п. 5 Типовых условий государственного или муниципального контракта, существуют требования, связанные с оформлением документации на объекте капитального строительства (приказ Минстроя России от 14.01.2020 № 9/пр):

- ✓ после выполнения работ, таковые принимаются и оплачиваются не только в полном объеме, но и по этапам, если используются документы первичного учета, чтобы подтвердить факт выполнения. Составление документов происходит, если завершены все подлежащие выполнению работы, выполнены этапы (комплексно или по видам), а также внесены показатели в смету контракта, в график по выполняемым СМР, по оплачиваемому труду. При этом нужно руководствоваться предписанными в контракте условиями, как гласит ГК РФ;

- ✓ со стороны подрядчика, проводящего приемку выполненных работ, требуется собрать первичные учетные документы, предписанные в контракте, приложить исполнительную документацию для подтверждения объемов фактически выполненных работ (комплексно или по видам) [7].

Согласно п. 7 Методики составления сметы контракта (Приложение № 2 к приказу Министерства строительства и ЖКХ РФ от 23 декабря 2019 г. № 841/пр), составленная по контракту смета относится к основаниям, позволяющим сформировать первичные учетные документы, исходя из правовых норм РФ, регламентирующих бухгалтерский и налоговый

учет. Смета определяет политику, применяемую заказчиками и подрядчиками с целью расчета, когда сданы работы, а также является отчетным документом в случае проведения проверки контролирующими органами [8].

При этом положения ч. 1 ст. 8.3 Градостроительного кодекса Российской Федерации и ч. 6.1 ст. 110.2 Федерального закона № 44-ФЗ о контрактной системе не содержат запрет на составление при исполнении контрактов (договоров) Актов о приемке выполненных работ по форме КС-2. Как основа для данных документов будут применяться предусмотренные проектной документацией сметные нормативы, а также данные, отраженные в соответствующем сметном реестре, равно как и сметные цены на конкретные строительные ресурсы, если о таковом гласит упомянутый контракт или договор.

Если поставщик является также подрядчиком и исполнителем, то на контракт начальную (максимальную) цену при заключении договора заказчик должен обосновать и определить, применив один из методов:

- ✓ сопоставимых рыночных цен;
- ✓ нормативный;
- ✓ тарифный;
- ✓ проектно-сметный;
- ✓ затратный.

Сущность проектно-сметного метода состоит в том, что для контракта определяется начальная (максимальная) цена, учитывая значения в методиках и нормативах по СМР. Эти показатели должен утвердить компетентный федеральный орган исполнительного аппарата, формирующий на уровне государства отраслевую политику, а также вырабатывающий дальнейший государственно-политический курс, пополняющий базу нормативно-правовых актов (НПА). Вместо этого органа может действовать и аналогичный по функциям и роли, но уполномоченный на уровне субъекта РФ.

Одним из примеров использования материалов на давальческой основе за рубежом является «толлинг». Это термин, который определяет отношения хозяйствующих субъектов. Сырье принадлежит толлингеру, который обращается к переработчику, чтобы в обмен на материал принять продукт, готовый к реализации, а также возместить за переработку предприятию средства, являющиеся расходами на переработку, равно как и отчислить ранее прошедший согласование процент доходности. В России это аналогично переработке на давальческих началах. Причины широкого использования толлинга во всем мире различны. По этой схеме предприятие может задействовать технические мощности другой организации для переработки какого-либо сырья.

В зарубежной практике о подобных перерабатывающих операциях рассуждают в двух вариантах – активных или пассивных. Условием активной переработки подразумевают ситуацию, когда заказчик вывозит сырье, чтобы переработка состоялась не в стране производства материала, тогда как в отношении зарубежного заказчика обработку называют пассивной.

Толлинг признается активным, если сырье, ввезенное или купленное страной, приступающей к переработке сырья, помещено хозяйствующим субъектом под особый таможенный режим - переработку. Данное условие ложится в основу статистических отчетов, в которых отражаются толлинговые сделки.

В российском законодательстве закреплено, что внешний толлинг может происходить в одном из двух режимов. Каждый из вариантов имеет отличия от другого.

Первый вариант. На таможенной территории подлежит внесению залоговый платеж, равный по размеру ввозным таможенным пошлинам и налогам. Эти средства получит способом возврата перерабатывающее предприятие, если вывоз не противоречил предписанному по экспорту таможенному режиму, согласно которому продукт экспортирован с целью переработки за пределы страны.

