

Министерство образования и науки Российской Федерации

ВЕСТНИК

ВОЛГОГРАДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО

УНИВЕРСИТЕТА

Выпуск **Серия: Строительство и архитектура** **2016**
46(65) Научно-теоретический и производственно-практический журнал

Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta
Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura
(Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering
Series: Civil Engineering and Architecture)

Выходит 4 раза в год
Основан в 1999 г.

Волгоград

ВолгГАСУ

С о д е р ж а н и е

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ. ОСНОВАНИЯ, ФУНДАМЕНТЫ,
ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ. МЕХАНИКА ГРУНТОВ

- Анопин В. Н., Сабитова Т. А.** Исследование оползневых процессов на рекреационных территориях урболандшафтов Нижнего Поволжья 4
- Богомолов А. Н., Богомолова О. А., Ушаков А. Н.** О напряженно-деформированном состоянии упругой полуплоскости при линейном сдвиге участка ее границы 17

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

- Акчурун Т. К., Пушкарская О. Ю.** Нетрадиционные отходы региона как компоненты строительных композиционных материалов 27
- Могилева М. Н., Вовко В. В., Акчурун Т. К.** Применение техногенных и местных строительных материалов в технологиях асфальтобетонных смесей 39

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Бандурин Н. Г., Калашников С. Ю.** Расчет сжатых стоек в составе простых плоских рам с помощью компьютерной программы и сравнение результатов с расчетами по СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции» 48
- Жиделев А. В.** Учет следящих связей и закреплений при расчете геометрически нелинейных стержневых систем 58
- Царенко С. Н.** Устойчивость весоных стержней переменного сечения 68

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

- Любченко А. С., Висельский С. С.** Управление качеством в дорожной отрасли России 75
- Серова Е. Ю.** Возможные пути повышения пропускной способности улично-дорожной сети города 84

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

- Арашаев А. В., Борисова В. Ю., Онкаев В. А., Серпокрылов Н. С., Халил А.** Исследование особенностей протекания сорбционных процессов в обработке воды с высоким солесодержанием 95
Приходченко А. В. Концептуальный подход к решению проблемы утилизации дренажного стока оросительных систем аридной зоны 102

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

- Стасева Е. В., Пушенко С. Л.** Материалы специальной оценки условий труда как основа для профилактической работы по защите человека на производстве 110
Стасева Е. В., Пушенко С. Л. О порядке предоставления льгот и компенсаций работникам в связи с введением специальной оценки условий труда 118

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА

- Богомолов А. Н., Сергина Н. М., Дружинина Д. С., Евсеева В. А., Орлов С. А.** Оценка эффективности многоступенчатых систем пылеочистки на основе балансового метода 128
Катаева О. Р., Болгов С. А., Соколов И. И., Мельникова Е. И., Соколов А. И. Систематизация памятников природы Волгоградской области 139
Коростелева Н. В. Освоение овражных территорий крупных городов под объекты озеленения как способ улучшения благоустройства территории на примере г. Волгограда 153
Прокопенко В. В., Косицына Э. С. Новый показатель оценки средозащитных и средоформирующих функций объектов озеленения общего пользования 163
Стрекалов С. Д., Стрекалова Л. П. Использование экологических особенностей волновых преобразователей энергии потоков применительно к условиям Волгограда 175
Стрекалов С. Д., Стрекалова А. С. Экологические риски использования нанотехнологий в городском строительстве 183

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. ТЕОРИЯ РАЗВИТИЯ ГОРОДА

- Антюфеев А. В., Птичникова Г. А.** Синергетический подход в теории развития города 195
Етеревская И. Н. Основные направления ландшафтно-градостроительной реновации городских общественных пространств (на примере г. Волгограда) 211
Иванова Н. В., Антонова Н. Н. Ландшафтные мероприятия при формировании адаптивной среды для маломобильных групп населения в рекреационных пространствах города 220

ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ. РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

- Болгов С. А., Соколов И. И., Каралев А. А., Мельникова Е. И., Соколов А. И.** Героико-патриотический проект «Международный пантеон памяти» в с. Россошка 238
Киреева Т. В. Архитектура зданий коммерческого образования Франции XIX в. 248
Черешнев И. В., Черешнева Н. В. Этапы развития жилищного фонда г. Волгограда 259

Content

BUILDING STRUCTURES, BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS. BASEMENTS, FOUNDATIONS, UNDERGROUND STRUCTURES. SOIL ENGINEERING

- Anopin V. N., Sabitova T. A.** The study of landslide processes in recreational territories of urban landscapes in the Lower-Volga region 4
- Bogomolov A. N., Bogomolova O. A., Ushakov A. N.** Stress strain state of the elastic semi-plane at linear shift of its border 17

BUILDING MATERIALS AND ARTICLES

- Akchurin T. K., Pushkarskaya O. Yu.** Nonconventional wastes of the region as the components of composite construction materials 27
- Mogileva M. N., Vovko V. V., Akchurin T. K.** Use of man-made and local construction materials in asphalt mix technologies 39

STRUCTURAL MECHANICS

- Bandurin N. G., Kalashnikov S. Yu.** Design of compression struts as a part of simple flat frames with the help of a computer programme and comparison of the results with the design according to the design and construction specifications 16.13330.2011 "Steel structures" 48
- Zhidelev A. V.** Tracking ties and fixing at calculation of geometrically nonlinear rod systems 58
- Tsarenko S. N.** Stability of variable cross-section weighty rods 68

DESIGN, CONSTRUCTION AND MAINTENANCE OF HIGHWAYS, SUBWAYS, AERODROMES, BRIDGES AND TRAFFIC TUNNELS

- Lyubchenko A. S., Visel'skii S. S.** Quality control in the road industry of Russia 75
- Serova E. Yu.** Possible ways to increase traffic capacity of the street and road network 84

WATER SUPPLY, SEWERAGE, CONSTRUCTIONS FOR WATER RESOURCES PROTECTION

- Arashaev A. V., Borisova V. Yu., Onkaev V. A., Serpokrylov N. S., Khalil A.** The study of the characteristics of sorption processes in treatment of water with high salinity 95
- Prikhodchenko A. V.** Conceptual approach to the problem of drain water disposal of irrigation systems in arid zone 102

LIFE SAFETY AND LABOR SAFETY IN CONSTRUCTION

- Staseva E. V., Pushenko S. L.** Materials of special assessment of working conditions as the basis for preventive work for labour protection 110
- Staseva E. V., Pushenko S. L.** About the order of granting privileges and compensations to workers due to the introduction of the special assessment of working conditions 118

ENVIRONMENTAL ISSUES IN URBAN PLANNING

- Bogomolov A. N., Sergina N. M., Druzhinina D. S., Evseeva V. A., Orlov S. A.** Assessment of efficiency of multistage dust cleaning systems on the basis of the balance method 128
- Kataeva O. R., Bolgov S. A., Sokolov I. I., Mel'nikova E. I., Sokolov A. I.** Systematization of nature sanctuaries of Volgograd oblast 139
- Korosteleva N. V.** The development of gulley areas in large cities for planting as a way to improve the landscaping by the example of the city of Volgograd 153
- Prokopenko V. V., Kositsyna E. S.** New indicator of the assessment of environment protection and environment forming functions of the objects of planting 163
- Strekalov S. D., Strekalova L. P.** The use of environmental features of wave energy flow converter applied to the urban planning of Volgograd 175
- Strekalov S. D., Strekalova A. S.** Environmental risks of using nanotechnology in urban development 183

URBAN PLANNING. THEORY OF URBAN DEVELOPMENT

- Antyufeev A. V., Ptichnikova G. A.** A synergetic approach to the theories of city 195
- Etereyskaya I. N.** Main fields of landscape and urban renovation of city public spaces in Volgograd 211
- Ivanova N. V., Antonova N. N.** Landscape actions in the formation of an adaptive environment for people with limited mobility in the recreational spaces of the city 220

THEORY AND HISTORY OF ARCHITECTURE, RESTORATION AND RECONSTRUCTION OF HISTORICAL AND ARCHITECTURAL HERITAGE

- Bolgov S. A., Sokolov I. I., Karalev A. A., Mel'nikova E. I., Sokolov A. I.** Heroic patriotic project "International pantheon of memory" in Rossoshka village 238
- Kireeva T. V.** Architecture of buildings of business education in France in XIX century 248
- Chereshnev I. V., Chereshneva N. V.** The stages of the development of multistorey dwelling in Volgograd 259

УДК 551.435.627:911.375.227(470.441.47)

В. Н. Анопин, Т. А. Сабитова

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ НА РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ УРБОЛАНДШАФТОВ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Представлена оценка эффективности применения различных методов, приборов и оборудования для выявления факторов, обуславливающих возникновение и развитие оползневых процессов на территориях городов и пригородных землях Нижнего Поволжья.

К л ю ч е в ы е с л о в а: оползневые процессы, ГИС-технологии, картографирование, дешифровочные признаки, геодезические работы.

В современный период происходит интенсивное изменение геоэкологических условий природной среды, носящее преимущественно негативный характер. Наиболее интенсивно процессы деградации ландшафтов идут на территориях городов и пригородных землях и к настоящему времени часто достигают критического предела [1]. Нерациональное развитие коммунального хозяйства, промышленности, транспорта, электронных средств коммуникации и распространение городского влияния на обширные пригородные территории приводят геосистемы значительных территорий к системному экологическому кризису, обусловленному интенсификацией нежелательных для жизнедеятельности человека геопроцессов [2, 3].

Вследствие выброса недостаточно очищенных поллютантов и стоков промышленности, прорывов изношенных труб водопроводов, под воздействием транспорта и т. д. естественные ландшафты городских и пригородных территорий трансформируются в антропогенные урбогеокомплексы, в которых происходит чрезвычайное усиление отрицательного проявления воздействия человека на окружающую среду. Образующие урбогеосистему природные и антропогенные компоненты функционально объединяются, происходит изменение характера круговорота вещества и энергии, в том числе и влагооборота. При этом в латеральном перемещении вещества и энергии возрастает значение подземного стока, следствием которого является возникновение или интенсификация уже имеющих место оползневых процессов. Их результатом является резкое ухудшение состояния рекреационных территорий и нередко даже разрушение различных сооружений в парках, садах и других объектах городского хозяйства.

Научно обоснованные мероприятия по предотвращению развития оползневых процессов должны быть основаны на материалах, характеризующих особенности возникновения и развития оползней конкретной геосистемы.

Для выявления влияния разнообразных факторов на интенсивность и характер развития оползней в первую очередь используют данные, включающие результаты наблюдений за перемещениями оползневых масс, топографическую информацию о рельефе местности и об ориентировании оползневых склонов.

Программа изучения процессов деградации геосистемы, включающая, по нашему мнению, и развитие оползневых процессов, должна состоять:

а) из выделения основных переменных состояний и выявления закономерностей их смены по результатам изучения вещественно-энергетических балансов;

б) выявления периодов проявления переменных состояний геосистемы, в достаточной степени отражающих ее многоликость;

в) оценки изменчивости геосистемы — частоты и размаха колебания показателей ее состояния в течение времени проявления;

г) установления устойчивости — соотношения между составляющими временной структуры: нормальным функционированием, его нарушением, восстановлением и необходимым преобразованием;

д) изучения функциональной связи между разнообразием и сменой состояний, с одной стороны, и пространственной дифференцированностью — с другой [4].

Для обеспечения необходимой точности и достоверности результатов исследований возникновения и развития оползневых процессов работы, как правило, рекомендуется выполнять геодезическими методами, которые являются весьма трудоемкими и требуют больших затрат. Кроме того, данные только одних геодезических наблюдений не обеспечивают возможности всестороннего анализа причин активизации оползневых процессов.

Преодоление сложности комплексной оценки большого числа факторов, обуславливающих направления развития геосистем, в том числе возникновения и развития оползневых процессов, возможно только при использовании технологий географических информационных систем (ГИС-технологий), обеспечивающих возможность создания физико-математической модели порядка и последовательности изменения свойств зоны аэрации грунтов.

В задачи практически всех ГИС входит выполнение разработок по созданию разнообразных карт и использование картографического материала как источника информации.

Геоинформационное картографирование интегрируют достижения картографического метода исследований, математико-картографического моделирования, дистанционного зондирования и методов инструментальных и геодезических наблюдений.

Применяемые при использовании модели материалы представляются в виде цифровой базы данных. Аналогичные базы данных свойств и состояния грунтов и методики их создания, в том числе и с использованием ГИС-технологий, разрабатываются и широко применяются при проведении исследований по многим направлениям. Но они содержат информацию преимущественно о крупных объектах, размером более километра, тогда как при изучении состояния городских объектов необходимо значительно большее разрешение, вплоть до размера каждого строения и участка не подлежащей застройке территории.

Урбанизированная территория отличается от естественной следующими основными особенностями: определенной геометрией застройки, другими теплофизическими свойствами материалов зданий и сооружений, спецификой состояния незастроенных площадей.

В настоящее время нет узаконенной единой методики описаний зоны аэрации урбанизированной территории, отсутствуют и достаточно детальные базы данных, содержащие полный набор материалов, необходимых для расчета информации о подстилающей поверхности урбанизированной территории [5]. Для решения этой проблемы исследователями в области оценки состояния урбогеосистем с применением ГИС-технологий выполнялись разработки в двух направлениях: разделение территории на классы для решения конкретных практических задач [6] и создание универсальных классификаций урбанизированных геосистем [7—9].

Накопленное к настоящему времени достаточно большое количество космоснимков поверхности Земли обеспечивает возможность перехода к получению точечной, географически привязанной информации состояния урбогеосистем и их классификацию.

Аналогично разработанному во Всероссийском агролесомелиоративном институте картографированию эрозионной деградации агроландшафтов [10—12] компьютерное картографирование опасных в оползневом отношении геоморфологических катен как устойчивых последовательностей фаций в нижних частях склонов должно включать выявление основных факторов, определяющих пространственное распределение ландшафтов и разработку методологической основы картографирования оползневых процессов на основе ГИС-технологий и пространственно-временного анализа космоснимков.

По результатам анализа и дешифрирования космоснимка можно создать цифровые космокарты оползневой опасности, которые будут более точно и эффективно отображать сложившуюся ситуацию на рекреационной территории, чем другие тематические карты. На них будут определяться и идентифицироваться объекты выполненного исследования, и на основании результатов предварительного полевого эталонирования на тестовых, калибровочных и проверочных участках будет интерпретировано представленное изображение.

Для создания карт состояния оползневых процессов, как и других тематических космокарт, проводится регулярный периодический космический мониторинг на основе серии разновременных космоснимков и последующего пространственно-временного анализа произошедших изменений с использованием математико-картографических моделей.

Поскольку точность создаваемых карт определяется качеством и разрешением космоснимка, при создании цифровых космокарт необходимо применять космоснимки, в которых искажения по краям должны устраняться методами фотограмметрической трансформации; проекция снимка должна быть близкой к ортогональной; покрытие облачностью должно быть не более 5 %. Основные объекты мониторинга, характеризующие оползневые процессы, должны быть отражены на снимке полностью. Фотоснимки должны быть трансформированы в применяемую картографическую проекцию. Разрешение должно обеспечивать возможность однозначного дешифрирования основных объектов мониторинга (для составления космокарты-основы используются снимки с максимально высоким разрешением). Спектральный диапазон должен наиболее полно отображать объект исследований и др. [10, 12].

Методика компьютерного дешифрирования основывается на сравнительном анализе распределения пикселей на цифровом изображении исследуемого элемента ситуации объекта. Гистограмма выбранного спектрального

канала отображает интенсивность отраженной электромагнитной энергии и ее распределение по площади снимка. Величина этой энергии в цифровом виде соответствует числу пикселей соответствующего диапазона. На основании анализа гистограммы исследуемого изображения целесообразно создание таблицы диапазонов групп пикселей, отнесенных к установленным объектам ландшафта. Они должны быть определены от верхнего до нижнего значения тона пикселей, приходящихся на объект с учетом среднего квадратического отклонения.

Для определения интенсивности развития оползневых процессов и, как следствие, степени ее опасности, уточнения координат очагов возникновения необходимы самые крупномасштабные топографические карты (не мельче 1:10 000). Масштаб целесообразного последующего укрупнения цифровой космокарты определяется разрешением исходного космоснимка.

Оптимальным является следующий порядок создания космокарты объекта исследования: на имеющейся космокарте-основе выделяется изучаемая территория; определяются координаты угловых точек полигона, его общая площадь и периметр; создается новый тематический слой — космокарта объекта исследований [10, 12]. При этом крупномасштабные картографические слои опасных в оползневом отношении объектов могут разрабатываться как с использованием разработанной ранее на весь полигон космокарты-основы, так и на непосредственно полученных космоснимках высокого и сверхвысокого разрешения.

Объединение слоев топографических карт, космокарт, тематических и аналитических карт с базами атрибутивных данных, связанных с географическими координатами и математическими моделями оползневых ландшафтов, построенных с применением соответствующего программного обеспечения, составляет ГИС-оценки состояния противооползневой устойчивости ландшафтов.

На основе компьютерного математико-картографического моделирования должны составляться прогнозные карты возможности развития оползневых процессов на полигоне исследований в цифровом и бумажном исполнении. Они должны содержать следующую информацию: географическое положение объектов; уклоны поверхности и их экспозицию; гранулометрический состав грунтов, характер их увлажнения, состояние почв, содержание гумуса и виды растительности, состав травостоя, древесные породы; особенности экологического состояния, размеры и форму объекта.

Результаты выполненных с использованием изложенных методик исследований деградаций агроландшафтов были использованы сотрудниками Всероссийского агролесомелиоративного института (ВНИАЛМИ) для разработок технологии геоинформационного моделирования и методов лесомелиоративного обустройства ландшафтов. Предлагаемые ими пятиэтапная методика ландшафтно-экологического картографирования, методика многопараметрического компьютерного анализа аэро-, космоснимков и методика ландшафтно-экологического профилирования [13] после проведенной нами определенной переработки и уточнения вполне приемлемы для изучения закономерностей хода деградации урболандшафтов.

При разработке геоинформационных технологий оценки подверженности городских территорий оползневым процессам особую актуальность при-

обретает решение вопросов теории и практики дешифрирования аэро-, космических фотоснимков, позволяющее дистанционно прямо или косвенно определить характер развития и интенсивность роста растительности, ее видовой состав, гранулометрический состав и степень увлажнения грунтов и почв, глубину залегания грунтовых вод, наличие верховодки, геоморфологические показатели территории и т. д.

Общие вопросы теории и практики дешифрирования освещены в многочисленных литературных источниках [14—16].

В настоящее время наиболее широкое применение получило ландшафтное дешифрирование, объединившее, наряду с топографическим, специальные виды дешифрирования (геоэкологическое, геоморфологическое, геоботаническое, почвенное и др.). Оно основывается на выявлении закономерностей связи свойств объекта и характера его изображения на снимках. Важным условием эффективности дешифрирования является полнота информации о ландшафтах исследуемой территории.

