

**ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО
ИНФРАСТРУКТУРА
КОММУНИКАЦИИ**

Выпуск № 1 (1) 2015

**ПО ВОПРОСАМ РАЗМЕЩЕНИЯ СТАТЬИ
ОБРАЩАТЬСЯ**

В РЕДАКЦИЮ НАУЧНОГО ЖУРНАЛА

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

394006 Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, ком. 2135а;

тел.: +7(473)2-71-53-21;

e-mail: gik_vgasu@mail.ru.

Ознакомиться с *электронной версией журнала* можно на сайте:

[http:// journal-gik.wmsite.ru](http://journal-gik.wmsite.ru)

Ознакомиться с *полнотекстовой версией журнала* можно на сайте

Российской универсальной научной электронной библиотеки:

<http://www.elibrary.ru>

ISSN 2413-6751

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО ИНФРАСТРУКТУРА КОММУНИКАЦИИ

№ 1 (1)

Ноябрь, 2015

- ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ
- ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ
- АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
- ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ
- ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
- ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ, МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ
- ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
- СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ
- ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ
- ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА
- СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ
- СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ, БАЗ И ХРАНИЛИЩ
- ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ
- ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ (В СТРОИТЕЛЬСТВЕ)

Воронеж

GRADOSTROITELSTVO INFRASTRUKTURA KOMMUNIKATSII

№ 1 (1)

November, 2015

- CITY PLANNING, PLANNING OF VILLAGE SETTLEMENTS
- THEORY AND HISTORY OF ARCHITECTURE, RESTORATION AND RECONSTRUCTION OF HISTORICAL AND ARCHITECTURAL HERITAGE
- ARCHITECTURE OF BUILDINGS AND STRUCTURES. CREATIVE CONCEPTIONS OF ARCHITECTURAL ACTIVITY
- HEAT AND GAS SUPPLY, VENTILATION, AIR CONDITIONING, GAS SUPPLY AND ILLUMINATION
- WATER SUPPLY, SEWERAGE, BUILDING CONSTRUCTION OF WATER RESOURCES PROTECTION
- DESIGNING AND CONSTRUCTION OF ROADS, SUBWAYS, AIRFIELDS, BRIDGES AND TRANSPORT TUNNELS
- TECHNOLOGY AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION
- BUILDING STRUCTURES, BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS
- ENVIRONMENTAL SAFETY OF CONSTRUCTION AND MUNICIPAL SERVICES
- BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS
- CONSTRUCTION AND OPERATION OF OIL AND GAS PIPELINES, DATABASES AND REPOSITORIES
- DESIGNING AND CONSTRUCTION OF ENERGY NETWORKS
- FIRE AND INDUSTRIAL SAFETY (CIVIL ENGINEERING)

Voronezh



ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО ИНФРАСТРУКТУРА КОММУНИКАЦИИ

Научный журнал

Издается с 2015 года

Выходит 4 раза в год

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет». Территория распространения - Российская Федерация.

Статьи рецензируются, подвергаются обработке по программе «Антиплагиат» и регистрируются в **Российском индексе научного цитирования**. Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель: **Колодяжный С. А.**, ректор,
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор: **Мелькумов В. Н.**, д-р техн. наук, проф.,
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

**Заместители
главного редактора:** **Енин А. Е.**, канд. архит, проф.,
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Чуйкин С. В., канд. техн. наук, доц.,
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

**Ответственный
секретарь:** **Тульская С. Г.**, канд. техн. наук, доц.,
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Бондарев Б. А., д-р техн. наук, проф., Липецкий государственный технический университет

Донцов Д. Г., д-р архит., проф., Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Зубков А. Ф., д-р техн. наук, проф., Тамбовский государственный технический университет

Калгин Ю. И., д-р техн. наук, проф., Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Капустин П. В., канд. арх., доц., Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Козлов В. А., д-р физ.-мат. наук, доц., Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Кузнецов С. Н., д-р техн. наук, доц., Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Кушев Л. А., д-р техн. наук, проф., Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Леденев В. И., д-р техн. наук, проф., Тамбовский государственный технический университет

Редактор: *Тульская С. Г.* Дизайн обложки: *Чуйкина А. А.*

Лобода А. В., д-р физ.-мат. наук, доц., Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Мищенко В. Я., д-р техн. наук, проф., Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Подольский Вл. П., д-р техн. наук, проф., Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Птичникова Г. А., д-р архит., проф., Волгоградский филиал НИИТИАГ РААСН

Сафронов В. С., д-р техн. наук, проф., Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Скляр К. А., канд. техн. наук, доц., Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Самодурова Т. В., д-р техн. наук, проф., Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Чесноков Г. А., канд. арх., доц., Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Шапиро Д. М., д-р техн. наук, проф., Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Шубенков М. В., д-р арх., проф., Московский архитектурный институт

Подписано в печать 26.11.2015. Усл. печ. л. 8.02. Формат 60×84/8. Тираж 500 экз. Заказ № 000

АДРЕС РЕДАКЦИИ: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, ком. 2135а;
тел.: (473)2-71-53-21; e-mail: gik_vgasu@mail.ru.

ОТПЕЧАТАНО: издательство учебной литературы и учебно-методических пособий
Воронежского государственного архитектурно-строительного университета
394006 г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84

© Воронежский ГАСУ, 2015



**GRADOSTROITELSTVO
INFRASTRUKTURA
KOMMUNIKATSII**

Periodical scientific edition

Published since 2015

Comes out 4 times per annum

Founder and publisher: Federal State Education Budget Institution of Higher Education «Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering». The territory of distribution - Russian Federation

The articles are reviewed and processed with the program ANTIPLAGIARISM. Articles are abstracted in **Russian Science Index**. This publication cannot be reprinted without the prior permission of the publisher, references at citing are obligatory.

EDITORIAL COUNCIL

The Head: **Kolodyazhny S. A.**, rector,
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief: **Melkumov V. N.**, D. Sc. in Engineering, Prof.,
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

**Dep. of the
Editor-in-Chief:** **Enin A. E.**, PhD in Architecture., Prof.,
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Chujkin S. V., PhD. in Engineering, Assoc. Prof.,
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

**Executive
secretary:** **Tulskaya S. G.**, PhD. in Engineering, Assoc. Prof.,
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

Bondarev B. A., D. Sc. in Engineering, Prof., Lipetsk State Technical University, Russia

Dontsov D. G., PhD in Architecture, Prof., Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering, Russia

Zubkov A. F., D. Sc. in Engineering, Prof., Tambov State Technical University, Russia

Kalgin Y. I., D. Sc. in Engineering, Prof., Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, Russia

Kapustin P. V., PhD in Architecture, Assoc. Prof., Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, Russia

Kozlov V. A., D. Sc. in Physics and Mathematics, Assoc. Prof., Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, Russia

Kuznetsov S. N., D. Sc. in Engineering, Assoc. Prof., Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, Russia

Kushchev L. A., D. Sc. in Engineering, Prof., Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov, Russia

Ledenyev V. I., D. Sc. in Engineering, Prof., Tambov State Technical University, Russia

Loboda A. V., D. Sc. in Physics and Mathematics, Assoc. Prof., Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, Russia

Mishhenko V. Ja., Sc. in Engineering, Prof., Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, Russia

Podolsky V. P., D. Sc. in Engineering, Prof., Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, Russia

Ptichnikova G. A., PhD in Architecture, Prof., Volgograd branch NIITIAG RAASN, Russia

Safonov V. S., D. Sc. in Engineering, Prof., Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, Russia

Sklyarov K. A., PhD. in Engineering, Assoc. Prof., Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, Russia

Samodurov T. V., D. Sc. in Engineering, Prof., Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, Russia

Chesnokov G. A., PhD. Architecture, Assoc. Prof., Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, Russia

Shapiro D. M., D. Sc. in Engineering, Prof., Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, Russia

Shubenkov M. V., D. Sc. Architecture, Prof., Moscow Architectural Institute, Russia

Editor: *Tulskaya S. G.* Cover design: *Chujkina A. A.*

Signed to print 26.11.2015. Conventional printed sheets 8.02. Format 60×84/8. Circulation 500 copies. Order 000

THE ADDRESS of EDITORIAL OFFICE: 84 20-letiya Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russian Federation
Tel. / fax: (473)2-71-53-21; e-mail: gik_vgasu@mail.ru.

Published in Printing Office of Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
84 20-letiya Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russian Federation

© Voronezh State University of Architecture
and Civil Engineering, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ.....	9
<i>Тульская С. Г., Чуйкина А. А.</i>	
Формирование городской территории при градостроительном проектировании.....	9
<i>Акулова И. И.</i>	
Выбор эффективной этажности жилой застройки как социально-экономическая проблема градостроительства.....	21
<i>Ливенцева А. В.</i>	
Оптимизация функционально-пространственной структуры градостроительного каркаса крупного города (на примере системы градостроительных узлов городской среды).....	29
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ.....	35
<i>Кожухов Р. О., Ярцева Ю. А., Старокожев Ю. С., Склизкоухих В. А.</i>	
Комбинированная выработка энергии на котельных установках.....	35
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ, МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ.....	42
<i>Калгин Ю. И., Строкин А. С., Мирончук С. А.</i>	
Повышение устойчивости модифицированного асфальтобетона к накоплению остаточных деформаций в дорожном покрытии.....	42
<i>Козлов А. В.</i>	
Влияние массовых демпферов на аэродинамическую устойчивость мостовых сооружений.....	51 60
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ.....	60
<i>Гришанович А. И.</i>	
Анализ воздействия электромагнитных волн на жилые комплексы.....	60
ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ.....	67
СВЕДЕНИЯ ДЛЯ ДОКТОРАНТОВ, АСПИРАНТОВ И СОИСКАТЕЛЕЙ.....	69

CONTENTS

CITY PLANNING, PLANNING OF VILLAGE SETTLEMENTS.....	9
<i>Tulskaya S. G., Chujkina A. A.</i> The formation of the urban area in urban design.....	9
<i>Akulova I. I.</i> Choosing an effective number of storeys of residential development as a socio-economic problem of urban construction.....	21
<i>Liventseva A. V.</i> Optimization of functional and spatial structure of the urban frame of a large city (on the example of a system of urban nodesurban environment).....	29
HEAT AND GAS SUPPLY, VENTILATION, AIR CONDITIONING, GAS SUPPLY AND ILLUMINATION.....	35
<i>Kozhukhov R. O., Yartsev Y. A., Strokov Y. S., Sliskovich V. A.</i> Combined power generation boilers.....	35
DESIGNING AND CONSTRUCTION OF ROADS, SUBWAYS, AIRFIELDS, BRIDGES AND TRANSPORT TUNNELS.....	42
<i>Kalgin Y. I., Strokin A. S., Mironchuk S. A.</i> Improving the sustainability of modified asphalt to the accumulation of residual deformations in road surfaces.....	42
<i>Kozlov A. V.</i> The influence of mass dampers on aerodynamic stability of bridge structures.....	51 60
DESIGNING AND CONSTRUCTION OF ENERGY NETWORKS.....	
<i>Grishanovich I. A.</i> An analysis of the impact of electromagnetic waves on residential complexes.....	60
RULES OF PREPARATION OF ARTICLES.....	67
INFORMATION FOR D.SC. AND PH.D. CANDIDATES.....	69

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

УДК 711.581-168

ФОРМИРОВАНИЕ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ ПРИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

С. Г. Тульская, А. А. Чуйкина

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Россия, г. Воронеж, тел. 8(473)271-53-21, e-mail: teplosnab_kaf@vgasu.vrn.ru
С. Г. Тульская, к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела
А. А. Чуйкина, аспирант кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела*

Постановка задачи. Эффективное преобразование пространственной системы и сохранение ценных элементов уже сложившейся среды при территориальном планировании связано с выбором наиболее целесообразной концепции формирования городских территорий. Планирование данных территорий представляет собой сложную многоцелевую задачу. Целью данной статьи является предложение решения этой задачи, которое учитывало бы комплекс архитектурно-художественных, функциональных и инфраструктурных факторов развития города.

Результаты и выводы. Проектируемая среда в процессе преобразования новых или формирования существующих территорий должна отвечать современным социокультурным требованиям, а также создать насыщенное общественное пространство, направленное на раскрытие потенциала всех групп населения. Предлагаемые решения способствуют улучшению архитектурно-художественного облика города с учетом требований к организации инженерно-транспортной инфраструктуры.

Ключевые слова: территориальное планирование, градостроительство, реконструкция, исторический центр, планировочная структура, функциональное зонирование, благоустройство территории.

Введение. Современный город является постоянно развивающимся сложным организмом, изменение которого служит основой для принятия решений при планировании новых и реконструкции существующих микрорайонов. В настоящее время существует множество подходов и концепций реализации тех или иных проектных решений при планировании и реконструкции городских территорий. Каждый из этих подходов должен базироваться на социально и экономически обоснованных целях и включать основные этапы, к которым относятся формализация поступающей информации, ее структура и выделение объекта проектирования [1, 2, 3, 4]. При планировании не застроенной территории руководствуются, как правило, экономическими, функциональными и социальными факторами, увязываемыми с существующими градостроительными нормативами. По-другому обстоит дело с реконструируемой территорией, на которой уже существует исторически сформировавшаяся застройка. Особое значение при этом приобретает выбор оптимального пути развития историко-градостроительных систем, в ходе которого сочетались бы собственные внутренние потребности и возможности историко-культурных элементов с интересами всей системы [5, 6].

В связи с этим очевидно, что при территориальном планировании не застроенной и застроенной территорий необходимо учитывать различные подходы [7, 8, 9, 10, 11, 12], что и

будет рассматриваться в данной статье на примере намывной территории при акватории воронежского водохранилища и исторического центра поселка Кантемировка Воронежской обл. (рис. 1).



Рис. 1. Рассматриваемый план строительства: а - намывная территория у Воронежского водохранилища; б - исторический центр поселка Кантемировка Воронежской области

1. Территориальное планирование городской застройки на свободной территории.

Зачастую, существующих естественных полезных земельных площадей недостаточно, в результате чего прибегают к искусственному формированию территории застройки. Так, например, при наличии в городской черте больших искусственных или естественных водоемов могут прибегать к намыванию дополнительной территории с помощью специальных земснарядов [12]. Планирование данных территорий представляет собой сложную многоцелевую задачу, решение которой следует начинать с проведения градостроительного анализа предполагаемого района строительства.

Рассматриваемый район строительства ограничен с восточной и южной стороны - жилой застройкой, с западной - акваторией водохранилища, с северной - промышленными и инфраструктурными объектами. Высотность жилой застройки составляет порядка 5-17 этажей, кроме того вдоль береговой линии планируется возведение нового микрорайона состоящего в основном из 10 этажных крупно-панельных домов. Ядром данной городской застройки станет общественная зона, состоящая из парковой зоны, зоны рекреации, торгово-развлекательного центра и парка аттракционов [12]. Фотоанализ рассматриваемой территории представлен на рисунке 2.

Основной целью проекта строительства рассматриваемой территории является создание архитектурной среды, отвечающей социальным, культурным и функциональным требованиям современного города, а так же организация насыщенного общественного пространства рассматриваемого микрорайона [12].

Схема функционального зонирования территории застройки включает в себя следующие части: развлекательная зона (включает открытую сценическую площадку, фонтаны, ландшафтный парк, велодорожки, Wi-Fi беседки, тихая зона, развлекательный комплекс, парк аттракционов, пляж); торговая зона; зона для проведения активных видов спорта [12].

В связи со сложностью взаимной увязки существующих и проектируемых объектов, а так же значительной площадью застройки и приакваториальном расположении на искусственно созданном грунте, концепция развития намывной территории основывается на методе архитектурной бионики по системе создания высотных отметок построения берегового силуэта и по правилам «Золотого сечения», «золотой спирали», системы соразмерности «Модульор» [1, 2, 3, 12].



Рис. 2. Фотоанализ намывной территории Воронежского водохранилища

Важным аспектом данного проекта является новый подход к созданию рекреационных территорий, а именно совмещение объектов с различными функциями, расположение которых обусловлено градацией от более закрытых пространств к открытым [12].

Помимо архитектурно-художественных, функциональных и эстетических факторов на территориальное планирование рассматриваемого района строительства влияет так же сложность организации инженерной и транспортной инфраструктуры данного микрорайона. В связи с этим, все предлагаемые архитектурные, ландшафтные и инженерные решения должны быть увязаны между собой и дополнять друг друга [12]. На рисунке 3 представлен перспективный вид проектного решения рассматриваемой территории.

Рассмотрим подробнее характерные архитектурно-планировочные особенности основных объектов проектируемой территории. Была выбрана концепция «Живые структуры», создающая выразительный образ морских глубин и бионический стиль для архитектурных элементов. Так очертания здания торгово-развлекательного комплекса похожи на волну, а большое количество стекла отражает окружающую природу территории акватории [12]. В крыше здания предусмотрены световые фонари круглой формы, что создает более уютную атмосферу.



Рис. 3. Перспективный вид рассматриваемой территории строительства

Фасады выполнены из закаленного стекла, что придает легкость конструкции (рис. 4). Визуальная ось центральной улицы завершается открытой сценической площадкой. Построение зрительного зала тесно связано со сценой и с принятой организацией сценического действия [12]. Металлический каркас, врезаюсь в литую массу бетона, является декоративным элементом, придающим легкость, ажурность конструкции. Так же каркас создает возможность для крепления тентовых конструкций и декораций. На рисунке 4 так же представлен торгово-развлекательный комплекс, входящий в общую архитектурно-планировочную структуру рассматриваемой зоны [12].



Рис. 4. Открытая сценическая площадка и торгово-развлекательный комплекс

В качестве основной концепции стадиона был выбран образ лотоса, который полностью вписывается в основную концепцию проекта (рис. 5). Бионический образ зданию помогает придать тентовая конструкция, основой для которой является металлических каркас [12]. Она придает зданию легкость и художественную выразительность. Тентовая конструкция натянута над зрительскими местами и защищает посетителей от непогоды. Спортивный стадион выполнен из облегченных конструкций, внешняя и внутренняя отделка состоит из современных энергоэффективных и пожаростойких материалов с высокими эксплуатационными характеристиками [12].

По всему периметру парк окружают крупномерные лиственные деревья, защищающие территорию от непогоды и шума, формирующие комфортный микроклимат. живая изгородь из плотных декоративных кустарников создает обилие микро зон в парке. Созданы подпор-

ные стенки [12]. Вдоль посадки организованы живые тропинки, а входы в парк определены на основе градостроительного анализа территории. Сеть тротуаров и тропинок спланирована с учетом движения различного назначения. Предусмотрено разделение потоков пешеходов и велосипедистов, а так же выделены места для парковочных карманов [12].



Рис. 5. Перспективный вид на стадион

На территории парка размещена Wi-Fi библиотека имеющая вид исполинских сказочных грибов. Фасады этих зданий изготовлены из металлического стержневого каркаса заполненного поликарбонатом, создающего паутину теней. Поликарбонат рассеивает свет и обеспечивает уютную атмосферу, а так же защищает от осадков.

Развлекательный комплекс представляет собой сложное в плане сооружение с атриумом. Атриум, крытый куполом, является композиционным центром всего комплекса [12]. Он располагается в центре, лучами от него расходятся световые фонари, представляющие собой протяженные арки с металлическими каркасами (рис. 6).

Проектом предусматриваются специальные фонтаны на воде располагаемый в центральной части акватории. Фонтаны предполагают возможность проведения световых представлений и могут являться частью декораций для открытой сценической площадки, так же в глубине парка располагается аллея фонтанов (рис. 7) [12].

При территориальном планировании рассматриваемой намывной территории предусматривается минимизация количества возможных пересечений между транспортными и пешеходными потоками.



Рис. 6. Развлекательная зона аттракционов и Wi-Fi библиотека



Рис. 7. Аллея фонтанов в парке

Сеть тротуаров и пешеходных тропинок спланирована с учетом движения различного назначения и активности. По территории парка проложены велодорожки. Также предусмотрены места для парковки велосипедов и выделено место для пунктов проката велосипедного транспорта, устроены велосипедные полосы по краю проезжей части улиц и дорог. Предусмотрено разделение потоков. Для удобства передвижения жителей прилегающих микрорайонов и посетителей парка предусматривается сеть автобусных остановок [12]. Для посетителей торгово-развлекательного комплекса и стадиона предусматриваются стоянка, организованная как многоэтажная вертикальная автопарковка и крытая стоянка (рис. 8).

Для водоснабжения аллеи фонтанов, а так же точечных фонтанов располагаемых по всей территории парка, проектируется система трубопроводов, насосная станция находится под главным фонтаном аллеи [12].



а)

б)

Рис. 8. Организация транспортной инфраструктуры: а – крытая парковка у торгово-развлекательный комплекса; б – автобусная остановка с местами для парковки велосипедов

2. Территориальное планирование исторического центра поселка Кантемировка воронежской области. Как правило, предшествующий мероприятиям реконструкции, предпроектный анализ историко-культурной среды основывается на трудно поддающихся формализации факторах, таких как опыт, интуиция и так далее.

Особое значение данные факторы приобретают при реконструкции малонаселенных городов и поселков, где необходимо учитывать комплекс мер для создания наиболее благоприятной обстановки, для коммуникации различных общественных групп, а так же для создания безбарьерной среды с учетом заложенных технических средств и на основе уже сложившейся исторической застройки.

Там же отмечается, что в ходе предпроектных исследований историко-культурной среды важную роль играет не только оценка эстетических характеристик объекта исследования, но и оценка его количественных и качественных свойств [2]. При реконструкции исторически сложившихся поселков рекомендуется использовать традиции народного зодчества, связь застройки с природным окружением.

Также в архитектурно-планировочном и объемно-пространственном решении реконструируемого поселка важным является сохранение, тактичное сочетание и взаимодействие отдельных памятников архитектуры с новой застройкой [2, 5].

Проведенный анализ современной ситуации исторического центра пос. Кантемировка позволил выделить основные недостатки, которые сводятся к следующему: не систематизирована ветхая застройка; не ухожены братские захоронения Великой отечественно войны; Свято-Троицкий храм требует реставрации; пешеходная сеть не развита; отсутствует мощение на тротуарах; прогулочная аллея не благоустроена; не достаточно растительной компоненты; подход к зданию суда не благоустроен; тропинопная сеть не систематизирована [2]. Подробный фотоанализ рассматриваемой местности представлен на рисунке 9. На всей территории центральной части поселка действует режим поддержки исторически сложившейся среды - ограниченное регулирование застройки, подразумевающее сохранение и поддержку сложившейся планировочной структуры, ограничение этажности [2].

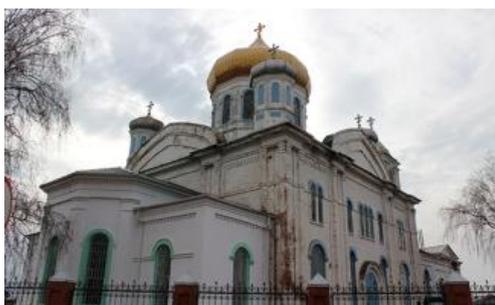
В рассматриваемом случае целесообразным является применение метода комплексной реконструкции, включающего в себя совершенствование функционального использования коммуникаций территории, организации транспортного и пешеходного движения, переоборудование и капитальный ремонт сохраняемых зданий, реставрацию всех историко-культурных и архитектурных памятников, новое строительство, снос ветхих строений и расчистку дворов, благоустройство и озеленение территории, внешнее оформление, рекламу, освещение [2].



а)



б)



в)



г)



д)



е)

Рис. 9. Фотоанализ рассматриваемой местности: а) не систематизированная ветхая застройка; б) не ухоженные братские захоронения; в) Свято-Троицкий храм требует реставрации; г) пешеходная сеть не развита; д) отсутствует мощение на тротуарах; е) не достаточно растительной компоненты

Общественная жизнь города связана с системой учреждений и комплексов культурно-бытового обслуживания. Структура общественного центра поселка зависит от его величины, административной значимости, места в системе расселения и хозяйственного профиля [2, 9]. В такого рода поселках обычно формируется компактный общественный центр. Здания являются искусственно созданной экосистемой.

Эта система с одной стороны конструктивно замкнута, но с другой – не может существовать самостоятельно, поскольку экологически не репродуктивна. Живучесть этой системы обеспечивается взаимодействием с окружением. Концепция реконструкции данного района получила название - «Линия жизни», она создает среду для интеграции общественных процессов и предпосылки будущего развития [2]. Функциональное зонирование поселка заключается в распределении и взаимоувязанном расположении всех зон поселка, учитывая обеспечение удобных транспортно-пешеходных связей, санитарно-гигиенических, архитектурно-художественных и экономических требований [2, 9].