Второй вариант. Под таможенным контролем - взиматься не будут ни таможенные пошлины, ни налог на добавленную стоимость, ни специальный налог.

Операция внутреннего толлинга имеет место, если подлежащее переработке сырье будет приобретено у отечественного производителя. В таком случае закреплено, что нужно выбрать особый таможенный режим переработки - под таможенным контролем. Процедура находится под влиянием регулятора - Правительства РФ, издающего соответствующие постановления, а также ГТК РФ, от которого исходят указания. При этом внутренний толлинг установлен, как разрешенная операция, только в некоторых экономических отраслях. В РФ схему толлинговых операций активно применяют вне разрешенных законом отраслей: металлургические предприятия оформляют аффинаж золота и серебра, платиноидов, на произведенную медь, никель, кобальт. Толлинг этого рода востребован в некоторых сферах индустрии - в выпуске самолетов и вертолетов, электроники, легко-промышленными предприятиями.

Положительные и отрицательные стороны давальческой схемы в договоре строительного подряда для заказчика и подрядчика представлены в виде сравнительной таблицы (табл. 2).

Таблица 2

Положительные и отрицательные стороны давальческой схемы
в договоре строительного подряда

Преимущества	Недостатки
Заказчик	
Возможность уменьшения стоимости строительства в результате минимизации затрат на используемые материальные ресурсы	Риск поставки некачественных материалов возложен на Заказчика (ст. 713, 741, 745 ГК РФ). Заказчик несет инфляционные риски в результате удорожания материалов.
После завершения работ производится возврат остатков неиспользованных материальных ресурсов (ч. 1 ст. 713 ГК РФ)	На Заказчике лежит риск несвоевременной поставки.
С учетом стоимости остающегося у Подрядчика неиспользованного материала (ч. 1 ст. 713 ГК РФ) возникает возможность уменьшить цену произведенной работы (по согласованию с Подрядчиком).	Заказчик несет риск повреждения или случайной гибели материала, (ст. 705 ГК РФ)
Минимизируется риск использования Подрядчиком материалов низкого качества и завышенной стоимости.	Возникает необходимость создать штат сотрудников, которые будут нести ответственность за организацию работ по закупке материалов и их передачи Подрядчику.
	Возможно увеличение срока строительства
Подрядчик	
Подрядчик снимает с себя ответственность за своевременную поставку материала	Риск утраты принятого от Заказчика материала (ст. 714 ГК РФ)
Подрядчик снимает ответственность за поставку некачественного материала. При этом необходимо учитывать, что Подрядчик не оплачивает стоимость произведенных работ в случае, если результат работы не был достигнут, либо достигнутый результат оказался с недостатками по причинам, вызванными применением материальных ресурсов недостаточного качества, ненадлежащего контроля со стороны Подрядчика, принимаемого от Заказчика (ст. 713 ГК РФ).	Невозможность заработать на поставках. Разъяснение: чтобы обезопасить себя от рисков, вызванных ростом цен на материальные ресурсы, подрядчик указывает завышенные цены.
	Дополнительный документооборот, связанный с отчетностью Подрядчика по израсходованным материальным ресурсам

Изучение типовых условий контрактов, заключаемых в строительной отрасли на предмет выполняемых работ, как строительных, так и реконструкционных в сфере капитального строительства, а также знакомство с информационной картой, где отражены по контрактам современные типовые условия (приказ Министерства строительства и ЖКХ РФ от 14 января 2020 г. № 9/пр) позволяет сформулировать следующие предложения. Так, предлагается внести предложения о дополнении в договор подряда об обязанности заказчика включать в существенные условия контракта информацию о снабжении подрядчика материалами для осуществления строительства.

Дополнение 1. Поставка Материалов осуществляется в соответствии с укрупненной разделительной ведомостью поставки Материалов и Оборудования. Если работы выполняются с использованием давальческих материалов, то важно указать, как стороны должны проводить оплату и отметить, кто принимает обязанность оплатить доставку и соответствующие расходы в связи с транспортировкой. Договор на строительный подряд не всегда предписывает, что материалы доставляет подрядчик, из-за чего расходы автоматически переносятся на заказчика. Если такие расходы несет подрядчик, то размер совершенно не обоснован, что и должно быть прописано в договоре.