Методика ландшафтного дешифрирования должна разрабатываться на базе имеющихся подходов к составлению характеристик ландшафта. Значительные разработки по вопросам геоботанического, почвенного и геоморфологического дешифрирования деградированных агроландшафтов выполнены во Всероссийском агролесомелиоративном институте К. Н. Куликом, А. С. Рулевым, В. Г. Юфревым и др. [17].

Для исследования ландшафтов по крупномасштабным космическим фотоснимкам ими на типологической основе В. А. Николаева [14] была разработана таксономическая система, которая после определенного уточнения использовалась и в нашей работе. В ней многоступенчатости ландшафтных таксонов соответствует система сменяющих друг друга оснований деления. Характерные признаки этих оснований ранжированы с учетом значимости факторов ландшафтогенеза, региональной и локальной дифференциации ландшафтной структуры.

Исследования выполнялись с использованием положения о том, что распознавание объектов при дешифрировании определяется законами зрительного восприятия, построения изображения на снимке, особенностями фотографического воспроизведения оптических и геометрических свойств ландшафтов.

Крупномасштабные космоснимки при высоком разрешении и достаточно хорошем качестве съемки пригодны для успешного моделирования как внутренней, так и внешней структуры ландшафтов.

Ландшафтное дешифрирование должно включать три вида (этапа): предварительный, топографический и комплексный — собственно ландшафтный.

На предварительном этапе изучается состояние и характер имеющейся информации, выявляется общая картина ландшафтной дифференциации территории и составляется предварительная классификация урболандшафтов.

При топографическом дешифрировании элементов снимков выполняют ориентацию и привязку ландшафтных объектов и получают материалы их общей физико-географической характеристики. Выполняя его, определяют главные черты строения территории: морфоструктурные особенности поверхности, ее расчленение, степень дренированности и обводненности.

В состав дешифровочных работ входит определение морфологической структуры ландшафта. Необходимо исходить из того, что урболандшафт как

объект дешифрирования геосистемы представляет сложный природно-территориальный комплекс, выраженный системой местностей (урочищ) — доминантов, свойственных только ему и закономерно чередующихся на его пространстве. На предварительном этапе при ознакомлении с картографическими источниками выявляется общая картина ландшафтной дифференциации территории региона, составляется типологическая классификация ландшафтов, включающая иерархические ступени: группа видов ландшафтов — вид ландшафта — тип местности [18]. Нами было установлено, что урбо-ландшафты Волгоградской агломерации целесообразно объединять в три типологические группы:

- 1) речные долины;
- 2) междуречные равнины;
- 3) древнеморские равнины.

Собственно ландшафтное дешифрирование включает выявление и обособление основных единиц картографирования: вида ландшафта, типа местности. Учет и использование дешифровочных признаков различных ландшафтов обеспечивают возможность составления предварительной карты ландшафтных контуров, которая в дальнейшем подлежит детализации и уточнению.

Особенности применяемых для создания ландшафтной карты космических материалов обусловили необходимость разработки имеющей свои особенности методики ландшафтного дешифрирования снимков. Исходя из того, что космические фотоснимки интегрально отражают морфологическую структуру ландшафтов, воспринимающуюся как сочетание местностей-доминантов, исследования основывались на использовании комплексных дешифровочных признаков местностей-доминантов.

Установлено, что при дешифрировании фотоснимков основное внимание должно уделяться анализу по косвенным дешифровочным признакам структуры площадей различных видов рекреационного пользования. Необходимо учитывать, что структура размещения площадей рекреационного использования, как правило, формируется в соответствии с морфологическими особенностями ландшафтов, в которых пространственная дифференциация определяется характером мезорельефа. Это дает возможность определить границы между типами местности с различными видами использования. В Волгоградской агломерации были вычленены следующие типы местности:

- 1) приводораздельные поверхности;
- 2) придолинные и прибалочные склоны;
- 3) надпойменные террасы и поймы;
- 4) суходолы и овраги.

Нанесение границ типов местности на предварительную карту контуров ландшафтов позволяет перейти к выделению границ групп видов ландшафтов. Уточнение и детализацию границ видов ландшафтов целесообразно проводить на основе сопряженного анализа снимков и карт.

При дешифрировании сухостепных ландшафтов древнеморских равнин с использованием космических снимков, выполненных в красном секторе, следует учитывать, что группы видов ландшафтов дешифрируются неодинаково. Из-за недостаточно выраженной физиономичности слабее других дешифрируются автоморфные ландшафты — первичные морские равнины правобере-

жья Волгоградской агломерации и района Светлого Яра. Незначительно и различие в тоне и структуре изображения суглинистых и супесчаных равнин с комплексным и некомплексным почвенно-растительным покровом. Поэтому следует ориентироваться на то, что первые имеют более светлый тон и неясно выраженную пятнистую структуру, вторые более однородны как по тону, так и по структуре изображения. Гидроморфные природные комплексы (лиманы, падины, ложбины) дешифрируются достаточно хорошо, отображаясь на снимках в виде овальных контуров серого или темно-серого цвета.

При интерпретации снимков долинных ландшафтов отчетливо дешифрируются две группы видов ландшафтов:

- 1) практически неподверженные оползневым процессам аккумулятивно-эоловые песчаные;
- 2) потенциально опасные в оползневом отношении аккумулятивные припойменные склоны.

Для ландшафтного картографирования геосистем ранга урочище — фация более целесообразно выполнять дешифрирование не космических, а аэрофотоснимков. На распознаваемость объектов на них еще более сильно влияет отражательная способность поверхности фотографируемой территории. Количество отраженного света зависит от многих причин: характеристик самих объектов, их цвета, удаленности от точки фотографирования, взаимного положения солнца и фотоаппарата, преобладающей длины волны солнечных лучей [19]. Определенные объекты или их части, плохо фиксирующиеся в видимой зоне спектра, контрастно регистрируются в невидимом инфракрасном диапазоне.

Выполнение оценки связанных между собой характеристик грунтов и почв, их увлажнения и состояния растительности, определяющих потенциальную опасность развития оползневых процессов на территории Волгоградской агломерации, облегчается тем, что геосистемы ранга фация степных ландшафтов характеризуются высокой яркостью и имеют максимум спектральной прямой в зеленой зоне¹.

При проведении дешифрирования исследование каждой фации отдельно даже для крупномасштабного картографирования не является целесообразным ввиду большого их количества даже в пределах одного вида урочищ. Объединение сходных или близких по происхождению и биоценозу фаций в группы и типы позволяет выделять участки с различными видами рекреационного пользования и разной потенциальной опасностью развития оползневых процессов.

Каждому типу ландшафта соответствует определенная структура урочищ, которая на аэрофотоснимках находит отражение в определенном типе рисунка и текстуре фотоизображения.

В структуре степных ландшафтов следует выделять одно определенное господствующее урочище, образующее общий фон. Это урочище-доминант. На фоне доминанта часто наблюдается, особенно в урболомландшафтах, ряд второстепенных, небольших по площади урочищ, занимающих в целом не более 20...30 %. На снимках они отображаются разбросанными по площади пятнами другой тональности. Урочища-субдоминанты, или второстепенные уро-

¹ Оптические свойства ландшафта (применительно к аэросъемке). Л., 1974. 252 с.

чища, проявляются в резко отличающихся условиях увлажнения и геолого-геоморфологической обстановке и представляют определенную потенциальную опасность развития в них оползневых процессов.

Важнейшим этапом аэрокосмического картографирования является полевое эталонирование снимков на ключевых участках², закладываемых в пределах изучаемых полигонов. В таксономическом отношении это урочища или группы фаций, которые можно различить на фотоизображениях, характеризовать и экстраполировать на другие территории.

Для полевого дешифрирования аэро- и космических фотоснимков используется метод комплексного или ландшафтного профилирования ключевых участков. Профиль должен проходить через все типы урочищ. В зависимости от сложности строения ландшафта разбивается один или несколько профилей. Линии профилей предварительно наносят на снимки, затем их положение уточняется на местности. Выполняют разбивку и нивелирование линий и вычерчивают их профили. На каждом выделенном на снимке контуре определяют характер современных экзогенных процессов, изменяющих ландшафт, литологический состав грунтов, формы рельефа, почвы, увлажнение грунтов, а при его значительной величине — глубина залегания грунтовых вод и верховодки.

В пределах ландшафтного профиля в каждой фации или подурочище производится описание компонентов ландшафта по программам полевых исследований [20].

Экстраполяция состоит в выполнении операции по дешифрированию не обследованных в натуре территорий по признакам, выявленным и уточненным на ключевых участках. Обязательным является полевой контроль, представляющий выборочную оценку достоверности и детальности дешифрирования элементов урбандшафта при экстраполяции.

Окончательное дешифрирование и картографирование включает все операции, предусмотренные соответствующими программами камеральной обработки материала, и заканчивается составлением карт потенциальной опасности развития оползневых явлений заданного масштаба.

Работой, завершающей все ранее выполненные исследования, должно быть выявление геодезических данных о пространственно-временном плановом и высотном перемещении контролируемых оползневых знаков. Они представляют особо ценную интегральную количественную характеристику результатов сложного взаимодействия многих факторов, определяющих динамику оползней, подтверждают или отрицают правильность оценки хода оползневых процессов по косвенным показателям, полученным с использованием ГИС-технологий. Материалы геодезических наблюдений являются заключительной стадией выявления закономерностей и особенностей возникновения развития оползневых процессов. Геодезические наблюдения должны выполняться раздельно на различных формах рельефа местности, отличающихся степенью влияния гравитационных сил на движение оползневых масс грунта. При составлении программы геодезических работ необходимо учитывать также то, что ориентирование оползневых склонов относи-

² Аэрофотографическое эталонирование и экстраполяция. Л., 1967. 156 с.

тельно сторон света и другие ландшафтные признаки определяют уровень инсоляции и характер изменения динамики изучаемых процессов.

При оценке результатов исследований, полученных на основе геодезических данных, для выявления особенностей и закономерностей динамики оползней применяют корреляционный, дисперсионный и регрессионный анализ. Результаты выделения статистически однородных групп перемещений оползневых масс позволяют выявлять дальнейшие изменения в составах этих групп и по характеру судить о вариации интенсивности влияния конкретных факторов, определяющих развитие оползневых процессов.

Рациональное планирование противооползневых работ, предполагающее использование точных данных о темпах и особенностях развития оползневых процессов, движениях и деформациях оползневых массивов, возможно только по материалам многократных высокоточных геодезических измерений изменения положения закрепленных в грунтовом массиве реперов на специально созданных геодинамических полигонах. Должен выполняться анализ данных, полученных в течение продолжительного периода времени. Кроме того, для достижения необходимой точности результатов проведенных работ необходим рациональный подход к решению вопроса о применении высокоточных геодезических приборов, соответствующего оборудования и методики проведения наблюдений.

В последнее время многие исследователи предлагают для изучения оползневых и других близких по характеру проявления процессов применять приборы спутниковой навигации GPS и методы спутниковой геодезии [21, 22]. По их мнению, полученные таким образом экспериментальные данные о наличии динамических форм движений и вызванных ими законопременных деформациях и перемещениях масс грунта являются наиболее перспективными материалами как для прикладных, так и для фундаментальных разработок.

Однако при изучении оползневых процессов приборами спутниковой геодезии GPS, несмотря на высокую точность результатов, анализ вследствие ограниченного числа наблюдаемых точек, расположенных преимущественно вблизи оползневой трещины, получается недостаточно комплексным. Не в должной мере учитывается, что скорость и характер движения грунтовых масс часто отличаются на разном расстоянии от оползневой трещины, так как сами оползневые процессы обусловлены значительным количеством переменных факторов, которые, в свою очередь, являются результатом различных техногенных воздействий на верхние слои осадочных пород, предрасположенных к проявлению оползневых явлений.

Для выявления возможности и целесообразности более комплексного изучения развития оползневых процессов нами проводилось исследование другим методом. Электронным тахеометром SET 510 периодически выполнялась топографическая съемка территорий, подверженных оползням. Изучались характер и интенсивность движения и изменения состояния оползневых масс на коренном берегу р. Волги в различных районах г. Волгограда, отличающихся как гидрогеологическим и геоморфологическим строением, так и характером и интенсивностью различного рода техногенного воздействия. В результате были выявлены значительные различия в перемещении земляных масс исследуемых территорий. Данные свидетельствуют о том, что мо-

гут иметь место разнообразные изменения состояния поверхности земли не только между реперами, расположенными на разных сторонах линии разлома, но и в других точках ниже по склону.

Анализ полученных материалов показывает, что применение метода тахеометрической съемки имеет преимущество перед использованием приборов спутниковой навигации, состоящее в том, что выполненная тахеометром топографическая съемка участка между профилями обеспечивает возможность многостороннего и достаточно точного анализа хода оползневых процессов как на створных линиях, так и между ними по изменениям отметок и координат характерных точек местности (вычисленные численные величины перемещений оползневых масс на порядок и более превышали максимально возможные ошибки результатов измерения тахеометром SET 510 расстояний и превышений). Результаты многократной тахеометрической съемки вполне приемлемы для объективной оценки хода оползневых процессов не только на створных линиях, но и в различных местах между створами.

Из вышеизложенного следует, что оптимальная технология мониторинговых наблюдений за ходом возникновения и развития оползневых процессов должна включать оценку состояния геодинамических процессов территории методами геоинформационных технологий и периодическую топографическую съемку подверженных им территорий электронными тахеометрами с последующим картографированием полученных материалов. Приборы спутниковой геодезии целесообразно использовать преимущественно для выполнения контрольных операций и на участке, где топографическая съемка затруднена (плотная городская застройка, наличие густых высокорослых зеленых насаждений и т. д.). Применение компьютерных технологий, обработка данных съемки, использование материалов оценки всех выявленных факторов, как активизирующих, так и ослабляющих оползневые процессы, позволят не только определить их интенсивность, но и составить прогноз развития, на основании которого можно планировать противооползневые мероприятия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анопин В. Н., Рулев А. С. Картографирование деградированных ландшафтов Нижнего Поволжья. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2007. 168 с.
2. Владимиров В. В., Миклулина Е. М., Ягина З. Н. Город и ландшафт. М.: Мысль, 1986. 238 с.
3. Анопин В. Н. Интенсивность современных экзогенных процессов в урболандшафтах Нижнего Поволжья и геодезические методы ее оценки // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2013. Вып. 30(49). С. 288—294.
4. Горшков С. П. Экзодинамика освоенных территорий: автореф. дис... д-ра геогр. наук. М., 1982. 46 с.
5. Куканов Е. А., Константинов П. И., Самсонов Т. Е. Создание универсальной модели пространственного анализа для вычисления характеристик урбанизированной подстилающей поверхности с использованием ГИС-технологий // Современные проблемы географии, экологии и природопользования. Волгоград: ВолГУ, 2012. С. 143—147.
6. Grimmond C. S. B., Oke T. R. Heat storage in urban areas: local-scale observations and evaluation of a simple model // J. Appl. Meteor. 1999. No. 38. Pp. 922—940.
7. Stewart I. D. Classifying Urban Climate Field Sites by "Local Climate Zones" // Urban climate news. 2009. Vol. 34. Iss. 4. Pp. 8—11.
8. Stewart I. D., Oke T. R. Local Climate Zone classification system key to zone datasheets. Vancouver, 2009.

9. *Stewart I. D., Oke T. R.* Thermal differentiation of local climate zones using temperature observations from urban and rural field sites // Ninth Symposium on Urban Environment. Keystone, 2010.
10. Геоинформационные технологии в агролесомелиорации / В. Г. Юферев, К. Н. Кулик, А. С. Рулев и др. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2010. 102 с.
11. *Рулев А. С., Юферев В. Г.* Аэрокосмический мониторинг нарушенных земель и ландшафтов с применением ГИС-технологий // Принципы устойчивого развития как основа экологической безопасности территории Нижнего Поволжья и социально-экономического благополучия общества сельских муниципальных образований. М.: Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук, 2012. С. 36—40.
12. *Юферев М. В.* Картографирование эрозионной деградации в агроландшафтах на основе ГИС-технологий и математических моделей // Агролесомелиорация в системе адаптивно-ландшафтного земледелия: поиск новой модели. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2013. С. 314—318.
13. *Рулев А. С., Юферев В. Г., Рулев Г. А.* Геоинформационное моделирование и картографо-аэрокосмические технологии в ландшафтном планировании агролесокомплексов // Современные проблемы географии, экологии и природопользования. Волгоград: ВолГУ, 2012. С. 151—156.
14. *Николаев В. А.* Космическое ландшафтоведение. М., 1993. 80 с.
15. *Гольдман А. М.* Руководство по дешифрированию аэроснимков при топографической съемке и обновление планов масштаба 1:2000—1:5000. М., 1980. 190 с.
16. *Кравцова В. И.* Визуально-измерительное дешифрирование многозональных аэро- и космических сканерных снимков // Космическая съемка и тематическое картографирование. М., 1980.
17. *Кулик К. Н., Рулев А. С., Юферев В. Г.* Дистанционно-картографическая оценка деградированных процессов в агроландшафтах юга России // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2009. Вып. 4(16). С. 12—25.
18. *Анопин В. Н., Рулев А. С.* Картографирование деградированных ландшафтов Нижнего Поволжья. Волгоград: ВолГАСУ, 2007. 168 с.
19. Комплексное дешифрирование аэрофотоснимков / отв. ред. А. А. Глаголев. М.; Л.: Наука, 1964. 188 с.
20. Методика полевых физико-географических исследований / под ред. А. М. Архангельского. М., 1972. 302 с.
21. *Сатурин А. Д., Панжин А. А.* Наведенные геомеханические процессы от масштабной техногенной деятельности по добыче полезных ископаемых // Материалы X Межотраслевого координационного совещания по проблемам геодинамической безопасности. Екатеринбург, 1997. С. 155—158.
22. *Панжин А. А.* Непрерывный мониторинг смещений и деформаций поверхности с применением спутниковой геодезии GPS // Гидромеханика в горном деле 2000: материалы Международной конференции. Екатеринбург, 2000. С. 320—324.

© Анопин В. Н., Сабитова Т. А., 2016

Поступила в редакцию
в июне 2016 г.

Ссылка для цитирования:

Анопин В. Н., Сабитова Т. А. Исследование оползневых процессов на рекреационных территориях урболандшафтов Нижнего Поволжья // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 4—16.

Об авторах:

Анопин Владимир Николаевич — д-р географ. наук, профессор, зав. кафедрой геодезии, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолГАСУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, AnopinVI.Nik.48@yandex.ru

Сабитова Татьяна Анатольевна — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры геодезии, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолГАСУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, ta.sabitova@gmail.com

V. N. Anopin, T. A. Sabitova

THE STUDY OF LANDSLIDE PROCESSES IN RECREATIONAL TERRITORIES OF URBAN LANDSCAPES IN THE LOWER-VOLGA REGION

The article provides the assessment of the effectiveness of various methods, instruments and equipment for the identification of the factors responsible for the emergence and development of landslide processes in the city and suburbs in the Lower Volga region.