Реконструкция общественных пространств поселка городского типа Кантемировка предусматривает: реорганизацию зон, пешеходных путей, упорядочивание застройки общественного центра, реставрацию Свято-Троицкого храма, ландшафтное благоустройство, при-

дание новых функций общественному центру и включение их в единую структуру торгового комплекса (рис. 10).



Рис.9. Генеральный план, проектное предложение: 1 - спортивный комплекс «Юбилейный»; 2 - рекреационная зона; 3 - зоны тихого отдыха; 4 - Свято-Троицкий храм; 5 - памятник Воину Освободителю; 6 - Аллея Героев; 7 - площадь Ленина; 8 - администрация; 9 - гостиница; 10 - детский парк «Светлячок»; 11 - торговый комплекс; 12 - районный суд

В качестве мероприятий озеленения и благоустройства предусматривается устройство пешеходной сети, мощение тротуарной плиткой, расширение и приведение в надлежащий внешний вид газонов и клумб, широкое использование малых архитектурных форм, устройство фонтанов, что улучшает не только эстетическое восприятие, но и благоприятно влияет на влажностный режим территории комплекса, высадка зеленых насаждений (рис 10-15).



Рис. 10. Вид на Свято-Троицкий храм



Рис. 11. Вид с аллеи героев



Рис. 12. Перспективный вид на зону тихого отдыха



Рис. 13. Скульптурные группы у Свято-Троицкого храма



Рис. 14. Зона тихого отдыха в детском парке



Рис. 15. Вид на остановку и торговый комплекс

Выводы

1. Предлагаемое функциональное зонирование намывной территории позволяет организовать насыщенное общественное пространство, включающее в себя культурные, рекреационные, спортивные, торговые и другие зоны. Предлагаемый вариант территориального планирования способствует улучшению архитектурно-художественного облика микрорайона, учитываются требования к организации инженерной и транспортной инфраструктуры и отвечает современным социальным, культурным и функциональным требованиям предъявляемым к современным городам. Кроме того, предлагаемые мероприятия будут способствовать улучшению функциональных и композиционных качеств существующей и проектируемой жилой застройки.

2. Эффективное преобразование пространственной системы и сохранение ценных элементов сложившейся среды связано с выбором наиболее целесообразной концепции реконструкции. Предлагаемые мероприятия реконструкции будут способствовать улучшению функциональных и композиционных качеств системы жилой застройки, устранят недостатки в застройке общественного центра и приведут её в соответствие с требованиями современно-

го культурно-бытового обслуживания, а так же расширят производственные зоны и повысят уровень их благоустройства.

Библиографический список

1. **Друнвало, М.** Древняя Тайна Цветка Жизни / М. Друнвало. - М.: София, 2013. - 304с.
2. **Aleksashina, V. V.** The concept of redevelopment of the historical centre of the village kantemirovka, voronezh region / V.V. Aleksashina, Ye.M. Chernyshov, S.V. Chuykin, A.A. Melnikova // Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture. - 2015. - № 2 (26). - С. 88-101.
3. <http://www.home-draft.com/2013/06/16/sculptural-wooden-furniture-by-joseph-walsh/>
4. **Грабовой, П. Г.** Реконструкция и обновление сложившейся застройки городов: учебное пособие / под общей ред. П.Г. Грабовой, В.А. Харитонов. - М.: Изд-во "АСВ" и "Реалпроект", 2006. - 624 с.
5. **Енин, А. Е.** Градостроительное развитие малых исторических городов Черноземья / А. Е. Енин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2008. - №4. - С.9-18.
6. **Енин, А. Е.** Проблемы градостроительного развития малых исторических городов Воронежской области: Ретроспективный анализ и прогнозирование / А.Е. Енин, И.С. Суровцев, Т.А. Литвинова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2011. - №4. - С.188-195.
7. **Yenin, A. Ye.** Problems of architectural heritage maintenance by the example of country estates of the central chernozem region / A.Ye. Yenin, M.S. Molodykh // Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture. - 2010. - №3. - С.59-73.
8. **Мелькумов, В. Н.** Моделирование структуры инженерных сетей при территориальном планировании города / В.Н. Мелькумов, С.В. Чуйкин, А.М. Папшицкий, К.А. Складаров // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2015. - №2 (38). - С. 41-48.
9. **Петерс, Е. В.** Градостроительство и планирование населенных мест / Е.В. Петерс. - К.: Изд-во КузГТУ, 2005. - 163 с.
10. **Хасиева, С. А.** Архитектура городской среды / С.А. Хасиева. - М.: Стройиздат, 2001. - 200 с.
11. **Чудинов, Д. М.** Разработка алгоритма обоснования структуры энергокомплекса на базе возобновляемых источников энергии / Д. М. Чудинов, К. Н. Сотникова, М. Ю. Морозов, С. В. Чуйкин // Инженерные системы и сооружения. - 2009. - № 1. - С. 147-154.
12. **Мелькумов, В. Н.** Территориальное планирование рекреационной зоны района жилой застройки / В.Н. Мелькумов, С.В. Чуйкин, А.А. Мельникова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2015. - №3 (38). - С. 113-121.
13. **Алексашина, В. В.** Концепция реконструкции исторического центра поселка Кантемировка Воронежской области / В. В. Алексашина, Е. М. Чернышов, С. В. Чуйкин, А. А. Мельникова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2014. - № 4 (36). - С. 126-138.
14. **Чуйкин, С. В.** Вентиляция и экологическая безопасность жилых и общественных помещений / С. В. Чуйкин // Экология и промышленность России. - 2015. - № 2. - С. 42-44.

References

1. **Drunvalo, M.** Drevnyaya Tajna Cvetka Zhizni / M. Drunvalo. - M.: Sofiya, 2013. - 304s.
2. **Aleksashina, V. V.** The concept of redevelopment of the historical centre of the village kantemirovka, voronezh region / V.V. Aleksashina, Ye.M. Chernyshov, S.V. Chuykin, A.A. Melnikova // Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineer-ing. Construction and Architecture. - 2015. - № 2 (26). - S. 88-101.
3. <http://www.home-draft.com/2013/06/16/sculptural-wooden-furniture-by-joseph-walsh/>
4. **Grabovoj, P. G.** Rekonstrukciya i obnovlenie slozhivshejsya zastrojki gorodov: ucheb-noe posobie / pod obshhej red. P.G. Grabovoj, V.A. Haritonova. - M.: Izd-vo "ASV" i "Real-proekt", 2006. - 624 s.
5. **Enin, A. E.** Gradostroitel'noe razvitie malyx istoricheskix gorodov Chernozem'ya / A.E. Enin // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arxitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arxitektura. - 2008. - №4. - S.9-18.
6. **Enin, A. E.** Problemy gradostroitel'nogo razvitiya malyx istoricheskix gorodov Vo-ronezhskoj oblasti: Retro-spektivnyj analiz i prognozirovanie / A.E. Enin, I.S. Surov-cev, T.A. Litvinova // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arxitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arxitektura. - 2011. - №4. - S.188-195.

7. **Yenin, A.Ye.** Problems of architectural heritage maintenance by the example of country estates of the central chernozem region / A.Ye. Yenin, M.S. Molodykh // Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture. - 2010. - №3. - S.59-73.

8. **Mel'kumov, V. N.** Modelirovanie struktury inzhenernykh setej pri territorial'-nom planirovanii goroda / V.N. Mel'kumov, S.V. Chujkin, A.M. Papshickij, K.A. Sklyarov // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. - 2015. - №2 (38). - S. 41-48.

9. **Peters, E. V.** Gradostroitel'stvo i planirovanie naseleennykh mest / E.V. Peters. - K.: Izd-vo KuzGTU, 2005. - 163 s.

10. **Xasieva, S. A.** Arhitektura gorodskoj sredy / S.A. Xasieva. - M.: Strojizdat, 2001. - 200 s.

11. **Chudinov, D. M.** Razrabotka algoritma obosnovaniya struktury energokompleksa na baze vozobnovlyаемых источников энергии / D. M. Chudinov, K. N. Sotnikova, M. Yu. Morozov, S. V. Chujkin // Inzhenernye sistemy i sooruzheniya. - 2009. - № 1. - S. 147-154.

12. **Mel'kumov, V. N.** Territorial'noe planirovanie rekreacionnoj zony rajona zhi-loj zastrojki / V.N. Mel'kumov, S.V. Chujkin, A.A. Mel'nikova // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. - 2015. - №3 (38). - S. 113-121.

13. **Aleksashina, V. V.** Konceptija rekonstrukcii istoricheskogo centra poselka Kantemirovka Voronezhskoj oblasti / V. V. Aleksashina, E. M. Chernyshov, S. V. Chujkin, A. A. Mel'nikova // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. - 2014. - № 4 (36). - S. 126-138.

14. **Chujkin, S. V.** Ventiljacija i jekologicheskaja bezopasnost' zhilyh i obshchestvennykh pomeshhenij / S. V. Chujkin // Jekologija i promyshlennost' Rossii. - 2015. - № 2. - S. 42-44.

THE FORMATION OF THE URBAN AREA IN URBAN DESIGN

S. G. Tulsckaya, A. A. Chujkina

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

Russia, Voronezh, ph. 8(473)271-53-21, e-mail: teplosnab_kaf@vgasu.vrn.ru

S.G. Tulsckaya, PhD in Engineering, Ph. D. as. of Dept. of Heat and Gas Supply and oil and gas business

A. A. Chujkina, Ph. D. student of Dept. of Heat and Gas Supply and oil and gas business

Statement of the problem. Efficient conversion of spatial systems and the preservation of valuable elements of the environment in spatial planning due to the choice of the most appropriate concept for the formation of urban areas. The planning of these areas is a complex, multi-faceted task. The purpose of this article is to offer solutions to this problem that takes into account complex architecture and art, functional and infrastructural factors of the city development.

The results and conclusions. The designed environment in the process of conversion or new formation of existing areas, must respond to modern social requirements, as well as to create a rich public space aimed to unlock the potential of all population groups. The proposed solutions contribute to the improvement of architectural-artistic appearance of the city taking into account requirements to organization of engineering and transport infrastructure.

Keywords: territorial planning, urban development and reconstruction, the historic centre, planning structure, functional zoning, landscaping.

УДК 711:728.003.13

ВЫБОР ЭФФЕКТИВНОЙ ЭТАЖНОСТИ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ КАК СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА

И. И. Акулова

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Россия, г. Воронеж, тел.: +7(4732)71-52-35, e-mail: akulovaii@yandex.ru

И. И. Акулова, д-р экон. наук, проф. кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций

Постановка задачи. В рамках современных проблем градостроительства все возрастающую актуальность приобретают вопросы выбора эффективной этажности застройки. Решение этой задачи затрудняется влиянием большого количества факторов различной природы и противоречиями между потребителями и застройщиками. Понятие эффективной этажности соотносится с разумным сочетанием в строго установленных территориальных границах, прежде всего, мало- и многоэтажной застройки. Такое сочетание должно обеспечивать не только высокую эффективность градостроительства, но и определенный социально-экономический эффект. В этой связи принципиально важным становится формирование концептуальных представлений, сопровождающих выбор этажности жилой застройки, на основе сопоставления преимуществ и недостатков малоэтажного и многоэтажного жилья как по отношению к потребителю, так и застройщику.

Результаты. Выполнен анализ сильных и слабых позиций многоэтажной и малоэтажной жилой застройки. Проведена идентификация стандартов малоэтажного жилья для различных слоев населения, обозначены эффективные архитектурно-строительные системы (АСС) малоэтажных жилых зданий. Предложен критерий выбора этажности жилой застройки, определяемый соотношением социально-экономического результата, учитывающего комфортность условий проживания, и затрат на строительство и последующую эксплуатацию здания.

Выводы. Внедрение в практику строительства высокоэффективных архитектурно-строительных систем зданий, решение вопросов по выделению земельных участков на уровне региональных органов управления, разумное сочетание многоэтажной и малоэтажной застройки обеспечит высокую социально-экономическую эффективность градостроительства.

Ключевые слова: градостроительство, этажность жилой застройки, стандарт жилья, архитектурно-строительная система здания, социально-экономическая эффективность.

Введение. Деятельность градостроительного комплекса, направленная на удовлетворение потребностей общества в зданиях и сооружениях различного назначения, подчиняется всеобщим законам, объективным закономерностям и зависит от динамики взаимодействия большого числа природно-географических, историко-культурных, демографических, экологических, производственно-технологических и финансово-экономических факторов.

В процессе достижения обозначенной общественно значимой цели градостроительство решает ряд сложных задач различной природы – инженерно-технических, эстетических (архитектурно-художественных), санитарно-гигиенических, экологических и социально-экономических. Принятие решений по целому комплексу вопросов происходит, не только под влиянием многочисленных факторов, но и, как правило, на фоне противодействия интересов общества (потребителей) и застройщиков.

Именно такое противоречие характерно для проблемы пространственной организации обустройства территории городов (поселений), в рамках которой существенно важным моментом оказывается выбор эффективной этажности жилой застройки, являющейся, по сути, основополагающим элементом типологии жилых зданий [1].

Принято выделять малоэтажную (1 – 3 этажа), среднеэтажную (4 – 5 этажей), многоэтажную (6 – 9 этажей) жилую застройку и застройку повышенной этажности (свыше 10 этажей). При этом понятие эффективной этажности соотносится с разумным сочетанием в строго установленных территориальных границах, прежде всего, мало- и многоэтажной застройки. Такое сочетание должно обеспечивать высокий уровень комфортности проживания населения при минимуме затрат, иными словами социально-экономическую эффективность. С учетом изложенного выбор этажности жилой застройки следует рассматривать как социально-экономическую проблему градостроительства.

В этой связи актуальным становится формирование концептуальных представлений, сопровождающих выбор этажности жилой застройки, на основе сопоставления преимуществ и недостатков малоэтажного и многоэтажного жилья как по отношению к потребителю, так и застройщику.

1. Анализ сильных и слабых позиций многоэтажной и малоэтажной жилой застройки. Одним из основных критериев эффективности градостроительства является показатель плотности жилой застройки, что в современных условиях повышения уровня концентрации городского населения, хронического «дефицита» жилья и «свободных» городских территорий, предопределяет ускоренное развитие и увеличение объемов многоэтажного жилищного строительства.

Этот вид строительства, несмотря на существенный объем начальных капиталовложений, сложность инженерно-технических решений, высокий уровень материальных затрат, необходимость использования машин и механизмов, обеспечивает тем не менее при соответствующей ценовой стратегии высокую экономическую эффективность инвестиций с 1 м² земельного участка и поэтому представляет наибольший интерес для застройщика. При этом, с точки зрения потребителя слабыми сторонами такого жилища являются низкий уровень комфортности проживания, высокая энергоемкость в процессе эксплуатации, отсутствие требуемой связи жителей с внешней средой (табл. 1). Указанные недостатки способствуют смещению вектора потребительских предпочтений в зону малоэтажного жилья. Так, по данным социологических опросов менталитет российских граждан постепенно приближается к более высоким европейским стандартам понимания комфорта жилищных условий, и сегодня уже 60 % населения отдают предпочтение малоэтажному жилью.

Следует уточнить, что под малоэтажным жильем понимают не только индивидуальные отдельно стоящие жилые дома для одной семьи, но и дома, состоящие из нескольких (не более 10) блоков, каждый из которых предназначен для проживания только одной семьи, а также многоквартирные дома, включающие одну или несколько (не более 4) блок-секций с определенным числом квартир, имеющим отдельный выход на территорию общего пользования [2].

По сравнению с многоэтажным жильем малоэтажное имеет ряд преимуществ, к которым относятся возможность возведения зданий во всех регионах, включая территории со сложным рельефом, социально-психологический комфорт проживания, экологичность, наличие придомовой территории, небольшая продолжительность строительства, возможность индивидуализации личного пространства, последующего расширения и реконструкции.

Несмотря на, казалось бы, очевидные преимущества малоэтажного строительства в сравнении с многоэтажным, основополагающим моментом в определении перспектив этого

вида строительства, тем не менее, остаются критерии его доступности и ориентация на потребителя.

Таблица 1

Сравнительный анализ сильных и слабых позиций многоэтажной и малоэтажной жилой застройки

Сильные стороны	Слабые стороны
Многоэтажное жилье	
<ul style="list-style-type: none"> • индустриальность; • относительно высокие темпы обеспечения населения жильем; • удобное расположение по отношению к объектам приложения труда и культурно-бытового обслуживания; • укрепление и развитие социально-территориальных связей жителей; • высокая эффективность инвестиций на 1 м² земельного участка 	<ul style="list-style-type: none"> • существенный объем начальных капитальных вложений; • высокий уровень материальных затрат на 1 м² жилой площади; • сложность инженерно-технических решений здания и строительных технологий; • необходимость использования машин и механизмов при проведении строительно-монтажных работ; • высокая энергоемкость в процессе эксплуатации; • низкий уровень комфорта проживания; • отсутствие требуемой связи жителей с внешней средой
Малоэтажное жилье	
<ul style="list-style-type: none"> • возможность возведения зданий во всех регионах, включая территории со сложным рельефом; • социально-психологический комфорт проживания; • экологичность; • наличие придомовой территории; • индивидуализация личного пространства; • небольшая продолжительность строительства; • возможность расширения и реконструкции 	<ul style="list-style-type: none"> • увеличение размеров территории городов; • ограниченное число земельных участков под застройку; • удаление жилищ от мест приложения труда и учреждений культурно-бытового обслуживания; • значительные капиталовложения в организацию инженерной и транспортной инфраструктуры; • низкая доступность (для индивидуального жилья)

Принято считать, что снижение этажности здания до 2 этажей ведет к удорожанию строительства по сравнению с 5-этажной застройкой на 15–20 % и, следовательно, снижает доступность малоэтажного жилья [3]. Однако, по нашему мнению, это в большей степени относится к индивидуальным жилым домам, но не к массовой малоэтажной застройке.

Необходимо отметить, что в условиях рынка, когда существует дифференциация населения в зависимости от финансового состояния, доступность жилья следует рассматривать как возможность приобретения гражданами каждой социальной группы с опреде-

ленным уровнем дохода жилья соответствующего стандарта [4, 5]. Таким образом, в качестве главных критериев доступности выступают с одной стороны доходы населения, а с другой – стоимость жилища.

Показатель стоимости в свою очередь находится в тесной зависимости от этажности, размеров площади жилья, планировки, уровня комфортности, месторасположения жилого объекта, которые собственно и определяют понятие стандарта, а также от типа применяемой архитектурно-строительной системы здания.

С учетом изложенного принципиально важными оказываются вопросы идентификации стандартов малоэтажного жилья для различных слоев населения и анализ АСС малоэтажных жилых зданий.

2. Идентификация стандартов малоэтажного жилья для различных слоев населения. В качестве критериев идентификации стандартов малоэтажного жилья рассматривались размер жилища и площадь придомовой территории, количество комнат и уровень комфортности [6]. В результате проведенного многокритериального анализа выделены следующие типы стандарта малоэтажного жилья:

- социально-нормативный, предназначенный для социально незащищенных слоев населения и граждан с низким уровнем дохода;
- коммерческий, представляющий интерес для «среднего класса»;
- элитный или элитный эксклюзивный, ориентированный на граждан с высоким уровнем дохода (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика стандарта малоэтажного жилья для различных социальных групп населения

Тип стандарта	Размер жилища, м ² /чел.	Площадь придомовой территории, га	Количество комнат, n	Уровень комфортности по 5-ти бальной шкале
Социально-нормативный	20 – 28	<0,05	n=m -1	< 3 баллов
Коммерческий	28 – 30	0,05 – 0,1	n=m	3 – 3,5 балла
	31– 40	0,1 – 0,5	n=m+1	3,5 – 4,5 балла
Элитный или элитный эксклюзивный	≥40	≥0,5	в зависимости от индивидуальных запросов	>4,5 баллов

Приведенные в таблице 2 типы стандартов малоэтажного жилья отражают, прежде всего, социально-потребительскую модель жилища. Уточним, что под социально-потребительской моделью понимается совокупность представлений членов общества как обитателей жилища о потребностях, воплощаемых в реальной практике обитания, в оценке жилья, в предпочтениях и традициях использования жилища [7]. При этом социально-нормативный стандарт должен гарантировать минимально необходимый для нормальной жизнедеятельности человека уровень комфортности.

Необходимо указать, что комфортность жилищных условий во многом обуславливается размером общей площади, приходящейся на одного члена семьи, а также соотношением числа проживающих (m) и количества комнат (n).

Количественные параметры различных стандартов рассчитывались с учетом «гигиенического минимума» – 60 м^3 воздуха на человека. Принимая во внимание высоту этажа, минимальный гигиенический показатель общей площади, таким образом, определен в размере $20 \text{ м}^2/\text{чел.}$, а минимально комфортной признана площадь в $28 \text{ м}^2/\text{чел.}$ [8].

Спрос на жилье различного стандарта находится в тесной зависимости от социально-экономической ситуации в каждом конкретном регионе. Тем не менее, увеличению этого рыночного параметра будет способствовать широкое применение в практике малоэтажного жилищного строительства эффективных архитектурно-строительных систем, снижающих величину затрат на возведение и последующую эксплуатацию здания.

3. Эффективные архитектурно-строительные системы малоэтажных жилых зданий. Под АСС понимается совокупность конструктивной подсистемы, подсистемы материалов и изделий, технологической подсистемы, отражающей строительные технологии и технологии производства строительных материалов. Необходимо указать, что тип АСС в существенной мере определяется конструктивной системой, которая в свою очередь принимается с учетом этажности здания.

Малоэтажное строительство социально-нормативного, коммерческого и элитного стандартов может осуществляться на основе различных АСС, которые отражают архитектурную модель жилища и определяют его стоимость.

Архитектура социально-нормативного стандарта жилья максимально унифицирована, типизирована и регламентирована (то есть детерминирована), тогда как архитектурная модель элитного – индивидуальна и учитывает специфику жизни соответствующего потребителя; в архитектурной модели коммерческого стандарта может совмещаться и «каталожное проектирование», так и «адресная привязка» жилища, причем степень «адресности», индивидуальности определяется финансовым состоянием потребителя, его менталитетом (табл. 3) [9].

В проблеме обеспечения доступности и в тоже время комфортности малоэтажного жилья специального рассмотрения заслуживает общесистемная задача поиска эффективного сочетания элементов АСС – конструктивной системы, строительных технологий, строительных материалов, изделий и конструкций, обеспечивающего приемлемые для потребителей с различным уровнем дохода стоимостные параметры жилища. Выбор таких эффективных сочетаний предлагается осуществлять по критерию, определяемому соотношением социально-экономического результата и затрат на строительство и последующую эксплуатацию здания.

В результате проведенных исследований получено, что эффективными являются АСС малоэтажных жилых зданий, характеризующиеся простыми конструктивными решениями, не требующими при проведении строительно-монтажных работ специалистов высокой квалификации, сложных строительных машин и оборудования. В качестве стеновых материалов в этих системах используются кирпич (в 2 – 3 – слойном с эффективным утеплителем исполнении наружных стен), мелкие газосиликатные блоки, поризованный мелкозернистый монолитный бетон [10, 11]. Возможны и другие варианты, ориентированные на местные ресурсы. Например, для снижения стоимости малоэтажного строительства в Воронежском ГАСУ группой сотрудников под руководством академика РААСН Чернышова Е. М. разработана технология нового высокоэффективного композита на основе древесной щепы, который может использоваться в качестве основы материала стен и перекрытий [12]. Применение инновационного материала создает комфортные условия для проживания, решает задачу утилизации древесных отходов от переработки

горелых лесов, снижает материалоемкость строительства, как показало возведение опытно-экспериментального дома, на 20 – 30 %.

Таблица 3

Краткая характеристика архитектурно-строительных систем малоэтажных жилых зданий различного стандарта

Тип стандарта	Вид проекта	Архитектурно-строительные решения		
		планировка	строительная технология	базовые строительные материалы
Социально-нормативный	типовые проекты сблокированных и секционных зданий	детерминированная	сборная	домокомплекты на основе местных строительных материалов
Коммерческий	типовые проекты одноэтажных зданий	детерминированная	сборная	различные конструкции для быстровозводимых зданий
	индивидуальные проекты 2-3-х этажных зданий	свободная	сборная, сборно-монолитная	поробетоны высокой эффективности в различном исполнении, изделия из древесины, кирпич и др.
Элитный и элитный эксклюзивный	индивидуальные проекты зданий и придомовой территории	свободная	сборная, сборно-монолитная, монолитная	поробетоны высокой эффективности, изделия из древесины, кирпич, блоки из природных материалов и др.

