

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СООРУЖЕНИЯ

Выпуск № 2 (52), 2023

- ✚ УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА
- ✚ ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
- ✚ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ
- ✚ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА
- ✚ СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ (В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И АРХИТЕКТУРЕ)

Воронеж

ISSN 2074-188X

SCIENTIFIC JOURNAL

ENGINEERING SYSTEMS AND CONSTRUCTIONS

Edition № 2 (52), 2023

- + LIFE CYCLE MANAGEMENT OF CONSTRUCTION OBJECTS
- + TECHNOLOGY AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION
- + URBAN PLANNING, PLANNING OF RURAL SETTLEMENTS
- + ENVIRONMENTAL SAFETY OF CONSTRUCTION AND URBAN ECONOMY
- + SYSTEM ANALYSIS, MANAGEMENT AND INFORMATION PROCESSING (IN CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE)

Voronezh

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ & СООРУЖЕНИЯ

ENGINEERING SYSTEMS & CONSTRUCTIONS

Научный журнал

Scientific journal

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

EDITORIAL BOARD

Главный редактор

д-р техн. наук, профессор О.А. Сотникова

Зам. главного редактора

д-р техн. наук, профессор В.Я. Мищенко

Члены редколлегии:

д-р экон. наук, доцент В.В. Бредихин

д-р архитектуры, доцент О.В. Воличенко

канд. архитектуры, профессор А.М. Воробьева

д-р техн. наук, профессор А.В. Данеев

д-р техн. наук, профессор О.Н. Зайцев

д-р архитектуры, профессор Ю.И. Кармазин

д-р техн. наук, профессор Г.Н. Колесников

д-р техн. наук, профессор В.И. Корсун

д-р техн., наук, профессор Л.А. Куцев

д-р физ.-мат. наук, доцент П.В. Москалев

д-р техн. наук, член-корреспондент, профессор РАЕ,

академик МАНЭБ А.М. Пенджиив (Туркменистан)

д-р экон. наук, профессор П.Г. Грабовый

д-р техн. наук, профессор С.Г. Шеина

д-р физ.-мат. наук, профессор П.А. Головинский

д-р техн. наук, профессор В.Ф. Барабанов

д-р техн. наук, профессор С.Г. Тихомиров

Выпускающий редактор

канд. техн. наук доцент Т.В. Макарова

Ответственный секретарь

инженер Ю.О. Пашенко

Editor-in-chief

Doctor of Technical Sciences, Professor O.A. Sotnikova

Deputy Editor-in-Chief

Doctor of Technical Sciences, Professor V.Ya. Mishchenko

Members of the Editorial Board:

Doctor of Economics, Associate Professor V.V. Bredikhin

Doctor of Architecture, Associate Professor O.V. Volichenko

canad.architecture, Professor A.M. Vorobyova

Doctor of Technical Sciences, Professor A.V. Daneev

Doctor of Technical Sciences, Professor O.N. Zaitsev

Doctor of Architecture, Professor Yu.I. Karmazin

Doctor of Technical Sciences, Professor G.N. Kolesnikov

Doctor of Technical Sciences, Professor V.I. Korsun

Doctor of Technical Sciences, Professor L.A. Kushchev

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate

Professor P.V. Moskaev

Doctor of Technical Sciences, Corresponding Member, Professor

of RAE, academician of MANEB A.M. Penjiev (Turkmenistan)

Doctor of Economics, Professor P.G. Grabovoy

Doctor of Technical Sciences, Professor S.G. Sheina

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor P.A.

Golovinsky

Doctor of Technical Sciences, Professor V.F. Barabanov

Doctor of Technical Sciences, Professor S.G. Tikhomirov

The issuing editor

of the Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

T.V. Makarova

Executive Secretary engineer Yu.O. Paschenko

АДРЕС РЕДАКЦИИ

THE EDITION ADDRESS

394006, г. Воронеж, ул. 20 лет Октября, 84, корп. 1,

ауд. 1231а; Строительный факультет, кафедра

проектирования зданий и сооружений.

Т./ф.: (473) 277-43-39

E-mail: zhurnal-isis@yandex.ru

394006, Voronezh, ul. 20 let Oktyabrya, 84, building 1,

room 1231a; Faculty of Civil Engineering, Department of

Design of Buildings and Structures.

T./f.: (473) 277-43-39

E-mail: zhurnal-isis@yandex.ru

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ ЖУРНАЛА

THE FOUNDER OF THE JOURNAL MAGAZINE

ФГБОУ ВО

«Воронежский государственный технический университет»,

394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84

FGBOU VO

Voronezh State Technical University 84, 20th Anniversary of

October str., Voronezh, 394006

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77 – 72112 от 29.12.2017).

• Рукописи статей не возвращаются • Рукописи рецензируются • Ответственность за достоверность опубликованных в статьях сведений несут авторы • Перепечатка материалов журнала допускается только с разрешения редакции • Текст статьи подвергается проверке на уникальность •

The journal is registered by the Federal service for supervision of communications, information technology, and mass media (registration certificate PI № FS 77 – 72112 29 December 2017)

• Manuscripts will not be returned • Manuscripts are reviewed • Responsibility for reliability of the data published in articles bear authors • The reprint of materials of magazine it is supposed only with the permission of edition • The text of the article is being checked for uniqueness •

Дизайн обложки

Ю.О. Пашенко

Cover design

Yu.O. Pashchenko

16+

Издается с 2009 года

© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2023

16+

Published since 2009

© FGBOU VO Voronezh State Technical University, 2023

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СООРУЖЕНИЯ

Научный журнал

Выпуск №2 (52), 2023

СОДЕРЖАНИЕ



Управление жизненным циклом объектов строительства

О.Ю. Непочатых, А.В. Бредихин, В.В. Бредихин
Развитие инструментария градостроительного управления 8



Технология и организация строительства

Н.Ю. Саввин, Л.А. Кущев
Теплотехнические и гидродинамические исследования модифицированного пластинчатого теплообменника 13

В.В. Волков, В.А. Козлов
Определение надёжности транспортных сооружений при неоднозначности их диагностики 22

В.В. Волков, М.Г. Ордян
Высокодеформативные материалы швов цементобетонного покрытия и их реология 26



Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов

А.М. Пенджиев, П.О. Оразов
Солнечный город – Аркадаг 30

Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства

В.С. Ежов, Н.Е. Семичева, В.Е. Пахомов, А.А. Лисунов
Повышение экологической безопасности источников производства тепловой энергии в условиях городской среды 39

	Системный анализ, управление и обработка информации (в строительстве и архитектуре)
	Я.А. Золотухина, О.А. Сотникова, С.Л. Подвальный, Ю.О. Пащенко Использование ГИС-систем в качестве инструмента принятия решений по размещению объектов градостроительства 44
	Информационный раздел
	Правила оформления статей в журнале «Инженерные системы и сооружения» 51
	Состав редакционной коллегии научного журнала «Инженерные системы и сооружения» 55

Engineering systems and constructions

Scientific magazine

№2 (52), 2023

CONTENT

	<p><i>Life cycle management of construction objects</i></p>
	<p>O.Y. Nepochatykh, A.V. Bredikhin, V.V. Bredikhin Development of urban planning management tools 8</p>
	<p><i>Technology and organization of construction</i></p>
	<p>N.Y. Savvin, L.A. Kushchev Thermal and hydrodynamic studies of a modified plate heat exchanger 13</p>
	<p>V.V. Volkov, V.A. Kozlov Determination of the reliability of transport facilities with ambiguity of their diagnostics 22</p>
	<p>V.V. Volkov, M.G. Ordyan Highly deformative materials of cement concrete coating joints and their rheology 26</p>
	<p><i>Urban planning, planning of rural settlements</i></p>
	<p>A.M.Penjiev, P.O. Orazov Sunny City – Arkadag 30</p>
	<p><i>Environmental safety of construction and urban economy</i></p>
	<p>V.S. Yezhov, N.E. Semicheva, V.E. Pakhomov, A.A. Lisunov Improving the environmental safety of heat energy production sources in an urban environment 40</p>

	<i>System analysis, management and information processing (in construction and architecture)</i>
	Ya.A. Zolotukhina, O.A.Sotnikova, S.L. Podvalny, YU.O. Paschenko The use of GIS systems as a decision-making tool for the placement of urban development objects 45
	<i>Information section</i>
	Rules of registration of articles in journal «Engineering Systems and Constructions» 52
	Structure of editorial board of journal «Engineering Systems and Constructions» 56

Управление жизненным циклом объектов строительства

УДК 711.4

О.Ю. НЕПОЧАТЫХ, А.В. БРЕДИХИН, В.В. БРЕДИХИН

РАЗВИТИЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Непочатых Ольга Юрьевна, доцент кафедры «Экспертиза и управление недвижимостью, горное дело» ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Россия, г. Курск

Бредихин Александр Владимирович, бакалавр кафедры «Организация строительства и управление недвижимостью», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Россия, г. Москва

Бредихин Владимир Викторович д-р экон. наук, доцент, зав. кафедрой экспертизы и управления недвижимостью, горного дела ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Россия, г. Курск

В статье рассматривается градостроительное управление с позиции территориального планирования и градостроительной организации. В соответствии с целями градостроительного управления предложены факторы с обозначением приоритетных направлений. Предложены показатели оценки емкости территории при разработке инструментария градостроительного управления. Разработана схема взаимного размещения городских районов.

Ключевые слова: градостроительство, градостроительное управление, территориальное долгосрочное стратегическое планирование, градостроительная организация, емкость территории, объект-доминант

Введение

На текущий момент темпы роста процесса урбанизации во всем мире постепенно увеличивается. Для решения задач эффективного управления городом, перераспределения внутренних ресурсов, уменьшения пространственной дифференциации социально-экономического развития необходима реализация грамотной градостроительной политики.

Любое обоснование принимаемых градостроительных решений должно базироваться на принципах учета долгосрочного функционирования объектов капитального строительства в течение всего жизненного цикла их существования.

Стратегическое направление и перспективы воздействия представителей власти должно быть направлено, как на социальную, так и на экономическую сферу, поэтому поиск баланса при разработке градостроительной политики и пространственном планировании становится приоритетным направлением.

Материалы и методы

В научной литературе градостроительное управление основано на двух компонентах – территориальном планировании и градостроительной организацией. Инициация территориального планирования идет из стратегического планирования городской среды с учетом социального и экономического потенциала территории. Градостроительная организация больше нацелена на градостроительное зонирование. И та, и другая деятельность основана на рациональном использовании ресурсов в интересах населения

города для повышения качества и уровня жизни. В этой связи разработка качественных методологических основ становится приоритетным в области системного подхода к социально-экономической политике региона. Градостроительное управление должно учитывать разработку оптимальной территориальной среды с равномерным распределением ресурсов, необходимых как с точки зрения бизнеса, так и населению в целом, обеспечивая максимальный эффект от общего взаимодействия [3]. На рис. 1 представлены цели градостроительного управления.

Социальная сфера	Соблюдение баланса	Экономическая сфера
<ul style="list-style-type: none"> • Оптимизация системы расселения • Развитие жилищного строительства • Развитие системы образования • Развитие культурного обслуживания, физической культуры и спорта • Развитие рекреационного комплекса 	<ul style="list-style-type: none"> • Развитие транспортной инфраструктуры • Развитие инженерной инфраструктуры • Цифровизация 	<ul style="list-style-type: none"> • Развитие промышленного комплекса • Развитие аграрного комплекса • Распределение ресурсов • Охрана окружающей среды

Рис. 1 – Цели градостроительного управления

В этой связи в качестве основных факторов градостроительного управления можно выделить:

- приоритетность жилищного строительства как инструмента выполнения социального предназначения города;
- развитие транспортной инфраструктуры для обеспечения удобного проживания в городе, основное связующее звено;
- развитие сферы рекреации, культурного обслуживания и поддержка системы образования на всех уровнях для создания комфортных условий жизнедеятельности;
- развитие экономической сферы для удовлетворения потребностей населения в товарах и услугах;
- цифровизация для создания условий внедрения системы «умный город» [1].

В результате комплексного развития территорий необходимо решить задачи формирования новых функциональных зон, особенно относительно транспортной системы города. Математическое моделирование в этом вопросе является приоритетным. Динамика изменения социально-экономических показателей отражает эффективность размещения объектов в рамках территориального планирования. Кроме того, необходимо учесть также функциональное удобство территории, соблюдение экологических и санитарных норм, учет художественной и эстетической ценности новостроек относительно существующих объектов недвижимости.

Результаты и их обсуждение

А. Вебер предложил решение задачи размещения объектов недвижимости, основанное на геометрических принципах построения векторного многоугольника. Вершинами многоугольника выступают источники ресурсов, а пересечение трех векторов, начало которых формируется из наиболее приоритетных источников, становится точкой оптимального размещения объектов недвижимости (рис. 2). В этом случае размещение объекта обосновано не только с экономической точки зрения, но и с обоснованием градостроительных факторов.

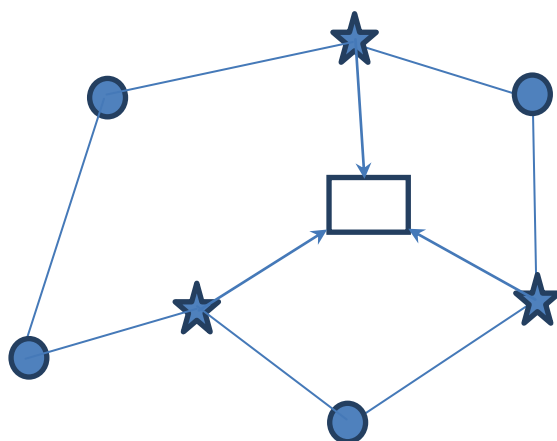


Рис.2 – Пример размещения объектов недвижимости на основе построения векторного многоугольника

Помимо определения потенциала территории на основе выявления приоритетных ресурсов, локализованных на определенном пространстве города, необходимо рассмотреть перераспределением территориального баланса района. Уплотнение застройки, расположенной только по принципу близости к ресурсам, приводит к множеству проблем: нарушение норм инсоляции, сокращение открытого пространства и «зеленых зон»; увеличение дорожного трафика, сокращение возможности планировки парковочных мест, увеличение уровня шума, загазованности и обострение экологических проблем; угроза разрушения соседних строений при инициализации нового строительства.

Расчетная величина емкости территории должна быть основана на выявлении социально-экономического баланса между комфортом проживания и экономической эффективностью принимаемых решений о градостроительном управлении. Должны быть учтены перспективы жилищного строительства, транспортного доступа, распределение трудовых ресурсов, системы взаимодействия сопряженных отраслей, мощностей инженерных сооружений и сетей. На рис. 3 представлена группа показателей, на которые можно ориентироваться при разработке методов градостроительного управления.

Анализируя общую ситуацию градостроительной организации, следует учесть также неоднородность размещения объектов недвижимости по принципу «центр-периферия». Концентрация застройки при этом определяется объектами-доминантами, которые придают статусность существующей застройки, району, части города, а также определяют «центр» [2]. Схематично территориальную организацию города можно представить на рис. 4.



Рис. 3 – Показатели оценки емкости территории при разработке инструментария градостроительного управления

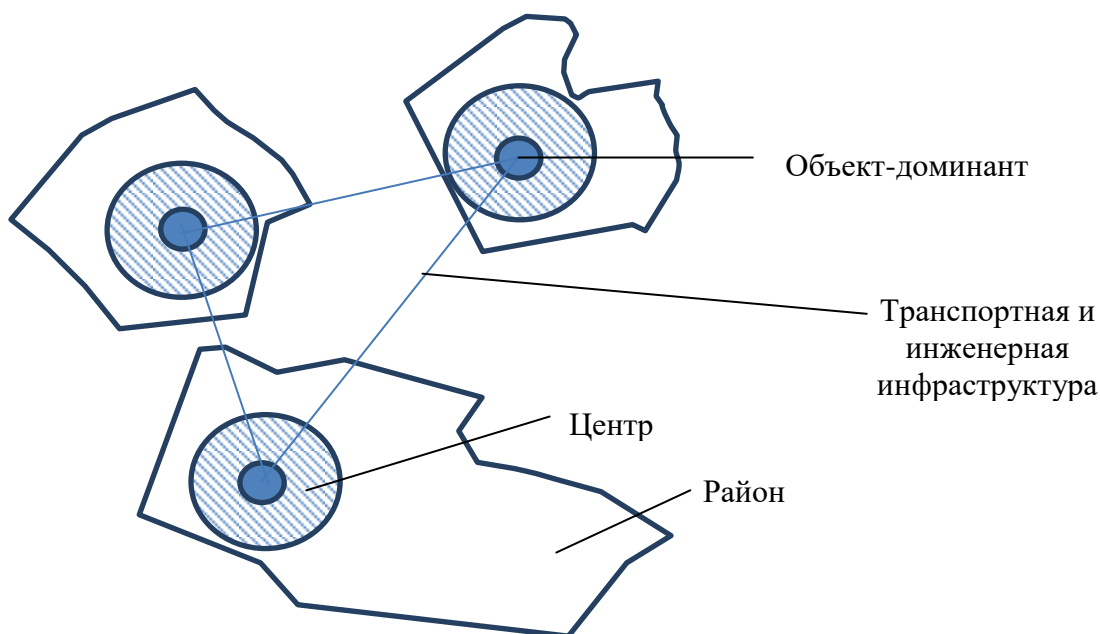


Рис. 4 - Схема взаимного размещения городских районов

Объектом-доминантом могут выступать: объект недвижимости – место работы, недвижимости – место учебы, объект недвижимости – место отдыха. Градостроительная организация в первую очередь будет направлена на выявление объекта-доминанта с последующим принятием решений о новой застройке, в зависимости от специфики, территориальное планирование нацелено на перераспределение территориального баланса с точки зрения загрузки района.

Выводы

Создание комфортной и устойчивой среды жизнедеятельности человека построено на освоении и применении современных технологий проектирования и управления

строительством. Современный этап развития строительной отрасли и экономики в целом предполагает переход от краткосрочного к среднесрочному и стратегическому планированию. Применительно к градостроительной отрасли это означает переход к управлению жизненным циклом объектов строительства и территорий.

В разработке инструментария градостроительного управления ключевое влияние оказывают способы территориального планирования и градостроительной организации. Градостроительное управление зависит от социально-экономического баланса между комфортом проживания и экономической эффективностью принимаемых решений, которые напрямую зависят от плотности застройки и расстояния от объектов-доминантов.