Key words: landslide processes, GIS-technologies, mapping, deciphering marks, survey operations.

REFERENCES

1. Anopin V. N., Rulev A. S. *Kartografirovaniye degradirovannykh landshaftov Nizhnego Povolzh'ya* [Mapping of Degraded Landscapes of Lower Volga Region]. Volgograd, VSUACE Publ., 2007. 168 p.
2. Vladimirov V. V., Miklulina E. M., Yagina Z. N. *Gorod i landshaft* [City and landscape]. Moscow, Mysl' Publ., 1986. 238 p.
3. Anopin V. N. [Intensity of modern exogenous processes in urban landscapes in Lower Volga area and geodetic methods of its assessment]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2013, iss. 30(49), pp. 288—294.
4. Gorshkov S. P. *Ekzodinamika osvoennykh territorii: avtoref. dis... d-ra geogr. nauk* [Exodynamics of the developed territories. Diss. Cand. Geography]. Moscow, 1982. 46 p.
5. Kukanov E. A., Konstantinov P. I., Samsonov T. E. [The development of a universal model of spatial analysis to calculate characteristics of the urbanized underlying surface using GIS-technologies]. *Sovremennye problemy geografii, ekologii i prirodopol'zovaniya* [Current issues of geography, ecology and natural resource management]. Volgograd, VolSU Publ., 2012. Pp. 143—147.
6. Grimmond C. S. B., Oke T. R. Heat storage in urban areas: local-scale observations and evaluation of a simple model. *J. Appl. Meteor.*, 1999, no. 38, pp. 922—940.
7. Stewart I. D. Classifying Urban Climate Field Sites by "Local Climate Zones". *Urban climate news*, 2009, 34(4), pp. 8—11.
8. Stewart I. D., Oke T. R. *Local Climate Zone classification system key to zone datasheets*. Vancouver, 2009.
9. Stewart I. D., Oke T. R. Thermal differentiation of local climate zones using temperature observations from urban and rural field sites. *Ninth Symposium on Urban Environment*. Keystone, 2010.
10. Yuferev V. G., Kulik K. N., Rulev A. S. *Geoinformatsionnye tekhnologii v agrolesomeliatsii* [Geoinformational technologies in agricultural afforestation]. Volgograd, VNIALMI Publ., 2010. 102 p.
11. Rulev A. S., Yuferev V. G. [Aerospace monitoring of disturbed land and landscapes using GIS-technologies]. *Printsipy ustoichivogo razvitiya kak osnova ekologicheskoi bezopasnosti territorii Nizhnego Povolzh'ya i sotsial'no-ekonomicheskogo blagopoluchiya obshchestva sel'skikh munitsipal'nykh obrazovaniy* [Principles of sustainable development as a basis of environmental safety of the territory in the Lower Volga Region and social and economic welfare of the society of rural municipalities]. Moscow, Herald of the Russian Academy of Agricultural Sciences, 2012. Pp. 36—40.
12. Yuferev M. V. [Mapping of erosive degradation in agro-landscapes on the basis of GIS-technologies and mathematical models]. *Agrolesomeliatsiya v sisteme adaptivno-landshaftnogo zemledeliya: poisk novoi modeli* [Agricultural afforestation in the system of adaptive and landscape agriculture: search of a new model]. Volgograd, VNIALMI Publ., 2013. Pp. 314—318.
13. Rulev A. S., Yuferev V. G., Rulev G. A. [Geoinformational modeling and mapping aerospace technologies in landscape planning of agro-forest complex]. *Sovremennye problemy geografii, ekologii i prirodopol'zovaniya* [Current issues of geography, ecology and natural resource management]. Volgograd, VolSU Publ., 2012. Pp. 151—156.
14. Nikolaev V. A. *Kosmicheskoe landshaftovedenie* [Space Landscape Science]. Moscow, 1993. 80 p.
15. Gol'dman A. M. *Rukovodstvo po deshifirovaniyu aerosnimkov pri topograficheskoi s'emke i obnovenie planov masshtaba 1:2000—1:5000* [Manual on decoding of aerial photographs taken at topographic survey and updating of scale plans 1:2000 — 1:5000]. Moscow, 1980. 190 p.

16. Kravtsova V. I. [Visual and measuring decoding of multi-zone aerial and space scanner photographs]. *Kosmicheskaya s'emka i tematicheskoe kartografirovaniye* [Space survey and thematic mapping]. Moscow, 1980.
17. Kulik K. N., Rulev A. S., Yuferev V. G. [Degradation processes in the South of Russia agrolandscapes distantly cartographic estimation]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education], 2009, 4(16), pp. 12—25.
18. Anopin V. N., Rulev A. S. *Kartografirovaniye degradirovannykh landshaftov Nizhnego Povolzh'ya* [Mapping of the degraded landscapes of the Lower Volga Region]. Volgograd, VSUACE Publ., 2007. 168 p.
19. Glagolev A. A. (ed.). *Kompleksnoe deshifrirovaniye aerofotosnimkov* [Complex decoding of aerial photographs]. Moscow, Leningrad, Nauka Publ., 1964. 188 p.
20. Arkhangel'skii A. M. (ed.). *Metodika polevykh fiziko-geograficheskikh issledovaniy* [Methodology of field physical and geographical surveys]. Moscow, 1972. 302 p.
21. Saturin A. D., Panzhin A. A. [Induced geomechanical processes caused by large-scale technogenic mining activity]. *Materialy X Mezhotraslevogo koordinatsionnogo soveshchaniya po problemam geodinamicheskoi bezopasnosti* [Proc. of X inter-industry coordination meeting on problems of geodynamic safety]. Ekaterinburg, 1997. Pp. 155—158.
22. Panzhin A. A. [Continuous monitoring of shifts and deformations of the surface using GPS satellite geodesy]. *Gidromekhanika v gornom dele 2000: materialy Mezhdunarodnoi konferentsii* [Hydromechanics in mining 2000. Proc. of the Int. conf.]. Ekaterinburg, 2000. Pp. 320—324.

For citation:

Anopin V. N., Sabitova T. A. [The study of landslide processes in recreational territories of urban landscapes in the Lower-Volga region]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 4—16.

About authors:

Anopin Vladimir Nikolaevich — Doctor of Geographic Science, Professor, the Head of Geodesy Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, AnopinVI.Nik.48@yandex.ru

Sabitova Tat'yana Anatol'evna — Candidate of Engineering Science, Docent, Docent of Geodesy Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, ta.sabitova@gmail.com

УДК 624.1

А. Н. Богомолов^{а, б}, О. А. Богомолова^а, А. Н. Ушаков^а

^а *Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет*

^б *Пермский национальный исследовательский политехнический университет*

О НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОМ СОСТОЯНИИ УПРУГОЙ ПОЛУПЛОСКОСТИ ПРИ ЛИНЕЙНОМ СДВИГЕ УЧАСТКА ЕЕ ГРАНИЦЫ

Приведены выражения для компонент напряжения и компонент деформации второй основной граничной задачи плоской теории упругости для полуплоскости при линейном сдвиге участка ее границы. Получена формула осадки, возникающей при горизонтальном смещении участка границы полуплоскости. Величина осадки прямо пропорциональна величине смещения участка границы и обратно пропорциональна величине коэффициента бокового давления грунта.

К л ю ч е в ы е с л о в а: напряжения, деформации, сдвиг участка границы полуплоскости, коэффициент бокового давления грунта, осадки оснований, горизонтальное смещение, полуплоскость, грунт.

Хорошо известно [1, 2], что расчет оснований сооружений по второму предельному состоянию, т. е. по деформациям, является одной из наиболее важных задач механики грунтов, поскольку с этой задачей связано вычисление осадок оснований сооружений.

Расчет осадки проводится в рамках определенной модели, при этом большинство моделей основано на свойстве непрерывности грунтовых сред. Для анализа их напряженно-деформированного состояния применим аппарат механики сплошной среды [3].

В результате проведения большого числа экспериментов было установлено [2], что деформации грунтов под фундаментами развиваются в основном в верхней зоне основания, поэтому для анализа процесса осадки сооружения могут быть применены модели, основанные на решениях задач теории упругости [1—5].

Определение вертикальных смещений, т. е. осадок, безусловно, является одной из наиболее актуальных задач механики грунтов, однако часто возникает необходимость определения горизонтальных смещений, т. е. сдвигов. К ним приводят, например, задачи расчета оснований фундаментов распорных сооружений (фермы, арки, фундаменты с наклонной подошвой).

В статье [6] авторами было приведено решение задачи о напряженно-деформированном состоянии полуплоскости, имитирующей грунтовой массив с горизонтальной границей, при равномерном сдвиге участка ее границы. Однако чаще смещения сооружений, в том числе и сдвиги, бывают неравномерными [5].

В данной работе в рамках модели линейно деформируемой среды рассматривается задача о распределении напряжений в грунтовой массиве, заданный участок границы которого подвержен горизонтальному линейному смещению. Решение поставленной задачи сводится к нахождению решения второй основной граничной задачи плоской теории упругости, полученного Н. И. Мусхелишвили.

Граничное условие для второй основной задачи плоской теории упругости в случае полуплоскости имеет вид [7, с. 353]

$$\aleph \varphi(t) - t \overline{\varphi'(t)} - \overline{\psi(t)} = 2\mu(g_1(t) + ig_2(t)),$$

или

$$\aleph \overline{\varphi(t)} - t \varphi'(t) - \psi(t) = 2\mu(g_1(t) - ig_2(t)),$$

где $\varphi(t), \psi(t), \varphi'(t), \psi'(t)$ — граничные значения функций $\varphi(z), \psi(z), \varphi'(z), \psi'(z)$, голоморфных в нижней полуплоскости; μ и $\aleph$ — упругие постоянные, причем $\aleph = 3 - 4\nu$, где ν — коэффициент Пуассона, связанный с коэффициентом бокового давления ξ_0 соотношением $\xi_0 = \nu(1 - \nu)^{-1}$.

Решение этой задачи дают формулы для функций напряжения $\varphi(z)$ и $\psi(z)$, полученные Н. И. Мусхелишвили [7, с. 354—355], при этом

$$\varphi'(z) = -\frac{\mu}{\pi \aleph i} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{g_1(t) + ig_2(t)}{(t - z)^2} dt, \quad (1)$$

$$\psi'(z) = \frac{\mu}{\pi i} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{g_1(t) - ig_2(t)}{(t - z)^2} dt - \varphi'(z) - z\varphi''(z). \quad (2)$$

Пусть отрезок $-a \leq t \leq a$ оси Ox подвержен горизонтальному линейному смещению (закону линейного сдвига)

$$g(t) = g_1(t) + ig_2(t) = \beta t/a, \quad (3)$$

где β — заданное положительное действительное число и $g(t) = 0$ при остальных значениях t .

Определим напряженное состояние в нижней полуплоскости.

Подставляя выражение (3) в формулы (1) и (2), получим

$$\varphi'(z) = -\frac{\mu\beta}{\pi \aleph i a} \int_{-a}^a \frac{tdt}{(t - z)^2} = -\frac{\mu\beta}{\pi \aleph i a} \left(\ln \frac{z - a}{z + a} + \frac{2az}{z^2 - a^2} \right),$$

$$\varphi''(z) = -\frac{2\mu\beta}{\pi \aleph i} \left(\frac{1}{z^2 - a^2} - \frac{a^2 + z^2}{(z^2 - a^2)^2} \right),$$

$$\begin{aligned} \psi'(z) &= \frac{\mu\beta}{\pi i a} \int_{-a}^a \frac{tdt}{(t - z)^2} - \varphi'(z) - z\varphi''(z) = \frac{\mu\beta}{\pi i a} \frac{1 + \aleph}{\aleph} \left(\ln \frac{z - a}{z + a} + \frac{2az}{z^2 - a^2} \right) + \\ &+ \frac{2\mu\beta z}{\pi \aleph i} \left(\frac{1}{z^2 - a^2} - \frac{a^2 + z^2}{(z^2 - a^2)^2} \right). \end{aligned}$$

Согласно [7, с. 352], под выражением $\ln \frac{z - a}{z + a}$ на отрезке $-a \leq t \leq a$ будем понимать

$$\ln \frac{z-a}{z+a} = \ln \frac{\rho_1}{\rho_2} - i(\theta_1 - \theta_2), \quad (4)$$

где

$$\rho_1 = \sqrt{(x-a)^2 + y^2}, \quad \rho_2 = \sqrt{(x+a)^2 + y^2}, \quad (5)$$

$$\theta_1 - \theta_2 = \arctg\left(\frac{a-x}{|y|}\right) + \arctg\left(\frac{a+x}{|y|}\right). \quad (6)$$

Вычислим компоненты напряжения. Согласно [7, с. 111], получим

$$\begin{aligned} \sigma_x + \sigma_y = 4 \operatorname{Re} \varphi'(z) &= \frac{4\mu\beta}{\pi\aleph a} \left((\theta_1 - \theta_0) + \frac{2ay(x^2 + y^2 + a^2)}{(x^2 + y^2 - a^2)^2 + 4a^2y^2} \right), \\ \sigma_y - \sigma_x + 2i\tau_{xy} &= 2(\bar{z}\varphi''(z) + \psi'(z)) = \frac{2\mu\beta}{\pi ia} \frac{\aleph+1}{\aleph} \left(\ln \frac{z-a}{z+a} + \frac{2az}{z^2 - a^2} \right) + \\ &+ \frac{8\mu\beta y}{\pi\aleph} \left(\frac{1}{z^2 - a^2} - \frac{a^2 + z^2}{(z^2 - a^2)^2} \right), \end{aligned}$$

откуда, с учетом (4)—(6), имеем

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \frac{\mu\beta}{\pi a} \frac{\aleph+3}{\aleph} \left(\arctg\left(\frac{a-x}{|y|}\right) + \arctg\left(\frac{x+a}{|y|}\right) + \frac{2ay(x^2 + y^2 + a^2)}{(x^2 + y^2 - a^2)^2 + 4a^2y^2} \right) - \\ &- \frac{4\mu\beta y}{\pi\aleph} \left(\frac{x^2 - y^2 - a^2}{(x^2 + y^2 - a^2)^2 + 4a^2y^2} + \frac{(y^2 - x^2 - a^2)((x^2 - y^2 - a^2)^2 - 4x^2y^2) -}{((x^2 + y^2 - a^2)^2 + 4a^2y^2)^2} - \right. \\ &\left. \frac{-8x^2y^2(x^2 - y^2 - a^2)}{((x^2 + y^2 - a^2)^2 + 4a^2y^2)^2} \right), \\ \sigma_y &= \frac{\mu\beta}{\pi a} \frac{1-\aleph}{\aleph} \left(\arctg\left(\frac{a-x}{|y|}\right) + \arctg\left(\frac{x+a}{|y|}\right) + \frac{2ay(x^2 + y^2 + a^2)}{(x^2 + y^2 - a^2)^2 + 4a^2y^2} \right) + \\ &+ \frac{4\mu\beta y}{\pi\aleph} \left(\frac{x^2 - y^2 - a^2}{(x^2 + y^2 - a^2)^2 + 4a^2y^2} + \frac{(y^2 - x^2 - a^2)((x^2 - y^2 - a^2)^2 - 4x^2y^2) -}{((x^2 + y^2 - a^2)^2 + 4a^2y^2)^2} - \right. \\ &\left. \frac{-8x^2y^2(x^2 - y^2 - a^2)}{((x^2 + y^2 - a^2)^2 + 4a^2y^2)^2} \right), \quad (7) \\ \tau_{xy} &= -\frac{\mu\beta}{\pi a} \frac{\aleph+1}{\aleph} \left(\ln \sqrt{\frac{(x-a)^2 + y^2}{(x+a)^2 + y^2}} + \frac{2ax(x^2 + y^2 - a^2)}{(x^2 + y^2 - a^2)^2 + 4a^2y^2} \right) - \\ &- \frac{4\mu\beta y}{\pi\aleph} \left(\frac{2xy}{(x^2 + y^2 - a^2)^2 + 4a^2y^2} + \right. \\ &\left. + \frac{4xy(y^2 - x^2 - a^2)(x^2 - y^2 - a^2) + 2xy((x^2 - y^2 - a^2)^2 - 4x^2y^2)}{((x^2 + y^2 - a^2)^2 + 4a^2y^2)^2} \right). \end{aligned}$$

На рис. 1 приведены изолинии компонент напряжения, построенные на основании формул (7) при: $\beta = 1$, $a = 10$, $\nu = 0,42$ (глинистый грунт).

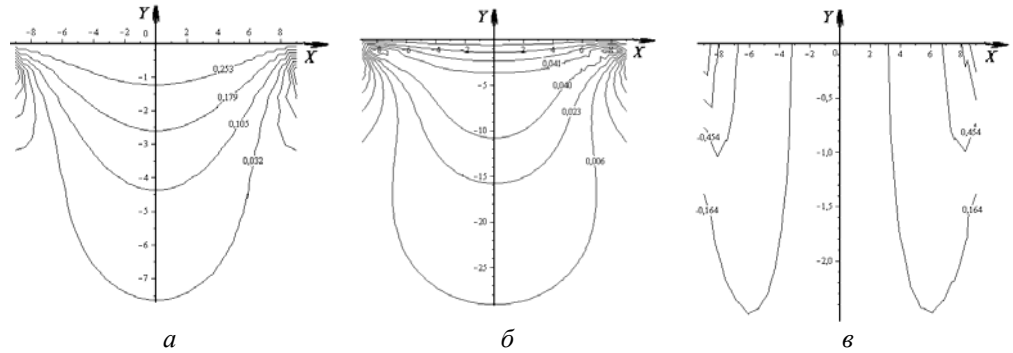


Рис. 1. Изолинии: a — горизонтального; b — вертикального v — касательного напряжения

Перепишем формулы (7) в безразмерном виде. Имеем

$$\begin{aligned} \frac{\sigma_x}{\mu} &= \frac{\beta_a}{\pi} \frac{\aleph + 3}{\aleph} \left(\operatorname{arctg} \left(\frac{1-x_a}{|y_a|} \right) + \operatorname{arctg} \left(\frac{1+x_a}{|y_a|} \right) + \frac{2y_a(x_a^2 + y_a^2 + 1)}{(x_a^2 + y_a^2 - 1)^2 + 4y_a^2} \right) - \\ &- \frac{4\beta_a y_a}{\pi \aleph} \left(\frac{x_a^2 - y_a^2 - 1}{(x_a^2 + y_a^2 - 1)^2 + 4y_a^2} + \frac{(y_a^2 - x_a^2 - 1)((x_a^2 - y_a^2 - 1)^2 - 4x_a^2 y_a^2) -}{((x_a^2 + y_a^2 - 1)^2 + 4y_a^2)^2} \right. \\ &\left. \frac{-8x_a^2 y_a^2 (x_a^2 - y_a^2 - 1)}{((x_a^2 + y_a^2 - 1)^2 + 4y_a^2)^2} \right), \\ \frac{\sigma_y}{\mu} &= \frac{\mu \beta_a}{\pi} \frac{1 - \aleph}{\aleph} \left(\operatorname{arctg} \left(\frac{1-x_a}{|y_a|} \right) + \operatorname{arctg} \left(\frac{1+x_a}{|y_a|} \right) - \frac{2y_a(x_a^2 + y_a^2 + 1)}{(x_a^2 + y_a^2 - 1)^2 + 4y_a^2} \right) + \\ &+ \frac{4\beta_a y_a}{\pi \aleph} \left(\frac{x_a^2 - y_a^2 - 1}{(x_a^2 + y_a^2 - 1)^2 + 4y_a^2} + \frac{(y_a^2 - x_a^2 - 1)((x_a^2 - y_a^2 - 1)^2 - 4x_a^2 y_a^2) -}{((x_a^2 + y_a^2 - 1)^2 + 4y_a^2)^2} \right. \\ &\left. \frac{-8x_a^2 y_a^2 (x_a^2 - y_a^2 - 1)}{((x_a^2 + y_a^2 - 1)^2 + 4y_a^2)^2} \right), \\ \tau_{xy} &= -\frac{\beta_a}{\pi} \frac{\aleph + 1}{\aleph} \left(\ln \sqrt{\frac{(x_a - 1)^2 + y_a^2}{(x_a + 1)^2 + y_a^2}} + \frac{2x_a(x_a^2 + y_a^2 - 1)}{(x_a^2 + y_a^2 - 1)^2 + 4y_a^2} \right) - \\ &- \frac{4\beta_a y_a}{\pi \aleph} \left(\frac{2x_a y_a}{(x_a^2 + y_a^2 - 1)^2 + 4y_a^2} + \right. \\ &\left. + \frac{4x_a y_a (y_a^2 - x_a^2 - 1)(x_a^2 - y_a^2 - 1) + 2x_a y_a ((x_a^2 - y_a^2 - 1)^2 - 4x_a^2 y_a^2)}{((x_a^2 + y_a^2 - 1)^2 + 4y_a^2)^2} \right), \end{aligned} \quad (8)$$

где $\beta_a = \beta/a$, $x_a = x/a$, $y_a = y/a$ — безразмерные величины.