Выводы. Развитие малоэтажного строительства в регионах сдерживается проблемами, связанными с выделением участков под застройку, с длительным периодом получения разрешения на строительство, с финансовыми трудностями обеспечения земельных участков необходимой инфраструктурой, в том числе транспортной.

В подобной ситуации наилучшим вариантом формирования жилого пространства представляется создание смешанной высокоплотной застройки, которая предполагает применение в ограниченных объемах малоэтажной застройки в качестве дополнения к многоэтажной. При этом обеспечивается высокая эффективность градостроительства.

В качестве основного критерия выбора этажности жилой застройки необходимо использовать ее социально-экономическую эффективность, которая определяется соотношением социально-экономического результата, учитывающего комфортность условий проживания, и затрат на строительство и последующую эксплуатацию зданий.

Внедрение в практику строительства высокоэффективных архитектурно-строительных систем зданий, решение вопросов по выделению земельных участков на уровне региональ-

ных органов управления, разумное сочетание многоэтажной и малоэтажной застройки оказывается сегодня приоритетным направлением градостроительства.

Библиографический список

1. **Вильнер, М. Я.** О стратегии развития территории России / М.Я. Вильнер. – Градостроительство. – 2009. – № 3 – С. 9 – 13.
2. **Казейкин, В. С.** Проблемные аспекты развития малоэтажного жилищного строительства России: Монография / В. С. Казейкин, С. А. Баронин, А. Г. Черных, А. Н. Андросов. Под общей редакцией В.С. Казейкина и С.А. Баронина. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 278 с.
3. **Черепанов, К. А.** Проблемы выбора оптимальных параметров застройки в зависимости от социальных, экономических и экологических свойств городской среды / К. А. Черепанов // Молодой ученый. – 2014. – № 2 – С. 216 – 232.
4. **Акулова, И. И.** Региональный рынок жилья: критерии и факторы доступности / И. И. Акулова, Е. М. Чернышов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2005. – № 5 – С. 59 – 61.
5. **Бельский, Б. В.** Доступность жилья в оценке динамики устойчивого социально-экономического развития региона / Б. В. Бельский, И. И. Акулова // Проблемы социально-экономической устойчивости региона. VII Международная научно-практическая конференция: сборник статей / МНИ ПГСХА. – Пенза: РИО ПГСХА, 2010. – С. 8 – 10.
6. **Кислый, В.** Особенности малоэтажного жилища / В. Кислый // Строительная газета. – 2011. – № 30. – С. 7.
7. **Княненко, К. В.** Архитектура и социальное моделирование жилища: Автореферат дисс. ...д-ра архитектуры. – Москва, 2005. – 62 с.
8. **Кудрявцев, А. П.** Жилище России в XXI веке как основа формирования среды жизнедеятельности и залог устойчивого развития страны: Доклад президенту Российской Федерации и правительству Российской Федерации / А.П. Кудрявцев и др.; РААСН. – Москва, 2008 г. – 50 с.
9. **Акулова, И. И.** Идентификация стандарта малоэтажного жилья в проблеме развития урбанизированных территорий // Вестник Центрального регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. Материалы Академических научных чтений «Проблемы развития регионов в свете концепции безопасности и живучести урбанизированных территорий»/ РААСН, ЮЗГУ. Курск – Воронеж, 2013. – Вып. 12. – С. 50 – 57.
10. **Чернышов, Е. М.** Ресурсосберегающие архитектурно-строительные системы для жилых зданий / Е. М. Чернышов, И. И. Акулова, Ю. А. Кухтин // Градостроительство. – 2011. – № 5. – С. 70 – 73.
11. **Чернышов, Е. М.** Поризованные бетоны для теплоэффективных жилых домов / Е. М. Чернышов, Г. С. Славчева, Н. Д. Потамошнев, А. И. Макеев // Известия вузов. Строительство. – 2002. – № 5. – С. – 22 – 28.
12. **Чернышов, Е. М.** Стеновые панели из композита на основе древесной щепы для быстровозводимых малоэтажных зданий / Е. М. Чернышов, Ю. А. Кухтин, Е. В. Баранов, Д. Н. Коротких, М. В. Новиков // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения: материалы междунар. академ. чтений. – Курск. гос. ун-т. – Курск, 2012. – С. 52 – 60.

References

1. **Vilner, M. J.** On the strategy of development of Russia / M. Y. Vilner. – Grado-construction. – 2009. – № 3 – Pp. 9 – 13.
2. **Kazeikin, V. S.** Problem aspects of development of low housing construction creation of Russia: Monograph / V. S. kazeikin, S. Baronin, A. G. Black, A. N. Androsov. Under the General editorship of V. S. Kazeikin and S. A. Baronin. – M.: INFRA-M, 2011. – 278.
3. **Cherepanov, K. A.** Problems of choice of optimal parameters for development in a dependent-STI from social, economic and ecological properties of an urban environment / K. A. Cherepanov // Young scientist. – 2014. – No. 2 – Pp. 216 – 232.
4. **Akulov, I. I.** Regional housing market: the criteria and factors of accessibility / I. I. Akulov, E. M. Chernyшов // Building materials, equipment, technologies of XXI century. – 2005. – № 5 –P. 59 -61.
5. **Bielski, B. V.** The housing Affordability in assessing the dynamics of sustainable socio-economic development of the region / B. V. Belskaya, I. I. Akulov // Problems of socio-economic sustainability of the region. VII international scientific-practical conference: collection of articles / PIM, pgsa. – Penza: RIO pgsa, 2010. – P. 8 – 10.
6. **Sour, V.** Peculiarities of low-rise dwellings / V. Sour // Building paper. – 2011. – No. 30. – S. 7.

7. **Chenenko, V. K.** Architecture and social simulation home: the author's abstract Diss. ...d-RA architecture. – Moscow, 2005. – 62 p.
8. **Kudryavtsev, A. P.** Dwelling of Russia in the XXI century as a basis for the formation of the living environment and sustainable development: a report to the President of the Russian Federation and the Governor of the Russian Federation /A. P. Kudryavtsev and others; RAASN. – Moscow, 2008, 50 p
9. **Akulov, I. I.** Identification of standard low-rise housing in the problem of development of urbanized territories // Bulletin of the Central regional branch of the Russian Academy of architecture and construction Sciences. Materials Academic readings, "problems of regional development in the light of the concept of security and survivability of urbanized territories" / RAASN, SWSU. Kursk – Voronezh, 2013. – Vol. 12. – P. 50 – 57.
10. **Chernyshov, E. M.** Resource-efficient architecture and building systems for residential buildings / E. M. Chernyshov, I. I. Akulova, Y. A. Kukhtin // urban planning. – 2011. – No. 5. – P. 70 – 73.
11. **Chernyshov, E. M.** Porous concrete for thermal efficiency of residential buildings / E. M. Chernyshov, G. S. Slavcheva, N. Potamoshneva D., Makeev, A. I. // Izvestiya vuzov. Construction. – 2002. – No. 5. – C. – 22 – 28.
12. **Chernyshov, E. M.** Wall panels from composite wood chips for prefabricated low-rise buildings / E. M. Chernyshov, A. Kukhtin, E. V. Baranov, D. N. Short, M. V. Novikov // the Safety of the construction Fund. Problems and solutions: proceedings of the international. Acadia. readings. – Kursk. state Univ. – Kursk, 2012. – S. 52 – 60.

CHOOSING AN EFFECTIVE NUMBER OF STOREYS OF RESIDENTIAL DEVELOPMENT AS A SOCIO-ECONOMIC PROBLEM OF URBAN CONSTRUCTION

I. I. Akulova

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

Russia, Voronezh, tel.: +7(4732)71-52-35; e-mail: akulovaii@yandex.ru

I. I. Akulova, D. Econ. Sciences, Prof., of chair of technology of building materials, products and construction

Statement of the problem. In the context of contemporary issues of urban construction increasing relevance of choosing an effective rise buildings. The solution to this problem is hampered by a number of factors of different nature and contradictions between consumers and developers. The concept of effective height is correlated with a reasonable combination of fixed territorial boundaries, primarily low - and high-rise development. This combination should provide not only the high efficiency of urban development, but also a certain socio-economic impact. In this regard, is of fundamental importance the formation of conceptual representations that accompany the choice of the number of storeys of residential development, on the basis of a comparison of the advantages and disadvantages of low-rise and multi-storey housing as against the consumer and the developer.

Results. The analysis of strong and weak positions of high and low rise residential development. Identified standards of low-rise housing for different segments of the population, identifies effective architectural system (AS) low-rise residential buildings. Criterion for selecting the number of storeys of residential development, defined by the ratio of the socio-economic result, taking into account the comfort of living conditions, and costs of construction and subsequent operation of the building.

Conclusions. The implementation in practice of construction of high-performance architectural building systems, addressing issues of land allocation at the level of regional governments, a reasonable mix of high-rise and low-rise buildings will provide high. socio-economic efficiency of urban planning.

Keywords: urban construction, the number of storeys of residential development, the standard of housing, architecture and construction building system, socio-economic efficiency.

УДК 711-1

ОПТИМИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО КАРКАСА КРУПНОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ УЗЛОВ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ)

А. В. Ливенцева

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(4732) 36-94-90, e-mail: liventseva.av@gmail.com*

А. В. Ливенцева, ассистент кафедры основы проектирования и архитектурной графики

Постановка задачи. В статье изложены принципы соблюдения критерия компактности в аспекте формирования градостроительного функционально-пространственного структурного каркаса, в частности при формировании системы многокомпонентных градостроительных узлов. На сегодняшний день превалирует тенденция перехода от моноцентрической локализации градостроительных узлов к их полицентрической локализации.

Результаты. Основные особенности данной тенденции изложены автором.

Выводы. Обозначена «генеральная» цель функционирования и развития системы многокомпонентных градостроительных узлов городской среды – удовлетворение потребностей населения при минимизации затрат на создание и работу системы – и зависимость эффективности реализации поставленной цели от соблюдения критерия компактности или сокращения коммуникационных связей.

Ключевые слова: градостроительный узел, критерий компактности, функционально-пространственный каркас.

Введение. Сегодня ученые все чаще и чаще говорят о главенствующей роли человека в системе научных знаний абсолютно разных областей. Подобная тенденция не обошла стороной и теорию градостроительства.

Ведущие теоретики градостроительства, одни из первых в научном мире указали на необходимость создания такой среды жизнедеятельности, которая окажется способной соответствовать требованиям современного общества. Для жителя большого города характерны такие черты, как: «повышенная мобильность, информационная контактность, стремление к более сложным и разнообразным видам труда, к более дифференцированному общению и к интеллектуализации времяпрепровождения» [1].

Один из родоначальников системной методологии в сфере градостроительства Г.И. Лаврик в своих работах ввел новый по своей сути объект исследования – демозкосистему – систему, состоящую из таких компонентов, как население, искусственная среда (градостроительная система) и естественная среда. При этом «во взаимодействии со средой именно население определяет поведение демозкосистемы, а значит ведущими здесь должны быть «человеческие», а не технические критерии оптимальности» [2].

Для рассмотрения влияния выявленных тенденций характерных на процесс формирования градостроительных объектов выбрана система многокомпонентных градостроительных узлов городской среды.

1. Система многокомпонентных градостроительных узлов (МГУ) городской среды. Многокомпонентные градостроительные узлы – сложные структурные объекты, планировочные и функциональные фокусы городской среды, опорные звенья структурного каркаса городской среды, располагающиеся на основных транспортных магистралях.

Компоненты любого МГУ можно разделить на пространственные (Рис.1) и функциональные. Иными словами, каждый градостроительный узел городской среды может состоять из объектов производственной и непроизводственной сфер, а также объектов транспортных коммуникаций. Всем компонентам градостроительного узла соответствуют процессы производства и передачи вещественной (материальной), информационной и энергетической составляющих.

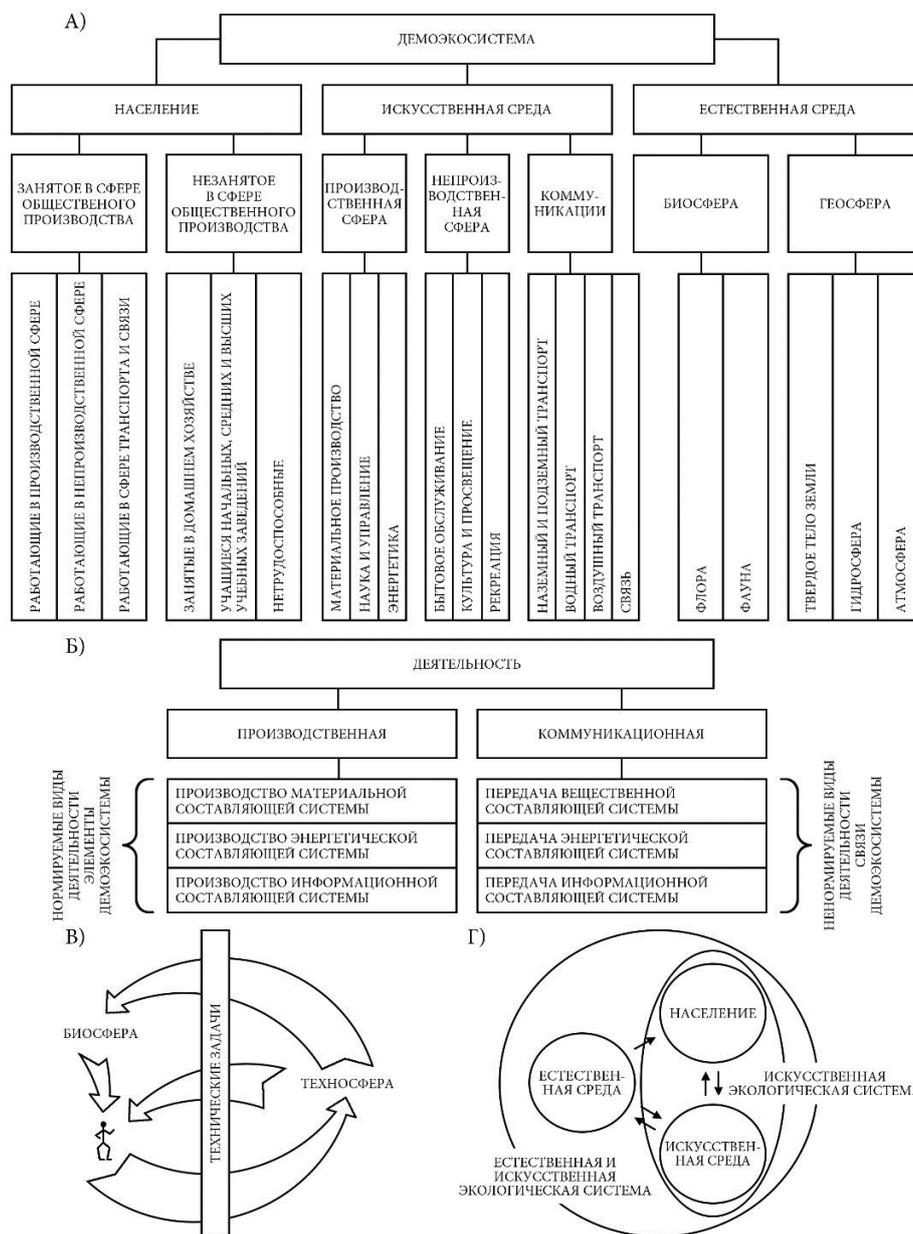


Рис.1. Компоненты Демозекосистемы и МГУ городской среды, взаимосвязь компонентов: а) пространственные компоненты; б) функциональные компоненты; в) взаимосвязь населения и объектов искусственной среды; г) взаимосвязь населения естественной и искусственной среды

Г. Хойт еще в 1939 г. заметил развитие полицентрической тенденции в процессе образования новых функциональных фокусов города: «Новые деловые центры... развиваются независимо за пределами центрального делового района, то есть в периферийной зоне города. Они обычно располагаются непосредственно или вблизи пригородных железнодорожных станций, станций подземных транспортных путей или метрополитена, в точках пересечения

радиально и поперечно идущих трамвайных линий, а также в точках пересечения основных автомобильных магистралей» [3].

В России особое внимание переходу от моноцентрического к полицентрическому развитию структуры функциональных фокусов городской среды начали уделять с 70-х годов XX века. Освещая данную тенденцию, А.Э. Гутнов писал в своей работе об «изменении географии города» [4]. Научным коллективом во главе с З. Н. Яргиной детально изложен принцип перехода от моноцентрической структуры к полицентрической структуре городской среды. Вместо присущей городу ранее формы компактного ядра, в современном градостроительстве он принимает форму многоядерной «решетки». Последняя выражена в реализации процесса формирования структурного каркаса градостроительных и пересадочных узлов городской среды вместо единственного общегородского центра. При этом речь не идет о ликвидации, зачастую, исторически сформированного общегородского центра, а о включении его в «систему городских центров» [5].

Важно отметить, что для МГУ городской среды присуща развитая инфраструктура (критерий многокомпонентности их структуры) и повышенная интенсивность протекания функциональных процессов, поэтому задачи рассмотрения принципов их формирования являются первоочередными в сфере градостроительных исследований.

В работе предлагается рассмотреть систему МГУ городской среды состоящую из трех уровней: градостроительные узлы уровня «Город» (с общегородской зоной влияния – функциональные процессы удовлетворяют потребности населения в масштабах всего города); градостроительные узлы уровня «Район» (территориальная зона влияния функциональных процессов данной группы охватывает городской район); градостроительные узлы уровня «Микрорайон (квартал)» (территориальная зона влияния их функциональных процессов ограничивается пространством городского микрорайона или квартала) (Рис.2.).

Выявленная иерархическая структура является оптимальной и достаточной для дальнейшего ее применения в практике градостроительства с целью формирования функционально-пространственного структурного каркаса системы МГУ городской среды.

2. Соблюдение критерия компактности в процессе оптимизации функционирования структурного каркаса системы. Для системы МГУ города, которая, в свою очередь, является подсистемой городской среды, присуща та же «генеральная» цель что и для последней – удовлетворение потребностей населения в кратчайшие сроки при минимизации затрат (трудовых, временных, территориальных и других ресурсов) на формирование/функционирование/развитие системы.

Рассматривая основную цель системы МГУ городской среды стоит обратить особое внимание на обозначенное в ней условие – минимизацию затрат, и в частности временных.

Каждый отдельно взятый градостроительный узел, и система МГУ в целом должны быть организованы таким образом, чтобы функциональные процессы системы осуществлялись в кратчайшие сроки.

Практика современного градостроительного проектирования и реализации проектных решений отражает объективно существующую закономерность:

$$C \rightarrow \min, \quad (1)$$

где C – это коммуникационные процессы.

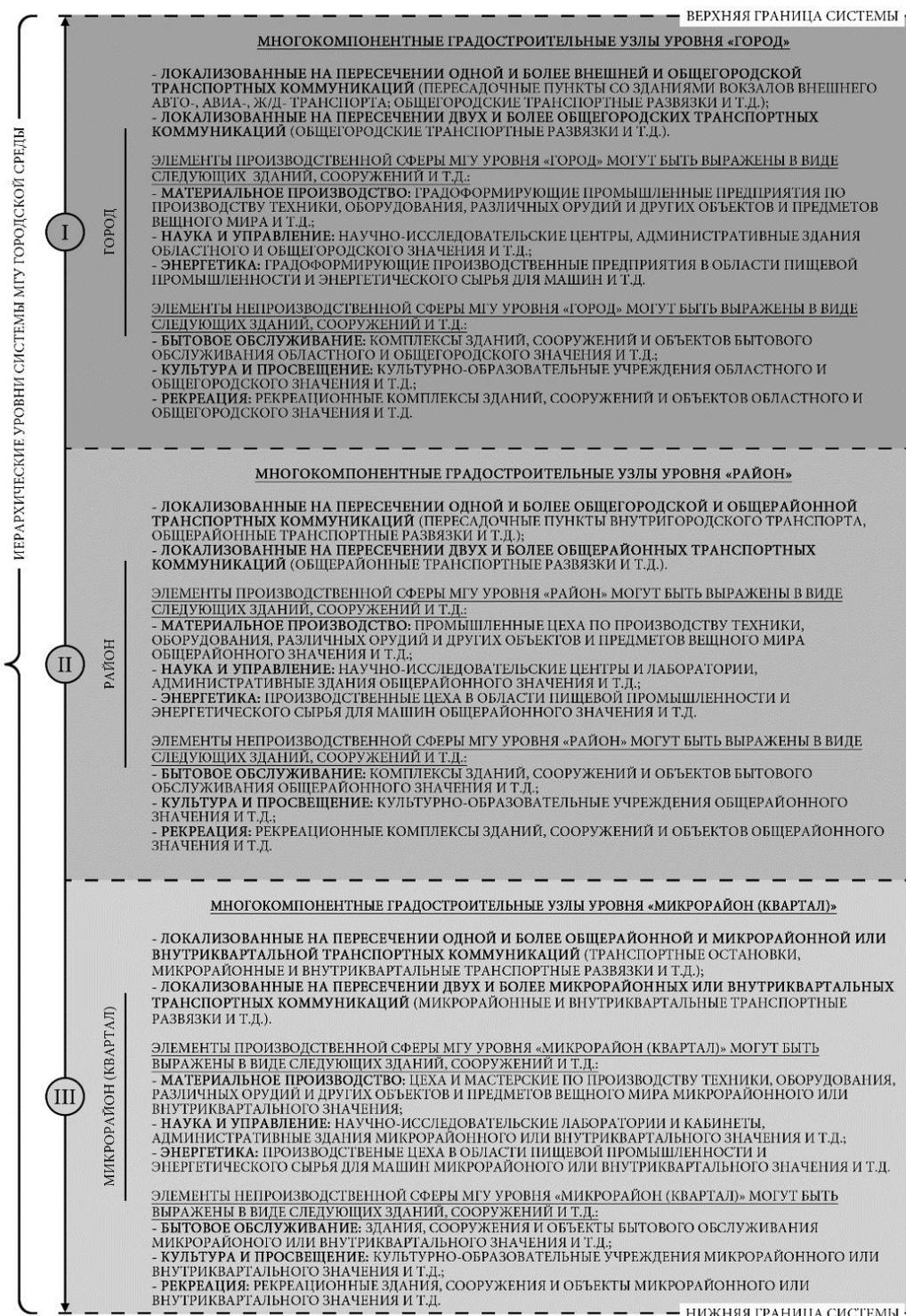


Рис.2. Иерархическая структура системы МГУ городской среды

При этом основное отличие ненормируемых коммуникационных процессов от нормируемых заключается в том, что их качественная и количественная определенность зависит от пространственной организации системы и размещения нормируемых видов деятельности. Иными словами, интенсивность передачи вещественной, информационной и энергетической составляющей системы МГУ городской среды подчинена пространственной организации ее

каркаса, и в данном случае применим общесистемный принцип компактности. Достижение компактности решения возможно лишь в одном случае, когда реализуются следующие условия:

$$P_i \rightarrow P_{Hi}; P_{Hi} \rightarrow \text{const}; C_i \rightarrow \text{min}, \quad (2)$$

где, P_i – фактические (проектные) показатели i -го вида деятельности нормируемых (производственных) процессов; P_{Hi} – нормативные параметры i -го вида деятельности нормируемых процессов; C_i – показатели i -го вида деятельности коммуникационных процессов.

Чем ближе проектные показатели P_i к норме и чем меньше затраты на коммуникации, тем компактнее решение.

Системное размещение МГУ в пространстве городской среды позволяет сократить временные затраты на передачу вещественной, информационной и энергетической составляющей системы.

По мнению Г. А. Заблоцкого критерий компактности «является основным показателем степени функционального совершенства системы, отражающим объективный характер стремления любой системы (будь то город, агломерация или локальная система расселения) к концентрации под действием стихийного желания сократить издержки времени или энергии на связи... Максимальный потенциал..., таким образом, соответствует минимуму издержек на связи и определяет центральную роль этого элемента в общей системе» [6].

Выводы. Изложенные в статье рассуждения позволяют сделать вывод о перспективности применения системных методов в формировании градостроительных объектов, в частности системы МГУ городской среды. Использование данной методологии позволяет достичь максимально эффективного функционирования отдельных градостроительных объектов, и как результат городской среды в целом – удовлетворить потребности современного общества в кратчайшие сроки.