Таким образом, именно на основе разработки инструментария градостроительного управления можно обосновано прийти к комплексному территориальному развитию городской среды.

Библиографический список

1. **Беликова, С. В.** Инвестиционный образ города в концепции градоустройства: методические подходы к анализу [Текст] / С. В. Беликова // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Общественные науки. – 2013. – № 6(178). – С. 46-51
2. **Большеротов, А. Л.** Концентрации объектов недвижимости - новый показатель оценки застройки городов [Текст] / А. Л. Большеротов, Л. В. Большеротова // Природообустройство. – 2018. – № 1. – С. 55-60.
3. **Непочатых, О. Ю.** Методика корректировки мер социально-экономической политики с учетом индикативного подхода [Текст] / О. Ю. Непочатых // Вестник Академии знаний. – 2020. – № 40(5). – С. 311-317. – DOI 10.24412/2304-6139-2020-10635.
4. **Положенцева, Ю. С.** Оценка дифференциации социально-экономического развития территорий методом порядковой оптимизации / Ю. С. Положенцева, О. Ю. Непочатых [Текст] // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2019. – № 8(42). – С. 88-94.

O.Y. NEPOCHATYKH, A.V. BREDIKHIN, V.V. BREDIKHIN

DEVELOPMENT OF TOOLS OF URBAN PLANNING DEPARTMENT

Nepochatykh Olga Yurievna, Associate Professor of the Department "Expertise and Management of Real Estate, Mining", Southwest State University, Kursk, Russia

Bredikhin Alexander Vladimirovich, Bachelor of the Department of Construction Organization and Real Estate Management, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

Bredikhin Vladimir Viktorovich, Doctor of Economics, Associate Professor, Head of the Department of Expertise and Real Estate Management of Mining, Southwest State University, Russia, Kursk

The article deals with urban planning management from the standpoint of territorial planning and urban planning organization. In accordance with the goals of urban planning management, factors are proposed with the designation of priority areas. The indicators for assessing the capacity of the territory in the development of tools for urban planning management are proposed. A scheme for the mutual placement of urban areas has been developed.

Keywords: urban planning, urban planning management, territorial planning, urban planning organization, territory capacity, dominant object

Технология и организация строительства

УДК 536.24

Н.Ю. САВВИН, Л.А. КУЩЕВ

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПЛАСТИНЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННИКА

Саввин Никита Юрьевич канд. техн. наук, доцент, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Россия, г. Белгород

Кущев Леонид Анатольевич, д-р техн. наук, профессор, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Россия, г. Белгород

Рассматривается способ интенсификации теплообменного процесса в пластинчатом теплообменном аппарате с помощью использования оригинальных пластин со сферическими углублениями, располагающимися на площадках между соседних рифлений в шахматном порядке и имеющие различный диаметр по линейному закону. Для подтверждения увеличения эффективности теплообменного процесса выполнены теплотехнические и гидродинамические исследования теплообменного аппарата с модифицированными пластинами.

Ключевые слова: пластинчатый теплообменный аппарат, сферические углубления, интенсификация теплообмена, коэффициент теплопередачи.

Введение

Пластинчатое теплообменное оборудование (ПТО) предназначено для нагрева и охлаждения различных теплоносителей без их смешивания. В качестве теплоносителя могут использоваться практически любые жидкости и газы. Разумеется, для каждого типа теплоносителя, сборка теплообменного аппарата осуществляется из определенных элементов, обладающих теми или иными свойствами. Например, морозостойкостью, повышенными эксплуатационными характеристиками (для агрессивных сред), экстремальной прочностью, износостойкостью и т.д. Кроме теплоносителей важно учитывать такие параметры как: температура и скорость. Именно они являются определяющими параметрами при выборе (проектировании) теплообменного аппарата. А также, ранее озвученные параметры напрямую влияют на степень турбулизации теплоносителя и фактическое значение коэффициента теплопередачи, определяющего эффективность работы любого теплообменного оборудования. Именно его значение способствующий высокой степени внедрения в теплоэнергетический комплекс нашей страны [1-10].

Основным элементом в пластинчатом теплообменном аппарате является теплообменная пластина, на изменение геометрии которой, и направлены дальнейшие исследования. Профиль поверхности пластин крайне разнообразен. Типовые решения представлены на рис. 1.

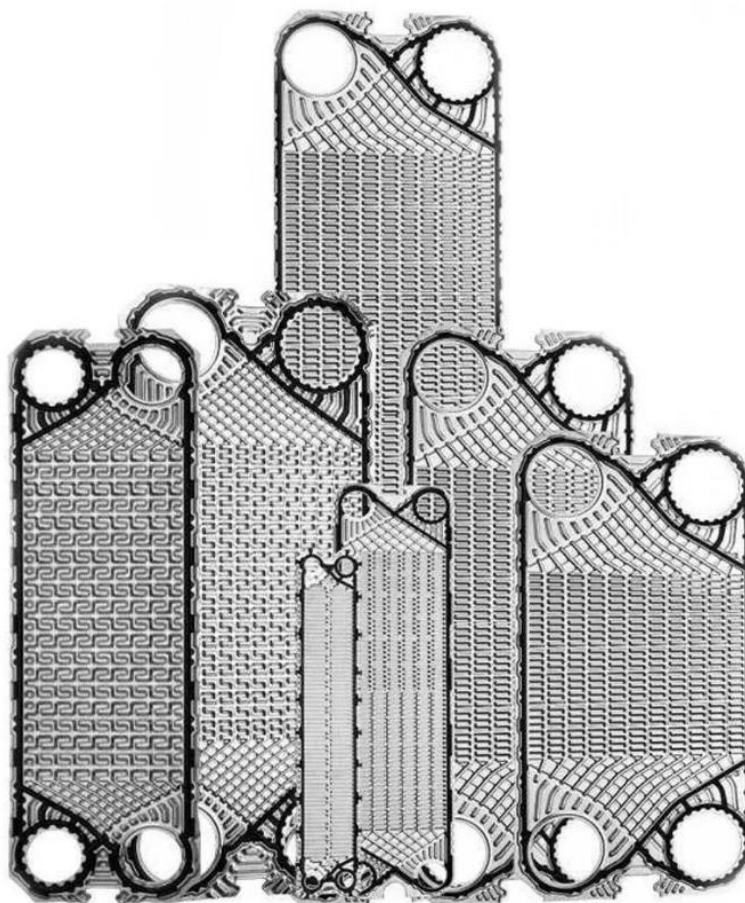


Рис. 1 - Типовые профили поверхности

Исследования, направленные на увеличение эффективности теплообменного процесса, проводятся в связи с растущими требованиями к экономичности и энергоэффективности производства, а также в связи с увеличением предъявляемых к технике требований по экологической безопасности [7, 9, 11-13].

Одним из основных направлений исследований является создание новых материалов с улучшенными свойствами теплопередачи. В частности, исследуется использование наноматериалов, которые обладают высокой теплопроводностью и позволяют увеличить эффективность работы теплообменников. Также проводятся исследования по оптимизации геометрии теплообменных поверхностей, что позволяет улучшить теплообмен между нагреваемой и охлаждающей средой.

Важным направлением развития является также автоматизация технологических процессов, что позволяет увеличить эффективность работы и уменьшить расходы на энергию.

В целом, исследования по увеличению эффективности работы теплообменного оборудования позволяют повысить энергоэффективность производства, снизить затраты на энергию и сократить количество вредных выбросов.

1. Оригинальная геометрия теплообменной пластины

В результате анализа научно-технической литературы и патентного поиска разработана теплообменная пластина с оригинальной геометрией основной теплообменной части (рис. 2) [11].

Применение пластинчатого оборудования стало инновационным решением, пришедшем на смену морально устаревшим кожухотрубным теплообменникам. Это привело к росту эффективности теплообменного процесса, снижению металлоёмкости, увеличению срока эксплуатации до капитального ремонта и увеличению периодов проведения обслуживающих регламентных работ [3-7].

Для интенсификации теплообмена была разработана патентнозащищенная конструкция интенсифицированного пластинчатого теплообменного аппарата с модифицированными гофрированными пластинами [11]. Теплообменные гофрированные пластины имеют сферические углубления, располагающиеся на площадках между рифлений в шахматном порядке и имеющие различный диаметр по линейному закону, между соседними рифлениями основной теплообменной части.

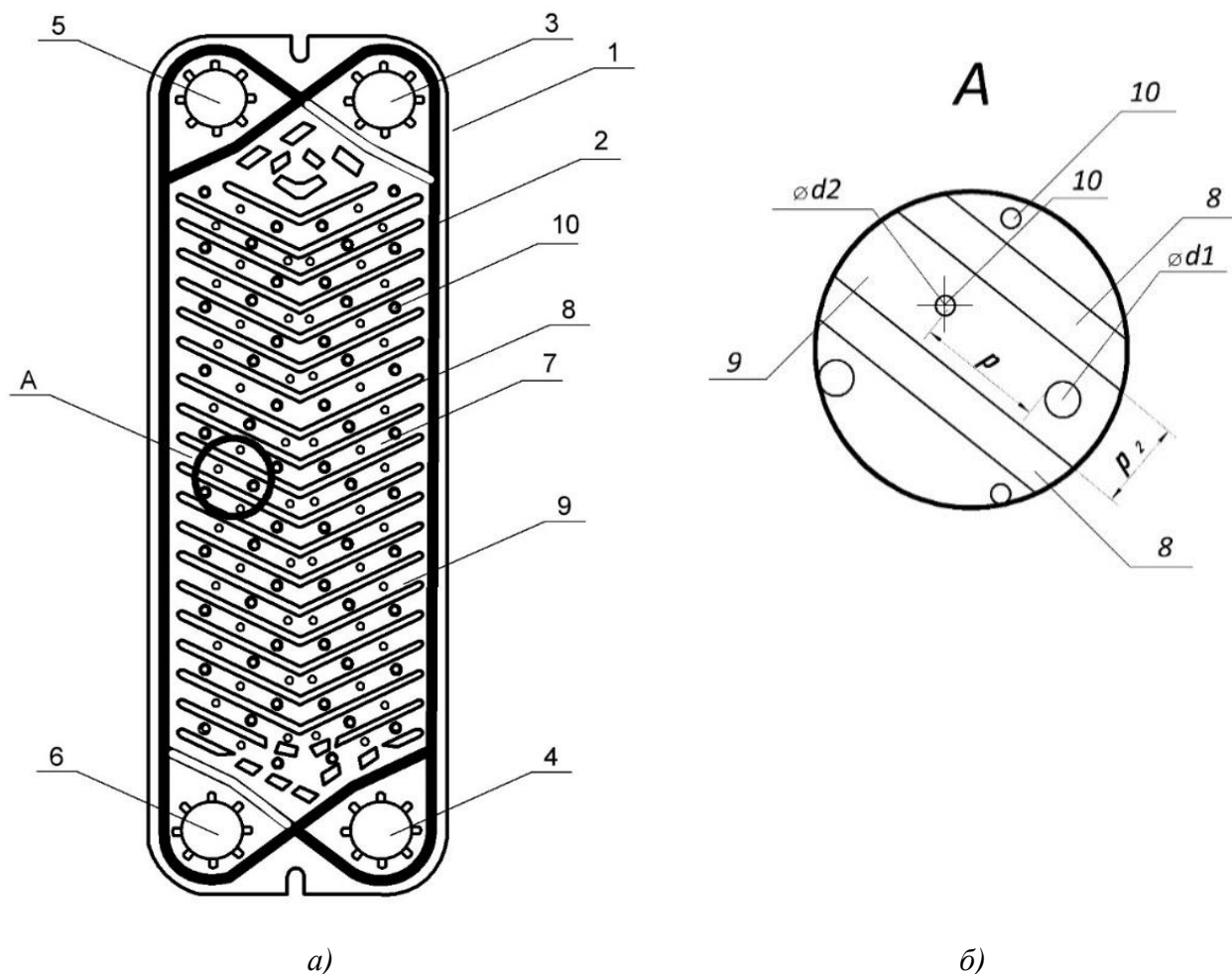


Рис. 2 - Теплообменная пластина: *а* – общий вид пластины; *б* – вид А; 1 – металлическая пластина, служащая основой изделия; 2 – герметизирующая прокладка; 3 – выходное отверстие нагреваемого контура; 4 – входное отверстие нагреваемого контура; 5 – входное отверстие греющего контура; 6 – выходное отверстие греющего контура; 7 – основная теплообменная часть; 8 – рифление (гофра); 9 – площадка между соседними рифлениями; 10 – технологическое углубление сферической формы; d_1 , d_2 – диаметры углублений, м; h – высота углубления, м; p – шаг углублений, м; p_2 – расстояние между соседними рифлениями.

Применение пластин с вышеуказанными технологическими углублениями сферической формы позволяет повысить эффективность теплообмена между двумя теплоносителями, например, жидкостями, за счет повышения коэффициента теплопередачи путем турбулизации потока теплоносителя в теплообменнике.

Теплообменная пластина 7 имеет специально разработанный рисунок, который обеспечивает оптимальный поток теплоносителя и повышает эффективность теплообмена. Рисунок может быть различным в зависимости от требований к теплообмену и конструкции теплообменника. В пластинчатых теплообменниках теплоноситель может протекать двумя способами: в противоточном и поперечном направлениях. В противоточном режиме теплоноситель движется в противоположном направлении по отношению к среде, с которой происходит теплообмен. В поперечном направлении теплоноситель движется поперек канала, образованного пластинами.

Принцип протекания теплоносителя по теплообменной пластине является одним из основных элементов конструкции пластинчатого теплообменника. Он позволяет эффективно передавать тепло между двумя средами, обеспечивая высокую производительность и экономичность работы теплообменника [4-10].

Геометрическая модель канала интенсифицированного пластинчатого теплообменного аппарата включает в себя форму профиля и размеры теплообменных пластин, а также расположение входов и выходов рабочих сред (обычно жидкость и газ). Канал имеет сложную геометрическую форму (рис. 3).

Размеры канала определяются толщиной герметизирующих прокладок.

Применение модифицированных оригинальных пластин приводит к улучшению теплообмена в пластинчатом теплообменнике благодаря изменению геометрических параметров пластин, таких как угол пересечения и характеристики поверхности. В итоге это приводит к увеличению производительности и эффективности теплообмена, снижению затрат на энергию и сокращению затрат на техническое обслуживание. Однако такое применение может также привести к возникновению проблем с повышением износа пластин и роста гидравлического сопротивления.

Гофрированная поверхность может создавать существенное гидравлическое сопротивление при турбулентном обтекании жидкости. Это связано с тем, что гофрированная поверхность имеет большую площадь поверхности и изменчивую форму, что приводит к возникновению множества вихрей и турбулентности в потоке жидкости.

При турбулентном обтекании жидкости гофрированная поверхность создает сопротивление, которое может быть описано с помощью формулы Дарси-Вейсбаха:

$$\Delta p = f \left(\frac{l}{D} \right) \cdot \left(\frac{\rho \cdot W^2}{2} \right),$$

где Δp - потери давления; f - коэффициент гидравлического сопротивления; l - длина гофрированной поверхности; D - ее диаметр; ρ - плотность жидкости; W - скорость потока.

Коэффициент гидравлического сопротивления зависит от формы гофрированной поверхности и скорости потока. Чем больше скорость потока и чем более изменчива форма поверхности, тем выше гидравлическое сопротивление. Гофрированные поверхности часто используются в технике и инженерии для создания эффекта трения и повышения эффективности теплообмена. Однако при проектировании системы трубопроводов необходимо учитывать возможное гидравлическое сопротивление гофрированных поверхностей для правильного расчета потока жидкости и понимания эффективности системы.

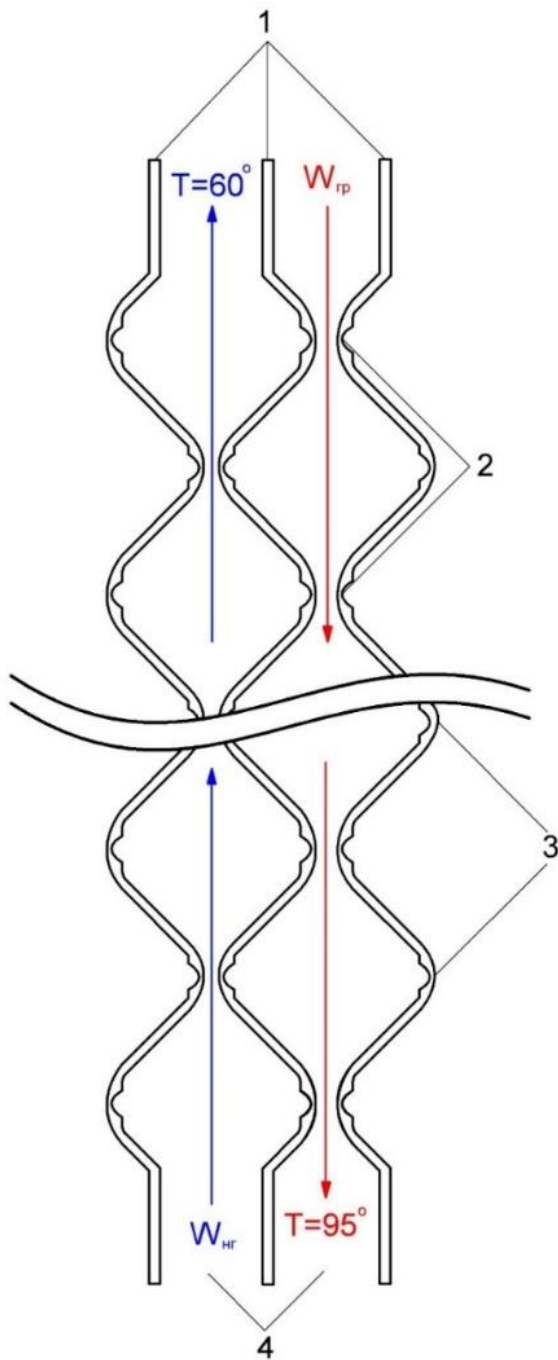


Рис. 3 - Сечение межпластинных каналов:

1 – пластины;

2 – сферические углубления;

3 – гофрированная поверхность;

4 – живое сечение каналов;

$W_{гр}$ – направление потока в греющем контуре;

$W_{нгр}$ – направление потока в нагреваемом контуре

2. Экспериментальные исследования

Для определения фактических значений теплотехнических и гидродинамических параметров теплообменного аппарата с оригинальными пластинами необходимо выполнить экспериментальные исследования. Схема лабораторной установки, находящейся на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова, изображена на рис. 4.