Ниже приведены вычисления значений вертикальных напряжений вида σ_y/μ в точках полуплоскости при двух значениях коэффициента Пуассона.

Результаты вычислений сведены в табл. 1 и 2, по форме соответствующих таблицам из [8, с. 62]. Заметим, что приведенные ниже значения компоненты вертикального напряжения имеют отрицательный знак; значения, направленные в противоположную сторону, — положительный.

Т а б л и ц а 1

Значения напряжения σ_y/μ (при $\beta = 1$, $\nu = 0,42$ (глинистый грунт))

y/a	x/a										
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95
0,0	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242
0,1	0,022	0,018	0,005	+0,019	+0,061	+0,128	+0,242	+0,442	+0,767	+0,490	1,618
0,3	+0,332	+0,338	+0,356	+0,385	+0,421	+0,455	+0,455	+0,337	0,054	0,798	1,159
0,5	+0,508	+0,508	+0,505	+0,493	+0,464	+0,393	+0,271	+0,059	0,238	0,549	0,667
0,7	+0,533	+0,526	+0,504	+0,464	+0,399	+0,301	+0,168	+0,001	0,181	0,345	0,408
1,0	+0,438	+0,429	+0,403	+0,358	+0,295	+0,215	+0,122	+0,022	0,075	0,161	0,196

Т а б л и ц а 2

Значения напряжения σ_y/μ (при $\beta = 1$, $\nu = 0,3$ (песчаный грунт))

y/a	x/a										
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95
0,0	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444
0,1	0,250	0,246	0,234	0,212	0,175	0,114	0,010	+0,178	+0,513	+0,590	0,671
0,3	+0,073	+0,079	+0,097	+0,127	+0,169	+0,216	+0,246	+0,212	0,006	0,471	0,703
0,5	+0,253	+0,254	+0,257	+0,258	+0,251	+0,221	+0,153	+0,027	0,159	0,356	0,431
0,7	+0,307	+0,304	+0,292	+0,270	+0,232	+0,174	+0,091	0,014	0,131	0,235	0,275
1,0	+0,273	+0,267	+0,250	+0,221	+0,181	+0,129	+0,068	+0,003	0,061	0,116	0,138

Для определения компонент деформации на отрезке $-a \leq t \leq a$ воспользуемся известными формулами [7, с. 95]

$$\begin{aligned}\varepsilon_x &= \frac{1}{2\mu}(\sigma_x - \nu(\sigma_x + \sigma_y)), \\ \varepsilon_y &= \frac{1}{2\mu}(\sigma_y - \nu(\sigma_x + \sigma_y)), \\ \gamma_{xy} &= \frac{1}{2\mu}\tau_{xy},\end{aligned}\tag{9}$$

которые дают

$$\begin{aligned}\varepsilon_x &= \frac{\beta}{\pi a} \left(\arctg\left(\frac{a-x}{|y|}\right) + \arctg\left(\frac{x+a}{|y|}\right) + \frac{2ay(x^2 + y^2 + a^2)}{(x^2 + y^2 - a^2)^2 + 4a^2y^2} \right) - \\ &- \frac{2\beta y}{\pi \aleph} \left(\frac{x^2 - y^2 - a^2}{(x^2 + y^2 - a^2)^2 + 4a^2y^2} + \frac{(y^2 - x^2 - a^2)((x^2 - y^2 - a^2)^2 - 4x^2y^2)}{((x^2 + y^2 - a^2)^2 + 4a^2y^2)^2} - \right. \\ &\left. - \frac{8x^2y^2(x^2 - y^2 - a^2)}{((x^2 + y^2 - a^2)^2 + 4a^2y^2)^2} \right),\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_y = & -\frac{\beta}{\pi \aleph a} \left(\operatorname{arctg} \left(\frac{a-x}{|y|} \right) + \operatorname{arctg} \left(\frac{x+a}{|y|} \right) + \frac{2ay(x^2+y^2+a^2)}{(x^2+y^2-a^2)^2+4a^2y^2} \right) + \\ & + \frac{2\beta y}{\pi \aleph} \left(\frac{x^2-y^2-a^2}{(x^2+y^2-a^2)^2+4a^2y^2} + \frac{(y^2-x^2-a^2)((x^2-y^2-a^2)^2-4x^2y^2)}{((x^2+y^2-a^2)^2+4a^2y^2)^2} - \right. \\ & \left. - \frac{8x^2y^2(x^2-y^2-a^2)}{((x^2+y^2-a^2)^2+4a^2y^2)^2} \right), \\ \gamma_{xy} = & -\frac{\beta}{2\pi a} \frac{\aleph+1}{\aleph} \left(\ln \sqrt{\frac{(x-a)^2+y^2}{(x+a)^2+y^2}} + \frac{2ax(x^2+y^2-a^2)}{(x^2+y^2-a^2)^2+4a^2y^2} \right) - \\ & - \frac{2\beta y}{\pi \aleph} \left(\frac{2xy}{(x^2+y^2-a^2)^2+4a^2y^2} + \right. \\ & \left. + \frac{4xy(y^2-x^2-a^2)(x^2-y^2-a^2)+2xy((x^2-y^2-a^2)^2-4x^2y^2)}{((x-a)^2+y^2)^2((x+b)^2+y^2)^2} \right). \end{aligned} \quad (10)$$

На рис. 2 приведены изолинии компонент деформации, построенные на основании формул (10) при: $\beta = 1$, $a = 10$, $\nu = 0,42$ (глинистый грунт).

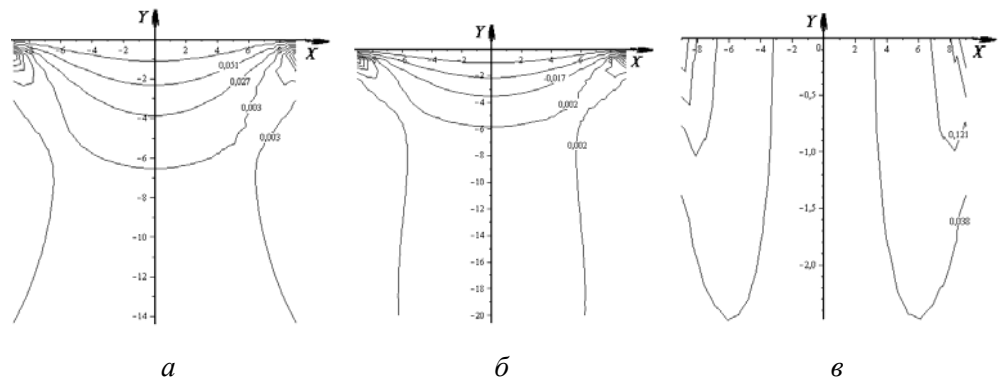


Рис. 2. Изолинии: *a* — горизонтальной, *б* — вертикальной и *в* — касательной деформации

Перейдем к вычислению осадок грунтового массива, используя формулу Штейнбрэннера [9]

$$s = \int_0^y \varepsilon_y dy = H(x, 0) - H(x, y), \quad (11)$$

где $H(x, y)$ — вертикальное перемещение в точке с координатами (x, y) , а y , например, глубина сжимаемого слоя.

Получим формулу осадки для рассматриваемого случая.
Имеем

$$\varepsilon_y = -\frac{\beta}{\pi \kappa a} \int_0^y \left(\operatorname{arctg} \frac{a-x}{|y|} + \operatorname{arctg} \frac{x+a}{|y|} + \frac{2ay(x^2+y^2+a^2)}{(x^2+y^2-a^2)^2+4a^2y^2} \right) dy + \\ + \frac{2\beta}{\pi \kappa} \int_0^y y \left(\frac{x^2-y^2-a^2}{(x^2+y^2-a^2)^2+4a^2y^2} + \frac{(y^2-x^2-a^2)((x^2-y^2-a^2)^2-4x^2y^2)}{((x^2+y^2-a^2)^2+4a^2y^2)^2} - \right. \\ \left. - \frac{8x^2y^2((x^2-y^2-a^2)}{((x^2+y^2-a^2)^2+4a^2y^2)^2} \right) dy.$$

Вычисляя интеграл, получим

$$s = \frac{\beta}{\pi \kappa a} \left(\frac{2(a^2+x^2)y^4+2(a^4+x^4)y^2}{a^2((x^2+y^2-a^2)^2+4a^2y^2)} - y \left(\operatorname{arctg} \frac{a-x}{y} + \operatorname{arctg} \frac{a+x}{y} \right) + \right. \\ \left. + \frac{a}{2} \ln \left(\frac{(x^2+y^2-a^2)^2+4a^2y^2}{(a^2-x^2)^2} \right) \right). \quad (12)$$

Заметим, что $s(x, y)$ является четной функцией своих аргументов x и y .

На рис. 3 приведены изолинии для глинистого и песчаного грунтов, построенные на основании формулы (12) при: $a=10$, $\beta=1$, $\nu=0,42$ и, соответственно, $\nu=0,3$.

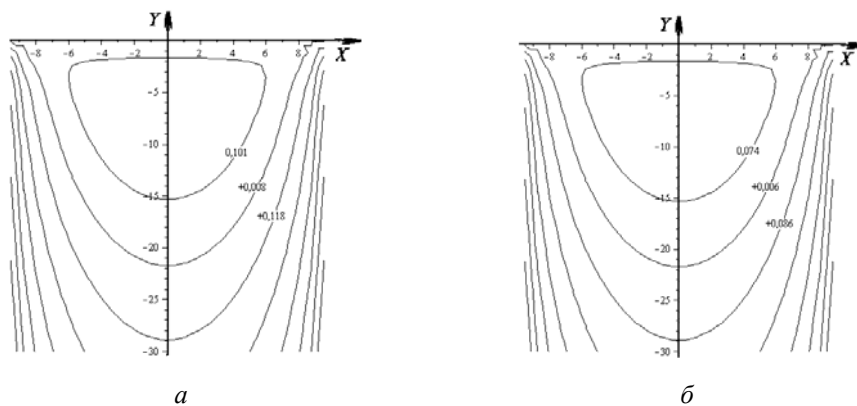


Рис. 3. Изолинии осадки: a — для глинистого грунта; b — песчаного грунта

Ниже приведены таблицы значений осадки для глинистого и песчаного грунтов (табл. 3, 4). Значения осадки в нижней полуплоскости имеют отрицательный знак; значения, направленные в противоположную сторону, — положительный. Ввиду четности функции (12), значения осадки в таблицах приведены только для правой половины рассматриваемого отрезка.

Выводы:

1. Получены выражения для компонент напряжения и компонент деформации второй основной граничной задачи плоской теории упругости для полуплоскости. Значения компонент напряжения и деформации симметричны относительно оси ординат.

2. На основе компоненты вертикальной деформации получена формула осадки для горизонтального смещения участка границы полуплоскости. Величина осадки прямо пропорциональна величине смещения участка и обратно пропорциональна коэффициенту Пуассона (коэффициенту бокового давления грунта).

Таблица 3

Значения осадки s (при $\beta = 1$, $a = 10$, $\nu = 0,42$ (глинистый грунт))

y	x										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9,5
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	0,068	0,068	0,068	0,067	0,065	0,063	0,059	0,051	0,032	+0,040	+0,165
2	0,121	0,121	0,119	0,116	0,111	0,104	0,090	0,065	0,012	+0,121	+0,283
3	0,160	0,160	0,156	0,150	0,141	0,126	0,101	0,059	+0,017	+0,176	+0,348
4	0,187	0,186	0,181	0,172	0,157	0,135	0,101	0,047	+0,044	+0,205	+0,390
5	0,204	0,204	0,195	0,183	0,164	0,136	0,064	0,032	+0,067	+0,244	+0,420

Таблица 4

Значения осадки s (при $\beta = 1$, $a = 10$, $\nu = 0,3$ (песчаный грунт))

y	x										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9,5
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	0,050	0,050	0,050	0,049	0,048	0,046	0,043	0,038	0,023	+0,029	+0,121
2	0,089	0,088	0,087	0,085	0,082	0,076	0,066	0,048	0,009	+0,088	+0,207
3	0,118	0,117	0,115	0,110	0,103	0,092	0,074	0,044	+0,012	+0,129	+0,255
4	0,137	0,136	0,132	0,126	0,115	0,099	0,074	0,034	+0,032	+0,158	+0,286
5	0,149	0,148	0,143	0,134	0,120	0,100	0,069	0,023	+0,049	+0,179	+0,308

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цытович Н. А. Механика грунтов (краткий курс). М.: Высшая школа, 1983. 288 с.
2. Далматов Б. И. Механика грунтов, основания и фундаменты. Л.: Стройиздат, 1988. 415 с.
3. Кушнер С. Г. Расчет деформаций оснований зданий и сооружений. Запорожье, 2008. 496 с.
4. Флорин В. А. Основы механики грунтов. Л.: Госстройиздат, 1959. Т. I. 360 с.
5. Иванов П. Л. Грунты и основания гидротехнических сооружений. М.: Высшая школа, 1985. 352 с.
6. Богомолов А. Н., Ушаков А. Н., Богомолова О. А. Напряженно-деформированное состояние упругой полуплоскости при сдвиге участка ее границы // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2011. Вып. 21(40). С. 19—27.
7. Мухелишвили Н. И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М.: Наука, 1966. 708 с.
8. Справочник проектировщика. Основания, фундаменты и подземные сооружения / под общ. ред. Е. А. Сорочана, Ю. Г. Трофименкова. М.: Стройиздат, 1985. 480 с.
9. Poulos H. G., Davis E. H. Elastic solutions for soil and rock mechanics. New York: Wiley, 1974. 411 p.

© Богомолов А. Н., Богомолова О. А., Ушаков А. Н., 2016

Поступила в редакцию
в ноябре 2016 г.

Ссылка для цитирования:

Богомолов А. Н., Богомолова О. А., Ушаков А. Н. О напряженно-деформированном состоянии упругой полуплоскости при линейном сдвиге участка ее границы // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 17—26.

Об авторах:

Богомолов Александр Николаевич — д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой гидротехнических и земляных сооружений, проректор по научной работе, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолГАСУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; проф. кафедры строительного производства и геотехники, Пермский национальный исследовательский политехнический университет. Российская Федерация, 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, banzaritcyn@mail.ru

Богомолова Оксана Александровна — канд. техн. наук, доцент кафедры математики и информационных технологий, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолГАСУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, banzaritcyn@mail.ru

Ушаков Андрей Николаевич — докторант кафедры гидротехнических и земляных сооружений, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолГАСУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

A. N. Bogomolov, O. A. Bogomolova, A. N. Ushakov

**STRESS STRAIN STATE OF THE ELASTIC SEMI-PLANE
AT LINEAR SHIFT OF ITS BORDER**

The authors provide the expressions for the tension component and strain component of the second main boundary task of the flat theory of elasticity for a semi-plane at linear shift of its border. The formula of the setting that is caused by the horizontal shift of the border of the semi-plane is received. The distance of the setting is directly proportional to the distance of border shift and inversely proportional to the size of the coefficient of the soil lateral pressure.

Key words: tension, strain, shift of the border of a semi-plane, coefficient of the soil lateral pressure, setting of the foundation, horizontal shift, semi-plane, soil.

REFERENCES

1. Tsytoich N. A. *Mekhanika gruntov (kratkii kurs)* [Soil mechanics (short course)]. Moscow, Vysshaya Shkola Publ., 1983. 288 p.
2. Dalmatov B. I. *Mekhanika gruntov, osnovaniya i fundamenty* [Soil, base and foundation mechanics]. Leningrad, Stroiizdat Publ., 1988. 415 p.
3. Kushner S. G. *Raschet deformatsii osnovanii zdaniy i sooruzhenii* [Analysis of deformations of building foundations and constructions]. Zaporozh'e, 2008. 496 p.
4. Florin V. A. *Osnovy mekhaniki gruntov* [Principles of soil mechanics]. Leningrad, Gosstroizdat Publ., 1959, vol. I. 360 p.
5. Ivanov P. L. *Grunt i osnovaniya gidrotekhnicheskikh sooruzhenii* [Soils and foundations of hydroengineering structures]. Moscow, Vysshaya Shkola Publ., 1985. 352 p.
6. Bogomolov A. N., Ushakov A. N., Bogomolova O. A. [Strain-stress distribution of the half-plane in shear its surface area piece]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2011, iss. 21(40), pp. 19—27.
7. Muskhelishvili N. I. *Nekotorye osnovnye zadachi matematicheskoi teorii uprugosti* [Some main tasks of the mathematical theory of elasticity]. Moscow, Nauka Publ., 1966. 707 p.
8. Sorochan E. A., Trofimenkov Yu. G. (ed.). *Spravochnik proektirovshchika. Osnovaniya, fundamenty i podzemnye sooruzheniya* [Designer's reference book. Bases, foundations and underground constructions]. Moscow, Stroiizdat Publ., 1985. 480 p.
9. Poulos H. G., Davis E. H. *Elastic solutions for soil and rock mechanics*. New York, Wiley, 1974. 411 p.