Библиографический список

1. **Владимиров, В. В.** Районная планировка / В. В. Владимиров, Н. И. Наймарк, Г. В. Субботин. – М.: Стройиздат, 1986. – 325 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
2. **Лаврик, Г. И.** Методологические основы районной планировки. Введение в демозкологию / Г.И. Лаврик. – Б.: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2006. – 118 с.
3. **Нойт, Н.** Recent distortions of the classical models of urban structure Текст.: Internal structure of the city / Н. Нойт; Toronto, 1971. – 326 с.
4. **Гутнов, А. Э.** Эволюция градостроительства / А. Э. Гутнов. – М.: Стройиздат, 1984. – 256с.
5. **Яргина, З. Н.** Основы теории градостроительства / З. Н. Яргина, Я. В. Косицкий, В. В. Владимиров. – М.: Стройиздат, 1986. – 325 с.
6. **Заблоцкий, Г. А.** Моделирование функциональных связей развития градостроительных объектов // В кн.: Количественные методы в проведении научных исследований в градостроительстве / Г.А. Заблоцкий. К.: КиевНИИПград, 1973.
7. **Енин, А. Е.** Принципы системной оценки и управления развитием территорий разных иерархических уровней в новых экономических условиях/ Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. Труды 12-ой международной научно-практической конференции «Высокие технологии в экологии». Воронеж – 2009.
8. **Енин, А. Е.** Системный анализ и экспериментальная проверка принимаемых градостроительных решений / А. Е. Енин,. - Глобальный научный потенциал. – 2011. – № 9.
9. **Енин, А. Е.** Обоснование эффективности применения системных принципов формировании многофункциональных коммуникационных узлов городской среды/ А. Е. Енин, А. В. Ливенцева // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2013. –№ 2 (30). – С. 114–121.
10. **Енин, А. Е.** Ретроспективный анализ планировочной структуры дорегулярных и регулярных планов исторических городов Черноземья / А. Е. Енин, Е. А. Бокарева // Градостроительство. – 2013. – № 2 (24). – С. 60–66.
11. **Енин, А. Е.** Особенности формирования коммуникационных процессов, определяемых функциональной деятельностью населения в градостроительных системах (аспект транспортно - пассажирских связей) / А. Е. Енин, В. Г. Шевелёв // Градостроительство. – 2014. – № 2 (30). – С. 43–48

References

1. **Vladimirov, V. V.** Rajonnaja planirovka / V. V. Vladimirov, N. I. Najmark, G. V. Subbotin. – M.: Strojizdat, 1986. – 325 s.: il. – (Spravochnik proektirovshhika).
2. **Lavrik, G. I.** Metodologicheskie osnovy rajonnoj planirovki. Vvedenie v demojekologiju / G.I. Lavrik. – B.: BGTU im. V.G. Shuhova, 2006. – 118 s.
3. **Hoyt, H.** Recent distortions of the classical models of urban structure Tekst.: Internal structure of the city / H. Hoyt; Toronto, 1971. – 326 s.
4. **Gutnov, A. J.** Jevoľucija gradostroitel'stva / A. Je. Gutnov. – M.: Strojizdat, 1984. – 256s.
5. **Jargina, Z. N.** Osnovy teorii gradostroitel'stva / Z. N. Jargina, Ja. V. Kosickij, V. V. Vladimirov. – M.: Strojizdat, 1986. – 325 s.
6. **Zablockij, G. A.** Modelirovanie funkcional'nyh svjazej razvitija gradostroitel'nyh ob#ektov // V kn.: Kolichestvennye metody v provedenii nauchnyh issledovanij v gradostroitel'stve / G.A. Zablockij. K.: KievNIIPgrad, 1973.
7. **Enin, A. E.** Principy sistemnoj ocenki i upravlenija razvitiem territorij raznyh ierarhicheskikh urovnej v novykh jekonomicheskikh uslovijah/ Nauchnyj vestnik VGASU. Stroitel'stvo i arhitektura. Trudy 12-oj mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Vysokie tehnologii v jekologii». Voronezh – 2009.
8. **Enin, A. E.** Sistemnyj analiz i jeksperimental'naja proverka prinimaemyh gradostroitel'nyh re-shenij / A. E. Enin,. - Global'nyj nauchnyj potencial. – 2011. – № 9.
9. **Enin, A. E.** Obosnovanie jeffektivnosti primenenija sistemnyh principov formirovanii mnogofunkcional'nyh kommunikacionnyh uzlov gorodskoj sredy/ A. E. Enin, A. V. Livenceva // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. – 2013. –№ 2 (30). – S. 114–121.
10. **Enin, A. E.** Retrospektivnyj analiz planirovochnoj struktury doreguljarnyh i reguljarnyh pla-nov istoricheskikh gorodov Chernozem'ja / A. E. Enin, E. A. Bokareva // Gradostroitel'stvo. – 2013. – № 2 (24). – S. 60–66.
11. **Enin, A. E.** Osobennosti formirovanija kommunikacionnyh processov, opredeljaemyh funkcio-nal'noj dejatel'nost'ju naselenija v gradostroitel'nyh sistemah (aspekt transportno - passazhirskih svja-zej) / A. E. Enin, V. G. Sheveljov // Gradostroitel'stvo. – 2014. – № 2 (30). – S. 43–48.

**OPTIMIZATION OF FUNCTIONAL AND SPATIAL STRUCTURE
OF THE URBAN FRAME OF A LARGE CITY (ON THE EXAMPLE OF
A SYSTEM OF URBAN NODES URBAN ENVIRONMENT)**

A. V. Liventseva

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Russia, Voronezh, tel.: +7(4732) 36-94-90, e-mail: liventseva.av@gmail.com
A. V. Liventseva, PhD student of Dept. fundamentals of design and architectural graphics*

Statement of the problem. Article deals with the criteria of compactness in the field of city's functional and spatial structural framework development, in particular the system of urban environment's multicomponent hubs. Nowadays monocentric infrastructural focuses' localization changes to their polycentric localization.

Results. This tendency is stated in details.

Conclusions. In addition, article tells about system's general purpose – satisfaction of all modern society's requirements with minimization of expenses – and its' dependence on the process of communication component's reduction.

Keywords: urban hub, criteria of compactness, functional framework, spatial framework.

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

УДК 621.182

КОМБИНИРОВАННАЯ ВЫРАБОТКА ЭНЕРГИИ НА КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Р.О.Кожухов, Ю.А. Ярцева, Ю.С. Старокожев, В.А. Склизкоухих

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Россия, г.Воронеж, тел. 8(473)271-53-21, e-mail: romanv2an@gmail.com

Р.О.Кожухов, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела

Ю.А. Ярцева, студентка кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела

Ю.С. Старокожев, магистрант кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела

В.А. Склизкоухих, магистрант кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела

Постановка задачи. В связи с тенденцией экономии природных ресурсов, требуется увеличить энергетический потенциал котельной установки путём снижения потерь уходящих газов или более рациональной организацией технологического процесса.

Результаты. Рассмотренная комбинированная котельная способна вырабатывать три вида энергии: тепло, холод и электричество. Причём выработка тепла происходит исключительно за счёт утилизации тепла уходящих газов, что также способствует снижению вреда, наносимого котельной экологии.

Выводы. Совместная генерация нескольких видов энергии является намного более экономичным способом их производства. Снижения теплового влияния электростанций, а также предприятий возможно путём утилизации выбрасываемого тепла с помощью генерации холода.

Ключевые слова: энергосбережение, котельные установки, тригенерация, модернизация котельных установок.

Введение. Котельная установка (котельная) - сооружение, в котором осуществляется нагрев рабочей жидкости (теплоносителя) для системы отопления или пароснабжения, расположенное в одном техническом помещении. По назначению котельные малой и средней мощности подразделяются на группы: отопительные (используются для отопления, вентиляции, горячего водоснабжения жилых, общественных и других зданий), производственные (вырабатывают пар и горячую воду для технологических процессов на предприятиях), производственно-отопительные (обеспечивают паром и горячей водой различных потребителей). В зависимости от вида вырабатываемого теплоносителя котельные делятся на водогрейные, паровые и пароводогрейные. Широкое распространение котельных установок обусловлено простотой технологии их работы, несмотря на не самый высокий КПД (70-95%). Однако в настоящее время всё большие обороты набирает стремление к экономии и наиболее рациональному использованию имеющихся ресурсов. В данной статье будет рассмотрен один из способов более рациональной организации котельной установки с целью повышения её энергетической эффективности.

1. Типы используемых в настоящее время котельных установок. Котельная установка представляет собой совокупность котла (котлов) и оборудования. Оборудование котельной установки включает устройства: подачи и сжигания топлива; очистки, химической подготовки и деаэрации воды; теплообменные аппараты; насосы: исходной воды, циркуляционные, подпиточные, питательные, рециркуляционные; баки питательные, конденсационные, баки-аккумуляторы горячей воды; дутьевые вентиляторы и воздушный тракт; дымососы, газовый тракт и дымовую трубу; устройства вентиляции; системы автоматического регулирования и безопасности сжигания топлива; тепловой щит или пульт управления [1].

Тепловая схема котельной установки зависит от: вида теплоносителя; схемы тепловых сетей, связывающих котельную с потребителями тепла; качества исходной воды. Водяные тепловые сети бывают двух типов: закрытые и открытые. При закрытой системе теплоноситель отдает свою теплоту в местных системах и полностью возвращается в котельную. При открытой системе теплоноситель частично, а в редких случаях полностью отбирается в местных установках. Схема тепловой сети определяет производительность оборудования водоподготовки, вместимость баков-аккумуляторов, мощность насосов.

Для примера рассмотрим принципиальную тепловую схему водогрейной котельной для открытой системы теплоснабжения с расчетным температурным режимом 150- 70 °С (рис. 1) [1]. Установленный на обратной линии циркуляционный насос служит для закачки питательной воды в котел и далее в систему теплоснабжения. Обратная и подающая линии соединены между собой перепускной и рециркуляционной перемычками. Перепускная перемычка служит для поддержания заданной температуры при всех режимах работы, кроме максимального зимнего, путём смешивания части воды из обратной линии с водой в подающей линии.

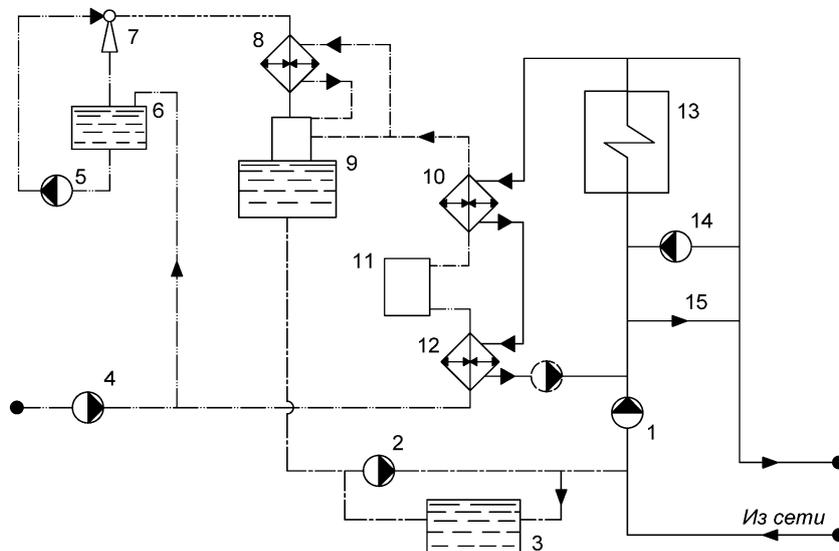


Рис. 1. Принципиальная тепловая схема водогрейной котельной: 1 – сетевой насос; 2 – подпиточный насос; 3 – бак подпиточной воды; 4 – насос исходной воды; 5 – насос подачи воды к эжектору; 6 – расходный бак эжекторной установки; 7 – водоструйный эжектор; 8 – охладитель выпара; 9 – вакуумный деаэратор; 10 – подогреватель химически очищенной воды; 11 – фильтр химводоочистки; 12 – подогреватель исходной воды; 13 – водогрейный котёл; 14 – рециркуляционный насос; 15 – линия перепуска

Для защиты металла от коррозии, температура воды на входе в котел, при работе на газовом топливе, должна быть не ниже 60 °С во избежание конденсации водяных паров из уходящих газов. В связи с тем, что температура обратной воды почти всегда ниже 60 °С, то в котельных со стальными котлами часть горячей воды подается в обратную линию рецирку-

ляционном насосом с целью увеличения температуры обратной воды путём смешения [2, 3, 4, 5, 6, 7].

В коллектор сетевого насоса из бака поступает подпиточная вода. Исходная вода, подаваемая насосом, проходит через систему водоподготовки, состоящую из первого подогревателя, фильтров химводоочистки и второго подогревателя, где нагревается до 75- 80 °С. Далее вода поступает в вакуумный деаэратор. Вакуум в деаэраторе поддерживается за счет отсасывания из колонки деаэратора паровоздушной смеси с помощью водоструйного эжектора. Рабочей жидкостью эжектора служит вода, подаваемая насосом из бака эжекторной установки. Пароводяная смесь, удаляемая из деаэрационной головки, проходит через теплообменник – охладитель выпара, где происходит конденсация паров воды, и конденсат стекает обратно в колонку деаэратора. Деаэрированная вода самотеком поступает к подпиточному насосу, подающему ее во всасывающий коллектор сетевых насосов или в бак подпиточной воды.

Подогрев в теплообменниках химически очищенной и исходной воды осуществляется водой, поступающей из котлов. Часто насос, установленный на этом трубопроводе, используется и как рециркуляционный.

Если отопительная котельная оборудована паровыми котлами, то горячую воду для системы теплоснабжения получают в поверхностных пароводяных подогревателях. Пароводяные водоподогреватели чаще всего бывают отдельно стоящие, но в некоторых случаях применяются подогреватели, включенные в циркуляционный контур котла, а также надстроенные над котлами или встроенные в котлы.

На рисунке 2 [1] приведена принципиальная тепловая схема производственно-отопительной котельной. Паровые котлы снабжают паром и горячей водой закрытые двухтрубные водяные и паровые системы теплоснабжения. Для приготовления питательной воды котлов и подпиточной воды тепловой сети предусмотрен один деаэратор. Схема предусматривает нагрев исходной и химически очищенной воды в пароводяных подогревателях. Продувочная вода от всех котлов поступает в сепаратор пара непрерывной продувки, в котором поддерживается такое же давление, как и в деаэраторе. Пар из сепаратора отводится в паровое пространство деаэратора, а горячая вода поступает в водо-водяной подогреватель для предварительного нагрева исходной воды. Далее продувочная вода сбрасывается в канализацию или поступает в бак подпиточной воды [2].

Конденсат паровой сети, возвращенный от потребителей, подается в конденсаторный бак. Оттуда конденсат подается насосом в деаэратор, где охлаждается путём нагрева сетевой воды. Сетевая вода подогревается последовательно, сначала в охладителе конденсата пароводяного подогревателя, а затем в пароводяном подогревателе.

Часто в паровых котельных для приготовления горячей воды также устанавливают водогрейные котлы, которые способны полностью обеспечивают потребность в горячей воде или использоваться в пиках нагрузки на тепловую сеть. Котлы устанавливают за пароводяным подогревателем и являются второй ступенью подогрева. Если такая котельная обслуживает открытые водяные сети, предусматривается установка двух деаэраторов: один для питательной и один для подпиточной воды. Для выравнивания режима приготовления горячей воды, а также для ограничения и выравнивания давления в системах горячего и холодного водоснабжения в отопительных котельных предусматривают установку баков-аккумуляторов.

Тягодутьевые установки по схеме применения бывают общие (для всех котлов в котельной), групповые (для групп котлов) и индивидуальные (для отдельных котлов). Общие и групповые тягодутьевые установки обязаны иметь по два дымососа и два дутьевых вентилятора. Индивидуальные установки являются наиболее желательными для установки в связи с простотой их подстройки под изменение производительности котла [1].

Для современных котельных агрегатов значение КПД, зависит от: паропроизводительности, температуры уходящих газов, рода сжигаемого топлива и способа его сжигания. Он может изменяться в пределах: 75 – 80 % для котельных агрегатов небольшой производительности, в которых твердое топливо сжигается в слоевых топках; 91 – 95 % для больших котельных агрегатов с факельным сжиганием топлива. Наиболее высокие значения КПД получаются для котельных агрегатов, работающих на жидком и газообразном топливе. Для котельных агрегатов небольшой производительности потери тепла составляют от 20 до 25 %, а для крупных от 5 до 9 %. Основными потерями тепла являются потери с уходящими газами.

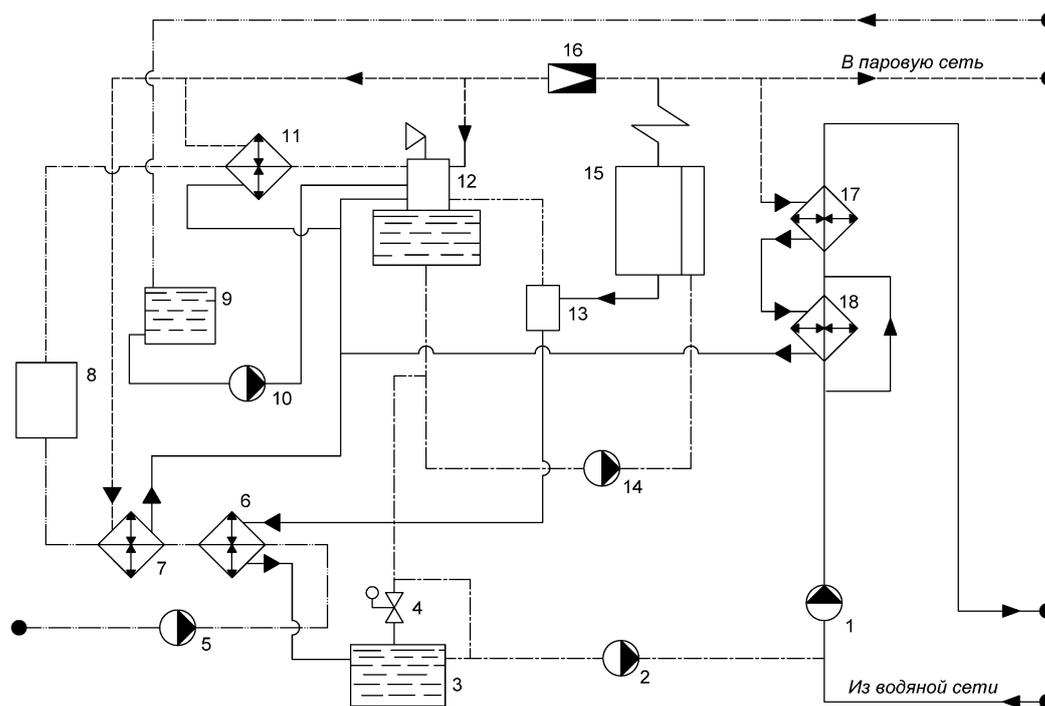


Рис. 2. Принципиальная тепловая схема паровой котельной при закрытых сетях. 1 – сетевой насос; 2 – подпиточный насос; 3 – бак подпиточной воды; 4 – регулятор подпора; 5 – насос исходной воды; 6 – охладитель воды непрерывной продувки (подогреватель исходной воды) 7 – пароводяной подогреватель исходной воды; 8 – фильтр химводоочистки; 9 – конденсационный бак; 10 – конденсационный насос; 11 – подогреватель химически очищенной воды; 12 – атмосферный деаэрактор; 13 – сепаратор пара непрерывной продувки; 14 – питательный насос; 15 – паровой котёл с экономайзером; 16 – редукционно-охлаждающая установка; 17 – подогреватель сетевой воды; 18 – охладитель конденсата подогревателей сетевой воды

Следовательно, для увеличения КПД котельной установки, нам необходимо уменьшить потери тепла. Этого можно добиться, используя тепло уходящих газов на синтез холода. Также, возможно увеличение КПД за счёт когенерации. Оба этих способа объединены в идее комбинированной котельной.

2. Комбинированная котельная. Комбинированная котельная предназначена для одновременной выработки тепла, электроэнергии, холода. Отличительным элементом этой котельной является наличие газовой водяной охладитель-конденсатор поверхностного типа, позволяющего выводить пар из продуктов сгорания котлов при работе на парогазовой смеси и включенного для этой цели перед испарителем холодильной установки, чем достигается повышение эффективности холодильного коэффициента холодильной установки, используемой для производства холода.

Для комбинированной котельной присуще повышенная экономичность сжигания топлива без оказания вредного влияния на окружающую среду. В ее состав входят: газовая турбина с камерой сгорания, компрессором и электрогенератором; паровая турбина противодавления со своим электрогенератором; низконапорный парогенератор и водогрейный котел, работающий на уходящих газах газовой турбины, а при недогрузке паровой турбины по теплу - на парогазовой смеси, образующейся в камере сгорания при смешении продуктов сгорания топлива и пара, подаваемого в камеру непосредственно из парогенератора и (или) отбора противодавления паровой турбины, теплофикационного подогревателя, использующего для подогрева сетевой воды пар из отбора противодавления паровой турбины, сетевой насос, деаэратор питательной воды с питательным насосом, дымосос и трубу, две регулирующие задвижки на паропроводах от котла к камере сгорания и от отбора противодавления к камере сгорания, а также дополнительно установленных контактного охладителя-конденсатора, испарителя, компрессора паров хладагента с его двигателем, конденсатора паров хладагента и дросселя паров хладагента, причем контактный охладитель-конденсатор установлен за котлом, а его выход по газовой стороне связан с входом испарителя, к выходу которого подключен дымосос, вход по стороне паров хладагента связан с выходом дросселя, а выход по стороне хладагента через компрессор - с входом конденсатора, чей выход, в свою очередь, подключен к дросселю, а вход контактного охладителя-конденсатора подключен к источнику исходной воды, подаваемой насосом исходной воды через теплообменник расширителя непрерывной продувки (насос и теплообменник на схеме не показаны), выход же контактного охладителя-конденсатора подключен к деаэратору [2].

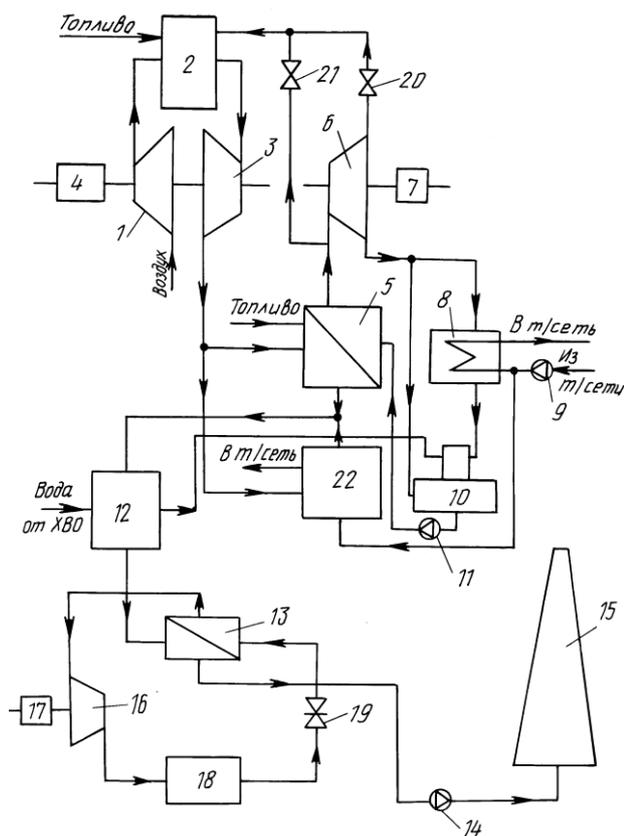


Рис. 3. Принципиальная схема установки комбинированной котельной: 1 - воздушный компрессор; 2 - камера сгорания; 3 - газовую турбину; 4 - электрогенератор; 5 - парогенератор; 6 - паровая турбина; 7 - электрогенератор; 8 - теплофикационный пароводяной подогреватель; 9 - насос сетевой воды; 10 - деаэратор питательной воды; 11 - питательный насос; 12 - контактный охладитель-конденсатор; 13 - испаритель холодильной установки; 14 - дымосос; 15 - дымовой трубы; 16 - компрессора паров хладагента; 17 - двигатель компрессора; 18 - конденсатор паров хладагента; 19 - дросселем; 20, 21 - регулирующие задвижки; 22 - водогрейный котел

Приведенная на рисунке 3 установка работает следующим образом: воздух, сжимаемый компрессором 1, подается в камеру сгорания при $750 - 800^{\circ}\text{C}$, поступает в газовую турбину 3, которая приводит в действие компрессор 1, а избыточную мощность отдает электрогенератору 4. Продукты сгорания газовой турбины 3 сбрасываются в парогенератор 5 и водо-

грейный котел 22, где в их среде сжигается дополнительное топливо, а генерируемый пар поступает на паровую турбину 6 и непосредственно технологическим потребителям. Паровая же турбина приводит в действие электрогенератор 7, а отработавший пар поступает в теплофикационный подогреватель 3, где подогревает сетевую воду, подаваемую сетевым насосом 9, а конденсат пара сливается в деаэратор питательной воды 10, из которого питательным насосом 11 подается в паровой котел 5. Кроме того, в деаэратор 10 поступает исходная вода, прошедшая контактный охладитель-конденсатор 12, где она нагревается уходящими газами котла, и водоподготовку (на чертеже не показана), а уходящие газы поступают далее в испаритель холодильной установки 13, где дополнительно охлаждаются, отдавая тепло на испарение хладагента, например аммиака, являющегося рабочим телом холодильной установки. Пары хладагента сжимаются компрессором 16 с приводом от двигателя 17 и направляются в конденсатор 18, где отнимают тепло от холодильной камеры и поступают в дроссель 19, где их давление снижается, в результате чего происходит их частичное испарение.