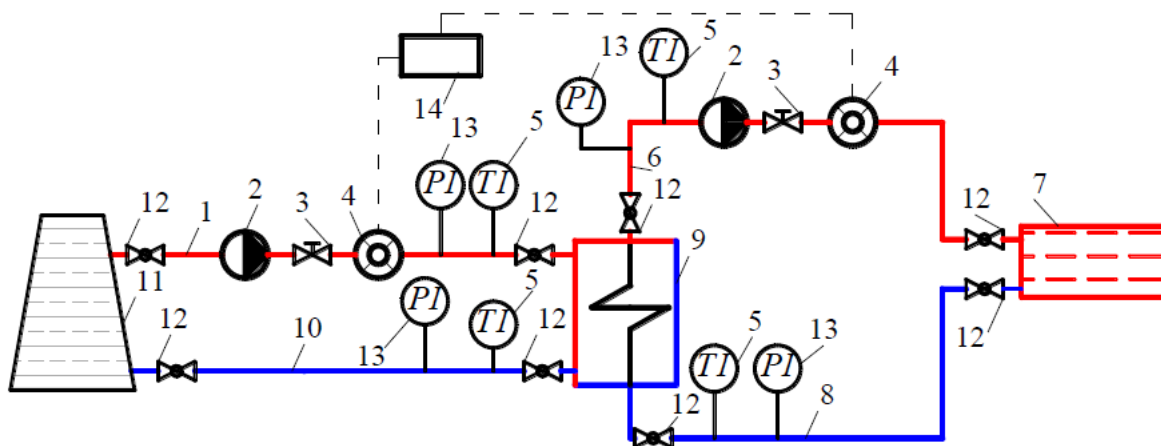


Рис. 4 - Схема автоматизированной энергоэффективной системы управления теплообменным процессом на основе интенсифицированного пластинчатого аппарата с повышенной турбулизацией теплоносителя:
 1 – подающий трубопровод от источника теплоснабжения; 2 – насос; 3 – регулирующее устройство;
 4 – расходомер; 5 – датчик температуры; 6 – подающий трубопровод от теплообменника; 7 – потребители системы отопления; 8 – обратный трубопровод (от системы отопления в теплообменник); 9 – пластинчатый теплообменный аппарат; 10 – обратный трубопровод к источнику теплоснабжения; 11 – источник теплоснабжения; 12 – шаровый кран; 13 – манометр; 14 – тепловычислитель

Данная установка имеет два независимых контура и позволяет осуществлять контроль следующих параметров:

- значение температуры на входе греющего контура;
- значение температуры на выходе греющего контура;
- значение температуры на входе нагреваемого контура;
- значение температуры на выходе нагреваемого контура;
- расход в греющем контуре;
- расход в нагреваемом контуре.

В результате выполнения теплотехнических и гидродинамических исследований получен ряд зависимостей (рис. 5 - 8).



Рис. 5 - Значения коэффициента теплопередачи:

- 1 – серийный пластинчатый теплообменник;
 2 – пластинчатый теплообменный аппарат с оригинальными пластинами

Значение коэффициента теплопередачи выше на 6% с использованием оригинального пластинчатого теплообменника при оптимальной скорости теплоносителя - 0,5 м/с, чем с применением серийного пластинчатого теплообменника при одинаковой тепловой мощности.

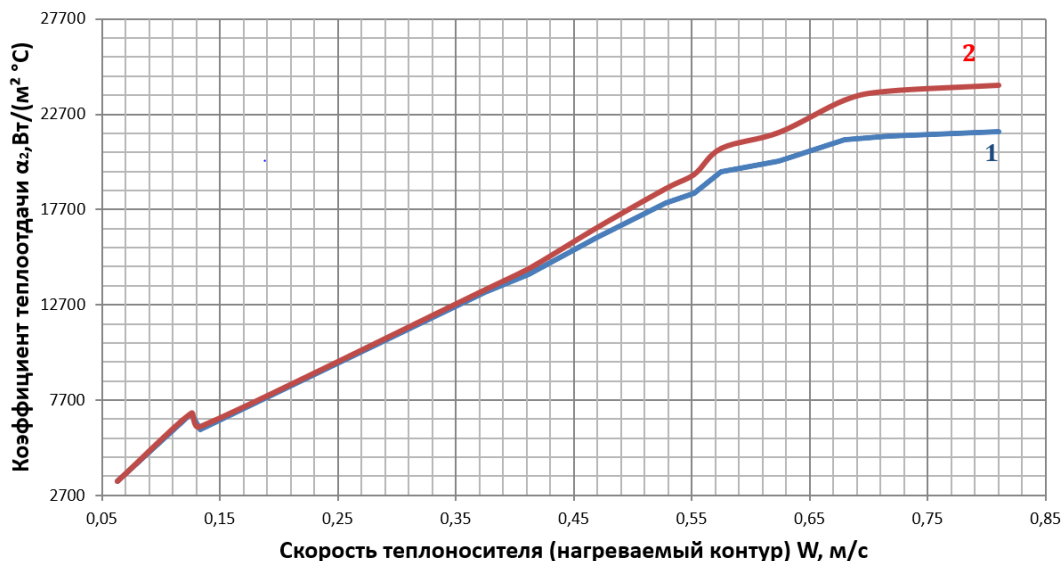


Рис. 6 - Значения коэффициента тепловосприятия:

1 – серийный пластинчатый теплообменник;

2 – пластинчатый теплообменный аппарат с оригинальными пластинами

Значение коэффициента тепловосприятия выше на 5% с использованием оригинального пластинчатого теплообменника при оптимальной скорости теплоносителя - 0,5 м/с, чем с применением серийного пластинчатого теплообменника одинаковой тепловой мощности.

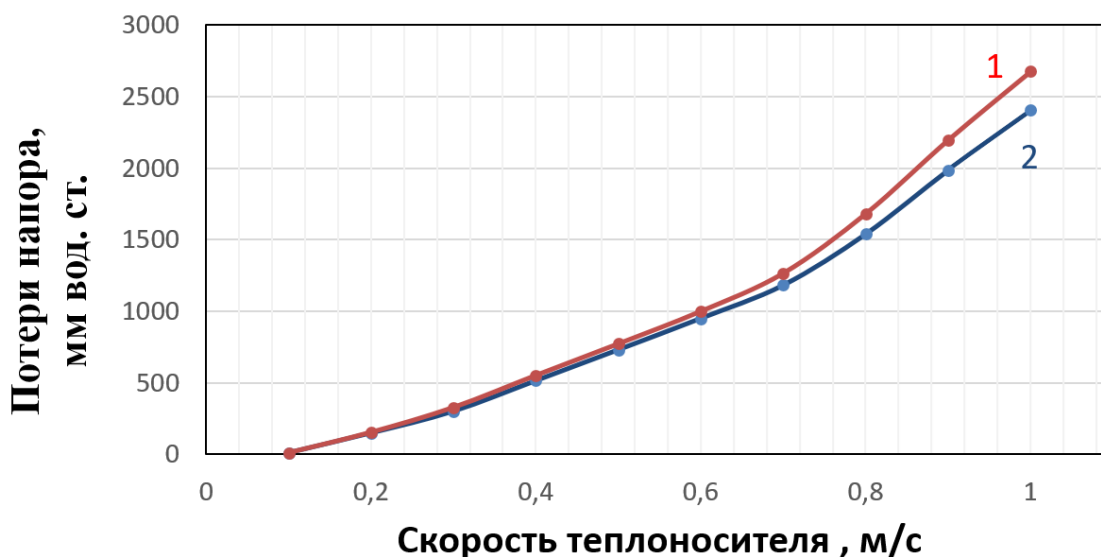


Рис. 7 - Потери напора в греющем контуре: 1 – серийный пластинчатый теплообменник; 2 – пластинчатый теплообменный аппарат с оригинальными пластинами

Потери давления в греющем контуре уменьшились на 2,5% с применением модифицированных пластин. Это объясняется более высокой степенью турбулизации теплоносителя.

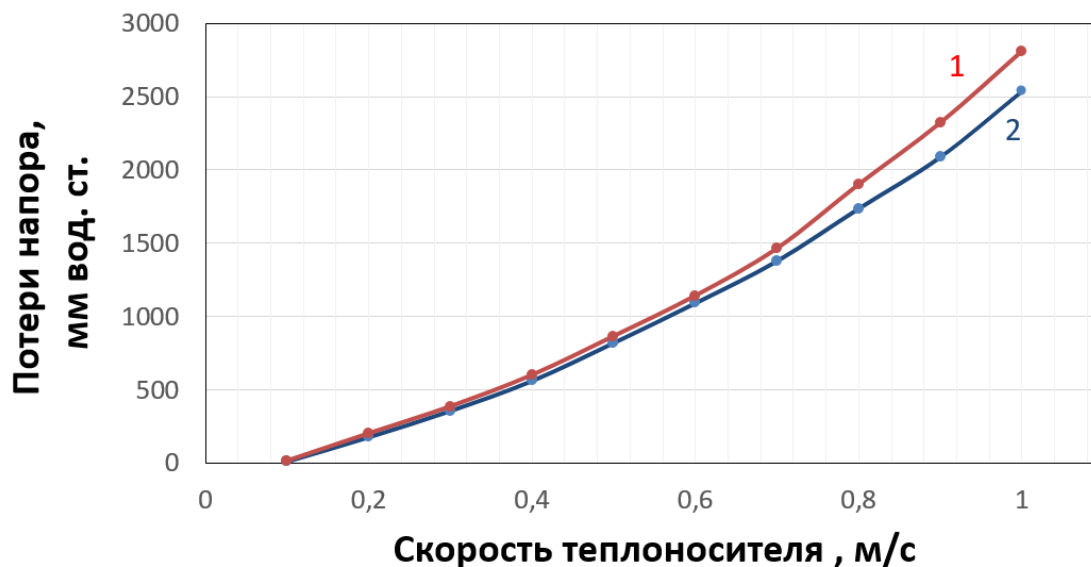


Рис. 8 - Потери напора в нагреваемом контуре:

1 – серийный пластинчатый теплообменник;

2 – пластинчатый теплообменный аппарат с оригинальными пластинами

Потери давления в нагреваемом контуре уменьшились на 2% с применением модифицированных пластин. Это объясняется более высокой степенью турбулизации теплоносителя. Кроме того, снижение потерь давления объясняется оптимальной системой управления гидродинамическими параметрами лабораторной установки.

Выводы

Выполнены испытания пластинчатого теплообменного аппарата с модифицированными пластинами на специализированной установке. В результате исследований удалось установить реальное увеличение теплотехнических характеристик (6% для греющего контура и 5% для нагреваемого) и снижение гидродинамических (2,5% для греющего контура и 2% для нагреваемого). Таким образом, дальнейшие исследования направленные на увеличение эффективности работы пластинчатого теплообменного оборудования способствуют уменьшению металлоемкости, увеличению срока службы и снижению стоимости.

Библиографический список

1. **Круглов Г.А.** Теоретические исследования степени взаимосвязи турбулизации потока с коэффициентом теплоотдачи [Текст] / Г.А. Круглов, В.В. Бакунин, М.В. Андреева // Вестник КрасГАСУ. – 2015. – № 6. – С. 67–73.
2. **Земсков А.А.** Способы интенсификации теплообмена [Текст] / А.А. Земсков, Т.С. Бакрунова // Актуальные проблемы энергетики АПК. – 2019. – С. 110-111.
3. **Интенсифицированный пластинчатый теплообменный аппарат в системах теплоснабжения ЖКХ РФ** [Текст] / Л. А. Куцев, В. А. Уваров, Н. Ю. Саввин, С. В. Чуйкин // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2021. – № 2(62). – С. 60-69.
4. **Кулаков В. В.** Экспериментальное исследование теплообменной поверхности с полусферическими выступами и впадинами [Текст] / В.В. Кулаков, С.И. Каськов // Будущее машиностроения России. – 2018. – С. 381-384.

5. **Кущев Л. А.** Компьютерное моделирование движения теплоносителя в гофрированном канале пластинчатого теплообменника [Текст] / Л. А. Кущев, В. Н. Мелькумов, Н. Ю. Саввин // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2020. – № 4(60). – С. 51-58.
6. **Kang C.** Characterization of turbulent heat transfer in ribbed pipe flow [Tekst] / C. Kang, K. S. Yang // Journal of Heat Transfer. – 2016. – Т. 138. – №. 4. – С. 41-50.
7. **Некрасов А.С.** Перспективы развития теплоснабжения России [Текст] / А. С. Некрасов, Ю. В. Сияк, С. А. Воронина // Проблемы прогнозирования. – 2018. – № 2. – С. 37–54.
8. **Yuan W.** Heat transfer and friction characteristics of turbulent flow through a circular tube with ball turbulators [Tekst] / W. Yuan, G. Fang, X. Zhang, Y. Tang, Z. Wan, S. Zhang // Applied sciences. – 2018. – Т. 8. – №. 5. – С. 776.
9. **Саввин Н.Ю.** Совершенствование конструкции и метода расчета пластинчатого теплообменного аппарата с повышенной эффективностью: дис. канд. техн. наук: 2.1.3. . - Белгород, 2022. - 177 с.
10. **Maradiya C.** The heat transfer enhancement techniques and their thermal performance factor [Tekst] / C. Maradiya, J. Vadher, R. Agarwal // Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences. – 2018. – Т. 7. – №. 1. – С. 1-21.
11. Патент на полезную модель № 201068 U1 Российская Федерация, МПК F28F 3/00. Пластина теплообменника : № 2020125206 : заявл. 29.07.2020 : опубл. 25.11.2020 / Н. Ю. Саввин, Л. А. Кущев, М. В. Серебrenникова, И. В. Волабуев ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова». – EDN QLDFZH.
12. **Savvin N. Yu.** Modern methods of intensification of heat exchange processes in plate apparatuses [Tekst] / N. Yu. Savvin, L. A. Kushchev, A.I. Alifanova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2020. - P. 93-101.
13. **Song K.** Flow Symmetry and Heat Transfer Characteristics of Winglet Vortex Generators Arranged in Common Flow up Configuration [Tekst] / K. Song, T. Tagawa, Z. Chen // Symmetry. – 2020. – № 12. – С. 38-44.

N.YU. SAVVIN, L.A. KUSHCHEV

THERMAL AND HYDRODYNAMIC STUDIES OF A MODIFIED PLATE HEAT EXCHANGER

Savvin Nikita Yurievich Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Russia, Belgorod

Kushchev Leonid Anatolyevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Russia, Belgorod

A method of intensifying the heat exchange process in a plate heat exchanger is considered by using original plates with spherical recesses located on the sites between adjacent corrugations in a staggered manner and having different diameters according to a linear law. To confirm the increase in the efficiency of the heat exchange process, thermal and hydrodynamic studies of the heat exchanger with modified plates were performed.

Keywords: plate heat exchanger, spherical recesses, heat exchange intensification, heat transfer coefficient.

УДК 62-192

В.В. ВОЛКОВ, В.А. КОЗЛОВ**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ
ПРИ НЕОДНОЗНАЧНОСТИ ИХ ДИАГНОСТИКИ**

Волков Виталий Витальевич, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры строительной механики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

Козлов Владимир Анатольевич, докт. физ.-мат. наук, профессор, заведующий кафедрой строительной механики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

В статье рассматриваются методы обследования структуры транспортных сооружений с целью прогнозирования дефектов конструкций. Определены основные недостатки различных диагностических методов при определении их надежности. Представлены варианты решения по устранению недостатков с помощью введения акустических измерений, коррелированных с измерениями радиочастотных методов и выражаемых в виде связи между акустическими и упругими параметрами.

Ключевые слова: автомобильные дороги, диагностика транспортных конструкций, ударные методы диагностики, виброметрия.

Введение

Возрастающая роль дорожной сети Российской Федерации является важным фактором развития экономики, где эксплуатационное качество автомобильной дороги и увеличение ее срока службы сложная задача дорожных организаций и служб. Большая часть сети автомобильных дорог исчерпала нормативный срок эксплуатации. Оценки специалистов показывают соответствие нормам 32-38 % федеральных и 15-24 % региональных дорог. Использование различных технологий позволяет продлить срок эксплуатации существующих дорожных конструкций, решение о проводимых операциях по тем или иным технологиям принимается на основе диагностических предикторов по оценке состояния дорожной одежды. Обнаружение возникающих дефектов возможно с использованием новых методик диагностики дорожных конструкций.

Анализ получаемых данных основывается на концепциях геофизики, науке о свойствах грунта, изучении лежащих на его поверхности конструкций и выявлении процессов, связанных с транспортными сооружениями под влиянием эксплуатационных факторов и транспортных потоков.

Аналитическая часть

Целью исследования является структура, конструкция транспортных сооружений и формирование прогноза дефектов, физическая природа которых проявляется в слоях конструкций в процессе строительства и при эксплуатации сооружений. Все это базируется на основе формирования цифрового отклика среды и конструкций, подвергаемых аппаратному обследованию и диагностике.

Существует множество различных методик и обследований на основе диагностического оборудования. Наиболее применимыми и информативными показали себя методы: электрометрии, сейсмометрии, виброметрии и радиофизики. В существующей практике для оценки прочности дорожных конструкций используются ударные методы, близкие по своему смыслу виброметрии, деформирующие элементы дорожного сооружения.

Малые информативность и скорость обследования привели к методам, связанным со свойствами материалов, из которых состоят конструкции - это акустические измерения пространственных отражений зондирующих механических колебаний, мультислотная георадиолокация грунтов и элементов дорожных конструкций.

Построение цифрового профиля конструкций и их изменение во времени основывается на решении задач по измерению параметров геологических условий, созданию динамических воздействий на грунты и дорожные конструкции. При строительстве искусственных сооружений получаемые измерения должны давать четкое представление о свойствах слоев и их физической природе. Формирование облака данных возможно на основе методик, описывающих математическими методами изменение надежности физических свойств, изменяющихся при эксплуатации транспортных сооружений.

В совокупности методов, а также решаемой задачи можно сказать, что решается проблема комплексирования данных от различных источников, датчиков и приборов, применяемых для определения надежности транспортных сооружений. В основе понимания физической сущности комплексирования лежит единство и общность физических процессов, протекающих в объектах.