For citation:

Bogomolov A. N., Bogomolova O. A., Ushakov A. N. [Stress strain state of the elastic semi-plane at linear shift of its border]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 17—26.

About authors:

Bogomolov Aleksandr Nikolaevich — Doctor of Engineering Science, Professor, the Head of Hydraulic and Earthwork Structures Department, Vice-Rector for Scientific Research, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation; Professor of Construction Operations and Geotechnics Department, Perm National Research Polytechnic University. 29, Komsomolskii Prospekt, Perm', 614990, Russian Federation, banzaritcyn@mail.ru

Bogomolova Oksana Aleksandrovna — Candidate of Engineering Science, Docent of Mathematics and Information Technology Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, banzaritcyn@mail.ru

Ushakov Andrei Nikolaevich — Postdoctoral student of Hydraulic and Earthwork Structures Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation

УДК 666.96:669-027.33

Т. К. Акчурина^а, О. Ю. Пушкарская^б

^а *Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет*

^б *Волжский институт строительства и технологий (ВИСТех) — филиал ВолгГАСУ*

НЕТРАДИЦИОННЫЕ ОТХОДЫ РЕГИОНА КАК КОМПОНЕНТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Широкие возможности использования нетрадиционных дисперсных шламовых отходов региона в составах строительных композиций позволяют создавать мелкозернистые бетоны с высокой прочностью. Высокая удельная поверхность абразивных шламов обеспечивает их реакционную способность и структурообразующую значимость в составах цементного вяжущего. Модификация глины шламами подшипникового производства позволяет увеличить вспучиваемость глины и изменяет прочность полученного пористого керамического материала.

К л ю ч е в ы е с л о в а: дисперсное наполнение, шламовые отходы, бетонные композиции, строительная керамика.

Важной задачей строительной отрасли было и остается производство эффективных строительных и отделочных материалов при минимизации расхода вяжущего. Это может быть достигнуто при научно обоснованном подходе к проблеме применения шламовых отходов в технологии производства строительных материалов. На сегодняшний момент остается невостребованным и находится на промышленных свалках и в шламонакопителях большое количество ценнейшего сырья. Определение возможного пути их подготовки, при необходимости, переработки, исследования механизмов действия химически активных шламов и инертных наполнителей на их основе, процессы гидратации и твердения, модифицированных цементных и композиционных материалов, в том числе с использованием нанотехнологий, является перспективной тенденцией развития строительной отрасли. Тем более что использование шламовых отходов позволяет получать высокие экономические эффекты за счет низкой стоимости шлама, экономии вяжущего при повышении качества строительных растворов, что способствует значительному улучшению экологической обстановки вблизи предприятий промышленности регионов. В стране накоплено достаточное количество вторичных ресурсов в виде различных отходов промышленности и минеральных шламов, чтобы при эффективном их использовании и рациональном расходе цементных и композиционных вяжущих получать высококачественные мелкозернистые бетоны [1—3].

Традиционно в качестве наполнителей и модификаторов строительных композиций используют побочные продукты тепловых электростанций, металлургических производств, выпускающих чугун, сталь, ферросилиций и ферросплавы, шламовые отходы гипсовых, известково-гипсовых, гипсо-карбонатных, известково-гипсо-карбонатных составов, содержащие комплекс неорганических солей и органические примеси, обладающие стабильным химическим составом и физическими свойствами.

При этом регионы России имеют отходы, не входящие в региональную каталогизацию. Определение возможности использования этих нетрадицион-

ных отходов в технологии изготовления конкретных строительных материалов имеет значительное экономическое и экологическое значение. Использование подобных вторичных ресурсов требует решения ряда организационных и научно-технических задач.

В статье проведен анализ шламовых отходов абразивного и подшипникового производств Волгоградского региона, отнесенных нами к разряду нетрадиционных промышленных отходов.

Основной физико-химический метод очистки промышленных стоков от коллоидных и мелкодисперсных загрязнений примесей — это коагуляция. В качестве веществ, способствующих коагуляции загрязнений сточных вод, используются в основном соли железа и алюминия $Al_2(OH)_nCl_m \cdot xH_2O$, где $n = 3,0...5,0$, $m = 1,0...3,0$, $x = 1,0...1,5$ — гидроксихлорид алюминия. Исследования химического состава шламов абразивного производства показали содержание в больших количествах механических примесей преимущественно абразивного характера, различной степени дисперсности — от грубодисперсных до коллоидных, имеющих высокое солесодержание. В результате коагуляционной очистки промышленных сточных вод абразивного производства образуются нерастворимые формы абразивных шламов минерального состава (рис. 1).

Коагулянт в результате химической реакции с загрязнениями сточных вод абразивного производства превращается в нерастворимые формы гидроксидов алюминия. При своем образовании эти гидроксиды захватывают органические и неорганические примеси из стоков. В результате коагуляции образуются агрегаты — более крупные (вторичные) частицы, состоящие из скопления более мелких (первичных) (рис. 2).

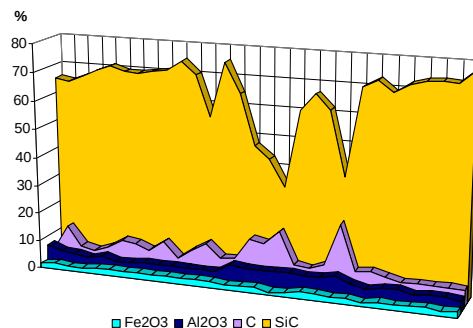


Рис. 1. Химический состав шламовых отходов станции водоочистки абразивного производства

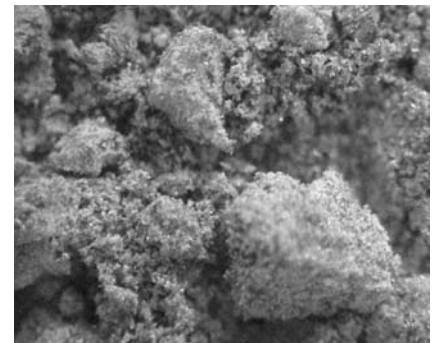


Рис. 2. Микроскопическое изображение частиц абразивного шлама

Первичные частицы в таких скоплениях соединены силами межмолекулярного взаимодействия непосредственно или через прослойку окружающей (дисперсионной) среды. Коагуляция сопровождается прогрессирующим укрупнением частиц и уменьшением их числа в объеме дисперсионной среды — сточных вод. Рост частиц приводит к образованию сгустков или флокул, выпадающих в осадок (коагулят, коагель). В процессе обезвоживания в результате высыхания при открытом хранении сначала образуется дисперс-

ная система, частицы которой связаны в пространственный каркас, в дальнейшем происходит медленное отверждение шламов. Формирование коагуляционно-кристаллизационных структур, содержащих SiC , Ca(OH)_2 , $\text{Al}_2(\text{OH})_3$, Mg(OH)_2 и гипс, происходит за счет образования гидроалюминатов и гидроалюмоферритов кальция, а также других гидратных фаз, близких по составу к продуктам гидратации цементов. По размеру шламовые частицы представляют собой гетерогенные коллоидные дисперсные системы, в которых центром твердой фазы является тонкодисперсный абразив, окруженный дисперсной средой, состоящей из гидроксида алюминия, карбоната кальция, растворимых и малорастворимых неорганических солей (см. рис. 2). Дисперсность частиц шлама и цемента изображена на рис. 3.

Шламовые абразивные отходы представляют наибольший интерес как активные минеральные добавки цемента и армирующие наполнители мелкозернистых бетонов. Большая удельная поверхность шламов в сочетании со свободной поверхностной энергией, как и у цементных частиц, использована для уменьшения недостатков мелкозернистого бетона, за счет усиления адгезионного взаимодействия цементного теста с поверхностью частиц. Введенные в состав мелкозернистых бетонов частицы шлама выполняют роль не только армирующего наполнителя, но и активного компонента системы, оказывающего существенное влияние на формирование активных центров кристаллизации. Возможность использования этого естественного резерва улучшения свойств мелкозернистых бетонов представляется весьма актуальной и экономически оправданной.

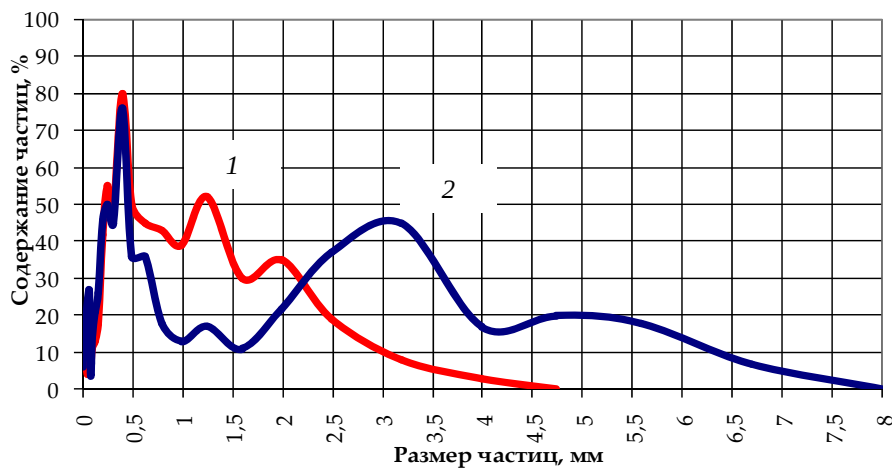


Рис. 3. График дисперсности шламовых частиц абразивного производства (1) в сравнении с дисперсностью цемента (2)

Получение высокоэффективных вяжущих веществ сегодня сопровождается использованием сложных составов компонентов с целью получения высококачественных бетонов разного функционального назначения с улучшенными, а иногда и с принципиально новыми свойствами и определенной зара-

нее заданной структурой. В основу создания таких вяжущих положен принцип целенаправленного управления технологией на всех ее этапах: использование активных компонентов, разработка оптимальных составов, применение химических модификаторов, использование механохимической активации компонентов и некоторых других приемов [4, 5].

Поэтому введение в состав мелкозернистых бетонов абразивных шламовых отходов в качестве дисперсной модифицирующей добавки целенаправленно оказывает влияние на процессы структурообразования мелкозернистого бетона с максимальным проявлением сил физико-химического взаимодействия цементирующей связки с поверхностью шламовых частиц, что позволяет получать изделия с улучшенными эксплуатационными характеристиками. Высказанные теоретические положения подтверждаются экспериментом (рис. 4).

Для количественного определения взаимодействия цементного теста с абразивными шламами выполнена сравнительная оценка свойств мелкозернистых бетонов с добавкой абразивных шламов (составы 2—6) и без нее (состав 1).

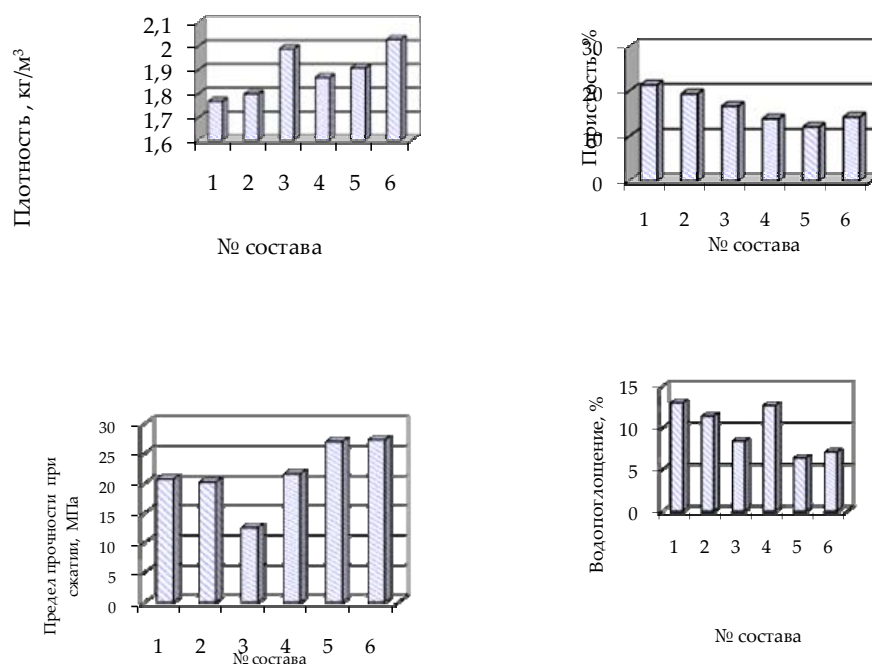


Рис. 4. Изменение свойств модифицированного шламами бетона в сравнении с бездобавочным образцом: 1 — состав без добавки; 2—6 — составы с добавкой шламов соответственно 3...15 %

Эффект улучшения свойств модифицированного шламовыми отходами бетона происходит за счет взаимодействия цементного камня с поверхностью абразивных частиц, плюс армирование бетона частицами карбида кремния.

В среднем прочность при сжатии увеличилась на 25 %, плотность образцов уменьшилась на 10 %, водопоглощение уменьшилось на 40 % [6].

Эффективность применения в составах мелкозернистого бетона абразивных шламовых отходов при их содержании 5...15 % подтверждена ускорением процессов гидратации цемента и армированием бетона частицами карбида кремния. Наличие добавки в цементе способствует увеличению прочности образцов, фактор содержания цемента не оказывает на него заметного влияния, однако тенденция снижения содержания цемента при увеличении прочности бетона делает технологию сберегающей по сырьевым материалам, что, несомненно, актуально.

Большим резервом экономии материальных и энергетических ресурсов является использование в технологии строительной керамики рядового местного глинистого сырья и вовлечение в производство техногенных отходов, что позволяет расширить сферу полезного использования вторичного сырья и снизить себестоимость готовой керамической продукции [7].

Вопросы использования в технологии строительной керамики местного глинистого сырья и отходов металлообработки при наименьших экономических затратах и сохранении свойств готовой продукции являются актуальными. Целью исследования является получение эффективной строительной керамики путем модификации керамической массы отходами металлообработки подшипникового производства при использовании глинистого сырья Волгоградской области.

Шлам подшипникового производства представляет собой смесь, полученную в результате опилки и шлифования деталей подшипников качения, обкатки и доводки шаров и других операций. Постоянно растущие объемы отходов металлообработки делают актуальной задачу разработки технологии строительной керамики с их использованием и эффективной утилизации.

Предварительно высушенный до постоянной массы и измельченный шлам представлен на рис. 5.

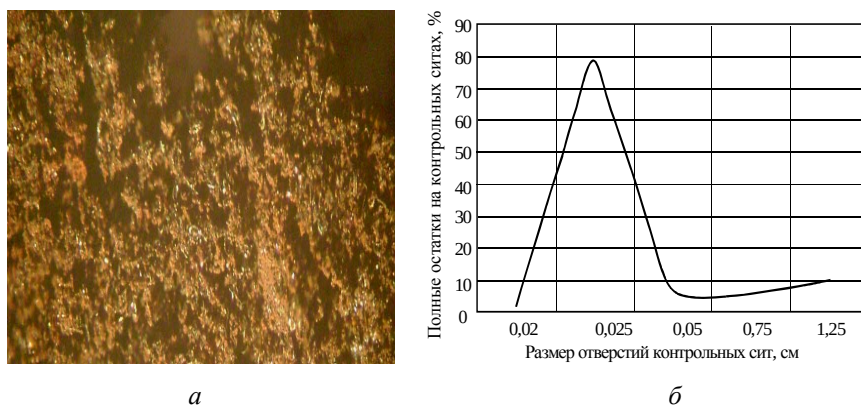


Рис. 5. Шлам: *а* — измельченный шлам ВПЗ-15 (увеличение микроскопа 40×); *б* — фракционный состав измельченного отхода

По данным химического анализа, содержание металла в виде окислов железа составляет до 70 %, неметаллических фракций (продуктов разрушения абразивного инструмента при шлифовании) — 10 % и смазочно-

охлаждающей жидкости (СОЖ) — 20 %. Минералогический состав шлама представлен в табл. Более 10...15 % объема шлама — конгломераты, которые представляют собой окисленные металлические и неметаллические частицы, сцементированные СОЖ (см. рис. 5, а).

Минералогический состав шламов металлообработки

Материал	Содержание, %
Абразивное зерно (25А, 14А, минимальная доля 54С и 63С)	5
Металлическая стружка (Fe_2O_3)	93
Сколотые абразивные зерна (обточка)	2

Лабораторные исследования показали, что шламовые отходы металлообработки в исходном состоянии хорошо смешиваются с замоченной глиной. При этом их содержание в смеси можно доводить до 50 % и выше. При рассмотрении причин вспучивания выбранных нами глинистых пород региона и выявлении физико-химической природы этого процесса необходимо учитывать действие тех или иных факторов, прежде всего с точки зрения их влияния на вязкость, газовыделение в момент оптимального размягчения пиропластической массы и поверхностные явления, развивающиеся на границах твердой, жидкой и газообразной фаз. Знание состава газовой фазы, вспучивающей пиропластическую глинистую массу при обжиге, и источников ее возникновения позволяет глубже вскрыть физико-химический механизм порообразования материала, разработать меры по его регулированию и выбрать исходное качественное сырье для производства эффективной керамики. Однако одного определения состава вспучивающих газов и их источника еще недостаточно. Необходимо установить, при каких условиях проявляется их положительный эффект, обеспечивающий оптимальное вспучивание глинистой массы. Это положение тем более важно, что при определенных условиях термообработки в значительной мере утрачивают или даже полностью теряют способность вспучиваться не только слабо, но и хорошо вспучивающиеся глинистые породы.

Термодинамический анализ шламов подшипникового производства (рис. 6) обосновал возможность практической реализации процесса газификации керамической шихты, модифицированной этими шламами при ее обжиге. Экспериментально доказано, что в газовой фазе присутствуют CO , CO_2 , H_2O , N_2 , O_2 , H_2 , CH_4 , которые образуются при нагревании шламов с преобладанием первых трех.

Хроматографический анализ отходящих газов при высокотемпературной обработке шлама (хроматограф «Цвет 500», детектор по теплопроводности, детектор ионизации пламени) показал, что при нагревании до 800...900 °С и выше органическая составляющая СОЖ подвергается конверсии водяным паром или кислородом. В результате образуется парогазовая смесь, состоящая из неуглеводородной и углеводородной составляющих, а также паров остаточной влаги (рис. 7).