Описанный режим работы относится к случаю полной теплофикационной нагрузки (расчетный режим). В летнее время, когда системы отопления и вентиляции отключены и теплофикационный подогреватель 8 работает только на горячее водоснабжение. Избыток пара из отбора противодействия паровой турбины 6 через паровую задвижку 20 направляется в камеру сгорания 2, где подмешивается к продуктам сгорания топлива, увеличивая расход рабочего тела через газовую турбину, компенсируя тем самым потерю мощности паровой турбины. В случае, когда указанного перепуска пара недостаточно, открывают задвижку 21, перепуская пар в камеру сгорания газовой турбины 2 непосредственно из парового котла 5 при закрытой задвижке 20. Водогрейный котел 22 используется для покрытия теплофикационной нагрузки котельной в соответствии с принятым коэффициентом теплофикации, при этом предусматривается частичное сжигание топлива как в водогрейном 22, так и в паровом 5 котлах.

Выводы. Рассматриваемая комбинированная котельная позволяет, наряду с традиционным производством горячей воды и пара, производить электроэнергию и холод. При этом и повышается удельный расход топлива, такое комбинированное производство различных видов энергии в котельной весьма выгодно не только с точки зрения потребителя, но и государства. Это обусловлено тем, что дополнительные электроэнергия и холод производятся в котельной без увеличения расхода топлива, а за счет более рациональной организации технологического процесса: исключения редуцирования пара из котла на теплофикационные нужды и полной надстройки цикла. В силу этого, несмотря на отмеченный более низкий термический КПД, чем на ТЭЦ, данная схема остается эффективной на все время, пока будут строиться паровые и водогрейные котельные.

Библиографический список

1. **Панюшева, З. Ф.** Наладка отопительных котлов, работающих на газе. / З.Ф. Панюшева, Е.Б. Столпнер – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Недра, 1986. – 152 с.
2. Тепловые схемы котельных [Электронный ресурс] // Газ-Блог: Строительство газопроводов, эксплуатация магистральных газопроводов, котлы и газовые сети. 26.07.2010 г. URL: <http://www.stroi-blok.ru/?p=385>.
3. **Соколов, Б. А.** Котельные установки и их эксплуатация : учебник для нач. проф. образования / Б. А. Соколов – 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 432 с.
4. Пат. 2115000 Российская Федерация, МПК F 01 K 2 1/04. Комбинированная котельная / Драбкин Л. М., Драбкин Д. Л.; заявитель и патентообладатель Драбкин Л. М., Драбкин Д. Л.; заявл. 05.12.95; опубл. 10.07.98.
5. **Mel'kumov, V. N.** Modelling of structure of engineering networks in territorial planning of the city / V.N. Mel'kumov, S.V. Chujkin, A.M. Papshickij, K.A. Sklyarov // Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture. - 2015. - № 4(28). - С. 33-40.

6. **Чудинов, Д. М.** Разработка алгоритма обоснования структуры энергокомплекса на базе возобновляемых источников энергии / Д. М. Чудинов, К. Н. Сотникова, М. Ю. Морозов, С. В. Чуйкин // Инженерные системы и сооружения. - 2009. - № 1. - С. 147-154.

7. **Булыгина, С. Г.** Разработка критериев для обоснования выбора схем и параметров систем централизованного теплоснабжения / С. Г. Булыгина / Инженерные системы и сооружения. - 2011. - № 1. - С. 9-16.

References

1. **Panyusheva, Z.F.** Naladka otopitel'nykh kotlov, rabotayushhix na gaze. / Z.F. Panyusheva, E.B. Stolpner – 2-e izd., pererab. i dop. – L.: Nedra, 1986. – 152 s.

2. Teplovye sxemy kotel'nykh [Elektronnyj resurs] // Gaz-Blog: Stroitel'stvo gazoprovodov, e'kspluatsiya magistral'nykh gazoprovodov, kotly i gazovye seti. 26.07.2010 g. URL: <http://www.stroi-blok.ru/?p=385>.

3. **Sokolov, B.A.** Kotel'nye ustanovki i ix e'kspluatsiya : uchebnik dlya nach. prof. obrazovaniya / B. A. Sokolov – 2-e izd., ispr. – M.: Izdatel'skiy centr «Akademiya», 2007. – 432 s.

4. Pat. 2115000 Rossijskaya Federaciya, MPK F 01 K 2 1/04. Kombinirovannaya kotel'naya / Drabkin L. M., Drabkin D. L.; zayavitel' i patentoobladatel' Drabkin L. M., Drabkin D. L.; zayavl. 05.12.95; opubl. 10.07.98.

5. **Mel'kumov, V.N.** Modelling of structure of engineering networks in territorial planning of the city / V.N. Mel'kumov, S.V. Chujkin, A.M. Papshickij, K.A. Sklyarov // Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture. - 2015. - № 4(28). - S. 33-40.

6. **Chudinov, D. M.** Razrabotka algoritma obosnovaniya struktury e'nergokompleksa na baze vozobnovlyаемых источников e'nergii / D. M. Chudinov, K. N. Sotnikova, M. Yu. Morozov, S. V. Chujkin // Inzhenernye sistemy i sooruzheniya. - 2009. - № 1. - S. 147-154.

7. **Bulygina, S. G.** Razrabotka kriteriev dlya obosnovaniya vybora sxem i parametrov sistem centralizovanogo teplosnabzheniya / S.G. Bulygina / Inzhenernye sistemy i sooruzheniya. - 2011. - № 1. - S. 9-16.

COMBINED POWER GENERATION BOILERS

R.O. Kozhukhov, Y.A. Yartsev, Y.S. Strokov, V.A. Sliskovich

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

Russia, Voronezh, ph. 8(473)271-53-21, e-mail: romanv2an@gmail.com

R. O. Kozhukhov, student of Dept. of Heat and Gas Supply and oil and gas business

Y.A. Yartsev, student of Dept. of Heat and Gas Supply and oil and gas business

Y. S. Strokov, master of the department of Heat and Gas Supply and oil and gas business

V. A. Sliskovich, master of the department of Heat and Gas Supply and oil and gas business

Statement of the problem. Due to the trend of saving natural resources is required to increase the energy capacity of the boiler plant by reducing the flue gas losses or a more rational organization of the technological process.

Results. The combination boiler is able to produce three kinds of energy: heat, cold and electricity. Moreover, heat production occurs exclusively by waste-heat recovery of flue gas that also contributes to the reduction of damage to the boiler environment.

Conclusions. The joint generation of multiple forms of energy is a much more economical method of production. Reduce thermal effects of power plants and enterprises is possible through the utilization of the discharged heat by generating cold.

Keywords: energy, boilers, trigeneration, modernization of boiler plants.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ, МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ

УДК 625.7

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ МОДИФИЦИРОВАННОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА К НАКОПЛЕНИЮ ОСТАТОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В ДОРОЖНОМ ПОКРЫТИИ

Ю.И. Калгин, А.С. Строкин, С.А. Мирончук

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Россия, г. Воронеж, тел. +7 (473) 236-18-89, e-mail: kalgin36@yandex.ru

Ю.И. Калгин, д-р техн. наук, проф. кафедры строительства и эксплуатации автомобильных дорог

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Россия, г. Воронеж, тел. +7 (473) 236-18-89, e-mail: alexmech23@gmail.com

А.С. Строкин, канд. техн. наук, доцент кафедры строительства и эксплуатации автомобильных дорог

Ростовский государственный строительный университет

Россия, г. Ростов-на-Дону, тел. +7 (863)2019165, e-mail: sergeimironchuk@gmail.com

С.А. Мирончук, канд. техн. наук

Постановка задачи. Анализ факторов, влияющих на интенсивность образования пластических деформаций асфальтобетонных покрытий, показывает эффективность применения модифицированных щебеночно-мастичных асфальтобетонов. Проведено исследование устойчивости модифицированного щебеночно-мастичного асфальтобетона, приготовленного на битуме БНД 60/90 с полимерной адгезионной добавкой «ПС-N», к накоплению остаточных деформаций под действием интенсивных динамических нагрузок.

Результаты. Показана необходимость применения полимерных поверхностных веществ на свойства щебеночно-мастичного асфальтобетона при воздействии интенсивных динамических транспортных нагрузок. Рассмотрены методика и характеристики применяемого оборудования проведенного эксперимента по определению интенсивности накопления остаточных деформаций в модифицированном щебеночно-мастичном асфальтобетоне под действием динамических нагрузок.

Выводы. Экспериментально установлено, что при применении полимерных поверхностных веществ значительно улучшаются деформативно-прочностные свойства щебеночно-мастичного асфальтобетона, в том числе более чем на 20 % снижается интенсивность образования остаточных деформаций в модифицированном щебеночно-мастичном асфальтобетоне под действием интенсивной динамической нагрузки. Показано, что за счет применения добавки «ПС-N» повышается однородность щебеночно-мастичной смеси.

Ключевые слова: асфальтобетон, щебеночно-мастичный асфальтобетон, битум, полимерная адгезионная добавка.

Введение. В последние годы условия работы покрытий автомобильных дорог существенно изменились. В составе транспортного потока происходит увеличение доли тяжелых многоосных автомобилей с осевой нагрузкой превышающей расчетные значения, принятые при проектировании автомобильных дорог, что приводит к значительному росту различных

видов дефектов асфальтобетонных покрытий. И наиболее распространёнными разрушениями асфальтобетона, возникающими по причине приложения интенсивных динамических нагрузок, являются пластические дефекты асфальтобетонных покрытий, и, в первую очередь, крайне негативный для безопасности дорожного движения процесс колееобразования покрытия.

Проблеме колееобразования асфальтобетонных покрытий в мировой практике в последнее время уделяется очень большое внимание. Суть проблемы не только в существенном снижении потребительских качеств дороги, но и в решении конструктивно-технологических вопросов при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог и большими затратами, связанными с ликвидацией и предупреждением колееобразования [1].

1. Основные причины процесса колееобразования асфальтобетонных покрытий и направления снижения его интенсивности. Факторы, влияющие на образование пластических деформаций асфальтобетонных покрытий, разделяют на внутренние и внешние [1].

К внутренним, наиболее важным факторам, можно отнести:

- недоуплотнение или неравномерное уплотнение слоев дорожной одежды нежесткого типа, т.е. технологический брак;
- недостаточные прочностные свойства асфальтобетона при высокой температуре, которые зависят от свойств битума и минерального материала, гранулометрического состава асфальтобетонной смеси;
- структурные разрушения асфальтобетона, когда вертикальные или горизонтальные напряжения, возникающие от интенсивных динамических нагрузок, превышают допустимые значения, и начинается нарушение сплошности и структуры материала.

К внешним факторам относятся интенсивность воздействия автомобильной нагрузки и природно-климатических условий [1]:

- нагрузка на ось, а также количество повторных приложений тяжелой нагрузки при высокой интенсивности движения и короткие интервалы между этими приложениями, особенно при проходе многоосных автомобилей;
- продолжительность приложения каждой нагрузки и суммарная продолжительность, которая зависит от скорости движения автомобилей и плотности транспортных нагрузок;
- высокая температура воздуха и интенсивная солнечная радиация. Температура асфальтобетонного покрытия автомобильных дорог в летний период может достигать + 60 °С.

Разогретое покрытие становится более пластическим, и при воздействии интенсивных динамических нагрузок возникает остаточная деформация [4, 6, 7].

Колееобразование асфальтобетона является одной из наиболее сложных проблем для битумо-минеральных материалов. Наиболее распространенной причиной колееобразования на асфальтобетонном покрытии является снижение прочности асфальтобетона при повышении температуры и последующее его вязко-пластическая текучесть под нагрузкой. При повышении температуры вязкость битума, содержащегося в асфальтобетоне, понижается, связи между минеральными частицами ослабевают, что и влечет за собой уменьшение прочности материала [3,6,7]. При понижении температуры происходит обратный процесс - вязкость битума, а с ней и прочность асфальтобетона повышаются.

Сопротивление колееобразованию асфальтобетона зависит от следующих принципиальных факторов [1, 2, 6, 7]:

- плотности исходных минеральных материалов и асфальтобетона в покрытии;
- зернового состава и формы зёрен минеральной части асфальтобетонной смеси;
- физико-химических свойств минеральных наполнителей и заполнителей асфальтобетонной смеси;
- содержания битума в смеси, его физико-механических свойств и, в первую очередь, вязкости, а также наличия в нём модифицирующих, стабилизирующих и адгезионных добавок;
- степени уплотнения асфальтобетона в покрытии.

Форма и характер поверхности частиц заполнителя существенно влияет на сопротивление колееобразованию асфальтобетона. Угловатость дробленого наполнителя увеличивает внутреннее трение зерен, делая покрытие более устойчивым к колееобразованию, повышенное содержание дробленого наполнителя и применение минерального материала основного химико-минералогического состава снижает риск колееобразования [1, 2, 6, 7].

Повышенное содержание битумного вяжущего приводит к нестабильности, ползучести асфальтобетона, но при этом увеличивается его долговечность с точки зрения старения битумного вяжущего. Применение модифицирующих добавок в битуме улучшают его структурно-механические свойства и снижает ползучесть асфальтобетона [1, 2, 6, 7].

Как отмечено выше, существенным параметром, влияющим на сопротивление колееобразованию, является степень уплотнения асфальтобетонной смеси. Снижение или увеличение степени уплотнения напрямую влияет на колееобразование. При слабом уплотнении имеет место «процесс доуплотнения» и наблюдается усадка асфальтобетона.

Наиболее перспективным битумо-минеральным материалом для повышения устойчивости асфальтобетонных покрытий к пластическим дефектам является щебёночно-мастичный асфальтобетон на модифицированном битуме. Указанный вид битумо-минерального материала обладает высоким сопротивлением к образованию остаточных деформаций, устойчивостью к старению, значительным сопротивлением износу, меньшей зависимостью прочности от температуры при эксплуатации, а также хорошей удобоукладываемостью и уплотняемостью при строительстве покрытия. Минеральная часть щебёночно-мастичного асфальтобетона отличается повышенным содержанием угловатого дробленого наполнителя, применением наполнителей и заполнителей с более высоким качеством. Повышенное содержание модифицированного битума, содержание стабилизирующих добавок повышает устойчивость к старению и долговечность щебёночно-мастичного асфальтобетона. Не решённым до настоящего времени является вопрос о наиболее эффективных модифицирующих добавках для щебёночно-мастичного асфальтобетона. Такой добавкой является полимерный адгезив «ПС-N», производимый Воронежским филиалом НИИСК, который при дозировке 0,75 - 1,0 % эффективно совмещает применение в вяжущем как низкомолекулярного поверхностно-активного вещества для повышения адгезионных свойств, так и полимерного модификатора, улучшающего структурно-механические свойства дорожного битума.

2. Оценка устойчивости модифицированного щебёночно-мастичного асфальтобетона к накоплению остаточных деформаций. Оценка устойчивости щебёночно-мастичного асфальтобетона ЩМА-20 на битуме, модифицированном 0,75 % по массе полимерной адгезионной добавки «ПС-N», к накоплению остаточных деформаций под действием интенсивных динамических нагрузок было проведено на приборе динамических испытаний (ПДИ) [8] согласно методике [9].

Основные технические характеристики прибора динамических испытаний указаны в таблице 1.

Принцип работы основан на превращении вращательного действия приводного вала электродвигателя в поступательные движения толкателя и кратковременного воздействия нагрузки на испытываемый образец через равные промежутки времени. Вращательное движение от двигателя посредством муфты передается на эксцентрик. При вращении эксцентрика находящийся с ним в контакте шатун сообщает рычагу поступательные движения, при которых он воздействует на пружину, которая через рычаг передает нагрузку на образец (Рис.1).

Таблица 1

Технические характеристики ПДИ

№ п.п.	Наименование характеристики	Показатели точности
1	Диапазон измерения деформаций, мм	0 – 40
2	Предел допускаемой погрешности измерения деформаций, мм	$\pm 0,1$
3	Диапазон изменения нагрузок на образец, кг	50 – 600
4	Погрешность измерения нагрузки, %	$\pm 1,5$
5	Диапазон изменения частоты приложения нагрузки, Гц	5 - 23
6	Отклонение от заданной частоты прикладываемой нагрузки, %	± 2
7	Диапазон измерения температуры, °С	до 70
8	Погрешность измерения температуры, °С	± 1
9	Запас хода подъемного стола, мм, не менее	230
10	Рабочие условия эксплуатации:	
	температура окружающей среды, °С	от 10 до 30
	влажность воздуха, %	до 80
	атмосферное давление, мм.рт.ст	от 630 до 800
11	Напряжение питания, В:	220
12	Габаритные размеры:	
	высота, мм	1400
	ширина, мм	590
	глубина, мм	470
13	Суммарная потребляемая мощность, кВт	3
14	Продолжительность непрерывной работы, ч, не менее	48
15	Вес прибора, кг	140
16	Связь компьютера с блоком управления	USB 2.0

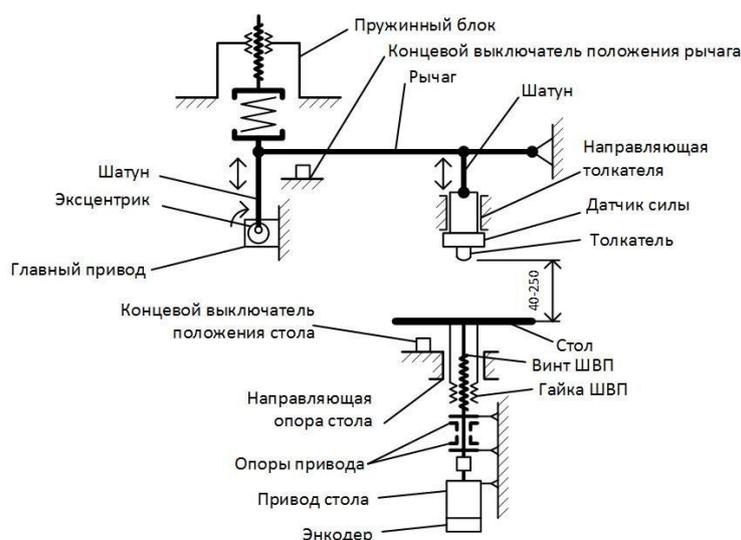


Рис. 1. Кинематическая схема установки

Конструкция ПДИ состоит из устойчивого рамного каркаса, способного выдерживать большие динамические нагрузки. На рамный каркас установки закрепляются все основные детали и оборудование. Движущиеся механизмы скрыты металлическими панелями для обеспечения безопасности при эксплуатации прибора (Рис. 2).

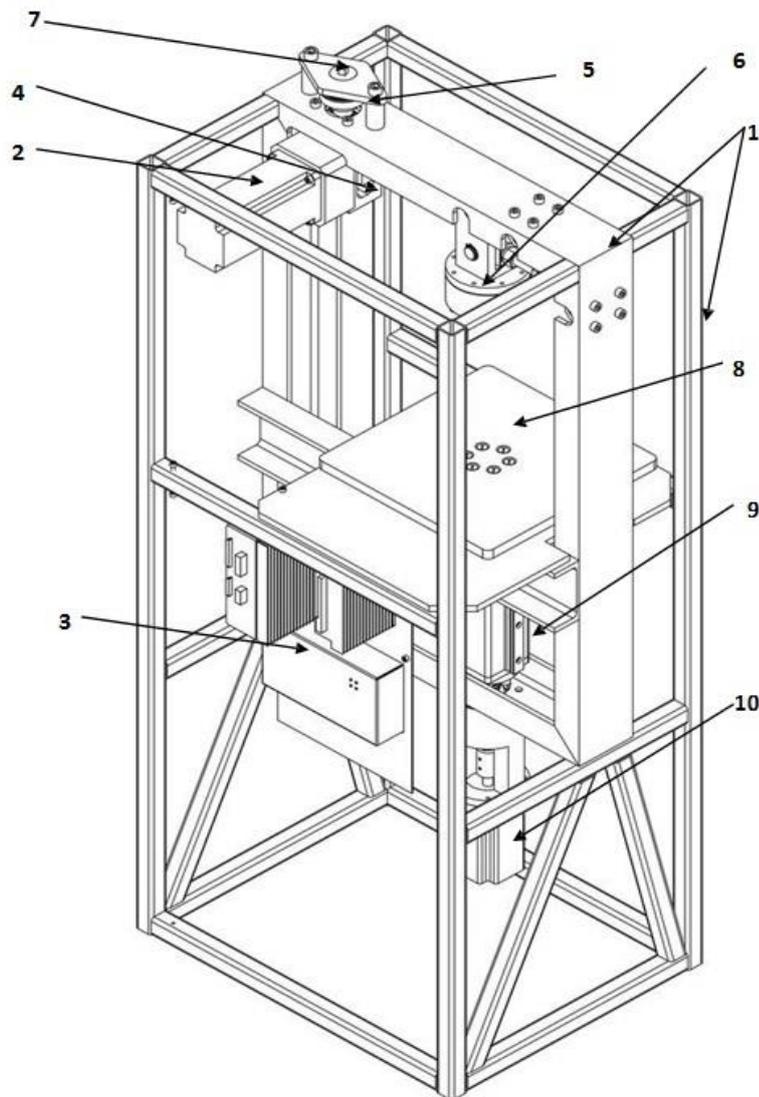


Рис. 2. Вид ПДИ с указанием основных элементов: 1-рама; 2-сервопривод; 3 - блок электроники; 4-эксцентрик; 5-пружина; 6-датчик силы; совмещенный с толкателем; 7- натяжитель-фиксатор пружин; 8 - подъемный стол; 9- направляющие (линейные подшипники); 10-шаговый двигатель

Частота приложений нагрузки может варьироваться в широком диапазоне. В качестве главного привода используется серводвигатель, который управляется путём программного обеспечения и имеет широкие возможности выбора режимов работы.

Конструкция прибора обеспечивает испытание образцов-цилиндров диаметром до 250 мм, а также прямоугольного сечения со стороной до 300 мм, максимальная высота образца до 200 мм. Для испытания образцов предусмотрена форма для бокового обжатия, в которую помещается образец при испытании.

Для испытания материалов при различных температурных режимах ПДИ оснащён температурной камерой, позволяющей поддерживать заданную температуру (до 70 °С) и равномерный нагрев образца в течение всего испытания.

Лицевая сторона камеры сделана из прозрачного пластика, для визуальной оценки состояния образца во время испытания.

Испытания ЩМА проводились на образцах, установленных размеров (диаметр 200 мм, высота 50 мм). Для каждой смеси было приготовлена серия из 2 образцов (см. фото на рис. 3 и 4).



Рис. 3. Формовка образцов ЩМА в нестандартной форме



Рис. 4. Испытание образца ЩМА в ПДИ

Испытания проводились при температуре 60 °С, количество приложений нагрузки величиной 0,6 МПа составило 400 000 циклов. В качестве контрольного состава была использована щебеночно-мастичная асфальтобетонная смесь одинакового гранулометрического состава на битуме с применением низкомолекулярной адгезионной добавки ДАД. Результаты испытаний приведены на рисунке 5 и 6.

В результате проведенных экспериментальных исследований получены зависимости скорости накопления остаточных деформаций от количества циклов нагружения под воздействием динамических нагрузок и температурных факторов. Анализ полученных данных показал, что применение полимерной адгезионной добавки «ПС-N» позволяет более чем на 20 % снизить интенсивность образования остаточных деформаций под действием динамической нагрузки в щебеночно-мастичном асфальтобетоне.

Графические зависимости деформаций образцов модифицированного ЩМА показали большую сходимость результатов эксперимента на приборе динамических испытаний, что говорит о высокой однородности смеси и доказывает её эффективное применение в слоях покрытий автомобильных дорог с интенсивными динамическими нагрузками.