Надежность транспортного сооружения неразрывно связана с их разрушением, с изменением внутреннего строения участков и слоев транспортного сооружения, формированием пространственной неоднородности объема материала и возникновением поляризации физических свойств материалов, из которых изготавливаются конструкции.

Полнота принятия решения неразрывно связана с цифровым объемом данных, поступающих на анализ. В последнее время наиболее емким методом оценки структуры и формирования цифровой пространственной модели является электромагнитное зондирование при помощи георадара. Это позволяет выявить структурные особенности конструкции, геометрию, оценить слоистость, неоднородность и анизотропию материалов, из которых сформировано транспортное сооружение.

В общей совокупности для диагностики транспортных конструкций желательно применение: трехмерных ударно-вибрационных (3D) методик; высокоразрешающих методик электромагнитного зондирования конструкции и комплексирование цифровых данных. Для этих целей необходимо произвести математический анализ: динамических параметров формируемой волны; отраженных акустических волн; пространственной ориентации механических волн в элементах конструкции; амплитудного распределения взаимодействующих волн; вибрационного, акустического и электрофизического моделирования [1, 2].

Для получения комплексированных данных об изменении надежности сооружения необходимо выполнить ряд условий:

1. Диагностическая аппаратура должна обладать высокой разрешающей способностью.
2. Обеспечение надежной связи между взаимодействующими в пространстве полями.
3. Обеспечение формирования цифрового облака данных.
4. Возможность интеграции данных, полученных другими методами.
5. Использование методов оценки неопределенностей полученных данных.

Основные недостатки, преодолеваемые использованием комплексирования для георадиолокационного метода:

1. Неоднозначность между материалом конструкции и диэлектрической проницаемостью.
2. Влияние на георадиолокационный сигнал проводимости, снижающее однозначность интерпретирования получаемых данных.
3. Слабая косвенная связь с физическими константами, используемыми для расчета прочности конструкции.

4. Сложная интерпретация данных по слоям с близкими электрическими характеристиками.

5. Затенение низлежащих слоев слоем с высокой проводимостью.

6. Невозможность нахождения подвижных слоев или элементов конструкции.

Преодоление вышеуказанных недостатков осуществляется введением акустических измерений, коррелированных с измерениями радиочастотных методов и выражаемых в связи между акустическими и упругими параметрами [3]:

- Упругость относится к деформациям твердых тел, которые исчезают полностью после снятия напряжений, их вызывающих.
- Прохождение низкоамплитудных волн – пример деформации.
- Общий тензор упругости, связанный со сжатием и растяжением в анизотропной среде, представлен 21 независимой постоянной.
- В трансверсальной изотропной среде (где свойства одинаковы в двух ортогональных /перпендикулярных) направлениях
- Изотропная среда (где свойства одинаковые по всем направлениям) имеет только две независимые постоянные упругости.
- Для небольших смещений выполняется закон Гука и деформация пропорциональна напряжению.
- Свойства сжатия-растяжения изотропных материалов, которые подчиняются закону Гука, определяются модулем упругости.

Введение в структуру получаемых данных акустической информации позволяет произвести расчет упругих постоянных:

- модуль объемной упругости k :

$$k = \frac{\Delta P}{(\Delta V/V)}; \quad (1)$$

- модуль сдвига μ :

$$\mu = \frac{\Delta F}{A} / \frac{\Delta L}{L}; \quad (2)$$

- модуль растяжения E :

$$E = \frac{\Delta F}{A} / \frac{\Delta L}{L}; \quad (3)$$

- постоянная Ламе:

$$\lambda = \frac{k-2\mu}{3}; \quad (4)$$

- коэффициент Пуассона μ :

$$\mu = \frac{\Delta W}{W} / \frac{\Delta L}{L}. \quad (5)$$

Применение связанных измерителей в комплексе порождает методику комплексирования структурных данных для определения надёжности транспортного сооружения. Достоинства метода: связь акустических (волновых) величин с физическими параметрами материалов дорожной конструкции; возможность определения средней и дисперсионной плотности материала; нахождение адиабатических коэффициентов сжатия материала; высокая чувствительность к пористости среды; возможность определения сдвиговых явлений в упругой среде; высокая разрешающая способность.

Таким образом, применение предлагаемого метода расширяет возможности диагностики транспортных сооружений и дает следующие преимущества:

1. Формирование цифровой пространственной модели.
2. Получаемая высокая разрешающая способность комплексного метода.
3. Глубокая интеграция с геофизическими данными.
4. Трёхмерная диагностика конструкций и дорожных сооружений.
5. Устранение неоднозначности оценки неопределённостей распознавания.

6. Обеспечение повышения помехозащищенности физических измерений.
7. Возможность получения данных о физических параметрах и свойствах диагностируемых элементов конструкции и слоев.
8. Формирование цифровой модели транспортного сооружения.

Выводы

В целом методика определения надёжности транспортных сооружений при неоднозначности их диагностики позволяет выявить не только сложные трудно обнаруживаемые изменения пространственной структуры сооружения, ее слоев, но и проследить во времени их жизненный цикл, связывая с параметрами надежности конструкций.

Библиографический список

1. Большаков, В. Д. Методы и приборы высокоточных геодезических измерений в строительстве/ В. Д. Большаков, И. Ю. Васютинский, Е. Б. Илюшин //Под ред. В. Д. Большакова. М.: «Недра». –1976. –335 с.
2. 2. Замышляев Б.В., Евгерев Л.С. Модели динамического деформирования и разрушения грунтовых сред. - М.: Наука, 1990. 215 с.
3. Clocksin, W.F. A New Method for Estimating Optical Flow/ W.F. Clocksin // Technical Report 436, Computer Laboratory, Univ. of Cambridge. –1997. –18 p.

V.V. VOLKOV, V.A. KOZLOV

DETERMINATION OF RELIABILITY OF TRANSPORT FACILITIES WITH AMBIGUITY OF THEIR DIAGNOSTICS

Volkov Vitaly Vitalievich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Structural Mechanics, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

Kozlov Vladimir Anatolyevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Department of Structural Mechanics, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

The article discusses methods of inspection of the structure of transport structures in order to predict structural defects. The main disadvantages of various diagnostic methods in determining their reliability are identified. Solutions to eliminate deficiencies by introducing acoustic measurements correlated with measurements of radio frequency methods and expressed in the relationship between acoustic and elastic parameters are presented.

Keywords: highways, diagnostics of transport structures, shock diagnostic methods, vibrometry.

УДК 69

В.В. ВОЛКОВ, М.Г. ОРДЯН**ВЫСОКОДЕФОРМАТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ШВОВ ЦЕМЕНТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ И ИХ РЕОЛОГИЯ**

Волков Виталий Витальевич, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры строительной механики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

Ордян Михаил Гарегинович, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры строительной механики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

В статье рассматривается проблема ослабления несущих свойств искусственного основания конструктивных элементов транспортных сооружений под воздействием эксплуатационных нагрузок. Приведены результаты моделирования и последующего расчета механических свойств герметизирующего материала.

Ключевые слова: автомобильные дороги, транспортные сооружения, герметизирующий материал, монолитный железобетон, ленточный уплотнитель

Введение

В строительстве транспортных сооружений широко используется монолитный бетон и железобетон, а также конструкции из него. Конструктивные элементы выполняются в виде цельных крупноразмерных систем, которые воспринимают транспортные нагрузки. Искусственные сооружения и покрытия эксплуатируются в широком диапазоне температурных и эксплуатационных нагрузок, приводя к их разрушению вследствие знакопеременных внутренних напряжений. Устраиваемые деформационные швы снижают максимальные значения внутренних напряжений при температурной деформации. Но швы подвержены разрушению, являясь источником напряжений, так через них попадает влага в низлежащие слои. Это приводит к ослаблению несущих свойств искусственного основания, а в зимний период - к геометрической деформации конструктивных слоев. Защита подстилающего слоя основания от попадания влаги обеспечивается герметизирующим материалом: это может быть заполнение шовного пространства герметиком или конструктивным элементом, выполненным в виде сплошного единого целого (рис. 1).



Рис.1 – Профилированные ленточные уплотнители, используемые для герметизации швов

Физико-механические характеристики уплотнителей и герметизирующих материалов назначаются на основе лабораторных испытаний. Выявление особенностей деформирования возможно только в процессе эксплуатации транспортного сооружения. Это не позволяет оценить сроки гарантированной работы герметизирующего материала в шве конструкции, а возникающие транспортные нагрузки увеличивают эту неопределенность.

Аналитическая часть

Появление новых полимерных высокоэластичных материалов позволило по-новому рассмотреть вопрос о технологии герметизации швов. На рис. 2, показан ленточный

уплотнитель новой конструкции, отличительной особенностью которого является наличие высокоадгезивного слоя, формируемого клеящим составом, инициируемого в процессе технологической укладки.

При проведении технологической операции, связанной с герметизацией швов аэродромных покрытий, клеящий состав под высоким давлением выстреливается из капсул, крепко соединенных с основанием ленточного покрытия. Это обеспечивает высокую адгезионную прочность соединения, что позволяет производить работы даже на мокром покрытии.

Для расчета деформаций, возникающих при экскурсии швов, был использован математический пакет решения дифференциальных уравнений в частных производных Comsol Multiphysics. Граничные условия и величины усилий, включая температурный режим, соответствуют реальным.



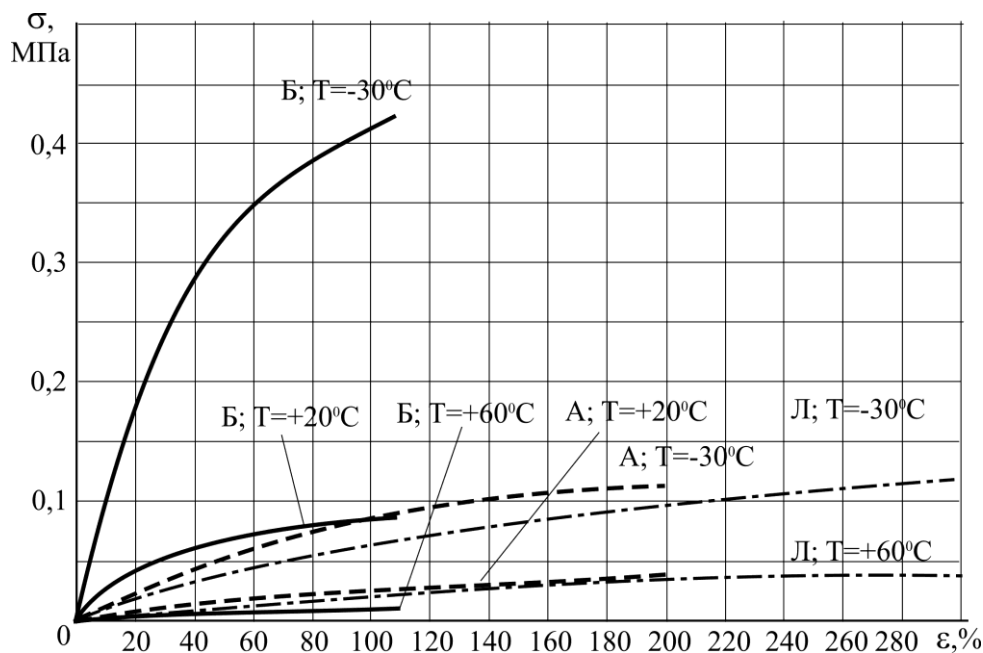
Рис. 2 – Модель ленточного уплотнителя швов аэродромных покрытий

Используемый высокодеформативный материал опирается на модель предельного состояния двухкомпонентного эластичного материала в деформационном шве жесткого покрытия или конструкции. В основу предлагаемой модели положена вероятностная характеристика возникновения разрушения материала при полной адгезии его к стенкам шва.

Большинство конструкций транспортных сооружений опираются на искусственное основание с двумя коэффициентами постели (основание Винклера). Для примера наиболее распространенных конструкций принимались эквивалентные коэффициенты постели $C_1=200$ и $C_2=30$. Это соответствует водонасыщению низлежащего грунта в 25%, модулю упругости $E_1=250$ МПа, $\rho_{гр} = 2300$ кг/м³. Температурный коэффициент расширения бетона составляет $5,6 \cdot 10^{-5}$. Воздействие транспортных нагрузок приводит к дополнительному перемещению границ швов на величину до 15 мм.

Герметизирующий материал при эксплуатации подвергается воздействию напряжений, вызываемых вследствие приложения механической нагрузки от транспортных средств на элементы дорожных конструкций и подверженности наружным климатическим колебаниям [1]. Происходящие физико-механические воздействия и химическое старение герметизирующего материала влечет изменение им физико-механических свойств, что приводит к зависимости напряженно-деформированного состояния герметика в деформационном шве от его термодинамического состояния. Это приводит к изменению пластических свойств двухкомпонентных материалов, изменению их модуля упругости, адгезионной и когезионной прочности.

В результате моделирования и последующего расчета механических свойств, получены величины напряжений показанных на рис. 3, для уплотнителей на основе БПАГ-35, АПГХО и ленточного уплотнителя.



Б – БПАГ-35; А – АПГХО; Л – ленточный уплотнитель

Рис. 3 – Деформации герметизирующего материала в шве жесткого покрытия при различных температурах воздействия

Выводы

Анализируя полученные результаты, можно сделать выводы: ленточный уплотнитель деформационных швов обладает большей эластичностью к растяжению, чем используемые на сегодняшний день герметизирующие материалы. В среднем, деформативность выше на 50% по сравнению с АПГХО и в 3 раза БПАГ-35. У ленточных уплотнителей отмечается высокая температурная стабильность, связанная с изготовлением ленты в промышленных условиях. Сформированная на производстве лента обладает дополнительными свойствами, отсутствующими у используемых материалов. Так как материал ленты полимеризован в автоклавных условиях, то он, обладая более высокими характеристиками, меньше подвержен старению и в силу своих свойств более устойчив к высокотемпературным струям двигателей самолетов. Использование ленточных герметизирующих материалов с более высокими деформативными свойствами позволит повысить качество герметизации швов аэродромных покрытий.

Библиографический список

1. Гольдман А.Я. Прогнозирование деформационно-прочностных свойств полимерных и композиционных материалов. М.: Стройиздат, 1989. – 252 с.
2. Кисина А.И. Полимер-битумные кровельные и гидроизоляционные материалы. – Л.: Стройиздат, 1983. - 133 с.

V.V. VOLKOV, M.G. ORDYAN

HIGHLY DEFORMATIVE MATERIALS OF CEMENT CONCRETE COATING JOINTS AND THEIR RHEOLOGY

Volkov Vitaly Vitalievich., Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Structural Mechanics, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

Ordyan Mikael Gareginovich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Structural Mechanics, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

The article deals with the problem of weakening the bearing properties of the artificial base of structural elements of transport structures under the influence of operational loads. The results of modeling and subsequent calculation of the mechanical properties of the sealing material are presented.

Keywords: highways, transport structures, sealing material, monolithic reinforced concrete, tape sealer

Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов

УДК 620.92; 621.383

А.М. ПЕНДЖИЕВ, П.О. ОРАЗОВ

СОЛНЕЧНЫЙ ГОРОД – АРКАДАГ

Ахмет Мырадович Пенджиев, д-р техн. наук, д-р сел.-хоз. наук, доцент Туркменского государственного архитектурно-строительного института, Туркменистан, г. Ашхабад

Парахат Оразмухамедович Оразов, канд. техн. наук, ректор Туркменского государственного архитектурно-строительного института, Туркменистан, г. Ашхабад

В статье получены систематизированные, научно обоснованные валовые, технические, экономические и экологические энергетические ресурсные потенциалы от внедрения и использования солнечно-энергетических технологий. Оценены технико-экономические, экологические приоритеты энергетических установок по параметрам энергоэффективности, экономии топлива, влияния на экологию с одного квадратного метра от преобразования в тепловую и электрическую энергию в городе Аркадаг. Для внедрения солнечных энергетических технологических сооружений и составления проектно-сметной документации получены эмпирические формулы.

Ключевые слова. Солнечная энергия, ресурсный потенциал, зеленая технология, энергоэффективность, город Аркадаг, Туркменистан

Введение

«Умный город» Аркадаг будет административным центром Ахалского велаята (области) будет, это город нового поколения, в котором предусматривается эффективное управление и обеспечение высокого уровня жизнедеятельности населения за счет использования инновационных технологий. Данная проблема является несомненно актуальной для Туркменистана [1,2].

На первом этапе застройки центра города с площадью 700 гектаров было построено 384 сооружения, из них 258 жилых домов для 12 тысяч семей, а также завершается строительство 64 административных, социально-культурных и спортивных объектов и других инженерных инфраструктурных сооружений.

Идея строительства «умного города» Аркадаг принадлежит Лидеру нации Гурбангулы Бердымухамедову, в нем предусмотрено использование инфокоммуникационных автоматизированных систем управления: водоснабжением и энергоснабжением; отходами – умный мусор; обеспечение мобильности граждан внутри города – повышение эффективности использования дорог как личным, так и общественным транспортом, внедрение умного транспорта и умных парковок; цифровизация и обеспечение надежной связи – создание среды для легкой взаимосвязи и обмена информацией между гражданами; участие граждан в управлении городом – электронное правительство; безопасный город – обеспечение безопасности граждан; доступное электронное образование и здравоохранение – умное здравоохранение, телемедицина, дистанционное обучение; охрана окружающей среды

– контроль уровня загрязнения и шума, создание и использование «зеленых» технологии [2,20,21].

Первый «умный» город Туркменистана будут оснащены масштабированной сетью «LoRaWAN» (Long Range Wide Area Network), который является энергоэффективным передатчиком данных на дальние расстояния и характеризуется высокой автономностью работы в зоне большой сети. В совокупную систему «LoRaWAN» устанавливаются датчики электроэнергии, питьевой воды и природного газа, которые будут способствовать приему сигнальных данных на расстоянии 10-15 км посредством сети Ethernet (семейство технологий пакетной передачи данных между устройствами). Базовая система «LoRaWAN» сможет слушать эфир в заданном диапазоне частот, посылать запрос от какого-либо из устройств и отвечать ему на той же частоте обращения. При этом ширина канала составляет 125 кГц с максимальной скоростью более 5 килобит/с. Тем самым устройство может включать датчики движения, открывать и закрывать двери, контролировать температурно-влажностный режим здания, следить за утечкой воды, включать и выключать электроприборы, а также удаленно контролировать домашние системы с использованием цифровых информационных технологий [20].