Дополнение 2. При условии, что пункты договора предписывают поставку материалов, нужно закрепить требование проведения в обязательном порядке входного контроля, где будут участвовать представители, направленные заказчиком и подрядчиком, а также организацией, осуществляющей независимый технический надзор. Производитель направляет представителя только в случае необходимости. Процесс доставки должен быть согласован с ТК РФ и представителями предприятия грузоперевозчика.

Дополнение 3. Подрядчик обязуется обеспечить охрану и сохранность материалов, выполненных работ до передачи заказчику законченного строительством объекта и подписания акта выполнения работ.

Заключение.

Проанализированы правовые аспекты и нормативные документы, регулирующие отношения между заказчиком и подрядчиком при использовании материалов заказчика (давальческих материалов). Представлены преимущества и отрицательные стороны поставки материалов для заказчика и подрядчика.

На основе изучения типовых условий договоров подрядов сформулированы предложения об их дополнении в части обязанности заказчика о включении информации по снабжению подрядчика давальческими материалами. Особую роль в этой информации занимает транспортная составляющая по доставке материалов.

Обоснована необходимость указания в договоре строительного подряда информации о том, какая из сторон ответственна за доставку материальных ресурсов. Для принятия решения о поставке материалов необходимо учитывать территориальное расположение объекта строительства и складов с материалами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Антонова, М. С.** Стоимостные задачи при проведении судебных строительно-технических экспертиз / М. С. Антонова, Е. Н. Карпушко, Е. С. Кутепова // Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса: сборник статей международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 12-16.
2. **Бородина, В. В.** Бухгалтерский учет в строительстве / В. В. Бородина. – М.: Книжный мир, 2002.
3. **Антонова, М. С.** К вопросу об особенностях учета давальческого сырья на примере нового строительства ПАО «Татнефть» / М. С. Антонова // XXV Региональная конфе-

рениция молодых ученых и исследователей Волгоградской области (г. Волгоград, 24-27 ноября 2020 г.): сб. материалов конф. / ВолгГТУ; редкол.: С. В. Кузьмин (отв. ред.) [и др.]. – Волгоград. – 2021 – С. 250-252.

4. **Адамов, Н. А.** Организация управленческого учета в строительстве / Н. А. Адамов, В. Е. Чернышев. – СПб.: Питер, 2001. – 192 с.

5. **Антонян, О. Н.** Реформа ценообразования и сметного нормирования в строительстве. Концептуальный подход к новой системе ценообразования / О. Н. Антонян, Е. Н. Карпушко, А. С. Соловьева // Экономика строительства. – 2017. – Вып. 4(46). – С. 23-34.

6. **Антонян, О. Н.** Системные проблемы в сфере ценообразования и сметного нормирования, и пути их преодоления / О. Н. Антонян, Е. Н. Карпушко // Экономика строительства. – 2014. – Вып. 6(30). – С. 56-59.

7. **Пустовалов, А. А.** Влияние толлинговых операций на ситуацию с занятостью в промышленно-развитых странах / А. А. Пустовалов, А. А. Петросов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2004. – № 7. – С. 56-58.

8. **Кутепова, Е. С.** Учет материалов заказчика в сметной документации при производстве судебных строительно-технических экспертиз / Е. С. Кутепова // Тезисы докладов XXIII Региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области, Волгоград, 11–14 декабря 2018 года. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2019. – С. 290-291.

Поступила в редакцию 8 января 2022

FEATURES OF THE INFLUENCE OF DOCUMENTARY ACCOUNTING OF TOLL MATERIAL ON THE FINAL ESTIMATE OF THE INITIAL MAXIMUM CONTRACT PRICE FOR CONSTRUCTION FACILITIES

E. N. Karpushko, M. S. Antonova

Elena Nikolaevna Karpushko, Cand. Sc. (Economics), Associate Professor, Institute of Architecture and Civil Engineering, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia, tel.: +7(8442)974513; e-mail: hhelenaa@mail.ru
Antonova Marija Sergeevna, master student, Institute of Architecture and Civil Engineering, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia, tel.: +7(8442)974513; e-mail: maria-sergeevna.antonova@yandex.ru