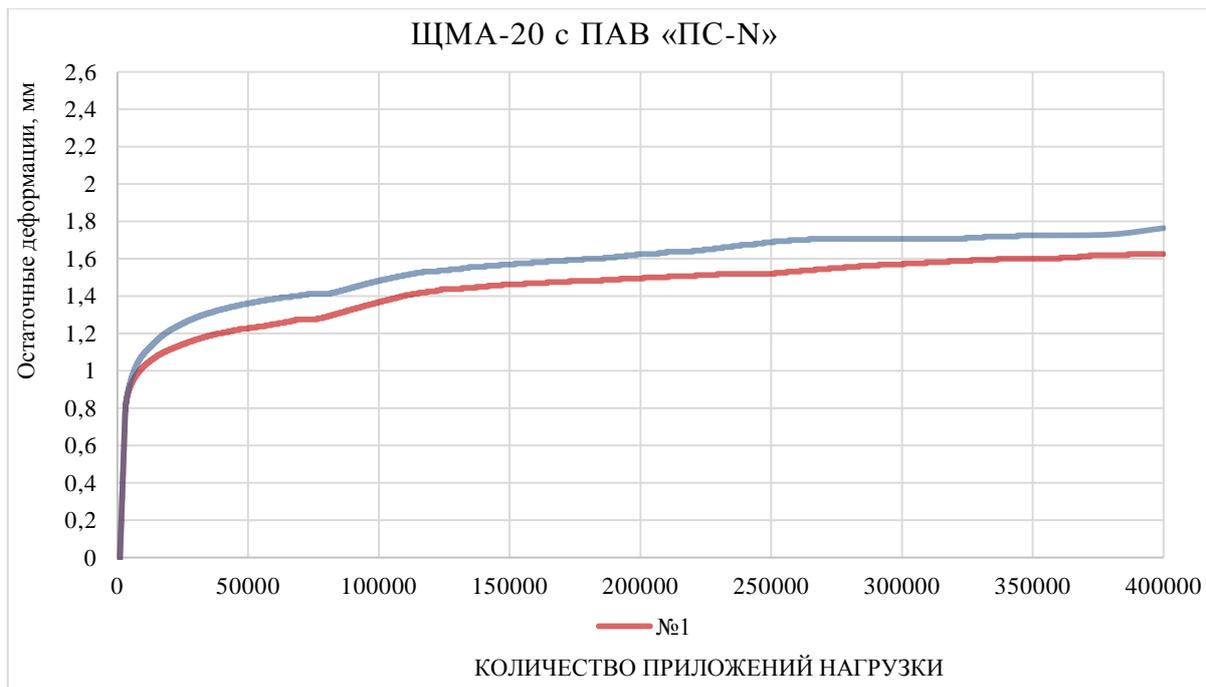


Рис. 5. Зависимость величины остаточной деформации ЩМА, модифицированного полимерной адгезионной добавкой, от количества приложений динамической нагрузки

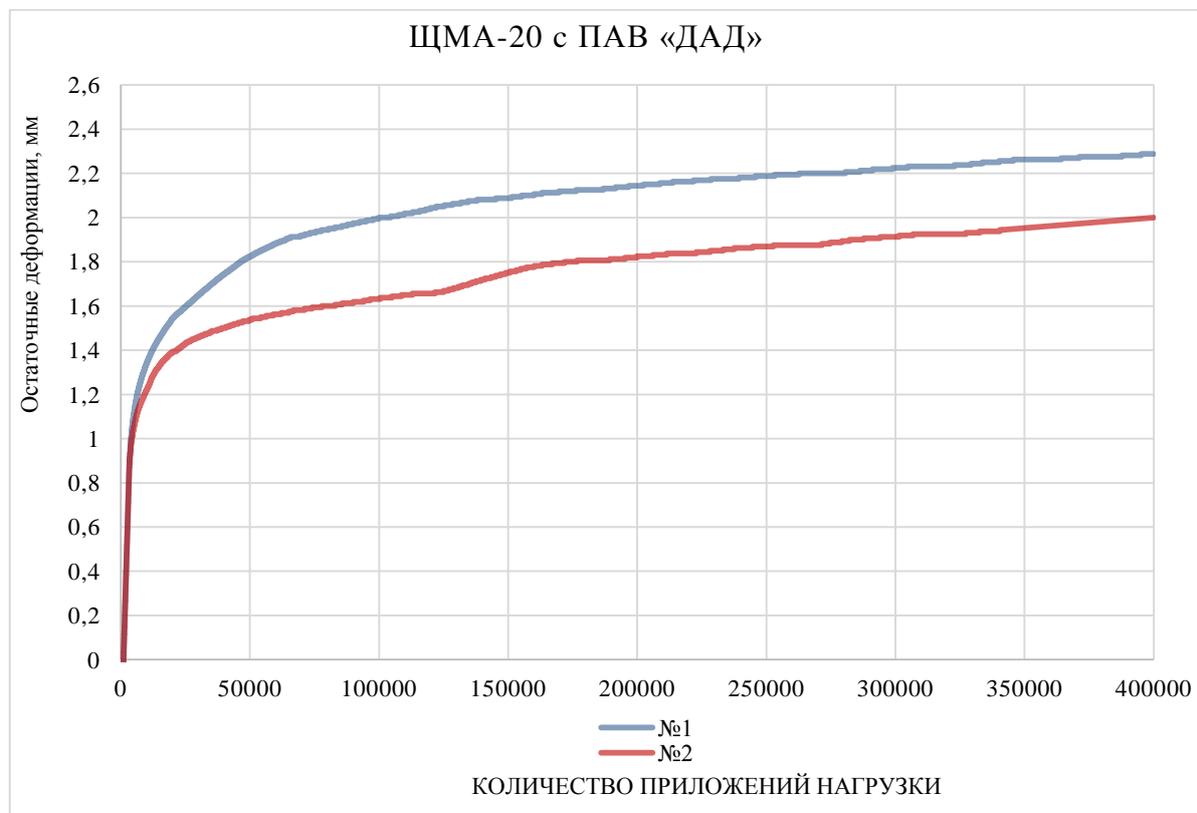


Рис. 6. Зависимость величины остаточной деформации ЩМА, содержащего низкомолекулярную адгезионную добавку, от количества приложений динамической нагрузки

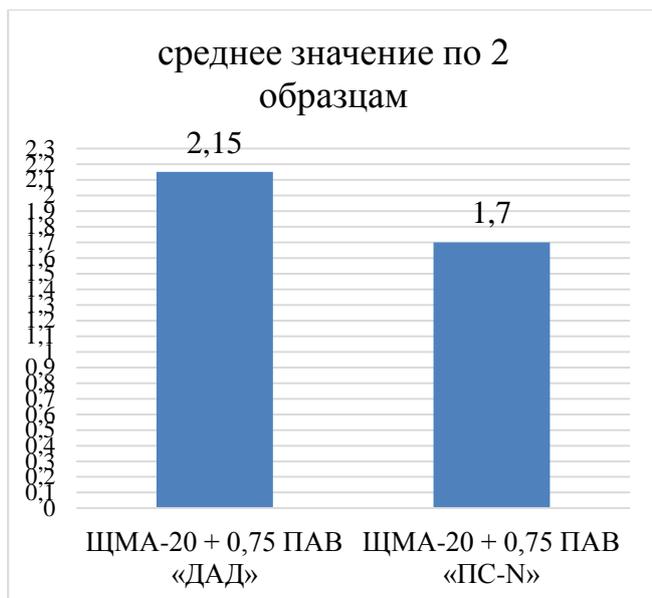


Рис. 7. Сравнительная оценка устойчивости серии образцов ЩМА к накоплению остаточных деформаций от воздействия динамических нагрузок

Выводы

1. Полимерная адгезионная добавка «ПС-N» положительно влияет на деформативно-прочностные характеристики щебеночно-мастичного асфальтобетона и снижает вероятность образования пластических деформаций асфальтобетонных покрытий.
2. Применение полимерной адгезионной добавки «ПС-N» позволяет более чем на 20 % снизить интенсивность образования остаточных деформаций в модифицированном щебеночно-мастичном асфальтобетоне под действием интенсивной динамической нагрузки.
3. Применение полимерной адгезионной добавки «ПС-N» позволяет улучшить однородность и удобоукладываемость щебеночно-мастичной смеси.

Библиографический список

1. **Калгин, Ю. И.** Перспективные технологии строительства и ремонта дорожных покрытий с применением модифицированных битумов / Ю.И.Калгин, А.С. Строкин, Е.Б. Тюков. – Воронеж: ОАО Воронежская областная типография, 2014 г. – 224 с.
2. **Калгин, Ю. И.** Дорожные битумо-минеральные материалы на основе модифицированных битумов / Ю. И. Калгин - Воронеж: изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2006. – 272 с.
3. **Колбановская, А. С.** Дорожные битумы / А. С. Колбановская, В. В. Михайлов. — М. : Транспорт, 1973. — 246 с.
4. **Мирончук, С. А.** Оценка устойчивости асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог к накоплению остаточных деформаций: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Воронеж, 2015, - 18 с.
5. **Мирончук, С. А.** Энергоэффективное оборудование для обеспечения качества асфальтобетонных. /В.П. Матуа, Ю. Я. Никулин, Е. Н. Исаев // Журнал «Научное обозрение» №7 часть 3, Москва, 2014. – С. 884-887.
6. **Руденский, А. В.** Дифференцирование требований к прочности и деформативности асфальтобетона для различных условий применения при строительстве покрытий: автореф. дисс... д-ра техн. наук. – Томск, 2000. - 35 с.
7. **Руденский, А. В.** Дорожные асфальтобетонные покрытия на модифицированных битумах. /А.В. Руденский, Ю.И. Калгин, Воронеж. Гос. Арх.-строит. Ун-т. – Воронеж, 2009. – 143 с.
8. Прибор динамических испытаний (**патент РФ № 152287**, регистрационный № 54987-13, свидетельство об утверждении типа средств измерений RU.E.28.042.A № 52444, выданное Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии РФ).
9. **Проект СТО АВТОДОР** «Оценка устойчивости материалов конструктивных элементов дорожных одежд к накоплению остаточных деформаций. Требования, метод испытания».

References

1. **Kalgin, Y. I.** advanced technologies of construction and repair of road surfaces with the use of modified bitumen / Yu Kargin, A. S. Strokin, E. B. Bales. – Voronezh: JSC Voronezh regional printing press, 2014, 224 p.
2. **Kalgin, Y. I.** Road bitumen-mineral-based materials modified bitumen / Yu Calvin - Voronezh: publishing house of Voronezh.GOS. University press, 2006. – 272.
3. **Kolmanovsky, S. A.** bitumen / A. S. Kolmanovsky, V. V. Mikhailov. – M. : Transport, 1973. –246 p.
4. **Mironchuk, S. A.** Evaluation of the sustainability of asphalt pavement roads to the accumulation of residual deformations: author. dis. ... candidate. tech. Sciences. – Voronezh, 2015, - p. 18
5. **Mironchuk, S. A.** Energy-Efficient equipment to ensure the quality of the asphalt. /Matua, V. P., Y. Y. Nikulin, E. N. Isaev // Journal "Scientific review", No. 7, part 3, Moscow, 2014. – P. 884-887.
6. **Rudensky, A. V.** Differentiation of requirements for strength and deformation of asphalt concrete under various conditions for use in construction coatings: author. Diss... d-RA tekhn. Sciences. – Tomsk, 2000. – 35
7. **Rudensky, A. B.** Road asphalt pavement on modified bitumen. /V. A. Rudensky, Yu Kalgin; Voronezh. GOS. Architect.-builds. Univ – Voronezh, 2009. – 143 p.
8. The dynamic testing device (**patent RF № 152287**, registration No. 54987-13, the approval certificate of measuring instruments RU.E.28.042.A No. 52444, issued by the Federal Agency for technical regulation and Metrology of the Russian Federation).
9. **Project one HUNDRED AVTODOR** "sustainability Assessment of materials structural elements road pavements to accumulation of residual deformations. The requirements of test method".

IMPROVING THE SUSTAINABILITY OF MODIFIED ASPHALT TO THE ACCUMULATION OF RESIDUAL DEFORMATIONS IN ROAD SURFACES

Y.I. Kalgin, A.S. Strokin, S. A. Mironchuk

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

Russia, Voronezh, tel.: +7 (473) 236-18-89, e-mail: kalgin36@yandex.ru

Y.I. Kalgin, D. Sc. in Engineering, Prof. of Pulpit construction and usages of the car roads

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

Russia, Voronezh, tel.: +7 (473) 236-18-89, e-mail: alexmech23@gmail.com

A.S. Strokin, Ph. D. in Engineering, Assoc. Prof. of Pulpit construction and usages of the car roads

Rostov State Building University

Russia, Rostov-on - Don, tel.: +7 (863)2019165, e-mail: sergeimironchuk@gmail.com

S. A. Mironchuk, Ph. D. in Engineering

Problem statement. Analysis of factors influencing the rate of formation of plastic deformations of asphalt concrete pavement, shows the efficacy of modified stone mastic asphalt concrete. A study of the stability of the modified stone mastic asphalt concrete, prepared on the bitumen BND 60/90 with a polymeric adhesion promoters "PS-N", to accumulate residual deformations under the action of intense dynamic loads.

Results. The necessity of applying a polymer surface substances on the properties of stone mastic asphalt concrete when exposed to intense dynamic traffic. The technique and the characteristics of the applied equipment of the conducted experiment to determine the intensity of accumulation of residual strains in a modified stone mastic asphalt concrete under dynamic loads.

Conclusions. It was established experimentally that the application of polymer surface substances significantly improve the deformation-strength properties of stone mastic asphalt, including more than 20 % reduces the intensity of residual strains in a modified stone mastic asphalt concrete under high intensity dynamic loads. It is shown that through the use of additives "PS-N" increases the uniformity of the stone mastic mixtures.

Key words: asphalt concrete, stone mastic asphalt, bitumen, polymer adhesion promoter.

УДК 624.21:533.6; 699.83

ВЛИЯНИЕ МАССОВЫХ ДЕМПФЕРОВ НА АЭРОДИНАМИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

А.В. Козлов

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Россия, г. Воронеж, тел. (473)-271-52-02, e-mail: e-mail: kozlov.a.v@inbox.ru

А. В. Козлов, канд. техн. наук, доцент кафедры проектирования автомобильных дорог и мостов

Постановка задачи. Целью работы является моделирование методом конечных элементов резонансных колебаний неразрезного балочного пролетного строения моста в направлении, перпендикулярном ветровому потоку. Рассматривается нестандартная ситуация, возникшая 20 мая 2010 года на мосту через реку Волгу в городе Волгограде.

Результаты. В результате разработан эффективный алгоритм расчета аэродинамической устойчивости большепролетных мостовых сооружений с использованием одного из самых распространенных в России и ближнем зарубежье программных комплексов – «ЛИРА-САПР». Даются рекомендации по подбору и моделированию демпферов.

Выводы. Разработанный алгоритм позволяет численно описать возмущающую силу периодического срыва вихрей ветрового потока, вызывающую резонансные колебания пролетных строений мостов, приложить эту силу к расчетной модели ПК «ЛИРА-САПР» и получить параметры, позволяющие оценить НДС системы при колебаниях и подобрать оптимальные характеристики демпфирующих устройств.

Ключевые слова: аэродинамическая устойчивость мостов, резонанс, демпфирующие устройства.

Введение. В изданиях на русском языке одно из наиболее полных исследований работы балочных конструкций в ветровом потоке представлено в учебнике «Вантовые мосты» под ред. А. А. Петропавловского [1], теоретические и практические аспекты аэродинамики мостов изложены в производственном издании [2]. Вопросы динамического расчета висячих мостов привлекли к себе внимание целого ряда исследователей сразу после известной аварии Такомского моста в США в 1940 г. До этого времени многочисленные задачи взаимодействия упругой конструкции с потоком воздуха изучались специалистами по самолетостроению, а соответствующая область знания получила название аэроупругости. Развитие теории расчета летательных аппаратов базировалось на фундаментальных теоретических результатах, восходящих еще к работам Н. Е. Жуковского, большом количестве экспериментов с моделями в аэродинамических трубах и опыте эксплуатации самолетов.

Прогресс в области самолетостроения всегда был связан с увеличением скоростных возможностей новых конструкций, формы которых непрерывно совершенствовались за счет улучшения обтекаемости, что позволяло сокращать потери мощности при движении в воздушной среде. Аналогичные задачи возникали и решались в области гидродинамики и судостроения. Конструкции висячих и вантовых мостов в основном формируются исходя из других соображений, связанных главным образом с необходимостью обеспечения прочности и жесткости при статических воздействиях. Причем динамические эффекты, возникающие при действии временной нагрузки, учитываются за счет условного увеличения расчетной статической нагрузки посредством введения динамических коэффициентов. Такой подход недостаточен при решении задач, связанных с анализом колебаний мостов при воздействии ветра.

Обтекание препятствий потоком воздуха сопровождается образованием вихревого следа (рис. 1). Воздушные вихри формируются непосредственно за обтекаемым телом поочередно справа и слева по ходу потока, утрачивая с определенной периодичностью контакт с препятствием, и движутся по направлению потока, представляя собой достаточно устойчивые образования.

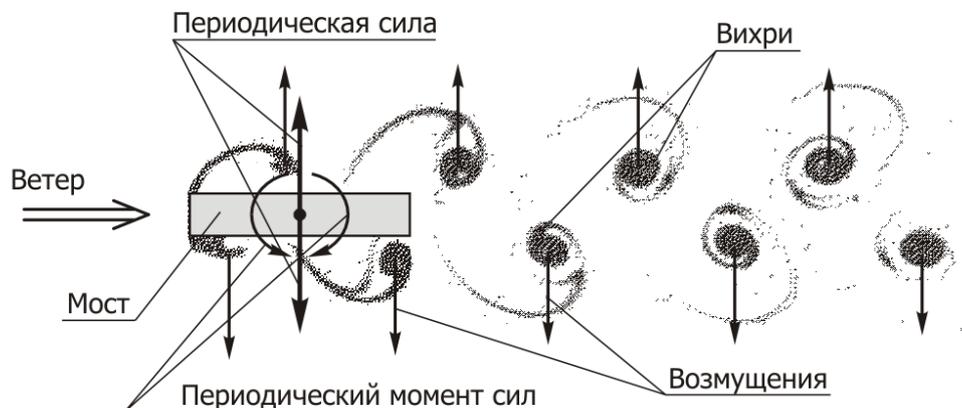


Рис.1. Общая схема вихревого воздействия (дорожка Кармана)

Частота срыва вихрей определяется скоростью ветра, поперечным размером конструкции и числом Струхала

$$S_t = \frac{v \cdot b}{V_{кр}}, \quad (1)$$

где v – частота срыва вихрей, Гц, (при критической скорости ветра совпадает с собственной частотой пролета); b – высота пролетного строения, м; $V_{кр}$ – критическая скорость ветра, м/с.

Амплитуда интенсивности периодической силы срыва вихрей вычисляется по формуле

$$P = 0,5 \cdot \rho \cdot V_{кр}^2 \cdot C_{lat} \cdot b, \quad (2)$$

где $\rho=1,29 \text{ кг/м}^3$ – плотность воздуха; C_{lat} – аэродинамический коэффициент.

Таким образом, для вычисления критической скорости ветра и амплитуды периодической силы нужно знать 3 параметра:

- частоту первой формы собственных колебаний пролета v ;
- число Струхала S_t ;

аэродинамический коэффициент C_{lat} .

Итак, для предварительного аэродинамического расчета на ветровой резонанс исходными данными являются те же, что и для обычного статического расчета (статическая схема, жесткостные характеристики, постоянные нагрузки). Дополнительно требуется только достоверно определить 2 аэродинамических характеристики: число Струхала S_t и аэродинамический коэффициент C_{lat} . На стадии предпроектных проработок их можно определить теоретически с помощью Еврокода EN 1991-1-4 [3].

1. Объект исследования. Численное моделирование вихревого резонанса балочного моста выполнено на примере «танцующего» моста через р. Волгу в г. Волгограде (рис. 2). Движение по мосту было прекращено 20 мая 2010 года из-за сообщения диспетчеров о сильном раскачивании конструкции (при этом сооружение было сдано в эксплуатацию за полгода до этого). Обследование не выявило дефектов и показало, что мост готов к эксплуатации.

Утром 25 мая после пробного проезда тяжёлых грузовиков, загруженных щебнем, движение легкового автотранспорта по мосту возобновилось.



Рис.2. Вид на проезжую часть моста при колебаниях

По выводам экспертной группы, причиной возникновения колебаний стал ветровой резонанс. Величина амплитуды составила 0,4 м при направлении ветра поперек пролета и скорости порядка 15-17 м/с. Частота колебаний – 0,4 Гц (период – 2,5 с).

Пролетное строение рассматриваемого моста металлическое, коробчатого сечения, балочно-неразрезное, с нижними и верхними ортотропными плитами (рис. 3).

Конструкция пролета представляет собой неразрезную балку и выполнена по схеме $2 \cdot 86,6 + 3 \cdot 126 + 3 \cdot 155 + 126 + 69$ м. Габарит проезжей части Г-14,25м (3 полосы движения). Ширина ортотропной плиты 17,38 м, высота главной балки 3,29 м.

Колебания возникли в средней части, имеющей схему 3×155 м. Река Волга в районе строительства относится к I классу водных путей, и по нормативным требованиям судоходные пролеты в свету должны составлять: низовой - 140 м, верховой - 120 м, этим и обусловлена настолько большая длина балочных пролетов, не характерная как для отечественных, так и для зарубежных мостов. При этом следует также отметить малую высоту пролетного строения (3,29 м), что в совокупности делает конструкцию очень гибкой.

В российских нормах вопрос расчета аэродинамической устойчивости балочных мостов до случая с Волгоградским мостом практически не рассматривался. В СНиП 2.05.03-84* [4] (действовавшем на момент проектирования моста через Волгу) упоминается необходимость проверки только висячих и вантовых мостов на аэродинамическую устойчивость. Актуализированная редакция СНиПа – СП35.13330.2011 [5] – в п.5.48 уже имеет дополнение: «Висячие и вантовые мосты, а также стальные балочные мосты с пролетами более 100 м, следует проверять на аэродинамическую устойчивость...» Таким образом, колебания Волгоградского моста явились идеальным натурным неразрушающим экспериментом, по результатам которого в нормативно-техническую документацию были внесены соответствующие поправки.

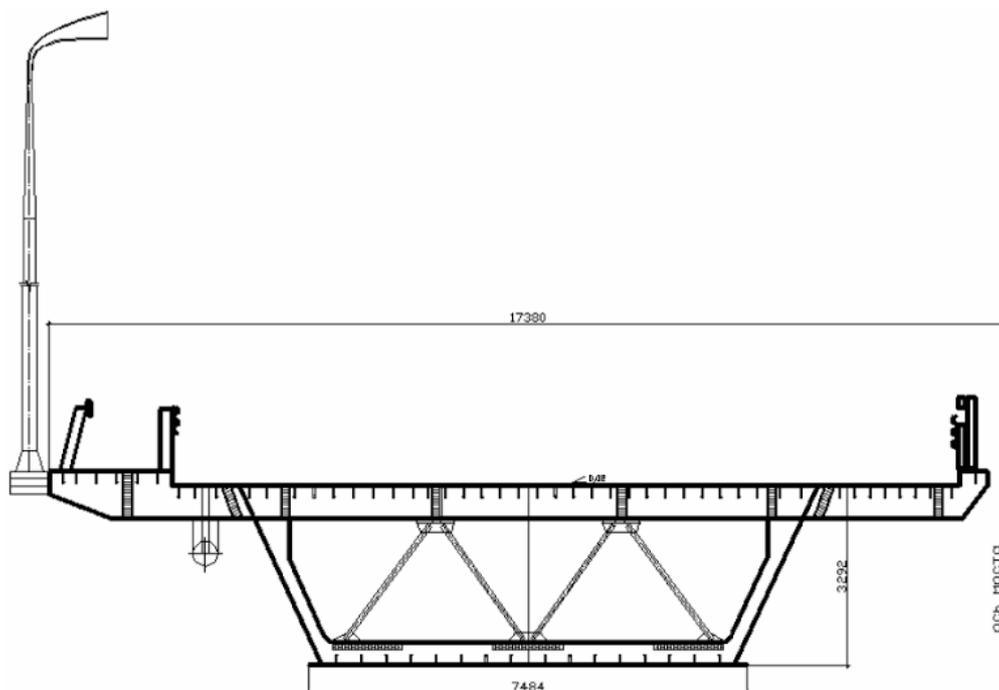


Рис. 3. Поперечное сечение пролетного строения

Для определения аэродинамических параметров рассматриваемого пролетного строения можно воспользоваться Еврокодом EN 1991-1-4: Wind actions (или идентичным ему техническим кодексом установившейся практики Республики Беларусь ТКП EN 1991-1-4-2009: «Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые воздействия» [3]). Максимальная высота пролетного строения (с учетом поперечного уклона и карниза) $b = 3,6$ м; ширина по краям ортотропной плиты $d = 17,4$ м; отношение $d/b = 4,83$; число Струхала $St = 0,115$ (рис. 4); аэродинамический коэффициент по таблице E.2 $C_{lat} = 1,1$.