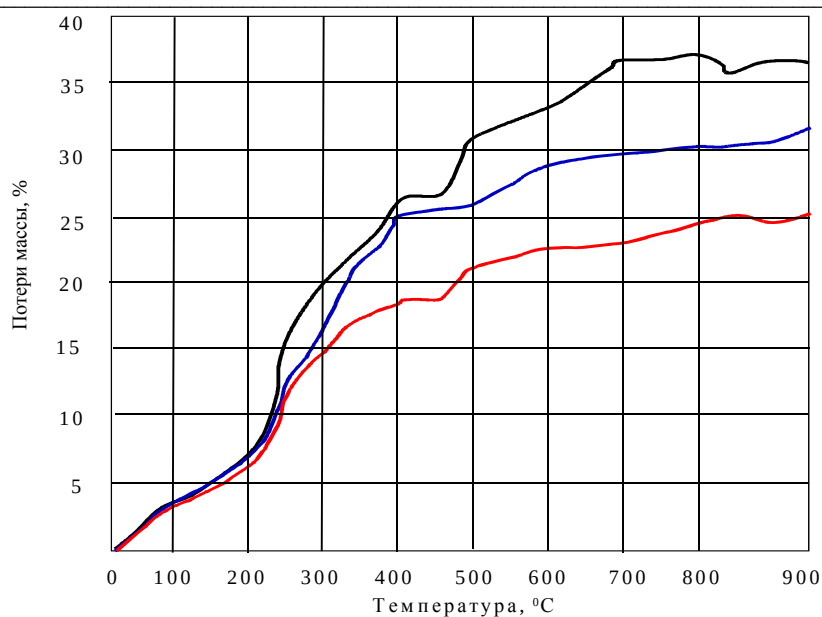


Рис. 6. Динамика изменения массы различных шламовых фракций при их термообработке: фракция 0,075...0,05 мм (10 %); фракция 0,025 мм (80 %), фракция 0,125 мм (10 %)

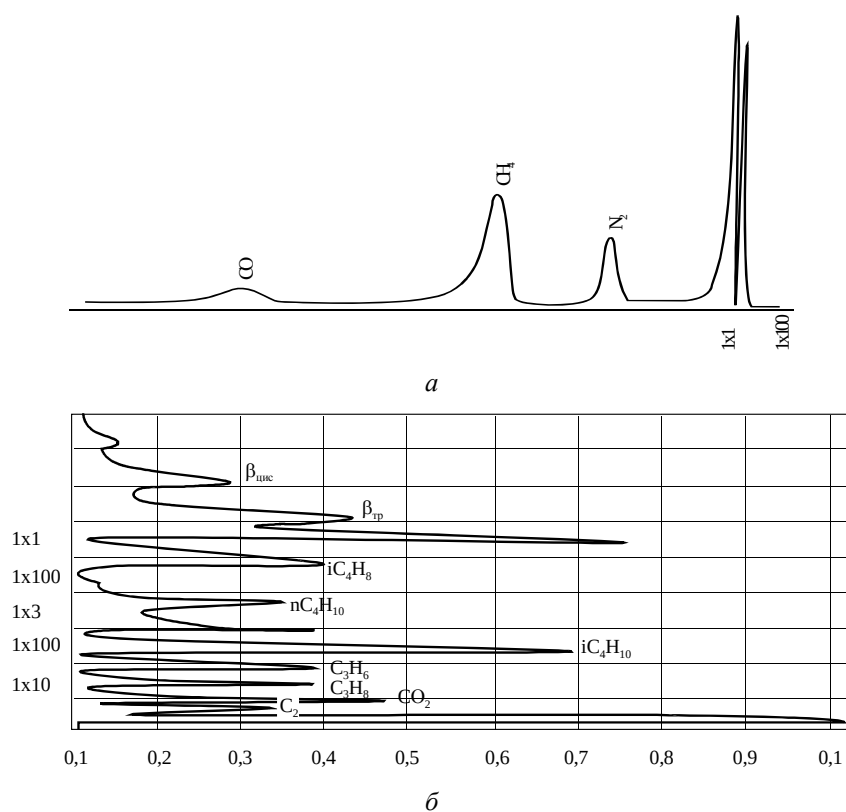
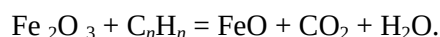


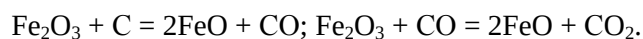
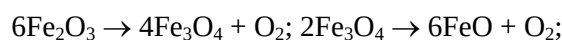
Рис. 7. Неуглеводородная (а) и углеводородная (б) составляющая отходящих газов высокотемпературных шламовых отходов подшипникового производства

Модификация глины шламовыми отходами, содержащими в своем составе до 30...50 % неокисленной стали ШХ 15 (98 % Fe_2O_3), создает дополнительный источник газовой выделения при обжиге. Высокая температура обеспечивает переход окиси железа в закись при непосредственном участии органической составляющей шлама по схеме



Особенно большую геохимическую роль в данной системе играют восходящие потоки жидких и газообразных углеводородов, приходящихся на органическую составляющую шламовых отходов (20 % СОЖ).

Источниками газовой выделения при спекании керамической массы являются реакции разложения и восстановления окислов железа при их взаимодействии с органическими примесями подшипниковых шламов, а также химически связанная вода глинистых минералов. Схема восстановительных реакций представлена следующими уравнениями:



Влияние этих реакций на вспучивание подкрепляется тем, что глины содержат значительное количество железистых и органических примесей, хорошо вспучиваются. Добавка в керамическую шихту шламов подшипникового производства, состоящую из металлической стружки и СОЖ, увеличивает способность глины вспучиваться, изменяя при этом плотность образцов. Керамическая масса образцов для эксперимента состоит из глины, модифицированной подшипниковыми шламами, шамота в качестве заполнителя и воды.

Графическая зависимость кинетики вспучивания и прочности образцов модифицированной подшипниковыми шламами глины при температуре обжига 1000 °С представлены на рис. 8, 9.

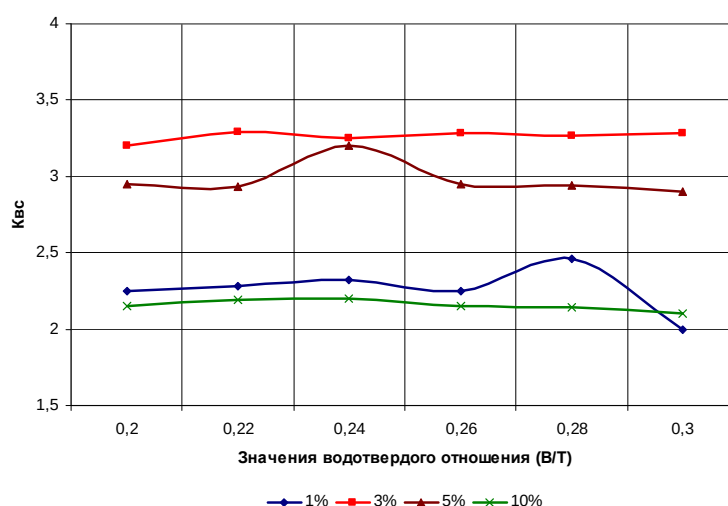


Рис. 8. Кинетика вспучивания образцов модифицированной глины в зависимости от водотвердого отношения смеси

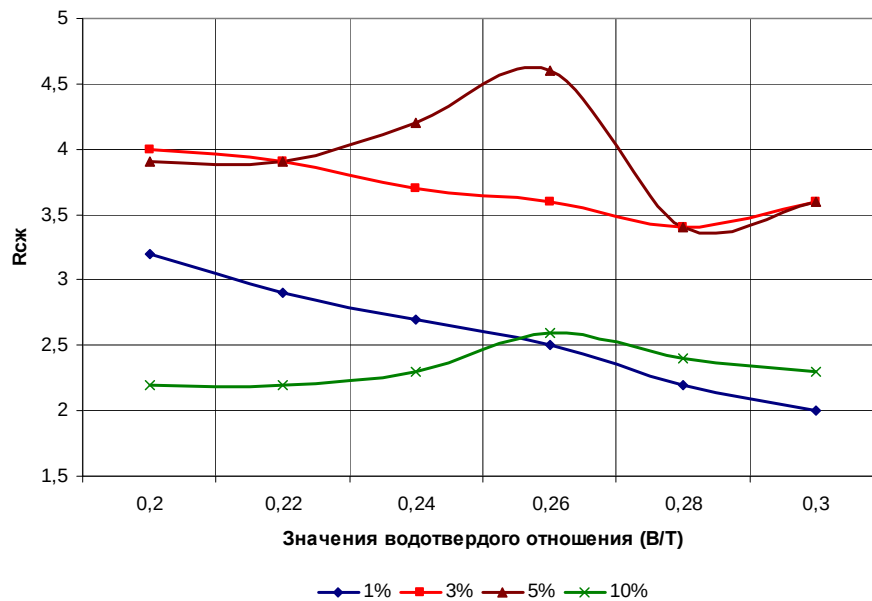


Рис. 9. Изменение прочности образцов модифицированной глины в зависимости от водотвердого отношения смеси

Анализ полученных экспериментальных зависимостей (см. рис. 8, 9) позволяет сделать вывод, что модификация глины шламами подшипникового производства позволяет изменять прочность полученного пористого керамического материала. Для достижения максимального эффекта вспучивания необходима оптимизация содержания шламовой добавки, так как с введением реологические свойства модифицированной глины изменяются незначительно. Увеличение водосодержания керамической массы увеличивает срок сушки образцов, что приведет к дополнительным энергозатратам при производстве изделий. Для уменьшения водотвердого отношения и увеличения коэффициента вспучивания смеси дополнительно использовали поверхностно-активные вещества, положительно влияющие на кинетику вспучивания и реологические свойства сырьевой смеси.

Максимальным коэффициентом вспучивания и прочностью обладали образцы глины, модифицированные 3...5 % добавки подшипниковых шламов.

Таким образом, при всем разнообразии отходов производства, в частности шламовых, предполагается большое число технологических приемов по подготовке, переработке и использованию этих ресурсов в качестве добавок и модификаторов как при приготовлении бетонов, так и в технологии строительной керамики. Для определения наиболее эффективного использования того или иного вида шламовых отходов на конкретном предприятии и технологии стройиндустрии данный вопрос должен рассматриваться не по одному или нескольким отдельным критериям, а комплексно, т. е. с учетом всех возможных сопутствующих и влияющих факторов. При этом должны учитываться следующие основные положения: район образования отходов или месторождений местных материалов, вид, объем, качественные показатели, доступность извлечения или получения, состояние транспортных коммуни-

каций и их протяженность, наличие погрузочно-разгрузочных и прочих устройств и приспособлений для первичной переработки, обогащения или фракционирования материалов, обеспеченность энергоресурсами и т. п. [8—11]. Максимум этих подходов был проанализирован в проводимом исследовании при анализе возможности использования шламовых отходов абразивного и подшипникового производства Волгоградского региона. При рассмотрении шламовых отходов как нетрадиционных была выявлена реальная возможность их использования в технологиях производства мелкозернистого бетона и строительной керамики без потерь качественных характеристик получаемых материалов, при тенденции улучшения свойств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Туркина И. А. Необходимость и опыт использования отходов производства: сб. докладов V Международного конгресса по управлению отходами и природоохранным технологиям ВэйстТэк-2007. М., 2007.
2. Бальзанников М. И., Петров В. П. Экологические аспекты производства строительных материалов из отходов промышленности // Восьмые академические чтения РААСН «Современное состояние и перспективы развития строительного материаловедения». Самара, 2004. С. 47—50.
3. Каушанский В. Е., Баженова О. Ю. Энерго- и ресурсосбережения в технологии портландцемента за счет использования техногенных и нетрадиционных материалов // Седьмые академические чтения РААСН «Современные проблемы строительного материаловедения». Белгород, 2001. С. 201—204.
4. Ольгинский А. Г., Бершадекий Ф. Г. Значение микрозаполнителя в формировании структуры и свойств бетона // Управляемая структура образования в производстве строительных материалов. Киев: Будивельник, 1998. С. 76—80.
5. Дворкин Л. И., Дворкин О. Л. Строительные материалы из отходов промышленности. Ростов н/Д: Феникс, 2007. 368 с.
6. Груздев А. А., Акчурин Т. К., Пушкарская О. Ю. Минерально-абразивные шламы — эффективные наполнители // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2010. Вып. 20(39). С. 58—61.
7. Абдрахимов Д. В., Абдрахимова Е. С., Абдрахимов В. З. Керамический кирпич из отходов производств // Строительные материалы. Дайджест публикаций за 1996—2008 гг. по тематике «Керамические строительные материалы». 2003. С. 38—39.
8. Alviset L., Huet C., Albenque M. Produits nouveaux a base de terre cuite // L'industrie ceramique. 1973. No. 666. S. 693—700.
9. Leitner A. Der «Warmblock», ein neuer ziegel in Osterreich // Die Ziegelindustrie. 1970. 19/20. S. 409—419.
10. Mann W. Poroceramic // Berichte D.K.G. 1960. No. 1. P. 11—22.
11. Medulan P., Lhotski E. Vyuziti dfevniho odpaduv cihlarske vyrobe // Cihlarsky. Zpravodaj. 1979. No. 3. P. 9—12.

© Акчурин Т. К., Пушкарская О. Ю., 2016

Поступила в редакцию
в ноябре 2016 г.

Ссылка для цитирования:

Акчурин Т. К., Пушкарская О. Ю. Нетрадиционные отходы региона как компоненты строительных композиционных материалов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 27—38.

Об авторах:

Акчурин Талгат Кадимович — канд. техн. наук, профессор, зав. кафедрой строительных материалов и специальных технологий, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолГАСУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru

Пушкарская Ольга Юрьевна — канд. техн. наук, доцент кафедры технологий обработки и производства материалов, Волжский институт строительства и технологий (ВИСТех) — филиал ВолГАСУ. Российская Федерация, 404111, г. Волжский, пр. Ленина, 72, info@vgasu.ru

T. K. Akchurin, O. Yu. Pushkarskaya

NONCONVENTIONAL WASTES OF THE REGION AS THE COMPONENTS OF COMPOSITE CONSTRUCTION MATERIALS

Ample opportunities of use of nonconventional disperse sludge waste of the region in the structures of construction compositions allow to create fine-grained concrete with high strength. The high specific surface of abrasive slimes provides their reactivity and structure-forming importance in the structures of cement binding materials. Clay modification by slimes of bearing production allows to increase clay swelling and it changes the strength of the received porous ceramic material.

Key words: disperse filling, sludge waste, concrete compositions, construction ceramics.

REFERENCES

1. Turkina I. A. *Neobkhodimost' i opyt ispol'zovaniya otkhodov proizvodstva. Sbornik dokladov V Mezhdunarodnogo kongressa po upravleniyu otkhodami i prirodookhrannym tekhnologiyam «VeistTek-2007»* [The necessity and experience of use of waste products. Coll. Of reports of V International Congress on Waste Management and Environmental Technology "WasteTech-2007"]. Moscow, 2007.
2. Bal'zannikov M. I., Petrov V. P. [Environmental aspects of construction materials production from industrial waste]. *Vos'mye akademicheskie chteniya RAASN «Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya stroitel'nogo materialovedeniya»* [Eighth academic reading of RAASN "Current state and development prospects of construction material engineering"]. Samara, 2004. Pp. 47—50.
3. Kaushanskii V. E., Bazhenova O. Yu. [Energy and resource efficiency in technology of Portland cement due to the use of man-made and innovative materials]. *Sed'mye akademicheskie chteniya RAASN «Sovremennye problemy stroitel'nogo materialovedeniya»* [Seventh academic reading of RAACS "Modern problems of construction material engineering"]. Belgorod, 2001. Pp. 201—204.
4. Ol'ginskii A. G., Bershadskii F. G. [Micro aggregate value in the formation of the structure and properties of concrete]. *Upravlyayemaya struktura obrazovaniya v proizvodstve stroitel'nykh materialov* [Controlled structure of development in production of construction materials]. Kiev, Budivelnik Publ., 1998. Pp. 76—80.
5. Dvorkin L. I., Dvorkin O. L. *Stroitel'nye materialy iz otkhodov promyshlennosti* [Construction materials from the industrial wastes]. Rostov-on-Don, Phenix Publ., 2007. 368 p.
6. Gruzdev A. A., Akchurin T. K., Pushkarskaya O. Yu. [Mineralno-abrasive waste — effective concrete fillers]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2010, iss. 20(39), pp. 58—61.
7. Abdrakhimov D. V., Abdrakhimova E. S., Abdrakhimov V. Z. [A ceramic brick made of production wastes]. *Stroitel'nye materialy. Daidzhest publikatsii za 1996—2008 gg. po tematike «Keramicheskie stroitel'nye materialy»* [Construction materials. The digest of issues over 1996—2008 on the subject "Ceramic construction materials"], 2003, pp. 38—39.
8. Alviset L., Huet C., Albenque M. Produits nouveaux a base de terre cuite. *L'industrie ceramique*, 1973, no. 666, s. 693—700.
9. Leitner A. Der «Warmblock», ein neuer ziegel in Osterreich. *Die Ziegelindustrie*, 1970, 19/20, s. 409—419.
10. Mann W. *Poroceramic. Berichte D.K.G.*, 1960, no. 1, p. 11—22.
11. Medulan P., Lhotski E. Vyuziti dfevniho odpaduv cihlarske vyrobe. *Cihlarsky. Zpravodaj*, 1979, no. 3, pp. 9—12.

For citation:

Akchurin T. K., Pushkarskaya O. Yu. [Nonconventional wastes of the region as the components of composite construction materials]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 27—38.

About authors:

Akchurin Talgat' Kadimovich — Candidate of Engineering Science, Professor, the Head of Construction Materials and Special Technologies Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, info@vgasu.ru

Pushkarskaya Ol'ga Yur'evna — Candidate of Engineering Science, Docent of Material Processing and Production Technology Department, Volzhskii Institute of Civil Engineering and Technology (VISTeh) — Affiliate Institute of VSUACE. 72, Lenina Prospekt, Volzhskii, 404111, Russian Federation, info@vgasu.ru

УДК 666.964.3:628.477.7

М. Н. Могилева, В. В. Вовко, Т. К. Акчури

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ И МЕСТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТЕХНОЛОГИЯХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Рассмотрены возможности использования техногенных и местных строительных материалов в технологиях асфальтобетонных смесей.

К л ю ч е в ы е с л о в а: асфальтобетонные смеси, электросталеплавильные шлаки, пыль уноса, цементная пыль, битум.

Вопросы развития транспортного комплекса находятся в центре внимания правительства, которое регулярно рассматривает проблемы отрасли, формулируя на основе их анализа направления развития транспорта на ближайшую и долгосрочную перспективы. Транспортная стратегия Российской Федерации, утвержденная распоряжением правительства РФ от 22 ноября 2008 года за № 1734-р, была подвержена изменениям согласно распоряжению правительства РФ от 11 июня 2014 года № 1032-р, связанным с конъюнктурой: российская экономика оказалась перед системным вызовом, характер и качество которого определяются сочетанием трех фундаментальных факторов.

Первым фактором является усиление глобальной конкуренции, охватывающей рынки товаров, услуг и капитала. Вторым фактором является возрастание роли человеческого капитала в социально-экономическом развитии. Третьим фактором является исчерпание источников экспортно-сырьевого типа развития, базирующихся на интенсивном наращивании топливного и сырьевого экспорта, усиление приоритета мер инновационного характера и мер по обеспечению глубокой переработки сырья, что требует повышения мобильности населения, грузов, услуг и капитала¹.