Связь будет осуществляться самой современной технологической системой GPON (Gigabit Passive Optical Network), которая представляет собой высокоскоростную пассивную оптическую сеть, позволяющую одновременно использовать Интернет, цифровое телевидение и IP- телефонную сеть на одном кабеле со скоростью работы 1 Гигабит в секунду. С внедрением технологии GPON город Аркадаг станет первым городом в Центральноазиатском регионе, где будет установлена эта современная технология связи [21].

Чтобы сохранить природную чистоту и красоту на территории солнечного «умного города», Аркадаг должен быть образцовым просветительным культурным центром, энергетически и экологически чистым с использованием «зелёных» технологии под «зеленой» технологией подразумевается использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ), в «умном городе» Аркадаг будут задействованы ресурсные потенциалы солнечной энергии.

В Туркменистане в прошлом столетии проделана большая работа по использованию солнечной энергии и получены определённые научно-практические результаты. Тем не менее, имеется неусовершенствованный систематизированный научный анализ, не оценен ресурсный энергетический потенциал по регионам страны. Не выявлены по новой методике валовые, технические, экономические и экологические ресурсные потенциалы для внедрения и использования энергоэффективных технологий и установок на основе солнечного излучения в Ахалском велаяте (областе) Туркменистана, который обладает значительными ресурсами. [2-7,9,10].

Полученные авторами результаты восполнят этот пробел и будут способствовать составлению технико-экономического обоснования (ТЭО) для внедрения и использования солнечно-энергетических технологий, которые содействуют сбережению энергоресурсов, улучшению социально-экономических и бытовых условий города Аркадаг, сократят антропогенную нагрузку на биосферу и изменение климата. Учитывая результаты литературного обзора по использованию солнечной энергии, поставлены цели и задачи научного исследования по использованию ресурсного потенциала Солнца в инфраструктуре современного города нового поколения - Аркадаг.

Цель и задачи научно-исследовательской работы является научно обосновать, систематизировать, рассчитать солнечно-энергетические ресурсные потенциалы, оценить технико-экономические, экологические характеристики энергетических установок по параметрам энергоэффективности, экономии топлива для разработки, создания, внедрения и

использования солнечно-энергетических технологий в инфраструктуре солнечного города Аркадаг.

Методология и методы исследования базируются на системном подходе к инженерным объектам в качестве целостного комплекса теоретических, практических и опытно-экспериментальных работ с использованием солнечно-энергетических технологий города Аркадаг.

Методологическую базу составляют расчеты на основе математической модели теплотехнических параметров инженерных сооружений, полученные эмпирические выражения солнечных ресурсных потенциалов для внедрения и использования энергетических технологий в современном городе Аркадаг.

Научная новизна исследования – систематизированы, научно обоснованы, рассчитаны и оценены валовые, технические, экономические и экологические ресурсные потенциалы для составления ТЭО, внедрения и использования солнечно-энергетических технологических установок в инфраструктуре города Аркадаг.

Солнечно-энергетические характеристики солнечного излучения в городе Аркадаг.

Общий характер солнечного излучения на территории Туркменистана определяется географическим положением в Центральной Азии. Отличительной особенностью территории является расположение ее в глубине континента и отсутствие обширных водных объектов. Все это обуславливает общую засушливость климата и отсутствие осадков в длительный летний период. Средняя годовая температура воздуха города Аркадага изменяется от 11-13 °С Самый холодный месяц – январь, средняя температура его изменяется от –6°С до +3°С, средняя температура наиболее жаркого месяца – июля – равна +27,0-32,4°С. Абсолютный максимум достигает +50,1°С. Наибольшее количество осадков по территории - 150 мм. В результате в городе Аркадаг развивается почвенная засуха и термическая депрессия, характеризующаяся безоблачным небом, высокой активностью солнечного излучения, температурного режима воздуха с пыльной мглой. При ясном небе в приход солнечного излучения составляет 1844,6 кВт·ч/(м²·год), это связано с прозрачностью атмосферы и засушливостью территории города Аркадаг. Результаты аналитических расчетов для города показали: продолжительность солнечного сияния равна 2680 часов; темное время составляет 6080 часов в год; среднее число светового дня - 8,4 часов в год; среднее время восхода – 6,5 часов в год; средний заход солнца - 17,25 часов [3,6,9,10,18,19].

Методика исследования

Методика исследования основывалась на месторасположении солнечного города Аркадаг - 38°04'17''с.ш., 58°03'56''в.д.. При расчетах учтены природно-климатические условия местности: продолжительность солнечного сияния по месяцам года; среднегодовой температурный режим местности и производительность солнечной установки; поступление прямого и рассеянного излучения солнечной энергии, альbedo поверхности, угловые параметры солнечного излучения на наклонную и нормальную поверхности в течение года по месяцам; угол движения солнечного склонения и наклона поверхности к горизонту по часам; удельные энергетические характеристики солнечных установок [3,8-10,14-16,18,19].

Сумма прихода прямого и рассеянного излучения Солнца называют валовым потенциалом. Валовый потенциал солнечной энергии определяли в зависимости от объема и характера информации, расчет валового потенциала солнечной энергии в городе Аркадаг

проводится по двум следующим вариантам: в зоне расположения и при отсутствии метеостанции.

В зоне расположения метеорологической станции приход прямой и рассеянной солнечной энергии, среднемноголетние данные суммируются за каждый месяц в течение года и заносятся в таблицу.

В зоне отсутствия метеорологической станции по приходу солнечной энергии используются метеоданные соседних станций. При расчетах необходимо рассчитать средние значения продолжительности прихода солнечной энергии, что можно найти по приведённой формуле [3,9,10,14].

Результаты исследования

С учетом вышеприведенных природно-климатических и гидрометеорологических условий, научно-обоснованных теоретических, практических, и методических расчетов, получены обобщенные систематизированные результаты солнечно-энергетического потенциала для использования энергоустановок в городе Аркадаг. Оценены следующие расчетные результаты: приход солнечного излучения на горизонтальную поверхность в течение года по месяцам, кВт·ч/(м²·мес.); продолжительность солнечного сияния в течение года по месяцам, ч/мес.; среднегодовая температура местности в дневное время (время работы солнечных установок в течение года), °С; приход рассеянного и прямого излучения в зависимости от угла наклона и нормально ориентированную поверхность технологической установки по месяцам года, градус; альbedo поверхности, %; угол движения солнца и солнечного склонения, градус; учитывается угол наклона поверхности к горизонту; удельные энергетические характеристики солнечной установки, кВт·ч/(м²·мес.); валовый потенциал поступления солнечного излучения, кВт·ч/(м²·мес.); удельный технический потенциал тепловой и электрической энергии от солнечного излучения по месяцам года, кВт·ч/мес.; удельный объем выработки тепловой и электрической энергии на единицу площади солнечной энергоустановки по месяцам года, кВт·ч/(м²·мес.) [3,9,10,18,19].

Учитывая гидрометеорологические данные города Аркадаг, годовой приход прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность, валовый потенциал при ясном небе составляет 1844,6 кВт ч/м² в год. Незначительная нижняя облачность снижает поступление прямой солнечной радиации всего на 27 – 35% от возможной и в тоже время увеличивает рассеянную радиацию на 25 – 40%. В результате при реальных условиях облачности годовой приход суммарной радиации уменьшен по сравнению с возможным на 13 – 19% [3,8-10,15].

Технический потенциал солнечного излучения города Аркадаг – среднемноголетняя суммарная энергия, которая может быть получена от солнечного излучения в течение одного года при современном уровне развития инновационных технологий и соблюдении экологических норм города.

Технический потенциал солнечного излучения представляет сумму технических потенциалов, преобразованную в тепловую и электрическую энергию [3,9,10].

Методика определения технического потенциала тепловой энергии и электрической энергии и преобразованных от солнечного излучения, приведены в работах [9,10,11]. На основе результатов расчета построена гистограмма технического потенциала, преобразованного в тепловую и электрическую энергию, что приведено на рис. 1.

Экономический потенциал солнечной энергии города Аркадага – выработка тепловой и электрической энергии в регионе от солнечного излучения, экономически оправданно для региона при существующем уровне цен на энергию, получаемую от традиционных источников, с учетом и соблюдения экологических норм [3,9,10,18,19].

Экологический потенциал солнечной энергии представляет сумму экономических потенциалов тепловой энергии и электрической энергии, получаемых соответствующим преобразованием солнечного излучения.

Экономический потенциал солнечной энергии представляет сумму экономических потенциалов составляющих его зон. Средняя удельная выработка энергетических параметров в солнечной тепловой, фотоэлектрической установках в городе Аркадаг по месяцам в течение года приведена на рис. 2.

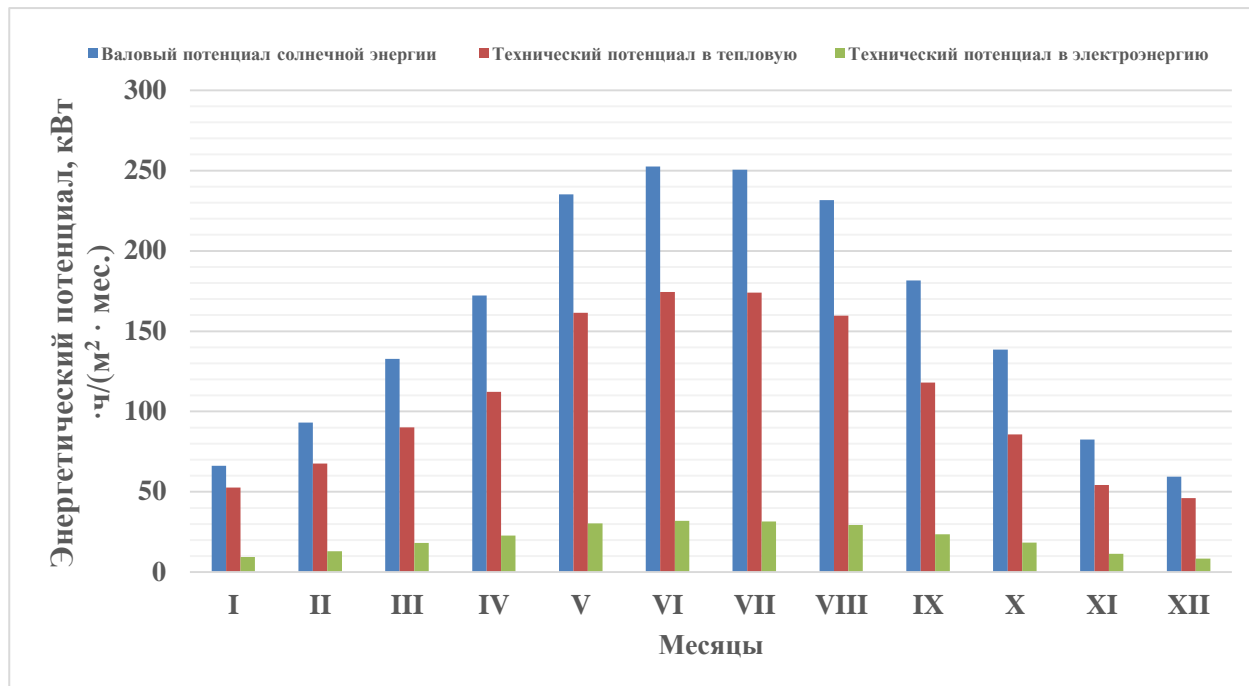


Рис. 1 – Распределение валового и технического потенциалов солнечной энергии от преобразования в тепловую и электрическую энергию в городе Аркадаг по месяцам на 1 квадратный метр в течение года

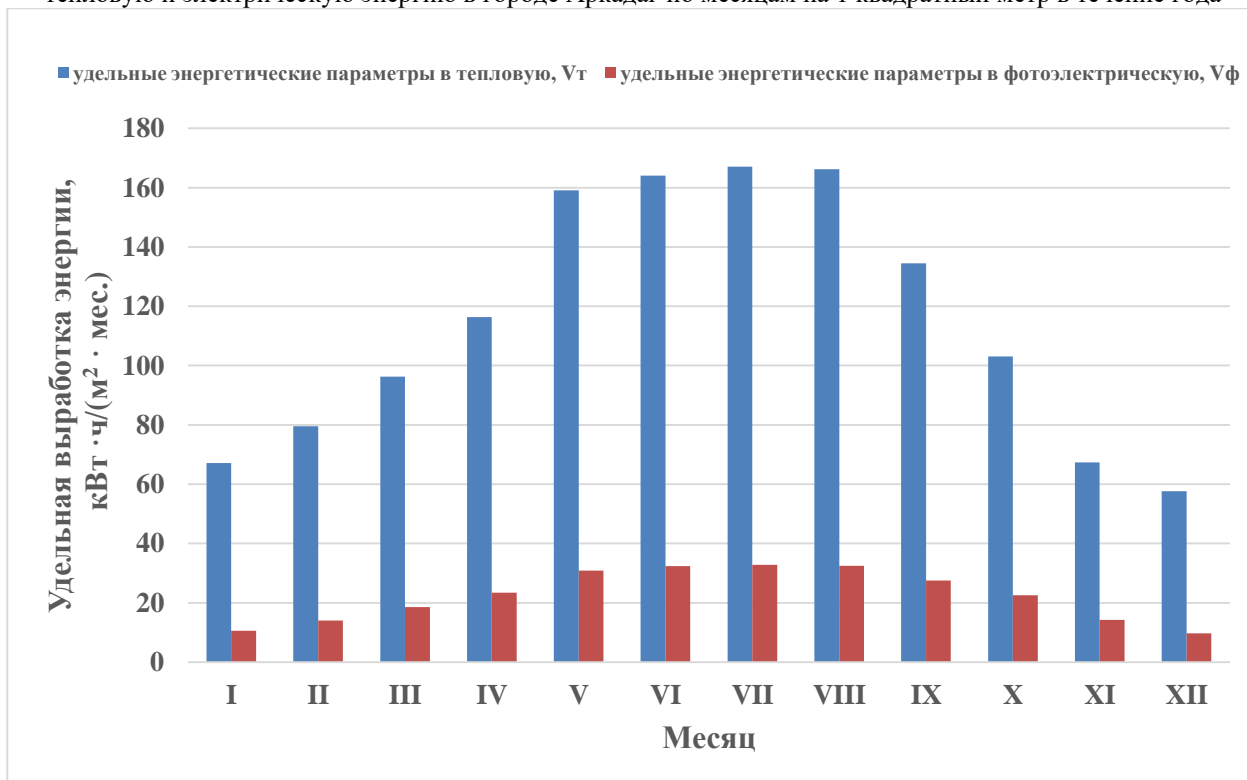


Рис. 2 – Средняя удельная выработка энергетических параметров в солнечной тепловой Вт, фотоэлектрической Вт установках в городе Аркадаг по месяцам в течение года

Экологический потенциал – часть технического потенциала, преобразование которого в полезную используемую энергию экологически целесообразно при данном уровне сокращения вредных выбросов в окружающую среду от ископаемого органического топлива при преобразовании в тепловую, электрическую и в другие виды энергии от оборудования, установок, станций и транспортных средств и др. загрязнителей [3,9,10].

В выражениях, определяющих экономическую эффективность, не учитывается влияние вводимых установок на окружающую среду, на социальные условия жизни и деятельности человека. Возобновляемые источники энергии по сравнению с традиционными обладают важным преимуществом, заключенным в возможности обеспечения экологической чистоты вводимых установок, а в некоторых случаях – возможности улучшения экологической обстановки [9,10-13].

Экологический потенциал солнечной энергии представляет сумму экономических потенциалов тепловой энергии и электрической энергии, получаемых при преобразовании солнечного излучения.

Одной из форм учета влияния вводимых источников энергии на экологию региона может быть введение в удельную стоимость получаемой энергии регионального экологического фактора источника, учитывающего относительные расходы на компенсацию вредных последствий ввода единицы энергии того или иного источника в регионе. Если известна удельная стоимость источника энергии в производстве, то удельная стоимость с учетом коэффициента регионального экологического фактора > 1 для источника, приводящего к ухудшению экологической обстановки в регионе, и коэффициента регионального экологического фактора < 1 для источника, улучшающего экологическую обстановку в регионе; для одного и того же источника экологический коэффициент в различных регионах может изменять величину, становиться больше или меньше единицы [3,9,10].

Ожидаемые результаты экологического потенциала от преобразованная солнечной энергии в тепловую и электрическую в условных единицах с одного метра квадратного, приведены на рис. 3.

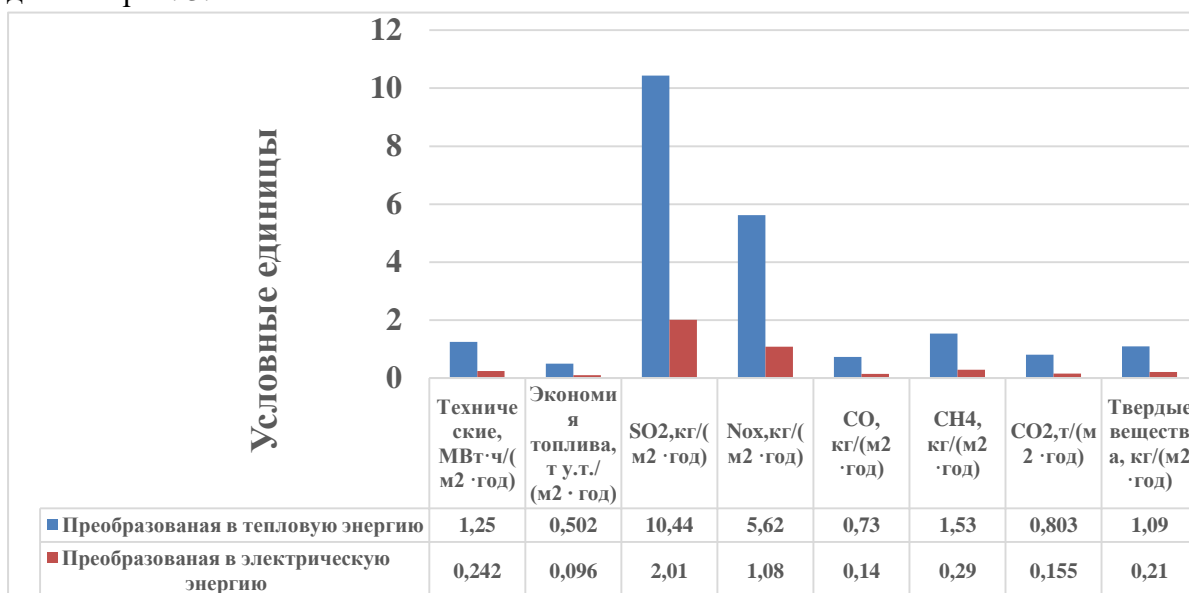


Рис. 3 – Ожидаемые экологические показатели сокращения вредных веществ в биосферу города Аркадаг от преобразования солнечной энергии в тепловую и электрическую в течение года

Обсуждение результатов исследований. В результате научных исследований получены научно-обоснованные и теоретически систематизированные основы использования солнечных энергетических ресурсных потенциалов по формализованной методике, определены потенциалы и объем снижения антропогенных нагрузок на окружающую среду от использования солнечных энергетических установок при преобразовании в тепловую и электрическую энергии.