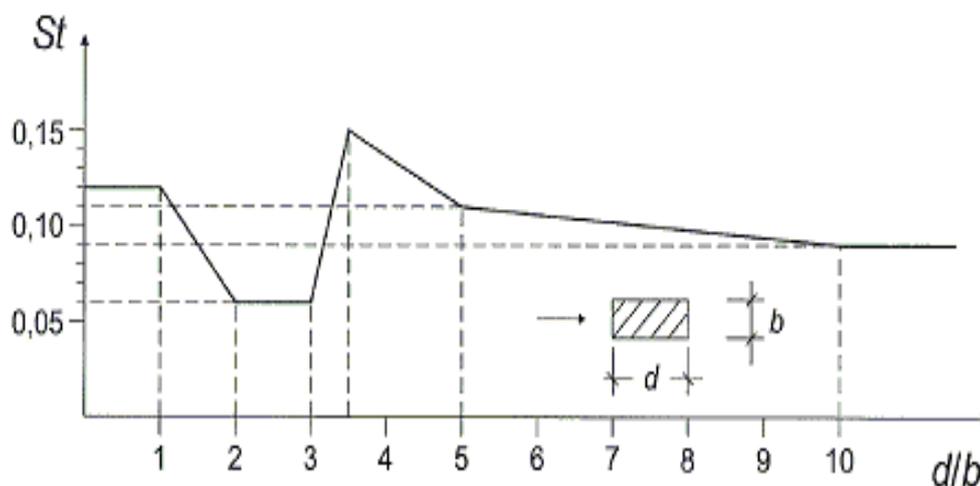


Рис. 4. Определение числа Струхала по Приложению E ТКП EN 1991-1-4-2009

2. Моделирование возмущающей силы срыва вихрей в ПК ЛИРА-САПР. Расчеты колебаний Волгоградского моста выполняются методом конечных элементов (МКЭ) в лицензионном программном комплексе ЛИРА-САПР. Расчетная схема выполнена в виде неразрезной балки, составленной из стержневых конечных элементов со следующими жест-

костными характеристиками (которые были вычислены исходя из реальной конструкции пролетного строения):

- осевая жесткость $EF=1,653 \cdot 10^7$ т;
- изгибная жесткость в вертикальной плоскости $EI_y=3,432 \cdot 10^7$ т·м²;
- изгибная жесткость в горизонтальной плоскости $EI_z=2,957 \cdot 10^8$ т·м²;
- крутильная жесткость $GI_k=1,891 \cdot 10^7$ т·м²;
- погонный вес (с учетом мостового полотна) $q=9,08$ т/м.

Периодическая сила срыва вихрей действует на узлы расчетной схемы пролета по гармоническому закону [1, стр. 172]

$$P = [0,5 \cdot \rho \cdot V_{кр}^2 \cdot C_{lat} \cdot b] \cdot l \cdot \sin(\nu t). \quad (3)$$

Здесь в квадратных скобках – амплитуда интенсивности (распределенной по длине пролета); l – шаг разбивки расчетной схемы (расстояние между узлами пролета); ν – резонансная частота срыва вихрей, Гц (собственная частота колебаний пролетного строения); t – время, сек.

3. Сравнение колебаний пролетного строения под действием одной и той же возмущающей силы без демпферов (резонанс) и с массовыми демпферами. На рассматриваемом сооружении после возникновения колебаний были выполнены следующие основные мероприятия:

1) установка в серединах колебавшихся пролетов массовых демпферов (рис. 5), что исключает возможность возникновения резонанса, т. к. частота собственных колебаний демпферов подобрана таким образом, чтобы максимально эффективно сбивать частоту колебаний пролетов;

2) установка на торцах ортотропной плиты обтекателей, значительно ослабляющих воздействие ветрового потока на рассматриваемую конструкцию.



Рис. 5. Массовые демпферы

В рамках данной работы было выполнено моделирование свободных (без демпферов) резонансных колебаний Волгоградского моста, которые произошли 20 мая 2010 года, и мо-

делирование колебаний с установленными демпферами при аналогичном ветровом воздействии (т.е. без учета обтекателей).

На рис. 6 показаны изменения значений изгибающего момента от постоянных нагрузок в наиболее нагруженном сечении пролета при колебаниях с амплитудой 0,4 м (расчет выполнен в модуле «Динамика плюс» ПК «ЛИРА-САПР»). По оси абсцисс указано время численного исследования (200 секунд); на 75-й секунде прекращается действие возмущающей силы (амплитуда колебаний в этой точке достигает 400 мм, установлено варьированием времени действия срыва вихрей с пролетного строения для достижения амплитуды при реальных колебаниях). По оси ординат – изменения изгибающего момента, т·м:

- минимальное значение – 12012,2 т·м;
- максимальное значение – 22897,4 т·м;
- среднее значение (статический момент) – 17454,8 т·м;
- амплитуда колебаний значений изгибающего момента – $\pm 5442,6$ т·м.

Так как предельный момент равен 36500 т·м, предельное состояние от произошедших в 2010 году колебаний не возникло.

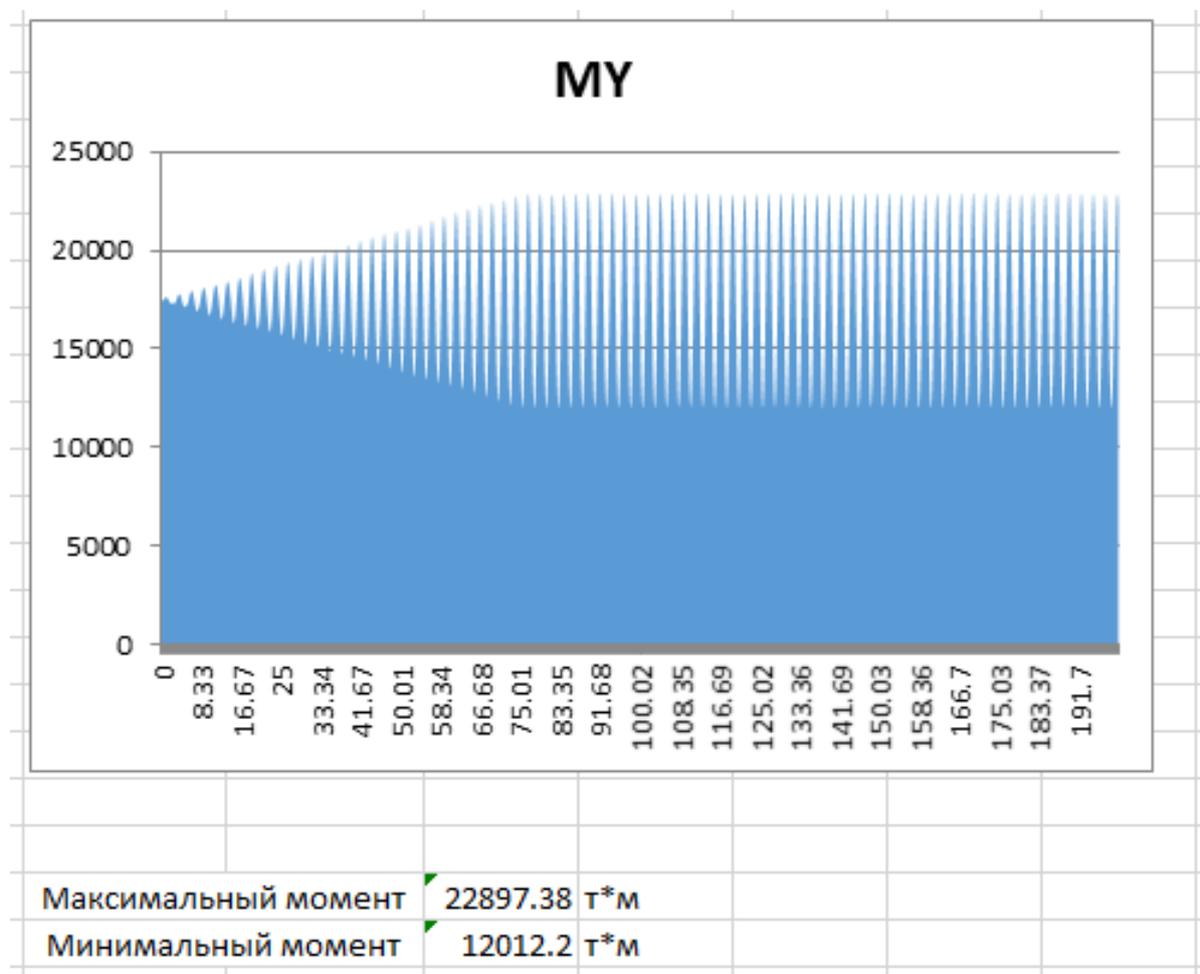


Рис. 6. Изменения изгибающего момента в наиболее нагруженном сечении в процессе колебаний

В ПК «ЛИРА-САПР» также можно смоделировать поведение системы совместно с демпфирующими устройствами. Численными экспериментами в рамках данной работы установлено, что жесткость пружин массовых демпферов (по своей схеме являющихся пружин-

ными маятниками) должна быть подобрана таким образом, чтобы частота собственных колебаний демпфера была очень близка, но несколько ниже (около 2 %) частоты собственных колебаний пролетного строения с учетом присоединенной массы маятников. При этом получаются минимальные амплитуды колебаний пролета и изменений изгибающего момента в наиболее нагруженных сечениях, показанные на рис. 7 и 8. Для исследования колебаний с демпферами временной интервал был расширен до 500 секунд, и воздействие срыва вихрей с резонансной частотой колебаний пролетного строения моделировалось на всем протяжении этого интервала. На рис. 7 по оси ординат показаны прогибы пролетного строения в каждый момент времени при колебаниях:

- максимальное значение – -1028,05 мм;
- минимальное значение – -1099,33 мм;
- среднее значение (статический прогиб от постоянных нагрузок) – -1063,7 мм;
- амплитуда колебаний значений прогиба – $\pm 35,6$ мм.



Рис. 7. Амплитуда колебаний пролетного строения с демпферами

На рисунке 8 по оси ординат – изменения изгибающего момента, т·м:

- минимальное значение – -17359,26 т·м;
- максимальное значение – 18446,06 т·м;
- среднее значение (статический момент с учетом присоединенной массы демпферов) – 17902,66 т·м;
- амплитуда колебаний значений изгибающего момента – $\pm 543,4$ т·м.

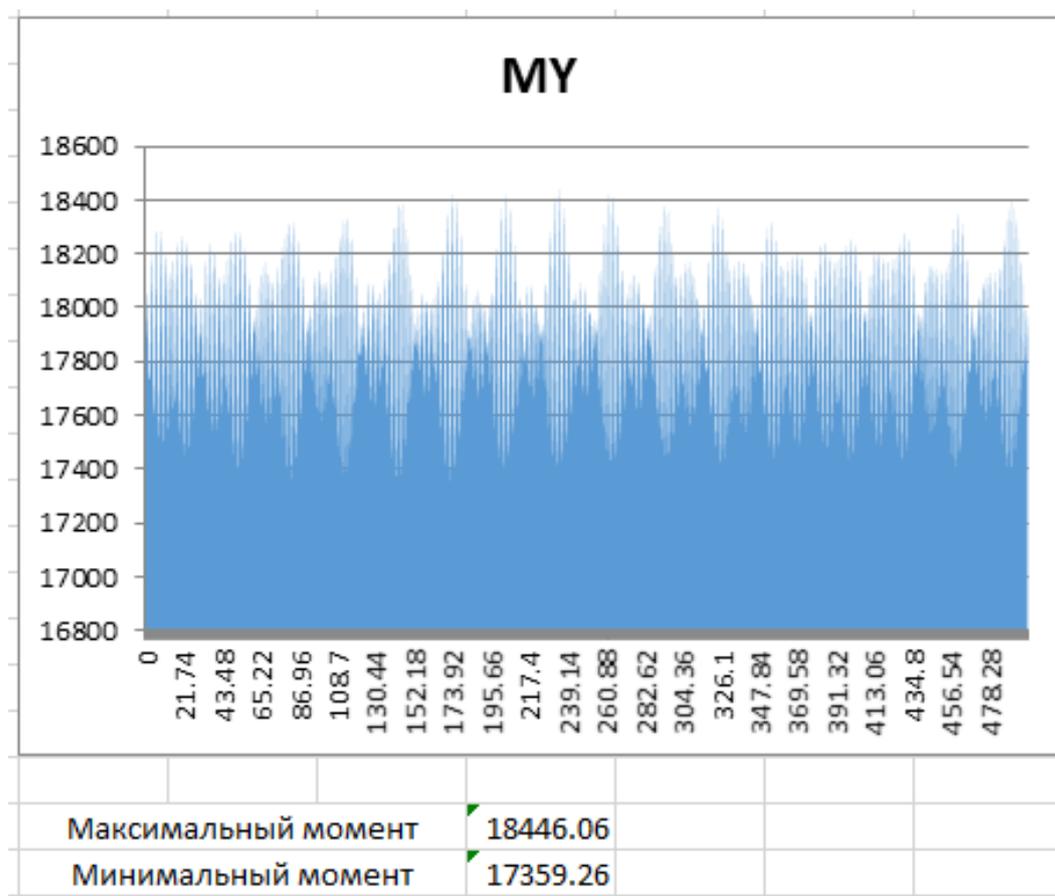


Рис. 8. Изменения изгибающего момента в наиболее нагруженном сечении в процессе колебаний с установленными демпферами

Выводы. Выполненный расчет доказал эффективность установленных демпферов и показал возможность выполнения предварительных численных расчетов аэродинамической устойчивости большепролетных мостов с использованием одного из самых распространенных в РФ и ближнем зарубежье программных комплексов – «ЛИРА-САПР». При этом трудоемкость реальных аэродинамических исследований значительно снижается, так как уже на стадии проектирования неустойчивые к ветровому резонансу решения пролетного строения будут исключены из рассмотрения. Разработанная упрощенная методика позволяет рассчитать эффект от применения противорезонансных мероприятий, в частности, установки массовых демпферов, и подобрать оптимальные характеристики этих устройств.

Библиографический список

1. **Петропавловский, А. А.** Вантовые мосты / Под ред. А.А. Петропавловского и др. – М.: Транспорт, 1985.
2. **Казакевич, М. И.** Аэродинамика мостов. – М.: Транспорт, 1987. – 240 с.
3. Технический кодекс установившейся практики ТКП EN 1991-1-4-2009: Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые воздействия. – Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, Минск, 2009.
4. СНиП 2.05.03-84*. Мосты и трубы. Минстрой России. – М.: ГИ ЦПП, 1996.
5. СП 35.13330.2011. Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84. Минрегион России, 2010.
6. **Козлов, В. А.** Напряженно-деформированное состояние многосвязных призматических конструктивных элементов мостовых сооружений / В. А. Козлов // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. – 2011. – № 4 (24). – С. 110-117.

7. **Козлов, В. А.** Свободные колебания консольно защемленных призматических тонкостенных конструкций / В. А. Козлов // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Строительство и архитектура.– 2013. –№ 2 (30). – С. 9-17.
8. Интернет-ресурс www.skyscrapercity.com: Волгоградский мост.

References

1. **Petropavlovskij, A. A.** Vantovye mosty / Pod red. A.A. Petropavlovskogo i dr. – М.: Transport, 1985.
2. **Kazakevich, M. I.** Ajerodinamika mostov. – М.: Transport, 1987. – 240 s.
3. Tehnicheskij kodeks ustanovivshejsja praktiki TKP EN 1991-1-4-2009: Evrokod 1. Voz-dejstvija na konstrukcii. Chast' 1-4. Obshhie vozdejstvija. Vetrovye vozdejstvija. -Ministerstvo arhitektury i stroitel'stva Respubliki Belarus', Minsk, 2009.
4. SNIp 2.05.03-84*. Mosty i truby. Ministroj Rossii. – М.: GP CPP, 1996.
5. SP 35.13330.2011. Mosty i truby. Aktualizirovannaja redakcija SNIp 2.05.03-84. Min-region Rossii, 2010.
6. **Kozlov, V. A.** Naprjazhenno-deformirovannoe sostojanie mnogosvjaznyh prizmaticheskikh konstruktivnyh jelementov mostovyh sooruzhenij / V. A. Kozlov // Nauchnyj vestnik VGASU. Stroitel'stvo i arhitektura. – 2011. – № 4 (24). – S. 110-117.
7. **Kozlov, V. A.** Svobodnye kolebanija konsol'no zashhemlennyh prizmaticheskikh tonkosten-nyh konstrukcij / V. A. Kozlov // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo GASU. Stroitel'stvo i arhitektura.– 2013. –№ 2 (30). – S. 9-17.
8. Internet-resurs www.skyscrapercity.com : Volgogradskij most.

THE INFLUENCE OF MASS DAMPERS ON AERODYNAMIC STABILITY OF BRIDGE STRUCTURES

A. V. Kozlov

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

Russia, Voronezh, tel.: +7 (473) 271-52-02, e-mail: e-mail: kozlov.a.v@inbox.ru

A. V. Kozlov, PhD. in Engineering, Assoc. of Dept. Highways and Bridges Engineering Department

Problem statement. The aim of this work is a FEM analysis of resonant vibrations of a continuous beam bridge span in the direction perpendicular to the wind flow. Discusses the unusual situation that occurred on 20 may 2010 on the bridge over the Volga river in Volgograd.

Results. The result is a clear algorithm for calculating the aerodynamic stability of long-span bridges using one of the most common in Russia and CIS software systems – "LIRA-SAPR". Recommendations on the selection and modeling of dampers.

Conclusions. The developed algorithm allows to numerically describe the perturbing force on the periodic vortex shedding wind flow, causing resonant vibrations of the spans of the bridges, applying this force to the computational model of the software package "LIRA-SAPR" and to obtain the parameters, allowing to estimate the stress-strain state of the system at fluctuations and to find the optimal characteristics of damping devices.

Keywords: aerodynamic stability of bridges, resonance, damping devices.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

УДК 621.311.11

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН НА ЖИЛЫЕ КОМПЛЕКСЫ

А. И. Гришанович

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет
Россия, г.Воронеж, тел. 8(473)271-53-21, e-mail: teplosnab_kaf@vgasu.vrn.ru
А.И. Гришанович, аспирант кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела*

Постановка задачи. Обозначить основной недостаток в проектировании и строительстве жилых зданий и сооружений на территориях воздушных линий электропередач. Изучить влияния электрических и магнитных полей на организм человека, животных и растений.

Результаты и выводы. В ходе подробного анализа был выявлен основной недостаток застройки территорий воздушных линий электропередач - их влияние на окружающую среду и человека. Для решения имеющейся проблемы я предлагаю два варианта. Первый-перемещение опор ВЛ под землю, а освободившиеся территории застраивать, что уменьшит влияние электромагнитных полей. Второй вариант- жилые комплексы, у которых вышел срок эксплуатации, и они не пригодны для проживания, демонтировать и возвести новые здания и сооружения - это улучшит архитектурно-художественный облик городов.

Ключевые слова: проектирование воздушных линий электропередач, электрические поля, магнитные поля, нормы технологического проектирования, благоустройство территории.

Введение. Биологическое влияние электрических и магнитных полей на организм людей и животных достаточно много исследовалось. Наблюдаемые при этом эффекты, если они и возникают, до сих пор не ясны и трудно поддаются определению, поэтому эта тема остается по-прежнему актуальной.

Неверные технологические решения приводят к значительному риску. Ознакомившись с исследованиями связанных с этой проблемой, можно сделать вывод, что точного решения еще не найдено. В строительстве используют более 6 способов, которые уменьшают показатели негативного влияния до нормы.

В настоящее время представители научного мира не могут найти биологического обоснования воздействию магнитного поля промышленной частоты (МППЧ) на организм человека. Существует мнение, что линии электропередач (ЛЭП) не могут оказывать существенного влияния на здоровье людей, так как на расстояниях в 200 метров от проводов магнитное поле, образованное ими, меньше магнитного поля Земли, которое составляет 30-50 мкТл. Однако магнитное поле нашей планеты относительно постоянно, и не вибрирует с частотой 50 Гц в секунду, как МППЧ [1, 2, 3, 4, 5].

На сегодняшний день проблема заключается не в защите конструкций и проводов воздушных линий (ВЛ), по которым передается ток вызывающий эти излучения, а в грамотном

проектном расположении опоры по отношению к жилым зданиям и сооружениям.

В работе [10] в целях исследования распределения уровней электромагнитных полей ЛЭП, были проведены измерения напряженности электрического и магнитного поля линий электропередач в городе Ногинске, Московская область. Замеры проводились на высоте 1,8 м от поверхности земли с помощью измерителя напряженности электрического и магнитного поля промышленной частоты ПЗ-50 на различных расстояниях от проекции крайнего провода на землю, а также вдоль пролетов ЛЭП [6, 7]. Результаты исследования уровня напряженности электрического поля приведены на рис. 1 и 2.

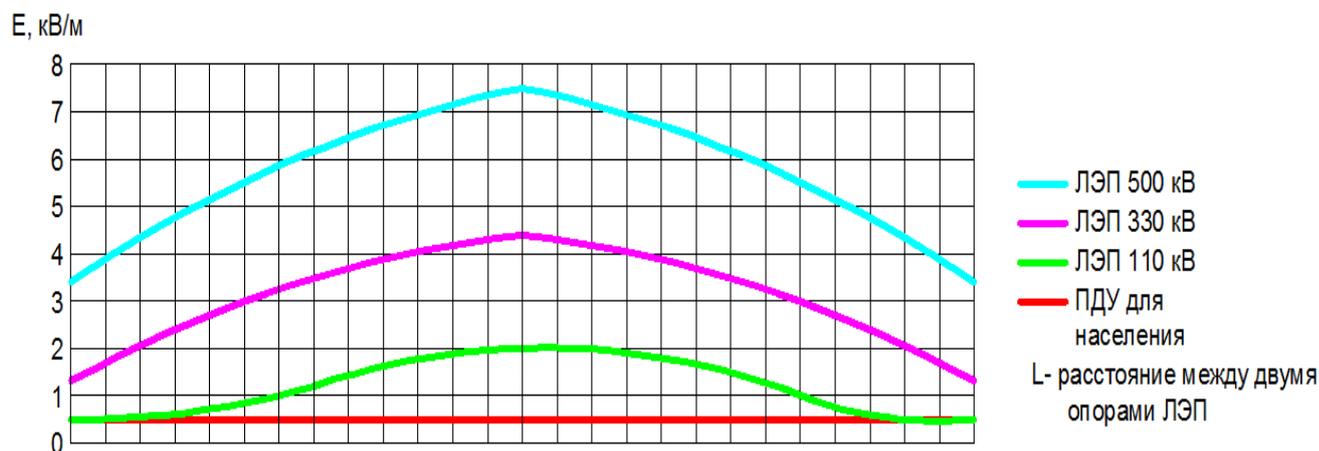


Рис. 1. Уровни напряженности электрического поля вдоль пролета ЛЭП

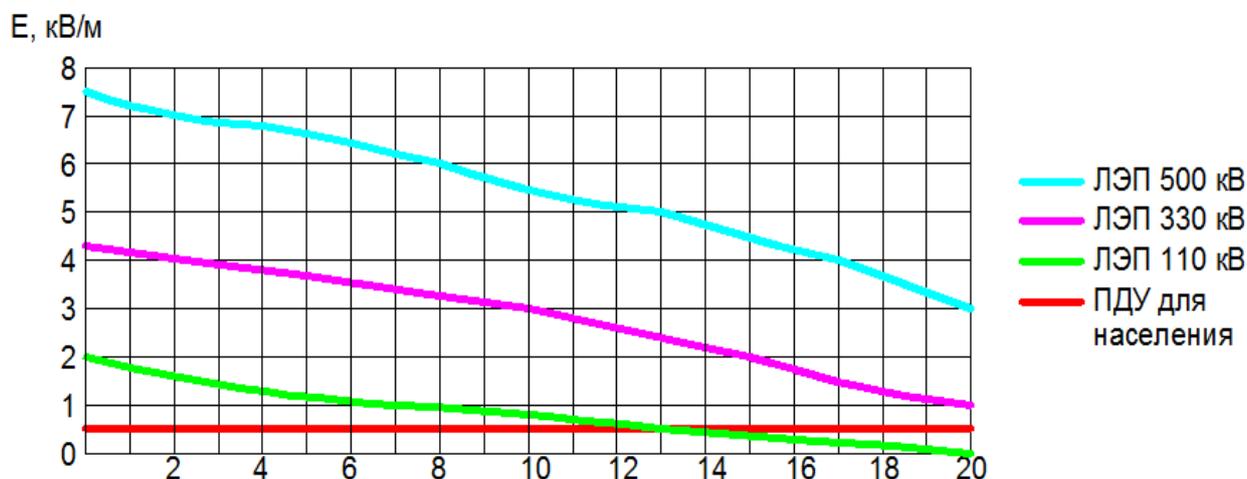


Рис. 2. Уровни напряженности электрического поля на различных расстояниях от проекции на землю провода ЛЭП

1. Влияние электромагнитных полей на окружающую среду и человека.