Повышение мобильности напрямую связано с развитием транспортной системы Российской Федерации, которая представляет собой всю инфраструктуру транспортных средств, действующей на территории страны.

Преобладающая доля в транспортной системе РФ принадлежит автомобильным дорогам, покрытия которых подвержены повышенным нагрузкам из-за увеличения интенсивности движения и масс транспортных средств.

Проведенные исследования были направлены на решение нескольких вопросов: повышение прочностных характеристик асфальтобетона, его долговечности при использовании техногенных и местных строительных материалов, которые применялись для получения асфальтового вяжущего и асфальтобетона с модифицированным минеральным порошком. В исследовании было использовано несколько разновидностей минеральных порошков, включая молотый электросталеплавильный шлак (ЭШ), пыль уноса дымовых труб мартеновских цехов (ПУД), цементную пыль и их смеси.

¹ URL: <http://rosavtodor.ru/documents/transport-strategy-2030/> Дата обращения: 04.01.2016

Асфальтобетонные смеси часто содержат в своем составе цементную пыль, зарекомендовавшую себя с точки зрения дешевизны ее получения в больших количествах [1—3]. В исследовании она применялась для сравнения с другими рассматриваемыми минеральными порошками — электросталеплавильным шлаком и пылью уноса дымовых труб мартеновских цехов [4, 5]. Свойства цементной пыли представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Свойства цементной пыли

Наименование показателя	Единица измерения	Показатели
Насыпная плотность	г/см ³	1,3
Средняя плотность	г/см ³	2,85
Истинная плотность	г/см ³	1,71
Пористость в уплотненном состоянии	%	40
Удельная поверхность	см ² /г	7000...7200
Тонина помола (проход сквозь сито 0,071 мм)	%	92
Коэффициент гидрофильности	—	0,91
Набухание образцов из смеси пыли уноса с битумом	%	2,3
Коэффициент водостойкости образцов из смеси пыли уноса с битумом	—	0,81
Битумоемкость	г/100 см ³	88
Влажность W_m (по массе)	%	1,52
Содержание водорастворимых соединений	%	4,3

Исследование электросталеплавильных шлаков выявило, что они представляют собой минеральный неоднородный материал от серо-белого до серо-темного цвета, состав которого составляет до 35 % первичного шлака, образующегося в верхних горизонтах доменной печи, и 65 % вторичного (конечного) шлака. Первичный шлак значительно отличается от конечного шлака. В первичном шлаке содержится значительно меньше извести, чем в конечном [6, 9, 10].

Шлаки в строительстве используются мало, обычно их вывозят в отвалы автотранспортом. На заводе из мартеновского цеха шлаки вывозят шлаковозным ковшом и выливают в виде расплава в шлаковые ямы, затем поливают их водой для измельчения за счет резкого изменения температуры. При этом первичные шлаки значительно измельчаются, а конечные рассыпаются в порошок.

В составе шлака имеются агрегатные образования, состоящие из первичных и конечных шлаков. Агрегаты образуются при смешивании расплавленного первичного и остывшего порошкообразного конечного шлака. Их содержание колеблется от 10 до 15 % от массы всего шлака.

По гранулометрическому составу в шлаке содержатся частицы размером до 5 мм в количестве до 55...60 % и частицы размером более 5 мм в количестве 40...45 %. Причем частицы менее 5 мм представляют собой шлаки в основном конечные серо-белого и белого цвета, а частицы крупнее 5 мм, как правило, представлены первичными и промежуточными (агрегированными) шлаками.

Химический состав не стабилен и представлен Fe_2O_3 , FeO_2 , SiO_2 , CaO , S и др.

Основные физико-механические характеристики и гранулометрический состав электросталеплавильных шлаков представлены в табл. 2, 3.

Т а б л и ц а 2

Основные физико-механические характеристики электросталеплавильных шлаков

Наименование показателя	Единица измерения	Показатели
Прочность при сжатии до (частицы более 5 мм)	МПа	400
Прочность при расколе до (частицы более 5 мм)	МПа	20
Дробимость шлака (частицы более 5 мм)	%	13,8
Износ в полочном барабане	%	16,6
Водопоглощение по массе в куске W_m	%	7,6
Потери по массе (частицы 5...10; 10...20 мм) после 25 циклов замораживания и оттаивания	%	3,3
Потери при силикатном распаде (частицы более 5 мм)	%	1,78
Устойчивость структуры	%	4,69

Т а б л и ц а 3

Гранулометрический состав электросталеплавильных шлаков

Наименование показателя	Размер частиц, мм							
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071	>0,071
Частные остатки, %	5	24,1	30,9	6,3	11,3	10,3	4,4	7,7

Для получения минерального порошка из электросталеплавильных шлаков осуществлялся помол шлака в шаровой мельнице. Свойства минерального порошка из электросталеплавильных шлаков представлены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Свойства минерального порошка из электросталеплавильных шлаков

Наименование показателя	Единица измерения	Показатели
Насыпная плотность	г/см ³	1,36
Средняя плотность	г/см ³	1,53
Истинная плотность	г/см ³	3,21
Пористость в уплотненном состоянии	%	52
Удельная поверхность	см ² /г	5000...6000
Тонина помола (проход сквозь сито 0,071 мм)	%	77
Набухание образцов из смеси минерального порошка из электросталеплавильных шлаков с битумом	%	2,2
Коэффициент водостойкости образцов из смеси минерального порошка из электросталеплавильных шлаков с битумом	—	0,84
Битумоемкость	г/100 см ³	80
Содержание водорастворимых соединений	%	5,3

Проведено исследование дымовой пыли уноса, образующейся при выходе из дымоотводных труб мартеновских печей вследствие уноса тонких минеральных частиц при плавке стали с последующим осаждением его водой. Материал представляет собой насыщенные водой агрегированные частицы диаметром до 60 мкм. После сушки до постоянного веса материал помещался в шаровую мельницу и проводился помол в течение нескольких минут до порошкообразного состояния, темно-коричневого цвета (аналог сажи), с высокой адсорбционной активностью к другим твердым и вязким материалам в сухом состоянии. Химический и гранулометрический состав дымовой пыли уноса представлен в табл. 5, 6.

Т а б л и ц а 5

Химический состав дымовой пыли уноса

Наименование показателя	Химический состав, %								
	CaO	SiO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	MnO	Al ₂ O ₃	CrO ₃	Fe ₃ O ₄	ППП
Содержание, %	7,2	6,0	7,6	53,0	5,0	1,0	12,2	0,7	7,3

Т а б л и ц а 6

Гранулометрический состав дымовой пыли уноса

Наименование показателя	Размер частиц, мм							
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071	>0,071
Частные остатки, %	—	—	—	5	17,3	17,7	5,5	55

Согласно химическому анализу дымовой пыли уноса в ее составе преобладают Fe₂O₃ и Fe₃O₄. Их содержание составляет более 65 %. Известно, что оксиды металлов, в том числе и железа, ускоряют процесс старения битумов и асфальтобетона [7, 9].

Кроме того, анализ гранулометрического состава выявил недостаточную тонину помола дымовой пыли уноса: содержание частиц меньше 0,071 мм составляет 55 %. Поэтому для получения минерального порошка из дымовой пыли уноса мы использовали ее смесь с цементной пылью в соотношении 1:1, с целью снижения содержания оксидов металлов в общем объеме и изменения гранулометрического состава (табл. 7).

Т а б л и ц а 7

*Гранулометрический состав минерального порошка
(50 % дымовой пыли уноса + 50 % цементной пыли)*

Наименование показателя	Размер частиц, мм							
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071	>0,071
Частные остатки, %	—	—	0,625	2,7	9,125	11,425	3,625	72,5

Свойства полученного минерального порошка приведены в табл. 8.

Т а б л и ц а 8

*Свойства минерального порошка
(50 % дымовой пыли уноса + 50 % цементной пыли)*

Наименование показателя	Единица измерения	Показатели
Насыпная плотность	г/см ³	1,32
Средняя плотность	г/см ³	1,65
Истинная плотность	г/см ³	3,23
Пористость в уплотненном состоянии	%	49
Удельная поверхность	см ² /г	7000
Тонина помола (проход сквозь сито 0,071 мм)	%	72,5
Набухание образцов из смеси минерального порошка с битумом	%	2,0
Коэффициент гидрофильности	—	0,86
Коэффициент водостойкости образцов из смеси минерального порошка из электросталеплавильных шлаков с битумом	—	0,80
Битумоемкость	г/100см ³	85
Содержание водорастворимых соединений	%	3,1

Для приготовления горячих асфальтобетонных смесей использовался нефтяной битум, полученный на Волгоградском нефтеперерабатывающем заводе. Содержание битума для приготовления асфальтобетонных смесей принято 6 %.

Свойства битумов, применявшихся в качестве вяжущего для изготовления асфальтобетонных смесей, представлены в табл. 9.

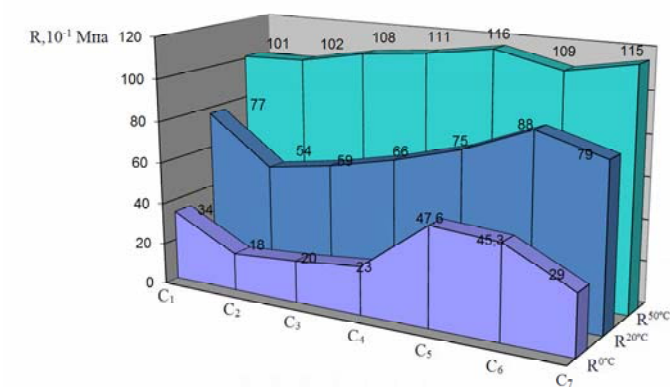
Т а б л и ц а 9

Свойства битум БНД 60/90

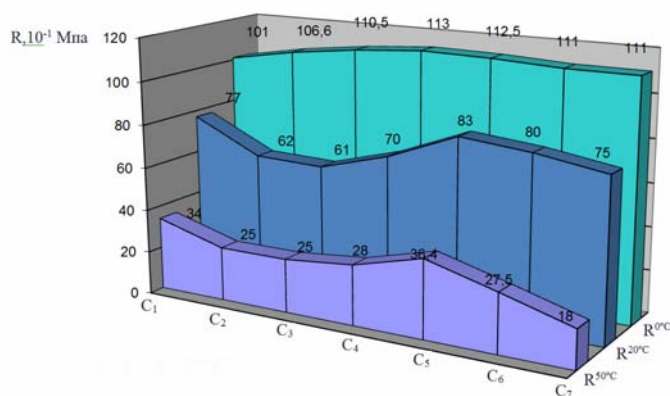
Наименование показателя	Марка битума БНД 60/90	
	Норма по ГОСТ 22245—90	Фактически
Глубина проникания иглы, 0,1 мм:		
при 25 °С	61...90	84
при 0 °С	20	21
Температура размягчения по КиШ, °С	47	50
Изменение температуры размягчения после прогрева, °С	5	4
Растяжимость, см:		
при 25 °С	55	88
при 0 °С	3,5	4,2
Температура хрупкости, °С	–15	–16
Температура вспышки, °С	220	218
Индекс пенетрации	–1,1...1,0	+0,2

Горячая асфальтобетонная смесь приготавливалась в лабораторных условиях в соответствии с существующими требованиями ГОСТ 9128—2009 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия».

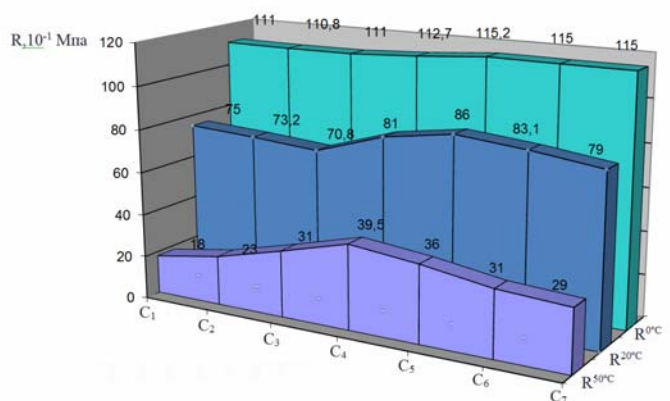
Свойства асфальтобетонных смесей, в зависимости от составов, приведены на рис. Диаграммы представляют собой зависимость прочностей на сжатие при температурах 50, 20, 0 °С от исследуемых составов минеральных порошков (табл. 10).



a



б



в

Зависимость прочности на сжатие асфальтобетона от состава минерального порошка: *a* — пыль уноса и цементная пыль; *б, в* — электросталеплавильный шлак и пыль уноса

Т а б л и ц а 10

Составы минеральных порошков

Название	Состав	Содержание, %						
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇
МП 1	Пыль уноса	100	90	75	50	25	10	0
	Цементная пыль	0	10	25	50	75	90	100
МП 2	Электросталеплавильный шлак	100	90	75	50	25	10	0
	Пыль уноса	0	10	25	50	75	90	100
МП 3	Электросталеплавильный шлак	100	90	75	50	25	10	0
	Цементная пыль	0	10	25	50	75	90	100

Проведенные исследования показали, что наиболее эффективно применение в качестве минеральных порошков для получения асфальтового вяжущего и асфальтобетона молотого электросталеплавильного шлака, пыли уноса дымовых труб мартеновских цехов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хирис Н. С., Акчури Т. К. Анализ влияния шлакового микронаполнителя на процессы формирования структуры высоконаполненного мелкозернистого бетона // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2013. Вып. 33(52). С. 97—101.
2. Акчури Т. К., Цебоева Т. К., Поникаровских Р. М. Исследование возможности применения бесклнкерного вяжущего для производства декоративных бетонов // Инженерные проблемы строительного материаловедения, геотехнического и дорожного строительства: материалы IV Международной науч.-технич. конф. Волгоград: ВолГАСУ, 2013. С. 22—29.
3. Соловьева Т. А., Акчури Т. К., Пушкарская О. Ю. Строительные композиции нового поколения, модифицированные углеродными материалами // Наука и образование: архитектура, градостроительство и строительство: материалы Международной конф., посвященной 60-летию образования вуза: в 2-х ч. Волгоград: ВолГАСУ, 2012. С. 299—301.
4. Губанова Л. Н., Пушкарская О. Ю., Акчури Т. К. Мелкодисперсный наполненный бетон // Наука и образование: архитектура, градостроительство и строительство: материалы Международной конф., посвященной 60-летию образования вуза: в 2-х ч. Волгоград: ВолГАСУ, 2012. С. 65—68.
5. Надеева И. В., Шинкаренко Д. Г., Трофимова Т. В. Особенности комплексных физико-химических исследований строительных композитов на основе техногенных отходов // Наука и образование: архитектура, градостроительство и строительство: материалы Международной конф., посвященной 60-летию образования вуза: в 2-х ч. Волгоград: ВолГАСУ, 2012. С. 209—211.
6. Литвинова Ю. В., Комарова Н. Д. Особенности процессов структурообразования при твердении мелкозернистых бетонов на многокомпонентных вяжущих // Актуальные вопросы технических наук: теоретический и практический аспекты. Уфа, 2015. С. 20—34.
7. Хирис Н. С., Акчури Т. К. Формирование внутренней структуры мелкозернистого бетона высокой плотности и прочности при наполнении металлургическим шлаком и двухчастотном виброуплотнении // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2014. Вып. 35(54). С. 121—125.
8. Формирование структуры многокомпонентной бетонной композиции, наполненной шлаковыми отходами металлургических производств / Л. Н. Губанова, О. Ю. Пушкарская, Л. А. Алимова, Т. К. Акчури // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2013. № 3. С. 33—37.
9. Шинкаренко Д. Г., Надеева И. В. Физическая природа формирования композита при использовании дисперсных систем вторичного сырья // Наука и образование: архитектура, градостроительство и строительство: материалы Международной конф., посвященной 60-летию образования вуза: в 2-х ч. Волгоград: ВолГАСУ, 2012. С. 328—332.

© Могилева М. Н., Вовко В. В., Акчури Т. К., 2016

Поступила в редакцию
в ноябре 2016 г.

Ссылка для цитирования:

Могилева М. Н., Вовко В. В., Акчури Т. К. Применение техногенных и местных строительных материалов в технологиях асфальтобетонных смесей // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 39—47.

Об авторах:

Могилева Марина Николаевна — магистрант кафедры строительных материалов и специальных технологий, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолгГАСУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru

Вовко Владимир Владимирович — канд. техн. наук, доцент кафедры строительных материалов и специальных технологий, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолгГАСУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru

Акчури Талгат Кадимович — канд. техн. наук, проф., зав. кафедрой строительных материалов и специальных технологий, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолгГАСУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru

M. N. Mogileva, V. V. Vovko, T. K. Akchurin

USE OF MAN-MADE AND LOCAL CONSTRUCTION MATERIALS IN ASPHALT MIX TECHNOLOGIES

The possibilities to use man-made and local construction materials in asphalt mix technologies are considered in the article.

Key words: asphalt mix, electric furnace slag, fly ash dust, cement dust, bitumen.

REFERENCES

1. Khiris N. S., Akchurin T. K. [The analysis of the influence of slag microfiller on the structure formation processes of high-filled fine-grained concrete]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2013, iss. 33(52), pp. 97—101.
2. Akchurin T. K., Tseboeva T. K., Ponikarovskikh R. M. [The study of the possibility to use clinkerless binder for the production of architectural concrete]. *Inzhenernye problemy stroitel'nogo materialovedeniya, geotekhnicheskogo i dorozhnogo stroitel'stva: materialy IV Mezhdunarodnoi nauch.-tekhnich. konf.* [Engineering problems of construction materials science, geotechnical and road construction. Proc. of IV Int. Sc.-Tech. Conf.]. Volgograd, VSUACE Publ., 2013. Pp. 22—29.
3. Solov'eva T. A., Akchurin T. K., Pushkarskaya O. Yu. [Construction compositions of new generation modified by carbon materials]. *Nauka i obrazovanie: arkhitektura, gradostroitel'stvo i stroitel'stvo: materialy Mezhdunarodnoi konf., posvyashchennoi 60-letiyu obrazovaniya vuza: v 2-kh ch.* [Science and education: architecture, town planning and construction. Proc. of the Int. Conf. devoted to the 60th anniversary of the foundation of the Institution. In 2 parts]. Volgograd, VSUACE Publ., 2012. Pp. 299—301.
4. Gubanova L. N., Pushkarskaya O. Yu., Akchurin T. K. [Fine filled concrete]. *Nauka i obrazovanie: arkhitektura, gradostroitel'stvo i stroitel'stvo: materialy Mezhdunarodnoi konf., posvyashchennoi 60-letiyu obrazovaniya vuza: v 2-kh ch.* [Science and education: architecture, town planning and construction. Proc. of the Int. Conf. devoted to the 60th anniversary of the foundation of the Institution. In 2 parts]. Volgograd, VSUACE Publ., 2012. Pp. 65—68.
5. Nadeeva I. V., Shinkarenko D. G., Trofimova T. V. [Peculiar features of comprehensive physical and chemical analysis of construction composites based on technogenic wastes]. *Nauka i obrazovanie: arkhitektura, gradostroitel'stvo i stroitel'stvo: materialy Mezhdunarodnoi konf., posvyashchennoi 60-letiyu obrazovaniya vuza: v 2-kh ch.* [Science and education: architecture, town plan-

ning and construction. Proc. of the Int. Conf. devoted to the 60th anniversary of the foundation of the Institution. In 2 parts]. Volgograd, VSUACE Publ., 2012. Pp. 209—211.