The increase in the number of enterprises that use the system of processing of the customer's materials (tolling materials), while committing to fully return the recycled materials, while undertaking to fully return the recycled materials or use them in the construction process determines the need to develop clear guidelines, rules, regulatory documents reflecting the specifics of the construction industry. In most cases, the work performed from tolling materials allows the customer to shorten the execution time or save the cost of construction and installation work. The studies carried out during the writing of the article are aimed at identifying features of accounting for toll materials to be supplied when determining cost of construction or installation work, or while registration of acts of work performed. In the publications of the authors, there are different points of view on the theoretical interpretation of the content of the concepts «tolling materials», «contract estimate», «initial maximum contract price», as well as modern positions on the application of concepts in the construction industry. We analyzed legal aspects, accounting, as well as regulatory documents governing relationship between the customer and the contractor. We paid a special attention to the concept of «tolling», as an example of the use of materials on a give-and-take basis abroad. We present the advantages and disadvantages of the use of tolling materials for the customer and the contractor. As well we developed recommendations on the inclusion into the terms of the contract of information on the supply of the contractor with materials for fulfilling construction.

Keywords: construction contract; tolling materials; contract estimate; tolling; customer; contractor; accounting.

REFERENCES

1. **Antonova M. S., Karpushko E. N., Kutepova E. S.** *Cost tasks during judicial construction and technical examinations*. Actual problems and prospects of development of the construction complex. Collection of articles of the international scientific and practical conference. 2019. Pp. 12-16. (in Russian)
2. **Borodina V. V.** *Accounting in construction*. Moscow, Book World. 2002.
3. **Antonova M. S.** *To the question about the peculiarities of accounting of raw material on the example of new construction of PJSC Tatneft*. Proceedings of XXV Regional conference of young scientists and researchers in Volgograd region. Volgograd. 2021. Pp. 250-252. (in Russian)
4. **Adamov N. A., Chernyshev V. E.** *Organization of management accounting in construction*. St. Petersburg. 2001. 192 p. (in Russian)
5. **Antonyan O. N., Karpushko E.N., Solovyova A. S.** *Reform of pricing and estimated rationing in construction. Conceptual approach to the new pricing system*. Economics of construction. 2017. Issue 4 (46). Pp. 23-34. (in Russian)
6. **Antonyan O. N., Karpushko E.N.** *Systemic problems in the field of pricing and estimated rationing, and ways to overcome them*. Economics of construction. Vol. 6(30). 2014. Pp. 56-59. (in Russian)
7. **Pustovalov A. A., Petrosov A. A.** *The impact of tolling operations on the employment situation in industrially developed countries*. Mining Information and Analytical Bulletin. 2004. No. 7. Pp. 56-58. (in Russian)
8. **Kutepova E. S.** *Accounting of the customer's materials in the estimate documentation during the production of judicial construction and technical examinations*. Abstracts of XXIII Regional Conference of Young Researchers of the Volgograd region, Volgograd, December 11-14, 2018. Volgograd: Volgograd State Technical University, 2019. Pp. 290-291. (in Russian)

Received 8 January 2022

Для цитирования:

Карпушко, Е. Н. Особенности влияния документального учета давальческого материала на итоговую смету начальной максимальной цены контракта на строительных объектах / Е. Н. Карпушко, М. С. Антонова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2022. – № 1(20). – С. 115-124. – DOI 10.36622/VSTU.2022.90.38.012.

FOR CITATION:

Karpushko E. N., Antonova M. S. *Features of the influence of documentary accounting of toll material on the final estimate of the initial maximum contract price for construction facilities*. Housing and utilities infrastructure. 2022. No. 1(20). Pp. 115-124. DOI 10.36622/VSTU.2022.90.38.012. (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.

Издание включено в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук с 22.12.2020 г.

Статьи в журнале публикуются бесплатно.

Осуществляется подписка на журнал «Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура». Подписной индекс в «Каталоге периодических изданий. Газеты и журналы» ГК «Урал Пресс» – **81025. Физические лица могут оформить подписку в интернет-магазине «Деловая пресса»** <http://www.ural-press.ru/dlya-fizicheskikh-lits/>

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);
- ✓ экспертное заключение о возможности открытого опубликования, заверенное печатью и подписью ответственного лица.

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 911015

22 >