1.1 Влияние электрических полей на организм человека. Впервые опасное воздействие электромагнитных полей ЛЭП на человеческий организм было обнаружено в 60-х годах прошлого столетия. После тщательных исследований состояния здоровья людей, близко контактирующих с линиями электропередач в условиях производства, учеными были обнаружены настораживающие факты. Практически все обследованные лица жаловались на повышенную утомляемость, раздражительность, нарушения памяти и сна, депрессию, мигрень, дезориентацию в пространстве, мышечную слабость, проблемы с сердечнососудистой систе-

мой, гипотонию, нарушения зрения, атрофию цветового восприятия, снижение иммунитета, потенции, изменение состава крови.

Очень часто у людей, живущих поблизости ЛЭП, наблюдаются онкологические заболевания, серьезные нарушения репродуктивной функции, а также так называемый синдром электромагнитной сверхчувствительности. Довольно страшно слышать отчеты об исследованиях некоторых иностранных ученых на предмет влияния высоковольтных линий электропередач на здоровье наших детей. Например, шведские и датские исследователи обнаружили то, что дети, проживающие на расстоянии до 150 метров от ЛЭП, подстанций и метро, в два раза чаще болеют лейкемией, а практически у каждого из них встречаются расстройства нервной системы [1,5].

В некоторых странах существует такой медицинский термин, как электромагнитная аллергия. Люди, ею страдающие, имеют возможность поменять место проживания на другое, находящееся как можно дальше от источников электромагнитного излучения.

«Большинство наших практических исследований подтверждают – напряженность электрического поля вблизи ЛЭП не превышает установленных нормативов. По магнитному полю – все не так однозначно. Величина магнитного поля зависит от токов, проходящих по проводам, материала стен здания, и даже конструкции опор ЛЭП» – сообщил директор Центра электромагнитной безопасности, член Научно-консультативного комитета программы «ЭМП и здоровье» Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) Олег Григорьев. Ряд западных исследований свидетельствуют, что при проживании вблизи ЛЭП повышается риск ряда заболеваний, причем именно из-за магнитной составляющей. Так, шведские ученые установили, что у людей, проживающих на расстоянии до 800 м от ЛЭП напряжением 200 кВ, статистически чаще встречаются лейкозы, опухоли мозга, онкология молочной железы. Исследователи установили, что виной всем перечисленным проблемам – повышенный уровень магнитной составляющей электромагнитного поля, и оценили опасный порог плотности магнитного потока в 0,1 микротесла (мкТл) [1, 3, 5].

1.2 Влияние электрического поля на растения. В исследованиях, выполненных Богатиной Н. И. были проведены экспериментальные опыты, которые показали влияние электрического поля на растения вблизи ЛЭП [8]. Опыты проводились в специальной камере в искусственном поле с напряженностью от 0 до 50 кВ/м. Было выявлено небольшое повреждение ткани листьев при экспозиции от 20 до 50 кВ/м, зависящее от конфигурации растения и первоначального содержания влаги в нем. Омертвление ткани наблюдалось в частях растений с острыми краями. Толстые, с гладкой закругленной поверхностью растения не повреждались при напряженности 50 кВ/м. Повреждения являются следствием короны на выступающих частях растений. У наиболее слабых растений повреждения наблюдались уже через 1 - 2 ч после экспозиции. Важно, что у семян пшеницы, имеющих очень острые концы, корона и повреждения были заметны при сравнительно низкой напряженности, равной 20 кВ/м. Это был самый низкий порог появления повреждений в исследованиях.

Наиболее вероятный механизм повреждения ткани растений - тепловой. Поражение ткани появляется тогда, когда напряженность поля становится достаточно высокой, чтобы вызвать коронирование, и через кончик листка течет ток короны высокой плотности. Тепло, выделяемое при этом на сопротивлении ткани листа, приводит к гибели узкого слоя клеток, которые сравнительно быстро теряют воду, высыхают и сжимаются. Однако этот процесс имеет предел и процент высохшей поверхности растения невелик [3, 5].

1.3 Влияние электрического поля на животных. В качестве примера можно привести ряд исследований влияния электрического поля на животных, которые проводились по двум направлениям: изучение на уровне биосистемы и изучение порогов обнаруженных влияний.

Мубаракшин Р. И. в своей работе выявил, что среди цыплят, помещенных в поле с напряженностью 80 кВ/м, отмечалась прибавка массы, жизнеспособность, низкая смертность. Порог восприятия поля измерялся на домашних голубях. Было показано, что голуби

обладают каким-то механизмом для обнаружения электрических полей малой напряженности. Генетических изменений не наблюдалось. Отмечено, что животные, пребывающие в электрическом поле большой напряженности, могут испытывать мини-шок из-за посторонних факторов, зависящих от условий эксперимента, которые могут привести к некоторому беспокойству и возбуждению испытываемых. В ряде стран имеются нормативные документы, ограничивающие предельные значения напряженности поля в зоне трасс воздушных ЛЭП. Максимальная напряженность 20 кВ/м была рекомендована в Испании, и такое же значение рассматривается в настоящее время как предельное в Германии. Общественная осведомленность о влиянии электромагнитного поля на живые организмы продолжает расти, и некоторый интерес и беспокойство в связи с этим влиянием будут приводить к продолжению соответствующих медицинских исследований, особенно на людях, проживающих вблизи воздушных линий электропередачи [3, 5, 11].

2. Основные нормы технологического проектирования ЛЭП. Для того чтобы защитить население от вредного воздействия линий электропередач, существуют специальные нормативы, определяющие некую санитарную зону, условно начинающуюся от крайнего провода ЛЭП, спроецированного на землю (см.таблица).

Таблица

Санитарные зоны ЛЭП согласно СН № 2971-84

Напряжение ВЛ	0,4кВ	10кВ	35кВ	110кВ	220-330кВ	500кВ	750кВ
Безопасное расстояние от ЛЭП (охранные зоны ВЛ)	2м	10м	15м	20м	25м	30м	40м

Чтобы магнитное поле не оказывало влияние на состояние здоровья человека, необходимо умножить каждый из перечисленных показателей на 10. Получается, что самая маломощная ЛЭП безвредна лишь на расстоянии в 100 метров. В условиях непогоды этот разряд сбрасывает в атмосферу облако противоположно заряженных ионов. Электрическое поле, создаваемое ими, даже на большом удалении от ЛЭП может быть гораздо больше допустимых безвредных величин (см. рис.3) .

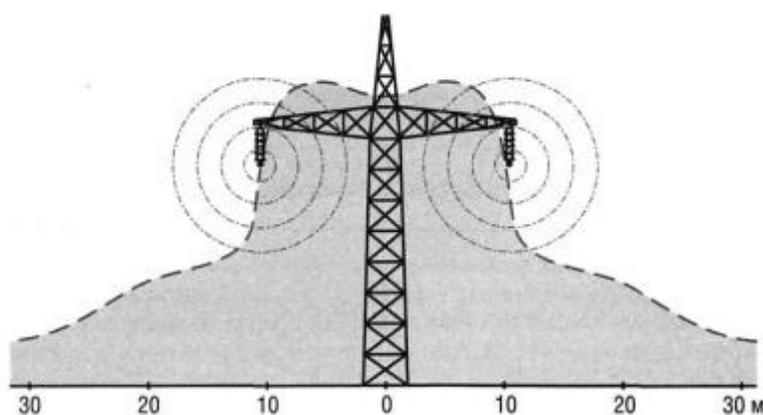


Рис. 3. Диаграмма распространения электромагнитного поля вокруг опоры ЛЭП

При строительстве жилого дома около ЛЭП напряженность электрического поля линий электропередач может быть уменьшена путем: удаления жилого дома на безопасное расстояние от ВЛ опор; применения экранирующих устройств для защиты жилья рядом с ЛЭП и других средств снижения напряженности электрического поля вблизи ЛЭП. При близком расстоянии от ЛЭП до жилого здания, хорошо защищает заземленная крыша из профнастила

или металлочерепицы, арматурная сетка внутри стен здания (поэтому железобетонные стены наиболее безопасны от влияния ЛЭП и лучше всего ослабляют радиоволны). Но крышу здания и сетку необходимо надежно заземлить при небольшом расстоянии от провода до крыши. В любом городе можно найти ряд отклонений от нормы, опоры стоят очень близко к жилым домам, в центрах города. Многие люди и не догадываются под каким воздействием и облучением они находятся и какие последствия их ждут в будущем [4, 7].

3. Строительство на территории ЛЭП. Под промышленность и жилье используют каждый свободный метр в больших городах: массовые сносы «лишних» домов и районов стали событиями вчерашнего дня, потому что сегодня открыты абсолютно не освоенные застройщиками площади – территории ЛЭП. Устаревшие нормы пересмотрены в разных государствах мира, многие страны сократили зоны «опасности» ЛЭП как минимум в 2-3 раза. К сожалению, от этого не уменьшилось пагубное влияние линий электропередач на здоровье людей, постоянно находящихся на этих территориях. И хотя все еще неоднозначны результаты исследований о воздействии на человека электромагнитных волн промышленной частоты в 50 Гц, факты говорят обратное: у некоторых людей, живущих вблизи ВЛ, наблюдается «синдром электромагнитной гиперчувствительности», вызывающий самые страшные заболевания. Возникает вопрос: насколько выгодна застройка таких участков, если ценой этому могут стать жизни людей?

Столичные территории давно вышли за рамки «разрешенных к застройке». Недавно стало известно, что московские власти и строительные компании нашли новый резерв для строительства. Речь идет об участках под линиями электропередач (ЛЭП). По подсчетам московских властей, под этими сооружениями недоступными для строителей остаются сотни гектаров.

Существование земель, расположенных под ЛЭП, регулируется статьей 87 Земельного кодекса. Согласно этому документу такие участки признаются землями энергетики. Порядок использования таких земель практически никак не прописан и может определяться правительством, органами исполнительной власти регионов или органами местного самоуправления в зависимости от принадлежности этих земель. Более того, единственная ограничительная формулировка содержится в статье 89 кодекса. «Для обеспечения деятельности организаций и эксплуатации объектов энергетики могут устанавливаться охранные зоны электрических сетей», – гласит ее второй пункт. Всем понятно, что «могут» – это не обязаны. При этом тот же кодекс откровенно позволяет предоставлять земли энергетики в безвозмездное срочное пользование для сельскохозяйственного производства или иных нужд [2, 6]. Ряд нарушений можно увидеть на рисунках 5, 6, 7, 8.

Вывод. По полученным данным можно сделать вывод, что нужно разработать программы переноса ЛЭП с поверхности под землю. Во многом это поможет освобождению дорогих земельных участков, находящихся сегодня под ЛЭП, для застройки и тем самым уменьшится неблагоприятное влияние на организм людей, животных. Потому, что толща земли может стать естественной преградой для распространения электромагнитных волн, и добиться безопасного уровня излучения станет проще. Однако эксперты указывают на опасность некачественного монтажа подземных линий, поскольку стоимость переноса оценивается примерно в 1 млн. евро за 1 км, что может привести к экономии в безопасности. Если воздушная ЛЭП всегда доступна для мониторинга эксплуатирующими и контролирующими организациями, то под землей это будет трудным и экономически не выгодным. Но и воздушные линии можно сделать безопаснее. Сегодня есть проекты опор, когда за счет подвеса проводов, расщепления фаз происходит векторная компенсация поля. Либо, обратить внимание на здания и сооружения, у которых вышел срок эксплуатации, и они не пригодны для проживания и произвести их демонтаж, тем самым освободить территории для новых жилых и развлекательных комплексов - это улучшит архитектурно-художественный облик городов.



Рис.5. Самарская обл. ВЛ-110кВ



Рис.6. г. Москва ВЛ-110кВ



Рис.7. г. Махачкала ВЛ-110



Рис.8. г. Москва ВЛ-110кВ

Библиографический список

1. **Кабышев, А. В.** Расчет и проектирование систем электроснабжения : учеб. пособие / А. В. Кабышев, С. Г. Обухов - Том. политехн. ун-т – Томск, 2005. – 168 с.
2. **Чехов, В. И.** Экологические аспекты передачи электроэнергии: учеб. пособие / В. И. Чехов - МЭИ – Москва, 1991. – 33 с.
3. **Гологорский, Е. Г.** Справочник по строительству и реконструкции линий электропередачи напряжением 0,4–750 кВ / Е. Г. Гологорский , А. Н. Кравцов, Б. М. Узелков. - Электрон. текстовые данные. - М.: ЭНАС, 2007.- 557 с.
4. <http://sbk.ltd.ua/ru/lep-opory-osveschenija/>
5. <http://www.apartment.ru/Article/>
6. <http://emi.ucoz.com/index/0-50>
7. СанПиН 2971-84 «Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты».
8. **Богатина, Н. И.** Влияние электрических полей на растения / Н. И. Богатина, Н. В. Шейкина // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского: Серия «Биология, химия». - 2011. - № 1. - С. 10-17.
9. **Дьякова, Н. А.** Изучение влияния электромагнитного поля на анатомические признаки и химический состав лекарственных растений на примере горца птичьего и подорожника большого / Н. А. Дьякова, И. А. Самылина, А. И. Сливкин, С. П. Гапонов, Л. И. Фирсова, А. А. Мындра // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармаци. -2014. - №4 - С.114-118.

10. **Графкина, М. В.** Электромагнитное загрязнение окружающей среды / М. В. Графкина, Е. Ю. Свиридова // Промышленная экология и безопасность в техносфере / Материалы Международной научно-технической конференции Ассоциации автомобильных инженеров (ААИ) «Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров», посвященной 145-летию МГТУ «МАМИ». Книга 10, Москва, МГТУ «МАМИ», - 2010.- С. 38-42.

11. **Мубаракшин, Р. И.** Трансформаторные подстанции, как фактор оказывающий влияние на образ жизни и распространения животных и растений / Р. И. Мубаракшин // Учебные записки Казанского государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана- 2013.- № 215 - С.240-246.

References

1. **Kabyshev, A. V.** Raschet i proektirovanie sistem jelektronsnabzhenija : ucheb. posobie / A. V. Kabyshev, S. G. Obuhov - Tom. politehn. un-t – Tomsk, 2005. – 168 s.

2. **Chehov, V. I.** Jekologicheskie aspekty peredachi jelektrojenergii: ucheb. posobie / V. I. Chehov - MJeI – Moskva, 1991. – 33 s.

3. **Gologorskiy, E. G.** Spravochnik po stroitel'stvu i rekonstrukcii linij jelektroperedachi naprjazhe-niem 0,4–750 kV / E. G. Gologorskiy , A. N. Kravcov, B. M. Uzelkov. - Jelektron. tekstovye dannye. - M.: JeNAS, 2007.- 557 с.

4. <http://sbk.ltd.ua/ru/lep-opory-osveschenija/>

5. <http://www.apartment.ru/Article/>

6. <http://emi.ucoz.com/index/0-50>

7. SanPiN 2971-84 «Sanitarnye normy i pravila zashhity naselenija ot vozdejstvija jelektricheskogo po-lja, sozdavaemogo vozdušnymi linijami jelektroperedachi peremennogo toka promyshlennoj chastoty».

8. **Bogatina, N. I.** Vlijanie jelektricheskikh polej na rastenija / N. I. Bogatina, N. V. Shejkina // Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo: Serija «Biologija, himija». - 2011. - № 1. - S. 10-17.

9. **D'jakova, N. A.** Izuchenie vlijanija jelektromagnitnogo polja na anatomicheskie priznaki i himicheskij sostav lekarstvennyh rastenij na primere gorca ptich'ego i podorozhnika bol'shogo / N. A. D'jakova, I. A. Sa-mylnina, A. I. Slivkin, S. P. Gaponov, L. I. Firsova, A. A. Myndra // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Himija. Biologija. Farmaci. -2014. - №4 - S.114-118.

10. **Графкина, М. В.** Jelektromagnitnoe zagrjaznenie okružhajushhej sredy / М. В. Графкина, Е. Ю. Свиридова // Промышленная экология и безопасность в техносфере / Материалы Международной научно-технической конференции Ассоциации автомобильных инженеров (ААИ) «Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров», посвященной 145-летию МГТУ «МАМИ». Книга 10, Москва, МГТУ «МАМИ», - 2010.- С. 38-42.

11. **Мубаракшин, Р. И.** Трансформаторные подстанции, как фактор оказывающий влияние на образ жизни и распространения животных и растений / Р. И. Мубаракшин // Учебные записки Казанского государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана- 2013.- № 215 - С.240-246.

AN ANALYSIS OF THE IMPACT OF ELECTROMAGNETIC WAVES ON RESIDENTIAL COMPLEXES

I. A. Grishanovich

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

Russia, Voronezh, ph. 8(473)271-53-21, e-mail: teplosnab_kaf@vgasu.vrn.ru

I. A. Grishanovich, Ph. D. student of Dept. of Heat and Gas Supply and oil and gas business

Statement of the problem. Labeling the main drawback in the design and construction of residential buildings and structures in areas of overhead power lines. To study the impact of electric and magnetic fields on the human body, animals and plants.

The results and conclusions. During the detailed analysis revealed the main disadvantage of area overhead transmission lines is their adverse impact on the environment and humans. To solve the existing problems, I propose two options. The first is the movement of overhead line supports under the earth, and the vacant territory to build up, which reduces the influence of electromagnetic fields. The second option is apartment complexes, which have reached the end-of-life, and they are not suitable for living, to dismantle and to erect new buildings and facilities - it will improve the architectural appearance of cities.

Keywords: design of overhead power transmission lines, electric and magnetic fields, standards for technological design, landscaping.

ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

RULES OF PREPARATION OF ARTICLES

ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

Уважаемые авторы, пожалуйста, строго следуйте правилам написания и оформления статей для опубликования в журнале «Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации».

1. Изложение материала должно быть ясным, логически выстроенным. Обязательными структурными элементами статьи являются *Введение* (~0,5 страницы) и *Выводы* (~0,5 страницы), другие логические элементы (пункты и, возможно, подпункты), которые следует выделять в качестве заголовков.

1.1. *Введение* предполагает:

- обоснование актуальности исследования;
- анализ последних публикаций, в которых начато решение исследуемой в статье задачи (проблемы) и на которые опирается автор в своей работе;
- выделение ранее не решенных частей общей задачи (проблемы);
- формулирование цели исследования (постановка задачи).

1.2. Основной текст статьи необходимо структурировать, выделив логические элементы заголовками (например, «Анализ характера разрушения опытных образцов...», «Расчет прочности тела фундамента»). В основном тексте рекомендуется выделение не менее двух пунктов (разделов).

1.3. Завершить изложение необходимо *Выводами*, в которых следует указать, в чем заключается научная новизна изложенных в статье результатов исследования («Впервые определено/рассчитано...», «Нами установлено...», «Полученные нами результаты подтвердили/опровергли...»).

2. Особое внимание следует уделить аннотации: она должна в сжатой форме отражать содержание статьи. Логически аннотация, как и сам текст статьи, делится на три части - *Постановка задачи* (или *Состояние проблемы*), *Результаты* и *Выводы*, которые также выделяются заголовками. Каждая из этих частей в краткой форме передает содержание соответствующих частей текста - введения, основного текста и выводов.

Требуемый объем аннотации – 7÷10 строк, набранных шрифтом высотой 10 пт.

3. Статьи представляются в электронном и отпечатанном виде, печатный экземпляр должен быть подписан всеми авторами.

4. Обязательно указание мест работы всех авторов, их должностей, контактной информации (сведения об авторах приводятся в начале статьи и набираются шрифтом высотой 10 пт.).

5. Объем статьи должен составлять не менее 5 и не более 10 страниц формата А4. Поля слева и справа — по 2 см, снизу и сверху — по 2,5 см.

6. Обязательным элементом статьи является индекс УДК.

7. Сведения об авторах, аннотация, ключевые слова и библиографический список приводятся на русском и на английском языках.

8. Для основного текста используйте 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 см.

9. Графики, рисунки и фотографии монтируются в тексте после первого упоминания о них. Название иллюстраций (10 пт., обычный) дается под ними после слова Рис. с порядковым номером (10 пт., полужирный). Если рисунок в тексте один, номер не ставится. Все рисунки и фотографии желательно представлять в цветном варианте; они должны иметь хороший контраст и разрешение не менее 300 dpi. 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.

10. Слово «Таблица» с порядковым номером размещается по правому краю. На следующей строке приводится название таблицы (выравнивание по центру без отступа) без точки в конце. Единственная в статье таблица не нумеруется.

11. Используемые в работе термины, единицы измерения и условные обозначения должны быть общепринятыми. Все употребляемые автором обозначения и аббревиатуры должны быть определены при их первом появлении в тексте.

12. Все латинские обозначения набираются курсивом, названия функций (sin, cos, exp) и греческие буквы - обычным (прямым) шрифтом. Все формулы должны быть набраны в редакторе формул MathType. Пояснения к формулам (экспликация) должны быть набраны в подбор (без использования красной строки).

13. Ссылки на литературные источники в тексте заключаются в квадратные скобки [1]. Библиографический список приводится после текста статьи на русском и английском языках в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003. Список источников приводится в алфавитном порядке или по порядку их упоминания в тексте.

14. Редакция обеспечивает рецензирование статей. Статья рецензируется не более двух раз, после повторной отрицательной рецензии статья отклоняется.

15. Для публикации статьи необходимо заполнить и выслать на адрес редакции сопроводительное письмо (шаблон письма размещен на сайте журнала).

16. Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения текста рукописи.

17. Редакция поддерживает связь с авторами преимущественно через электронную почту - будьте внимательны, указывая адрес для переписки.

18. Представляя рукопись в редакцию, автор гарантирует, что:

- он не публиковал и не будет публиковать статью в объеме более 50 % в других печатных и (или) электронных изданиях, кроме публикации статьи в виде препринта;

- статья содержит все предусмотренные действующим законодательством об авторском праве ссылки на цитируемых авторов и издания, а также используемые в статье результаты и факты, полученные другими авторами или организациями;

- статья не включает материалы, не подлежащие опубликованию в открытой печати, в соответствии с действующими нормативными актами.

Автор согласен с тем, что редакция журнала имеет право:

- предоставлять материалы научных статей в российские и зарубежные организации, обеспечивающие индексы научного цитирования;

- производить сокращения и редакционные изменения текста рукописи;

- допечатывать тираж журнала со статьей автора, размещать в СМИ предварительную и рекламную информацию о предстоящей публикации статьи и вышедших в свет журналах.

19. Рукописи статей авторам не возвращаются (даже в случае отказа в публикации) и вознаграждение (гонорар) за опубликованные статьи не выплачивается.

**СВЕДЕНИЯ
ДЛЯ ДОКТОРАНТОВ, АСПИРАНТОВ И СОИСКАТЕЛЕЙ**

**INFORMATION
FOR D.SC. AND PH.D. CANDIDATES**

При Воронежском государственном архитектурно-строительном университете утверждены Высшей аттестационной комиссией (ВАК) и работают следующие диссертационные советы по присуждению ученой степени доктора и кандидата технических наук:

1. Совет Д.212.033.01

Председатель — доктор технических наук, профессор
Болдырев Александр Михайлович;
тел.: (473)2-71-50-24, факс: (473)2-71-59-05.

Специальности:

- 05.23.01 Строительные конструкции, здания и сооружения;
- 05.23.05 Строительные материалы и изделия;
- 05.23.17 Строительная механика.

2. Совет Д.212.033.02

Председатель — доктор технических наук, профессор
Мелькумов Виктор Нарбенович;
тел.: (473)2-77-37-34, факс: (473)2-71-53-21.

Специальности:

- 05.23.03 Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение;
- 05.23.11 Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей;
- 05.26.03 Пожарная и промышленная безопасность (в строительстве).