Оценённые расчетные результаты составляют:

- валовый ресурсный потенциал солнечной энергии в городе Аркадаг равен - 1844,6 кВт·ч/(м²·год);

- технический потенциал преобразования в тепловую и электрическую энергии равен - 1256,44 и 242,44 в кВт·ч/(м²·год).

Экономические потенциалы от преобразования в тепловую и электрическую энергию в городе составляют, соответственно: 502,6 и 96,98; в кг у.т./(м²·год):

Ожидаемый экологический потенциал: сокращение выбросов различных вредных веществ в окружающую среду при использовании солнечных фотоэлектрических модулей в городе Аркадаг составит:

- при годовой выработке электроэнергии с 1 м² – 242,44 кВт·ч, годовая экономия расхода топлива – 96,96 кг у.т., сокращение выбросов составит, кг в год: SO₂ – 2,0; NO_x – 1,1; CO – 0,14; CH₄ – 0,29; CO₂ – 155,0; твердых веществ – 0,21;

- при преобразовании в тепловую энергию с 1 м² и годовом производстве 1256,4 кВт·ч годовая экономия топлива – 502,6 кг у.т.; сокращение выбросов составит, кг в год: SO₂ – 10,4; NO_x – 5,6; CO – 0,73; CH₄ – 1,53; CO₂ – 803,5; твердых веществ – 1,1.

Учитывая полученные расчеты валового, технического, экономического и экологического потенциалов, использование солнечных энергетических установок в городе Аркадаг является эффективным, доступным средством энергосбережения и обеспечения экологической безопасности [9,10].

При изучении связи между двумя случайными величинами используется корреляционный анализ. В качестве тесноты этой связи применяется коэффициент корреляции Пирсона, R². В качестве корреляционного анализа мы рассмотрели зависимость валового, технического, энергетического потенциалов от среднего многолетнего солнечного излучения по месяцам в течение года в городе Аркадаг, (см. ниже найденные значения R², которые свидетельствуют о точности расчетов двух функциональных величин солнечного излучения в зависимости от преобразования в тепловую и электрическую энергии). Математическая взаимосвязь выражается коэффициентами регрессии, выводим уравнение регрессии в виде $y = a + bx$, где a является начальной ординатой и даёт значение y при $x = 0$, b является коэффициентом регрессии, показывающим, насколько изменится в среднем величина y , если x изменится на единицу [3,9,10-13]. В наших расчетах потенциалы солнечного излучения в зависимости от преобразования в тепловую и электрическую энергии, уравнения имеют вид:

валовый $y = -0,3332x + 160,19$, R² = 0,0003;

технический в тепловую: $y = -0,7073x + 112,64$, R² = 0,0027;

технический в электрическую: $y = -0,0787x + 21,22$; R² = 0,001;

удельные энергетические параметры солнечной тепловой, V_t:

$y = -0,1797x + 116,02$, R² = 0,0002;

удельные энергетические параметры солнечной фотоэлектрической, V_ф: $y = 0,1594x + 21,38$; R² = 0,0042.

Таким образом, полученные уравнения регрессии технического потенциала и удельные энергетические параметры солнечного излучения, преобразованного в тепловую и

электрическую энергии, будут способствовать более точному прогнозированию различных солнечно-энергетических технологических установок, а также могут быть использованы при составлении проектно-сметной документации и технико-экономического обоснования сооружений в городе Аркадаг.

Выводы

На основе исследования получены: систематизированные, научно-обоснованные энергетические валовые, технические, экономические и экологические солнечные ресурсные потенциалы от внедрения солнечно-энергетических технологий; оценены технико-экономические, экологические характеристики энергетических установок по параметрам энергоэффективности, экономии топлива, влияния на экологию для города Аркадаг с одного квадратного метра от преобразования в тепловую и электрическую энергии.

В итоге получены эмпирические уравнения с учетом валового, технического и экологического потенциалов солнечной энергии в городе Аркадаг, с помощью которых можно осуществить энергетическое и экологическое прогнозирование. Полученные результаты помогут прогнозировать возможности экономии электроэнергии и сокращения выбросов CO₂ с одного квадратного метра в граммах CO₂-эквивалента при преобразовании солнечной энергии в электрическую, а также рассчитать энергетический потенциал гелиотехнических установок, оборудования, сооружений в условиях современного города 21 века.

Библиографический список

1. **Бердымухамедов Г.М.** Туркменистан на пути достижения целей устойчивого развития [Текст] / Бердымухамедов Г.М.// – Ашхабад: Туркменская государственная издательская служба, 2018. – 468 с.
2. **Бердымухамедов Г.М.** Электроэнергетическая мощь Туркменистана [Текст] / Бердымухамедов Г.М.// – Ашхабад: Туркменская государственная издательская служба, 2022. - 130 с.
3. **Стребков Д.С.** Развитие солнечной энергетики в Туркменистане: монография. [Текст] / Стребков Д.С., Пенджиёв А.М., Мамедсахатов Б.Д. // – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2012. – 498 с.
4. **Безруких П.П.** Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России [Текст] / Безруких П.П. Арбузов., Ю.Д, Борисов Г.А., Виссарионов В.И., Евдокимов В.М., Малинин Н.К., Огородов Н.В., Пузаков В.Н., Сидоренко Г.И., Шпак А.А.// – СПб: Наука, 2002. – 314 с.
5. **Виссарионов В.И.** Солнечная энергетика: учебное пособие для вузов. [Текст] / В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К. Малинин// под общ. ред. В.И. Виссарионова. - М.: Издательский дом МЭИ, 2008. - 276 с.
6. **Стребков Д.С.** Основы солнечной энергетики [Текст] /. Стребков Д.С.// Под ред. П.П. Безруких. – М.: САМ Полиграфист, 2019. – 326 с.
7. **Даффи Д.А.** Тепловые процессы с использованием солнечной энергии[Текст] / Даффи Д.А., Бекман У.А.// – М.: Мир, 1977. – 429 с.
8. **Кондратьев К.Я., Пивоварова З.И.** Радиационный режим наклонных поверхностей [Текст] / Кондратьев К.Я., Пивоварова З.И.// – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 215 с.
9. **Пенджиёв А.М.** Агротехника выращивания дынного дерева (*Carica papaya L.*) в условиях защищенного грунта в Туркменистане: автореф. дис. ... док. сельхоз. наук: 06.03.01 / Пенджиёв Ахмет Мырадович. – М., 2000. – 54 с.

10. **Пенджиев А.М.** Научное обоснование использования энергетических технологий на основе возобновляемых источников энергии в Туркменистане: автореф. дис. ... док. тех. наук: 06.03.01 / Пенджиев Ахмет Мырадович. – М., 2022. – 34 с.
11. **Арбузов Ю.Д.** Разработка фотоэлектрических модулей с параболическими концентраторами и кремнёвыми фотопреобразователями. [Текст] / Арбузов Ю.Д., Евдокимов В.М., Левинская А.Л.// – Т.: Гелиотехника. – 1996. – №4. – С. 3-10.
12. **Городничев Р.М.** Методы экологических исследований. Основы статистической обработки данных: учебно-методическое пособие [Текст] / Городничев Р.М., Пестрякова Л.А., Ушницкая Л.А., Левина С.Н., Давыдова П.В.// – Якутск: Издательский дом СВФУ, 2019. – 94 с.
13. **Пенджиев А.М.** Перспективы альтернативной энергетики и ее экологический потенциал в Туркменистане [Текст] / Пенджиев А.М.// -Саров: Альтернативная энергетика и экология. – 2009. – № 9 (77). – С. 131-139.
14. **Пенджиев А.М.** Основы ГИС в развитии возобновляемой энергетики [Текст] / Пенджиев А.М.// Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. - 308 с. ISBN 978-620-2-01229-4.
15. **Научно-прикладной справочник** по климату СССР. Серия 3, ч. 1-16. – Л.: Гидрометиздат, 1989. – 502 с.
16. **Справочник** по климату СССР, вып. 30, Туркменская ССР, ч.1. Солнечная радиация и радиационный баланс за отдельные годы. – Ташкент: 1974. – 98 с.
17. **Использование** солнечной энергии. Под общ. ред. Л.Е. Рыбаковой. – Ашхабад: БЛЫМ, 1985. – 280 с.
18. **Penjiyev A.M.** Thermal Regim in Combined Cultivation Constructions [Tekst] / A.M. Penjiyev // Applied Solar Energy. – 2018. – Vol. 54. – No. 3. – Pp. 200-208.
19. **Strebkov D.S.** Solar power plants with parabolic trough concentrators in the desert area of Karakum [Tekst] / Strebkov D.S., Penjiyev A.M.// Applied solar energy. - 2019. - Vol. 55. – No. 3. – Pp. 195-206.
20. <https://habr.com/ru/company/nag/blog/371067/> дата посещения 25.03.2023.
21. <https://internet.gde-luchshe.ru/help/tehnologiya-gpon-chto-eto-i-kak-podklyuchitsya/> дата посещения 25.03.2023

A.M. PENJIYEV, P.O. ORAZOV

SUNNY CITY - ARCADAG

Ahmed Muradovich Penjiev, doctor of technical sciences, doctor of agricultural sciences, associate professor of the Turkmen state institute of architecture and construction, Turkmenistan, Ashgabat

Parakhat Orazmukhammadovich Obrazov, candidate of technical sciences, rector of the Turkmen state institute of architecture and construction, Turkmenistan, Ashgabat

The article obtained systematized, scientifically substantiated gross, technical, economic and environmental energy resource potentials from the introduction and use of solar energy technologies. The technical, economic, environmental priorities of power plants were assessed in terms of energy efficiency, fuel economy, environmental impact per square meter from conversion into heat and electricity in the city of Arkadag. Empirical formulas have been obtained for the introduction of solar energy technological facilities and the preparation of design estimates.

Keywords. Solar energy, resource potential, green technology, energy efficiency, Arkadag city, Turkmenistan

Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства

УДК 66:628.5

В.С. ЕЖОВ, Н.Е. СЕМИЧЕВА, В.Е. ПАХОМОВ, А.А. ЛИСУНОВ

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИСТОЧНИКОВ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Ежов Владимир Сергеевич, д-р техн. наук, профессор кафедры теплогазоснабжения ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Россия, г. Курск

Семичева Наталья Евгеньевна, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой теплогазоснабжения ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Россия, г. Курск

Пахомов Владислав Евгеньевич, бакалавр, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Россия, г. Курск

Лисунов Александр Алексеевич, магистр, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Россия, г. Курск

В настоящее время актуальной задачей является повышение экологичности процессов выработки тепловой энергии, особенно в условиях городской среды. В статье рассмотрены вопросы охраны окружающей среды. Предложена инновационная конструкция насадки для дымовой трубы, в которой реализуется процесс очистки дымовых газов от оксидов азота, оксидов серы и оксидов углерода в адсорбционном патрубке насадки для дымовой трубы. В качестве адсорбента авторами предлагается использовать эффективный, дешевый и доступный адсорбент - гранулы шлаковой пемзы (гранулированный доменный шлак).

Ключевые слова: теплоэнергетические предприятия, экология, атмосфера, дымовые газы, очистка, утилизация теплоты, оксиды азота, оксиды углерода, оксиды серы, адсорбент, гранулированный доменный шлак, эффективность, городская среда.

В настоящее время наблюдается развитие процесса урбанизации, приводящего к сосредоточению все большей массы населения планеты в городах. Здоровая городская среда формирует условия жизнедеятельности людей с позиций обеспечения комфортных условий и гармоничного социально-экономического развития города. Однако, процесс урбанизации оказывает негативное воздействие на экологию, нарушает экологическое равновесие за счет загрязнения почвы, воздушного и водного бассейнов, изменения природных ландшафтов, отчуждения земель, например под свалки [1, 2].

Развитие коммунально-бытового и промышленного секторов в городах приводит к увеличению потребления энергоресурсов (природного газа, мазута и др.) для производства тепловой энергии, необходимой для бытового теплоснабжения и обеспечения производственных процессов, что обуславливает возрастание числа источников производства тепловой энергии.

Процесс выработки тепловой энергии при сжигании энергоресурсов сопровождается образованием дымовых газов, содержащих вредные компоненты (оксиды азота, оксиды серы, оксиды углерода). На источниках производства тепловой энергии не предусматривается очистка дымовых газов от вредных компонентов (оксидов азота, оксидов серы, оксидов углерода), а условие не превышения предельно-допустимых концентраций

загрязняющих веществ дымовых газов в атмосфере реализуется за счет рассеивания их при выбросе из дымовых труб [3].

Повышение экологичности источников производства тепловой энергии (котельных установок и промышленных печей) возможно достичь путем очистки дымовых газов от оксидов азота, оксидов серы и оксидов углерода в адсорбционной патрубке насадки для дымовой трубы (рис. 1), которая устанавливается на выходе дымовых труб [3, 4, 5]. В качестве адсорбента авторами предлагается использовать гранулы шлаковой пемзы (гранулированный доменный шлак) диаметром от 5 до 10 мм. Размеры насадки и суммарный объем гранул шлаковой пемзы, определяются в зависимости от мощности теплогенератора, расхода и вида топлива, а также требуемой степени очистки дымовых газов.

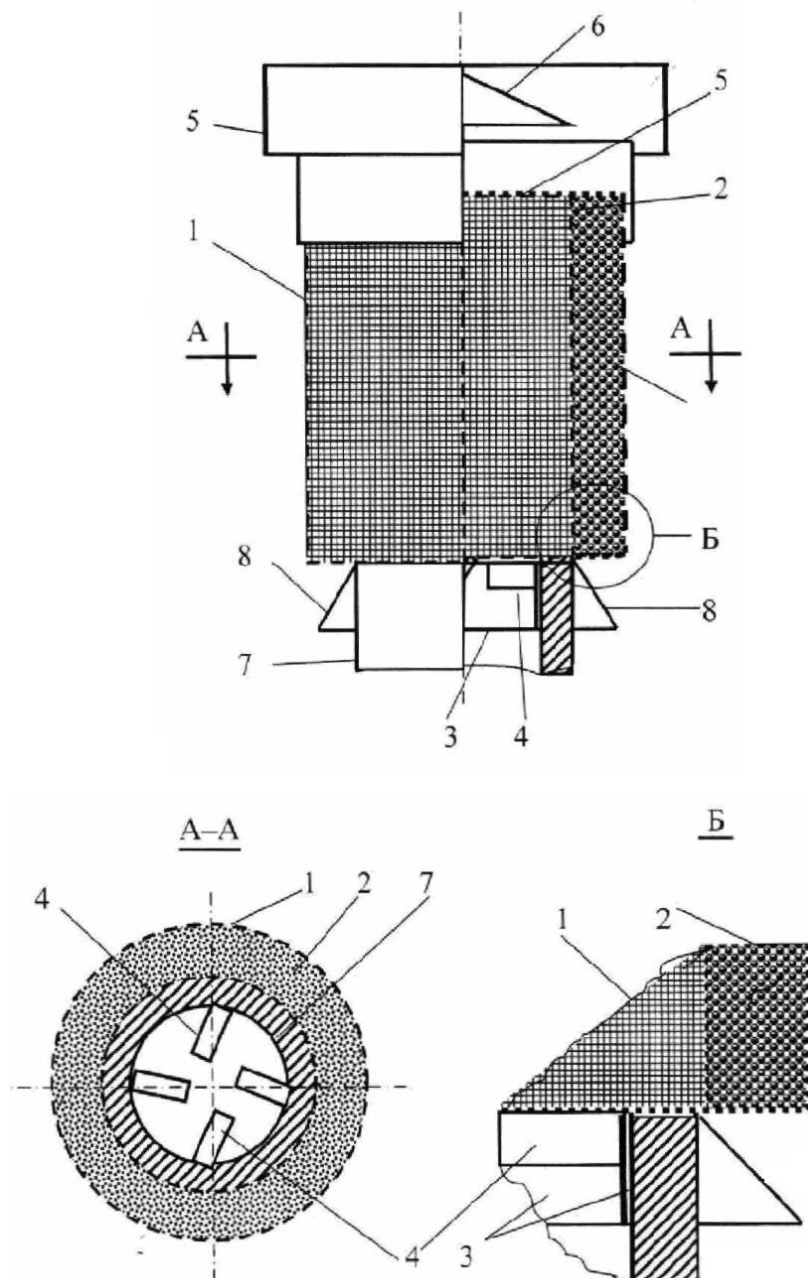


Рис. 1. Насадка для дымовой трубы: 1 – вертикальный цилиндрический тороидальный перфорированный патрубок; 2 – гранулы пемзы; 3 – внутреннее вертикальное установочное

кольцо; 4 – направляющие лопасти; 5 – дефлектор; 6 – коническая крышка; 7 – устье дымовой трубы; 8 – наружный кольцевой наклонный козырек.

Процесс очистки дымовых газов от вредных компонентов в насадке для дымовой трубы осуществляется поэтапно.

При входе дымовых газов в насадку они закручиваются при контакте с направляющими лопатками 4 и далее, закрученный газовый поток поступает через отверстия в стенках в перфорированный тороидальный патрубок 1, заполненный гранулами шлаковой пемзы.

При прохождении закрученного газового потока через тороидальный патрубок, дымовые газы многократно контактируют с поверхностью гранул пемзы и проникают вовнутрь гранул. Затем, адсорбированные из дымовых газов оксиды азота и серы в порах гранул пемзы, обладая повышенной реакционной способностью [6], окисляются кислородом с образованием легкорастворимых в воде NO_2 и SO_3 .

На следующем этапе NO_2 и SO_3 , взаимодействуют с частицами воды, образующейся в порах гранул пемзы с образованием соответствующих кислот HNO_3 и H_2SO_4 . При этом вода образуется в порах гранул шлаковой пемзы в результате капиллярной конденсации паров воды, находящихся в дымовых газах. Далее очищенные дымовые газы поступаю в дефлектор 5 [7] и затем выбрасываются в атмосферу.

Предлагаемая конструкция насадки для дымовой трубы отличается простотой конструкции и доступным способом регенерации гранул шлаковой пемзы. Процесс регенерации заключается в промывке гранул шлаковой пемзы водой атмосферных осадков. Дождевая вода или талая вода из снега поступает в полость патрубка 1 с наклонной поверхности конической крышки 6 дефлектора 5. Проходя сверху–вниз через полость патрубка 1, она омывает гранулы пемзы и поглощает адсорбированные вредные компоненты на поверхности и в порах гранул. После этого, насыщенная вредными компонентами, стекает в ливневую канализацию, смешиваясь с остальными стоками.

Работоспособность предлагаемой авторами насадки для дымовой трубы при очистке дымовых газов от вредных компонентов подтверждается результатами исследований, проведенных на экспериментальной установке, включающей котел КС-ТГ-10-1, фильтрующую насадку с гранулами пемзы (гранулированным доменным шлаком), дымоход, отводящий очищенные дымовые газы в атмосферу [8, 9]. Для отбора проб дымовых газов использовался, прошедший поверку, газоанализатор SIGMA MRU.

Результаты эксперимента показали (рис. 2), что насадка с гранулами пемзы (гранулированным доменным шлаком) обеспечивает: уменьшение выброса оксида углерода на 23%; снижение монооксида углерода на 14-17%; уменьшение выброса оксида азота на 48-52%.

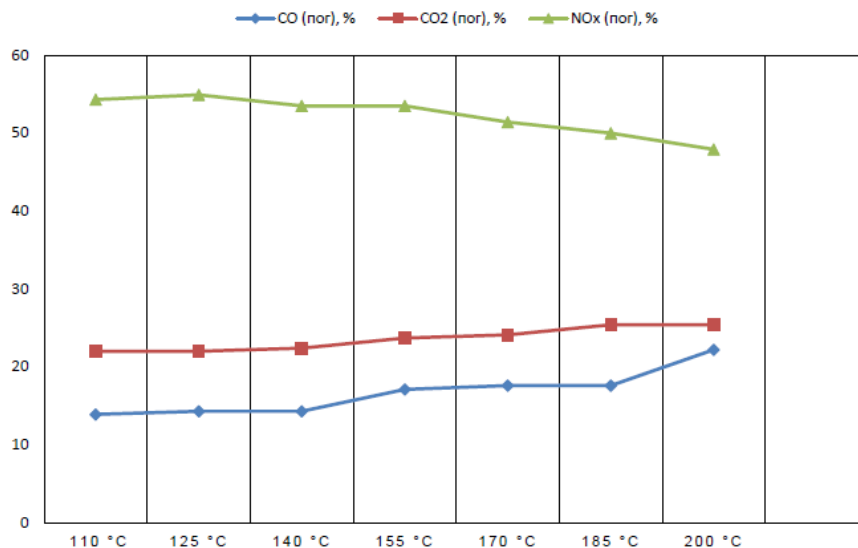


Рис. 2. Поглощение доменным шлаком CO, CO₂, NO_x в %

Исходя из результатов эксперимента видно, что использование гранул пемзы (гранулированного доменного шлака) в качестве адсорбента показало хорошие результаты в ходе эксперимента, заключающиеся в снижении выбросов вредных веществ, понижении температуры отходящих дымовых газов, повышении экологического класса теплогенератора и его КПД [10].

Выводы

1. Для повышения экологической безопасности источников производства тепловой энергии в условиях городской среды путем очистки дымовых газов от вредных компонентов (оксидов азота, оксидов серы, оксидов углерода) предложена конструкция насадки для дымовой трубы с патрубком, заполненным эффективным, дешевым и доступным адсорбентом – гранулами пемзы (гранулированным доменным шлаком).

2. Предложенная инновационная конструкция насадки для дымовой трубы позволяет без применения дорогих и опасных химических реагентов очистить сбросные дымовые газы от источников производства тепловой энергии и утилизировать уловленные вредные компоненты.

Библиографический список

1. Семенова Н. В. Промышленная экология.: М., Изд. центр «Академия», 2009. 528 с.
2. Гарицкая М.Ю. Экологические особенности городской среды: учебное пособие/ М.Ю. Гарицкая, А.И. Байтелова, О.В. Чекмарева; Оренбургский гос. ун-т. Оренбург: ОГУ, 2012.- 216 с.
3. Ezhov V.S. Use of granulated blast-furnace slags for purification of gaseous combustion products and air from hazardous components / Ezhov V.S., Semicheva N.E., Bredikhina N.V., Semerinov V.G., Ezhova T.V. // Chemical and Petroleum Engineering. 2019. Т. 55. № 5-6. С. 514-521.
4. Ежов В.С. Экологичная насадка для дымовой трубы / Ежов В.С., Семичева Н.Е., Михайлов А.Н., Мамаева К.В. // Патент России 2717060. 2020. Бюл. № 8.
5. Ежов В.С. Санитарная насадка для дымовой трубы / Ежов В.С., Семичева Н.Е., Никитин М.И., Писов Е. // Патент России №2759629. 2021. Бюл. №32.

6. **Неницеску К.** Общая химия. – М.: Мир, 1968, 298 с.
7. **В. Н. Богословский и др.** Отопление и вентиляция, Ч. II. – М.; Стройиздат, 1978, с. 309.
8. **Михайлов А.Н.** Целесообразность использования гранулированного доменного шлака в качестве адсорбента установки очистки дымовых газов теплогенератора системы автономного теплоснабжения / Михайлов А.Н., Ежов В.С., Семичева Н.Е. // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2020. № 3 (1027). С. 59-61.
9. **Михайлов А.Н.** Применение гранулированного доменного шлака в качестве адсорбента при очистке дымовых газов / Михайлов А.Н., Ежов В.С., Сайков И.Г. // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2022. № 7 (1055). С. 52-54.
10. **Барыкина М.Н.** Снижение негативного воздействия объектов теплоэнергетики и автотранспорта на загрязнение уличного воздуха в городских условиях / Барыкина М.Н., Семичева Н.Е., Сторублев М.Л. // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2021. № 3-4 (45-46). С. 102-107.

V.S. EZHOV, N.E. SEMICHEVA, V.E. PAKHOMOV, A.A. LISUNOV

IMPROVING THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF HEAT ENERGY PRODUCTION SOURCES IN AN URBAN ENVIRONMENT

Yezhov Vladimir Sergeevich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Heat and Gas Supply, Southwest State University, Kursk, Russia

Semicheva Natalia Evgenievna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Heat and Gas Supply of the Southwestern State University, Kursk, Russia

Pakhomov Vladislav Evgenievich, Bachelor, Southwest State University, Kursk, Russia

Lisunov Alexander Alekseevich, Master, Southwest State University, Kursk, Russia

Currently, an urgent task is to increase the environmental friendliness of thermal energy generation processes, especially in an urban environment. The article discusses the issues of environmental protection. An innovative design of the chimney nozzle is proposed, which implements the process of cleaning flue gases from nitrogen oxides, sulfur oxides and carbon oxides in the adsorption nozzle of the chimney nozzle. As an adsorbent, the authors propose to use an effective, cheap and affordable adsorbent - pellets of slag pumice (granular blast furnace slag).

Keywords: thermal power plants, atmosphere, purification, utilization, flue gases, nitrogen oxides, carbon oxides, sulfur oxides, harmful components, ecology, adsorbent, granular blast furnace slag, efficiency, urban environment.

Системный анализ, управление и обработка информации (в строительстве и архитектуре)

УДК 711.13-112

Я.А. ЗОЛОТУХИНА, О.А. СОТНИКОВА, С.Л. ПОДВАЛЬНЫЙ, Ю.О. ПАЩЕНКО

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-СИСТЕМ В КАЧЕСТВЕ ИНСТРУМЕНТА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО РАЗМЕЩЕНИЮ ОБЪЕКТОВ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА

Золотухина Яна Алексеевна, ст. преподаватель кафедры проектирования зданий и сооружений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

Сотникова Ольга Анатольевна, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой проектирования зданий и сооружений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

Подвальный Семен Леонидович, д-р техн. наук, профессор кафедры автоматизированных и вычислительных систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

Пащенко Юлия Олеговна, аспирант, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

В данной статье рассмотрен метод решений одной из сложных и трудноформализуемых многокритериальных задач при размещении объектов в городской среде - обоснование принятия решений. Целесообразным является использование научных методов системного анализа и теории принятия решений. Благодаря большому объему открытой и доступной информации для анализа и активному развитию геоинформационных систем стало возможным использовать эти данные для решения различных градостроительных задач в части обоснования размещения объектов любого назначения (от жилых до промышленных) и организации информационной поддержки процесса.

Ключевые слова: объекты градостроительства, системный анализ, обоснование принятия решений, ГИС-системы, обработка информации

Введение

В современных социально-экономических условиях необходимость управления земельными ресурсами требует широкого применения принципов формирования и организации научно-исследовательских и проектных работ, а также создания единого информационного поля в отрасли землеустройства.

Использование в научных исследованиях системного подхода и связанных с ним методов в научных исследованиях, развитие математической картографии, компьютерной техники и вычислительных технологий - все это определяет развитие современного землеустройства и градостроительства.

Применение ГИС-технологий в сфере градостроительства способствует автоматизации множества задач, от самых простых (таких как, вычисления расстояния и площадей) до более сложных (построение сложной геосистемы), которая необходима для управления городскими территориями и прогнозирования дальнейшего состояния с целью изменения ситуации в позитивном ключе.

Задачи в области геоинформации не ограничиваются только картографическими исследованиями, но выходят далеко за ее рамки. Тем самым она становится основой для интеграции различных областей знаний для изучения более сложных систем. А симбиоз приобретенных знаний, информации и данных об объектах должен быть преобразован в высококачественный картографический материал [1,2].

Можно выделить несколько видов отраслевого применения ГИС технологий в области градостроительства:

- административно-территориальное управление, которое включает себя не только городское планирование, размещение объектов, но и ведение коммуникаций в сфере кадастра, прогнозирование чрезвычайных ситуаций, экологический мониторинг и т.д.;
- управление и контроль сферой инженерных коммуникаций – оценка потребности в точках подключения сетей, проектирование инженерных сетей и т.д.;
- транспортная сфера, ее управление и дальнейшее перспективное развитие, оптимизация дорожно-транспортной сети.

На данный момент ярко выражена проблема отсутствия учета объектов, которые могут служить первым этапом к созданию единой имитационной модели процессов, протекающих на конкретной территории. Подобная единая информационная модель позволит анализировать, концентрировать и уточнять информацию о городских объектах, энергетических, экологических и иных необходимых ресурсах, в дальнейшем используя сведения для управления территориями.

Сравнение характеристик ГИС систем для работы над градостроительными объектами

Для выбора наиболее оптимального варианта для работы с городскими территориями, был проведен сравнительный анализ геоинформационных систем. При этом к рассмотрению были приняты три вида программного обеспечения: ArcGIS, MapInfo и InGEO, которые наиболее распространены в использовании при работе с градостроительными объектами и ГИС системами.

Наиболее подходящей по функциональному наполнению, возможностям системы и простоте использования для выбранных целей оказалась программа ArcGIS (см. таблицу).

Таблица

Сравнительный анализ геоинформационных систем

Критерий	ArcGIS	MapInfo	ИнГЕО
Простота создания пользовательской системы координат	-	+	-
Возможность проецировать данные	+	+	+
Функция преобразования обозначения координат полей	+	+	+
Определение проекции	+	-	-
Возможность создания пользовательского географического преобразования	+	-	+
Страна - разработчик	США	США	Россия

Программа устанавливается как модуль для AutoCAD. Она позволяет специалистам AutoCAD работать с веб-сервисами ArcGIS, опубликованными с помощью ArcGIS for Server. Кроме доступа к сервисам ArcGIS, этот модуль также предоставляет инструменты для

подготовки собственной геометрии AutoCAD, как классов пространственных объектов, которые распознаются ArcGIS.

Структура метода зонирования при интеллектуальной поддержке принятия решений

Для решения задач зонирования в геоинформационных системах можно найти большое количество базовых методов пространственного анализа, которые, кроме того, должны быть встроены в DSS в виде сложных процедур, сконфигурированных определенным образом для решения конкретных прикладных задач с использованием определенного набора данных [3].

Описание таких методов можно найти в программе ArcGIS, которая прекрасно реализует алгоритмы, подходящие для моделирования зон застройки, эти основные методы зонирования включают:

- разделение - зонирование с использованием векторных моделей географических объектов путем объединения по атрибуту;
- создание полигонов Тиссена – зонирование путем создания полигонов Тиссена;
- плотность точек - зонирование с использованием растровых моделей географических объектов на основе анализа плотности точек.

Факторами, влияющими на размещение градостроительных объектов при принятии решений методом зонирования, являются:

- натуральный фактор, учитывающий особенности природно-климатических характеристик региона, рельеф, гидрографию, растительность, средовые факторы территории;
- социально-демографический фактор, учитывающий половозрастную, семейную, социальную структуры населения, подвижность населения, величину и состав трудовых ресурсов, этнические особенности (если таковые имеются на выбранной территории);
- экономико-географический фактор, который определяется основной градообразующей функцией любого индустриального города, системой внешних коммуникаций с другими регионами, административным статусом, профилем производства;
- городское планирование, целью которого является упорядочивание пространства жизни и деятельности людей, пространства города, для более комфортного и логичного обмена продуктами человеческой деятельности.

На основе метода построения модели зонирования определена общая схема поддержки принятия решений, представленная на рис.1.

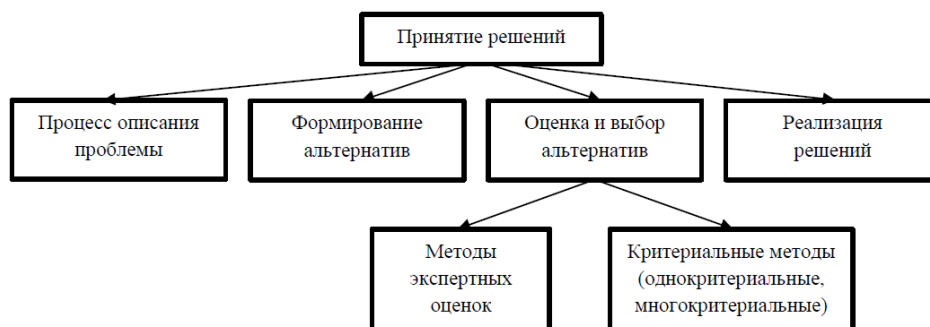


Рис. 1 –Процесс принятия решения (общая схема)

Общая схема поддержки принятия решений на основе моделей зонирования показана на рис.2.

Для автоматической оценки различных вариантов и способов подключения потребителей к расположенным на карте электрическим подстанциям, ЛЭП метод зонирования использует в своей основе инструменты пространственного анализа ГИС, учитывая заявленную техническими условиями мощность и значения ее резервов. [4,5].

Примером применения на практике метода зонирования может служить карта подключения объектов к электрическим сетям города Воронежа. В данном примере мы рассмотрим возможность использования этих электрических подстанций напряжением 6-10 кВт с оценкой альтернатив подключения к ним. Этот способ позволяет рассмотреть варианты подключения как по воздушным линиям электропередачи, так и подземным путем прокладки кабелей [6-8].

На рис.3 показан фрагмент карты, на нем зелеными точками обозначены электрические подстанции, к которым возможно произвести подключение. Красными линиями обозначены границы участков и сами объекты капитального строительства. Эти объекты учитываются в расчетах при прогнозировании протяженности трасс кабельных линий электропередачи.



Рис. 2 – Общая схема поддержки принятия решений на основе моделей зонирования



Рис. 3 –Карта электрических подстанций и земельных участков

В зависимости от типа задачи будет использован определенный алгоритм. Например, поскольку задача прокладки кабельных трасс является неформальной задачей, следовательно, она не может быть решена автоматически (в детерминированной постановке), но для предварительной оценки объема работ можно использовать алгоритм построения

кратчайших маршрутов. Для этого на растровой модели с учетом непреодолимых препятствий строятся маршруты, тем самым прогнозный процесс осуществляется с учетом существующих зданий и сооружений.

Объекты представлены в виде набора ячеек, которые накладываются векторным слоем на сетку растра. На рис. 4 желтым цветом обозначены объекты с непреодолимыми препятствиями вокруг них (желтые и красные ячейки), а зеленым цветом выделена кабельная трасса.

Данный метод показывает, что использование геоинформационных систем оправдывает его применение с практической точки зрения и подтверждает вариант реализации для дальнейшего использования при оценке и принятии решений о размещении объектов в городской инфраструктуре [9,10].

Выводы

В настоящее время ГИС представляет собой функциональную и доступную информационную систему планирования, которая повышает удобство использования и функциональность программного обеспечения. ГИС находит свое применение в городском планировании в качестве инструмента анализа и моделирования. Вывести сферу градостроительства и управления территориями на новый более высокий и конкурентоспособный уровень сможет только комплексный подход в развитии ГИС в России.

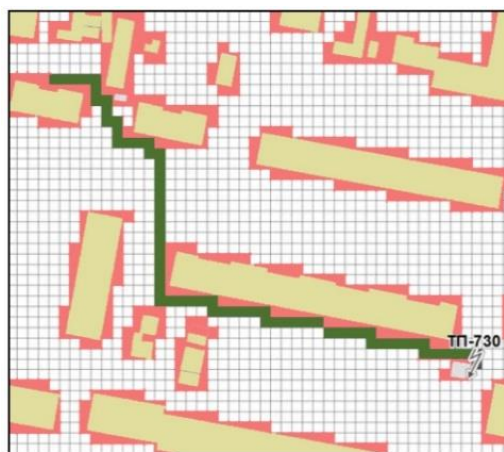


Рис. 4 – Пример алгоритма трассировки растра

Тенденции роста и экспансии городов могут быть проанализированы с помощью ГИС-технологий и применены для изучения пригодности городских пространств для развития городского. Чтобы определить районы, подходящие для роста городов, необходимо принять во внимание ряд факторов (натуральный, социально-демографический, экономико-географические факторы).

Универсальность данной модели позволит в дальнейшем анализировать различные сети, возможность их подключения, учитывать ограничения, связанные с объектами охраны территории и многие другие критерии и ограничения, что, в свою очередь, обеспечит информационную поддержку для принятия решений по развитию инфраструктуры города в целом. Благодаря модели появится возможность определения городской территории, имеющей, например, сложности с подключением к центральным городским коммуникациям.

В выбранной территории может отсутствовать какой-либо ключевой энергоресурс, но данный объект может иметь ряд других особенностей и достоинств, которые в совокупности позволят принять обоснованное решение при размещении объектов.

Таким образом, рассмотренная в данной статье методика зонирования является элементом технологии пространственного анализа территории и различных систем, расположенных на этих территориях. В ходе процедуры анализа на основе модели используется только информация, имеющаяся в открытом доступе в градостроительной документации, что определяет доступность ее использования различными структурными подразделениями администрации города, а также лицами, участвующими в разработке градостроительной документации.

Библиографический список

1. **Косяков С.В.,** Абдулов Д.Ф., Дербенева Е.А. и др. Комплексная автоматизация процессов управления землей и имуществом муниципального образования на основе корпоративного Интернет-портала // Вестник ИГЭУ. – 2010. – Вып. 3. – С. 85–90.
2. **Ратманова И.Д.,** Коровкин С.Д., Железняк Н.В. Информационная модель топливно-энергетического комплекса как основа анализа энергетической безопасности региона // Информационные технологии. – 2009. – №9 – С. 9–15.
3. **Косяков С.В.,** Гадалов А.Б., Фомина О.В. Метод построения моделей территориального агрегирования сетей для анализа пространственной структуры систем энергоснабжения городов // Вестник ИГЭУ. – 2005. – Вып. 4. – С. 118–122.
4. **Яроцкая Е.В.,** Патов А.М. Применение геоинформационных систем в землеустройстве и кадастре для управления земельными ресурсами на муниципальном уровне в Карачаево-Черкесской Республике // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2017. – №4 – С. 660-670.
5. **Франгулова Е. В.** Разработка муниципальной интегрированной системы управления земельно-имущественным комплексом // Вестник АГТУ. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2011. – №1 –С. 166-171.
6. **Дорофеев С. Ю.,** Зайцева М. А. Визуально-интерактивная технология интеграции САПР и ГИС // Известия ТПУ. – 2010. – №5. –С.93-97.
7. **Gitis V. G.,** Weinstock A. P., Shogin A. N. Distributed network analytical GIS // RJES. 2008. – №2. –P. 1-6.
8. **Budthimedhee K.,** Li J., George R. V. EPlanning: A Snapshot of the Literature on Using the World Wide Web in Urban Planning // . – 2002. – Vol. 17, No. 2. – P. 227-246. – DOI 10.1177/088541202762475964. – EDN JNWUQJ.
9. **Parker D. C.,** Manson S. M., Janssen M. A. Multi-Agent Systems for the Simulation of Land-Use and Land-Cover Change: A Review // . – 2003. – Vol. 93, No. 2. – P. 314-337. – DOI 10.1111/1467-8306.9302004. – EDN EIFPMF.
10. **Cardone B.,** Martino F. Di. GIS-based hierarchical fuzzy multicriteria decision-making method for urban planning // . – 2020. – No. б/н. – DOI 10.1007/s12652-020-02043-6. – EDN GROELW.

Y.A. ZOLOTUKHINA, O.A. SOTNIKOVA, S.L. PODVALNY, YU.O. PASHCHENKO

THE USE OF GIS SYSTEMS AS A DECISION-MAKING TOOL FOR THE PLACEMENT OF URBAN DEVELOPMENT OBJECTS

Zolotukhina Yana Alekseevna, Senior Lecturer of the Department of Design of Buildings and Structures of the Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

Sotnikova Olga Anatolyevna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Design of Buildings and Structures of the Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

Semyon Leonidovich Podvalny, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Automated and Computing Systems, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

Pashchenko Yulia Olegovna, Postgraduate student, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

This article discusses the method of solving one of the complex and difficult-to-formalize multi-criteria tasks when placing objects in an urban environment - the rationale for decision-making. It is advisable to use scientific methods of system analysis and decision theory. Due to the large amount of open and accessible information for analysis and the active development of geoinformation systems, it has become possible to use this data to solve various urban planning tasks in terms of justifying the placement of objects of any purpose (from residential to industrial) and organizing information support for the process.

Keywords: objects of urban planning, system analysis, justification of decision-making, GIS systems, information processing

Информационный раздел

Правила оформления статей в журнале «Инженерные системы и сооружения»

Уважаемые авторы, пожалуйста, следуйте правилам оформления статей для опубликования в журнале.

Создавайте заголовки и подзаголовки, текст статьи, таблицы, подписи и библиографический список, используя соответствующие стили.

УДК (Указать номер УДК шрифтом 12 пунктов Times New Roman, без отступа)

И.И. ИВАНОВ, В.Ю. ПЕТРОВ

РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОНДЕНСАЦИОННЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ УСТРОЙСТВ ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТАНОВОК

(12 шрифт Times New Roman, полужирный, заглавными, по центру, без переноса)

Иванов Иван Иванович, д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

Владимир Юрьевич Петров, аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

(10 шрифт Times New Roman, курсив. Ученая степень, ученое звание, место работы, страна, город)

Рассматриваются положения методики расчета технико-экономического обоснования предложенных схем теплогенерирующих установок, оборудованных двухступенчатыми конденсационными теплообменниками, использующими теплоту конденсации водяных паров дымовых газов при температуре выше точки росы

(10 шрифт Times New Roman, красная строка 3см, поля по 2см., по ширине объемом не более 8 строк)

После аннотации указываются ключевые слова на русском (шрифт 10 пт, по ширине).

Ключевые слова: теплогенерирующие установки, двухступенчатый конденсационный теплообменник, теплота конденсации, водяные пары, дымовые газы, точка росы

Статьи представляются в отпечатанном виде и электронном (на диске или флэш-карте). Бумажный вариант должен быть подписан автором (авторами). Объем статей – от 5 до 10 **полных** страниц формата А4. Поля слева и справа по 2 см, снизу и сверху - по 2,5 см. Не допускается для оформления статьи использовать Office Open. Для основного текста используйте только шрифт Times New Roman высотой 12 пунктов с одинарным интервалом. Не используйте какой-либо другой шрифт. Для обеспечения однородности стиля не используйте курсив, а также не подчеркивайте текст. Отступ первой строки абзаца – 1,25 см.

В нижнем колонтитуле первой страницы с выравниванием по левому краю должен быть приведен авторский знак © с указанием фамилий и инициалов всех авторов и года публикации. Пример:

© Иванов И.И., Петров В.Ю., 2013.

Сложные формулы выполняются при помощи встроенного в WinWord редактора формул MS Equation 3.0. Выравнивание по центру колонки без отступа, порядковый номер формулы в круглых скобках размещается строго по правому краю колонки (страницы). Единственная в статье формула не нумеруется. Сверху и снизу формулы не отделяются от текста интервалом.

Для ссылок на формулы в тексте используете следующий стиль: выражение (1) или (1).

Пример:

$$\eta(a) = \eta_{\infty} + (\eta_0 - \eta) e^{-\gamma \frac{a}{g}}, \quad (1)$$

где η_0 и η - начальные и конечные значения коэффициентов вязкости; a - ускорение колебаний грунта; g - ускорение свободного падения.

Иллюстрации выполняются в векторном формате в графическом редакторе Corel Draw 7.0, 8.0 или 9.0 либо в любом из графических приложений MS Office 97, 98 или 2000. Графики, рисунки и фотографии монтируются в тексте после первого упоминания о них в удобном для автора виде. Название иллюстраций (10 пт, обычный) дается под ними по центру после слова Рис. с порядковым номером (10 пт, полужирный). Если рисунок в тексте один, номер не ставится, пишется только Рис., без номера и далее – название рисунка. Точка после подписи названия рисунка не ставится. Между подписью к рисунку и текстом - 1 интервал. Все рисунки и фотографии должны иметь хороший контраст и разрешение не менее 300 dpi. Все графики, рисунки и фотографии можно представлять как в черно-белом, так и в цветном варианте. Избегайте тонких линий в графиках (толщина линий должна быть не менее 0,2 мм).

Рисунки в виде ксерокопий из книг и журналов, а также плохо отсканированные не принимаются.

Размещайте подписи к рисункам непосредственно под рисунками. Оставьте один пробел между подписью к рисунку и нижележащим текстом. Название рисунка дается без переносов. Иллюстрации обязательно должны быть прокомментированы, комментарии приводятся непосредственно под иллюстрациями, после подрисуночных подписей (в приведенном ниже примере комментарии к рис. 1 опущены).

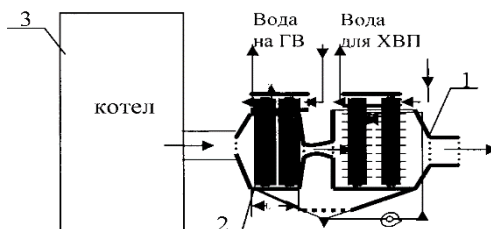


Рис. 1 - Комбинированная схема использования двухступенчатого конденсационного теплообменника

Слово Таблица с порядковым номером размещается по правому краю. На следующей строке приводится название таблицы (выравнивание по центру без отступа) без точки в конце. Содержание таблицы (10 пт), форматирование по левому краю. После таблицы - пробел в 1 интервал. Единственная в статье таблица не нумеруется, над ней только приводится по центру название, без переносов. Ссылка на нее по тексту – слово Таблица (полностью).

Для создания таблиц используйте образец, приведенный ниже. Оставьте один пробел между таблицей и нижележащим текстом.

Текст статьи обязательно должен быть включен раздел **Введение**, отражающий актуальность рассматриваемой в статье тематики. Остальной текст должен быть разделен на тематические блоки (не менее двух), заголовки которых четко и ясно отражают их содержание. Материалы статьи также обязательно должны иметь логическое заключение, выделенное по тексту заголовком **Выводы**, по центру страницы жирным шрифтом (12пт).

После слов Введение и Выводы точка или двоеточие не ставятся. Слова Введение и Выводы с обеих сторон отделяются от текста пробелами в один интервал.

Аннотации должны полностью отражать основное содержание статьи: краткое обоснование актуальности темы и цели написания статьи; задач, поставленных в рамках статьи для решения обозначенной цели, и трактовка основных выводов.

Ссылки на литературные источники в тексте заключаются в квадратные скобки [1].

Библиографический список приводится после текста статьи на русском и английском языках (**транслитерацией**). После слов **Библиографический список** и **References** точка или двоеточие не ставятся. Затем следует пробел в 1 интервал и приводится список источников по порядку их упоминания в тексте. Шрифт 12 пт обычный, выравнивание по ширине страницы, красная строка 1 см. В одной научной статье должно быть не менее четырех и не более 15 ссылок на литературные источники.

Используйте данный стиль для библиографического списка в конце статьи. Несколько статей одного автора должны быть приведены в хронологическом порядке.

Максимальное количество авторов в статье – 4, в т.ч. не более 2-х преподавателей (допускается еще один аспирант/магистрант и один студент).

Таблица 1

Технико-экономическая характеристика применения комбинированной схемы использования двухступенчатого конденсационного теплообменника

Величина	Обозначение	Размерность	Формула	Значение

Библиографический список

1. **Иванов И.И.** Разработка математической модели тепломассообмена в напорных теплоутилизаторах / И.И. Иванов, В.В. Петров, М.М. Васильев // Вестник ВГТУ. - 2005. - Т.1. - №6. - С.79-82.

2. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования: утв. Мин-вом экономики РФ мин-вом финансов РФ, Госкомпромом России, Госстроем России 31.03.94, №7-12\47. - М., 1994. - 80 с.

После библиографического списка, на английском языке указываются авторы, название статьи, ученая степень, ученое звание, место работы, страна, город, а также аннотации и ключевые слова.

I.I. IVANOV, V.YU. PETROV

**PROCEDURE FOR TECHNICAL AND ECONOMIC JUSTIFICATION
OF DIAGRAMS OF HEAT-GENERATING PLANTS
THIS PRESSURIZED UTILIZERS**

Ivanov Ivan Ivanovich, Grand PhD in Engineering, Professor of the Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

Petrov Vladimir Yuryevich, PhD student of the Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

The present paper deals with the first stage of pressurized heatutilizer forming non-stationary heat fields in condensing vapours from the steam-gas media. Integration of the differential equations obtained makes it possible to get heat and structural parameters for calculating pressurized heat-utilizers

Keywords: condensing vapours, installations, two-level, heat of condensation, water pairs, smoke gases, a dew-point

**Состав редакционной коллегии
научного журнала «Инженерные системы и сооружения»**

№ п/п	Ф.И.О.	Ученая степень, ученое звание	Должность
1	Сотникова Ольга Анатольевна	Д-р техн. наук, профессор	Заведующая кафедрой проектирования зданий и сооружений им. Н.В.Троицкого ВГТУ, доктор технических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ. Имеет отраслевые награды.
2	Мищенко Валерий Яковлевич	Д-р техн. наук, профессор	Заведующий кафедрой технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью Воронежского государственного технического университета, директор Академии развития строительного комплекса (при ВГТУ).
3	Бредихин Владимир Викторович	Д-р экон. наук, доцент	Заведующий кафедрой экспертизы и управления недвижимостью, горного дела Юго-Западного государственного университета, почетный работник сферы образования Российской Федерации.
4	Воличенко Ольга Владимировна	Д-р архитектуры, профессор	Заведующая кафедрой «Дизайн и реставрация архитектурного наследия». Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б. Н. Ельцина. Профессор Международной Академии Архитектуры (МААМ), Член Союза Архитекторов КР, Член МООСАО.
5	Воробьева Александра Максимовна	Канд. архитектуры, профессор	Член Союза архитекторов, член единого Совета по ландшафтной архитектуре Союза архитекторов России и Ассоциации ландшафтных архитекторов России, член Комитета по образованию Совета по ландшафтной архитектуре Союза Архитекторов России. Имеет правительственные награды. Заведующая кафедрой градостроительства и проектирования зданий ДГТУ.
6	Данеев Алексей Васильевич	Д-р техн. наук, профессор	Заведующий кафедрой информатики Иркутского государственного университета путей сообщения.
7	Зайцев Олег Николаевич	Д-р техн. наук, профессор	Заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции Академии строительства и архитектуры – структурное подразделение Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского.

8	Кармазин Юрий Иванович	Д-р архитектуры, профессор	Профессор кафедры теории и практики архитектурного проектирования Воронежского государственного технического университета, заслуженный работник высшей школы.
9	Колесников Геннадий Николаевич	Д-р техн. наук, профессор	Профессор кафедры технологии и организации строительства Петрозаводского государственного университета. Автор более 100 научных работ. Имеет более 20 авторских свидетельств на изобретения, патентов на полезные модели, свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.
10	Корсун Владимир Иванович	Д-р техн. наук, профессор	Профессор кафедры железобетонных и каменных конструкций Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета. Автор более 120 публикаций. Советник РААСН.
11	Кущев Леонид Анатольевич	Д-р техн. наук, профессор	Профессор кафедры теплогасоснабжения и вентиляции архитектурно-строительного института Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. Почетный работник высшего профессионального образования РФ.
12	Москалев Павел Валентинович	Д-р физ.-мат. наук, доцент	Профессор кафедры прикладной математики и механики Воронежского государственного технического университета.
13	Пенджиев Ахмед Мырадович	Д-р техн. наук, член- корреспондент и профессор Российской академии естествознания	Туркменский государственный архитектурно-строительный институт, академик Международной академии наук экологии и безопасности, член-корреспондент и профессор Российской академии естествознания. Автор более 400 научных статей, брошюр, книг, монографии, учебно-методических пособий и 9 авторских свидетельств.
14	Грабовый Петр Григорьевич	Д-р экон. наук, профессор	Заведующий кафедрой Организации строительства и управления недвижимостью Московского государственного строительного университета. Почётный работник высшего профессионального образования Российской Федерации. Автор более 200 научных работ. Под научным

			руководством защищено 15 докторских и 21 кандидатская диссертаций.
15	Шеина Светлана Георгиевна	Д-р техн. наук, профессор	Заведующая кафедрой городского строительства и хозяйства Донского государственного технического университета. Является директором НИИ территориального управления и градостроительного планирования, директором Специализированного учебного центра по переподготовке и повышению квалификации ИТР ЖКХ и строительной отрасли. Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации.
16	Головинский Павел Абрамович	Д-р физ.-мат. наук, профессор	Профессор кафедры инноватики и строительной физики имени профессора И.С. Суровцева Воронежского государственного технического университета. Член-корреспондент Российской Академии Естествознания.
17	Барабанов Владимир Федорович	Д-р техн. наук, профессор	Заведующий кафедрой автоматизированных и вычислительных систем Воронежского государственного технического университета. Почётный работник высшего профессионального образования Российской Федерации.
18	Тихомиров Сергей Германович	Д-р техн. наук, профессор	Математик, педагог, профессор кафедры информационных и управляющих систем Воронежского государственного университета инженерных технологий. Опубликовано более 350 научных работ. Заместитель председателя диссертационного совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д. 24.2.287.01 при Воронежском государственном университете инженерных технологий.

По вопросам размещения публикации научных статей просьба обращаться по адресу:
394006 Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, корп. 1, ауд. 1231а; Строительный факультет, кафедра проектирования зданий и сооружений.

или по адресам электронной почты редакции: e-mail: zhurnal-isis@yandex.ru

Главный редактор журнала, д-р техн. наук **Сотникова Ольга Анатольевна**,
тел. +7(473)277-43-39

Выпускающий редактор журнала, канд. техн. наук **Макарова Татьяна Васильевна**,
тел. +7(473)277-43-39

Ответственный секретарь журнала, инженер **Пашенко Юлия Олеговна**,
тел. +7(473)277-43-39

Научное издание

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СООРУЖЕНИЯ

Выпуск № 2 (52), 2023

Дата выхода в свет: 17.05.2023. Формат 60×84/8. Бумага писчая.

Усл. печ. л. 6,6. Уч.-изд. л. 5,2

Тираж 23 экз. Заказ № 97

Цена свободная

ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет"

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

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии издательства ВГТУ

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