6. Litvinova Yu. V., Komarova N. D. [Peculiar features of the structure formation processes in fine-grained concrete on multicomponent binders when hardening]. *Aktual'nye voprosy tekhnicheskikh nauk: teoreticheskii i prakticheskii aspekty* [Current issues of engineering sciences: theoretical and practical aspects]. Ufa, 2015. Pp. 20—34.

7. Khiris N. S., Akchurin T. K. [The formation of the internal structure of the fine-grained concrete with high density and strength when filling with metallurgical slag and two-frequency vibro-compaction]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2014, iss. 35(54), pp. 121—125.

8. Gubanova L. N., Pushkarskaya O. Yu., Alimova L. A., Akchurin T. K. [Formation of structure of the multicomponent concrete composition filled with slag waste metallurgical productions]. *Resursoenergoeffektivnye tekhnologii v stroitel'nom komplekse regiona* [Resource efficient technologies in the construction complex of the region], 2013, no. 3, pp. 33—37.

9. Shinkarenko D. G., Nadeeva I. V. [Physical nature of a composite formation when using disperse systems of secondary raw materials]. *Nauka i obrazovanie: arhitektura, gradostroitel'stvo i stroitel'stvo: materialy Mezhdunarodnoi konf., posvyashchennoi 60-letiyu obrazovaniya vuza: v 2-kh ch.* [Science and education: architecture, town planning and construction. Proc. of the Int. Conf. devoted to the 60th anniversary of the foundation of the Institution. In 2 parts]. Volgograd, VSUACE Publ., 2012. Pp. 328—332.

For citation:

Mogileva M. N., Vovko V. V., Akchurin T. K. [Use of man-made and local construction materials in asphalt mix technologies]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 39—47.

About authors:

Mogileva Marina Nikolaevna — Degree seeking Master student of Construction Materials and Special Technologies Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, info@vgasu.ru

Vovko Vladimir Vladimirovich — Candidate of Engineering Science, Docent of Construction Materials and Special Technologies Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, info@vgasu.ru

Akchurin Talgat' Kadimovich — Candidate of Engineering Science, Professor, the Head of Construction Materials and Special Technologies Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, info@vgasu.ru

УДК 624.072.338.6

Н. Г. Бандурин, С. Ю. Калашников

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

**РАСЧЕТ СЖАТЫХ СТОЕК В СОСТАВЕ ПРОСТЫХ ПЛОСКИХ РАМ
С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ И СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ
С РАСЧЕТАМИ ПО СП 16.13330.2011 «СТАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ»**

Кратко описывается метод и возможности разработанной авторами компьютерной программы для определения напряженно-деформированного состояния сжато-изогнутых стержней, работающих в составе простой плоской рамы. С использованием известного условия устойчивости прямого стержня подробно изложена последовательность определения допускаемой сжимающей силы для стойки двумя способами: на основе рекомендаций СП 16.13330.2011 и с применением программы. В табличной форме приводится сравнение результатов расчета.

К л ю ч е в ы е с л о в а: плоские рамы, сжатые стойки, потеря устойчивости, дифференциальное уравнение, компьютерная программа.

Дифференциальное уравнение и краевые условия для однопролетного стержня. Прямой сжато-изогнутый стержень является несущим элементом как в строительстве, так и в машиностроении, поэтому исследованию его напряженно-деформированного состояния под нагрузкой посвящены многочисленные работы [1—10].

Ввиду того, что в данной работе рассматриваются вопросы устойчивости стоек одноэтажных простых рам с практической точки зрения, в качестве разрешающего дифференциального уравнения принимается следующее:

$$EI(x)w^{IV} + N(x)w'' - q(x) = 0, \quad (1)$$

где $EI(x)$, $N(x)$ и $q(x)$ — жесткость на изгиб стержня, сжимающая сила и распределенная поперечная нагрузка (абсцисса x отсчитывается снизу вверх).

Во многих случаях расчет стоек упомянутых рам можно свести к расчету одного стержня в общем случае переменной по длине жесткостью [11] с упругими закреплениями концов, что используется в СП 16.13330.2011¹. Ниже некоторые из этих задач решаются с помощью непосредственного использования дифференциального уравнения (1), для этого должны быть определены граничные условия, которые, например для схемы на рис. 1, могут быть записаны в следующем виде [2]:

$$\begin{aligned} w(0) &= 0, \\ w'(0) &= 0, \\ EIw''(l) + K_m w'(l) &= 0, \\ EIw'''(l) + Nw'(l) - K_n w(l) &= 0. \end{aligned} \quad (2)$$

¹ Свод правил СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП-23—81*.

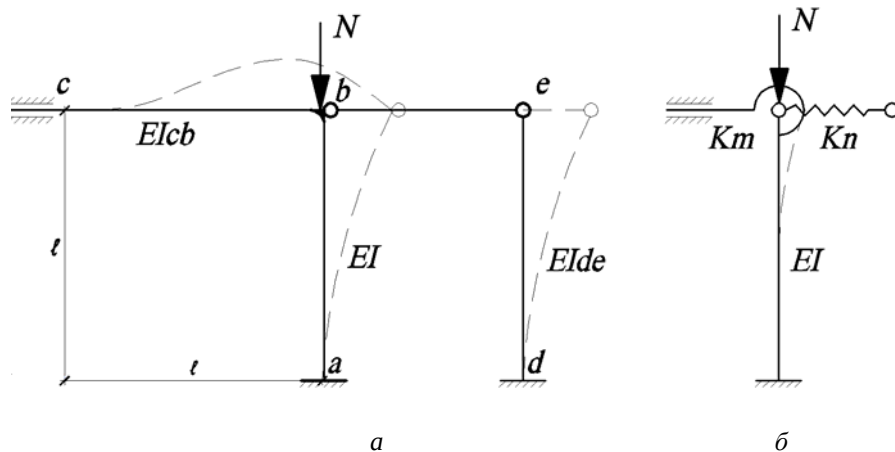


Рис. 1

Согласно СП 16.1330.2011 устойчивость стойки считается обеспеченной при выполнении условия

$$\frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} \leq 1, \quad (3)$$

где N — заданная сжимающая сила; A — площадь сечения стойки; R_y — расчетное сопротивление материала стойки; φ — коэффициент устойчивости при центральном сжатии; γ_c — коэффициент условий работы.

При заданном значении сжимающей силы N расчет выполняется способом подбора сечения сжимаемой стойки. В тестовых примерах настоящей работы принимаем $\gamma_c = 1$, а формулу (3) будем представлять в виде

$$N^{\text{доп}} \leq \varphi A R_y, \quad (4)$$

где $N^{\text{доп}}$ — допустимое из условий устойчивости значение сжимающей силы.

Применяемый в настоящей работе расчет стойки с помощью программы основан на определении коэффициента расчетной длины μ из известного уравнения Эйлера

$$N^* = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2},$$

откуда

$$\mu = \frac{\pi}{l} \sqrt{\frac{EI}{N^*}}, \quad (5)$$

где критическое значение сжимающей силы N^* в данной задаче находится из решения дифференциального уравнения (1) с краевыми условиями (2).

Способ вычисления критической силы стержня N^* , предложенный ранее в наших работах [11, 12] и основанный на численном решении неоднородного

дифференциального уравнения (1), характеризуется тем, что вблизи точки минимального значения критической нагрузки наблюдается известный эффект резкого увеличения перемещений и других характеризующих деформированное состояние стержня параметров с переменной их знака после прохождения этой точки, причем вычисляемая величина N^* не зависит от вида и величины возмущающей поперечной нагрузки.

Предлагаемая в настоящей работе компьютерная программа для вычисления критической нагрузки и определения внутренних усилий в упругих многопролетных сжато-изогнутых стержнях разработана с использованием предложенного ранее численного метода произвольно высокого порядка для решения систем обыкновенных интегро-дифференциальных уравнений [12, 13]. Согласно этой работе для получения результата в виде таблиц функций перемещений, их производных, изгибающих моментов и поперечных сил необходимо подготовить в заранее заданной табличной форме только числовые параметры многопролетного упругого стержня, т. е. величины, определяющие характеристики пролетов и опор. Используется предложенное авторами ранее [13] свойство оригинального метода решения существенно нелинейных интегро-дифференциальных уравнений, которое позволяет использовать интерполяционную процедуру высокого порядка точности только по узлам в пределах промежутка интегрирования и избежать необходимость выполнять нестандартные преобразования, связанные с исключением из получающейся в результате интерполирования системы нелинейных алгебраических уравнений дополнительных неизвестных, как это рекомендует, например, в [14] при использовании известных приемов интерполяции.

Пример 1. Необходимо найти допустимое значение силы $N^{\text{доп}}$, сжимающей стальную стойку ab в составе трехстержневой конструкции (см. рис. 1). Поперечное сечение стальной стойки — двутавр № 20, стержень de — двутавр № 14, ригель cb — двутавр № 50. Принимается, что высота стойки $l = 400$ см, расчетное сопротивление стали $R_y = 20$ кН/см², модуль упругости $E = 20\,000$ кН/см², изгиб всех трех стержней происходит в плоскости их наибольшей жесткости. В соответствии с ГОСТ 8239—89 будем иметь для стойки: площадь поперечного сечения $A = 26,8$ см², осевой момент инерции $I = 1840$ см⁴, радиус инерции $i = 8,28$ см. Осевые моменты инерции для стержня и ригеля: $I_{de} = 572$ см⁴, $I_{cb} = 39727$ см⁴. Значения жесткости на изгиб: $EI = 3,68 \cdot 10^7$ кНсм², $EI_{de} = 1,14 \cdot 10^7$ кНсм², $EI_{cb} = 7,94 \cdot 10^8$ кНсм².

Для схемы 1 коэффициент жесткости верхней упругой опоры стойки равен $K_n = 3EI_{de} / l^3$, а коэффициент жесткости упругого закрепления этой опоры $K_m = 4EI_{cb} / l$.

Зависимость коэффициента продольного изгиба φ от гибкости λ в этой тестовой задаче принимаем в табличной форме [15]:

λ	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
φ	100	99	97	95	92	89	86	81	75	69	60	52	45	40	36	32	29	26	23	21	19

Здесь значения коэффициента φ для удобства представлены увеличенными в 100 раз.

А. Решение в соответствии с рекомендациями СП 16.13330.2011.

1. Определяем коэффициент расчетной длины стойки по формуле (И.1)²:

$$\mu_1 = \sqrt{\frac{5,4(\alpha + 4) + \beta(0,25\alpha + 1,2)}{5,4(\alpha + 1) + \beta(\alpha + 2,4)}} = 0,958,$$

где $\alpha = \frac{K_m l}{EI} = \frac{4EI_{cb}}{l} \frac{l}{EI} = \frac{4I_{cb}}{I} = 86,36$; $\beta = \frac{K_n l^3}{EI} = \frac{3EI_{ed}}{l^3} \frac{l^3}{EI} = \frac{3I_{ed}}{I} = 0,933$.

2. Вычисляем гибкость стойки:

$$\lambda_1 = \mu_1 l / i = 46,29.$$

3. По представленной выше зависимости φ от $\lambda_1 = 46,29$ находим $\varphi_1 = 0,9011$.

4. По формуле (4) вычисляем допустимое значение сжимающей силы:

$$N_1^{\text{доп}} = \varphi_1 AR_y = 483,0 \text{ кН}.$$

Б. Решение с помощью компьютерной программы.

1. Вычисляем критическую силу N^* , решая уравнение (1) с конкретными выражениями краевых условий (см. рис. 1):

$$w(0) = 0,$$

$$w'(0) = 0,$$

$$EIw''(l) + \frac{4EI_{cb}}{l} w'(l) = 0,$$

$$EIw'''(l) + Nw'(l) - \frac{3EI_{de}}{l^3} w(l) = 0.$$

В качестве возмущающего фактора принимаем, например, распределенную поперечную нагрузку $q = 0,1 \text{ кН/см}$ и выполняем несколько прогонов программы при различных значениях силы N , контролируя величину любого из параметров, характеризующих деформированное состояние конструкции. В данном случае для $N = 2390 \text{ кН}$ перемещение верхнего сечения оказалось равным $w_{l1} = +1600 \text{ см}$, а при $N = 2394 \text{ кН}$ — $w_{l2} = -65 \text{ см}$. Принимаем $N^* = 2392 \text{ кН}$.

2. Используя формулу Эйлера, вычисляем значение коэффициента расчетной длины:

$$\mu_2 = \frac{\pi}{l} \sqrt{\frac{EI}{N^*}} = 0,974.$$

3. Вычисляем гибкость стойки:

$$\lambda_2 = \mu_2 l / i = 47,04.$$

² Там же, с. 146.

4. По вышеприведенной зависимости φ от λ $\varphi = f(\lambda)$ при $\lambda_2 = 47,04$ находим $\varphi_2 = 0,899$.

5. По формуле (4) вычисляем допустимое значение сжимающей силы:

$$N_2^{\text{доп}} = \varphi_2 AR_y = 481,8 \text{ кН.}$$

Определяем расхождение между результатами вычисления допустимой силы по первому и второму способу решения:

$$\delta = \frac{(N_2^{\text{доп}} - N_1^{\text{доп}})}{N_2^{\text{доп}}} 100 = -0,25 \text{ \%}.$$

В табл. 1 представлены результаты вычисления допустимой сжимающей стойку ab силы $N^{\text{доп}}$ при различных сочетаниях двутавров стержня de и ригеля cb .

Т а б л и ц а 1

Результаты расчета трехстержневой конструкции (рис. 1)

№ двутавра стержня de	№ двутавра ригеля cb	β	α	μ_1	μ_2	λ_1	λ_2	$N_1^{\text{доп}}$	$N_2^{\text{доп}}$	N^*	$\delta, \text{ \%}$
0	0	0	0	2	2	96,6	96,6	338	338	567,9	0,02
0	20	0	4,00	1,26	1,22	61,1	59	458	462	1520	1,00
0	50	0	86,4	1,02	1,01	49,1	48,9	478,4	478,9	2219	0,10
0	60	0	167	1,01	1	48,7	48,6	479	479,3	2243	0,06
14	0	0,93	0	1,72	1,75	83,3	4,6	391	387	741	-1,01
14	20	0,93	4,00	1,17	1,15	56,6	55,7	466	468	1706	0,42
14	50	0,93	86,4	0,96	0,97	46,3	47	483	482	2394	-0,2
14	60	0,93	167	0,93	0,97	46	46,8	484	483	2418	-0,21
20	0	3,00	0	1,41	1,42	68	68,5	439	437	1117	-0,32
20	20	3,00	4,00	1,04	1,04	50,2	50	477	477	2118	0,06
20	50	3,00	86,4	0,87	0,90	42	43,6	490	487	2785	-0,54
20	60	3,00	167	0,86	0,90	41,6	43,4	491	488	2805	-0,58
60	0	125	0	1,00	0,71	48,3	34,1	480	503	4560	4,56
60	20	125	4,00	1,00	0,59	48,3	28,5	480	511	6515	6,1
60	50	125	86,4	1,00	0,51	48,3	24,4	480	515	8875	6,88
60	60	125	167	1,00	0,50	48,3	24,3	480	515	8975	6,91

Пример 2. Найти допустимую силу для стойки (см. рис. 1) в случае, если ее нижний конец закреплен шарнирно. При этом алгоритм расчета остается прежним, но краевые условия примут вид

$$w(0) = 0,$$

$$w''(0) = 0,$$

$$EIw''(l) + \frac{4EI_{cb}}{l} w'(l) = 0,$$

$$EIw'''(l) + Nw'(l) - \frac{3EI_{de}}{l^3} w(l) = 0,$$

а коэффициент расчетной длины стойки вычисляется по формуле (И.3)³:

$$\mu_1 = \sqrt{\frac{3 + 1,3\alpha}{\alpha\beta + 3(\alpha + \beta)}}.$$

Результаты расчета представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Результаты расчета трехстержневой конструкции (рис. 1) при условии, что нижний конец стойки ab имеет шарнирное опирание

№ двутавра стержня <i>de</i>	№ двутавра ригеля <i>cb</i>	β	α	μ_1	μ_2	λ_1	λ_2	$N_1^{\text{доп}}$	$N_2^{\text{доп}}$	N^*	$\delta, \%$
—	20	0	4	2,6	2,5	125,3	120	227	241	368	6,04
—	50	0	86	2,1	2,02	101	98	316	333	555	4,87
—	60	0	165	2,08	2,01	100	97	319	335	561	4,8
14	—	0,93	0	3,23	3,25	157	157	160	160	215	0
14	20	0,93	4	2,1	2	101	97	318	337	565	5,77
14	50	0,93	8,3	1,82	1,76	88	85	376	385	729	2,32
14	60	0,93	165	1,81	1,76	87	85	377	386	734	2,24
20	—	3	0	1,81	1,8	87,6	87	377	379	700	0,53
20	20	3	4	1,56	1,51	75,6	72,9	416	425	997	2,05
20	50	3	86	1,47	1,43	71	69	431	437	1114	1,34
20	60	3	165	1,46	1,42	70	68	432	438	1115	1,2
27	—	8,17	0	1,1	1,1	53,1	53,1	472	472	1880	0
27	20	8,17	4	1,08	1,07	52,2	51,6	473	474	1991	0,23
27	50	8,17	86	1,07	1,06	52	51	474	475	2001	0,12
27	60	8,17	165	1,05	1,05	51	50	475	476	2002	0,2

Пример 3. Рассматривается П-образная симметричная свободная рама. Необходимо найти допустимое значение силы $N^{\text{доп}}$, сжимающей стальные стойки этой рамы, представляющие собой двутавры № 20, при различных значениях длины и жесткости ригеля (рис. 2). Принимается, что $l_c = 400$ см, расчетное сопротивление стали $R_y = 20$ кН/см², модуль упругости $E = 20\,000$ кН/см², площади поперечных сечений стоек $A = 26,8$ см², осевые моменты инерции $I_c = 1840$ см⁴, радиусы инерции $i_c = 8,28$ см. Изгиб стоек и ригеля происходит в плоскости их наибольшей жесткости.

Так как первая форма потери устойчивости для заданной симметричной свободной рамы, изображенная на рис. 2, а пунктирной линией, имеет точку перегиба в среднем сечении ригеля, то за расчетную схему рамы может быть принята Г-образная рама (рис. 2, б), которая, в свою очередь, при определении критической нагрузки эквивалентна стержню (рис. 2, в) с коэффициентом жесткости упругого закрепления верхней опоры, равным

$$K_m = 3EI_s / (0,5l) = 6EI_s / l.$$

³ Та же, с. 146.

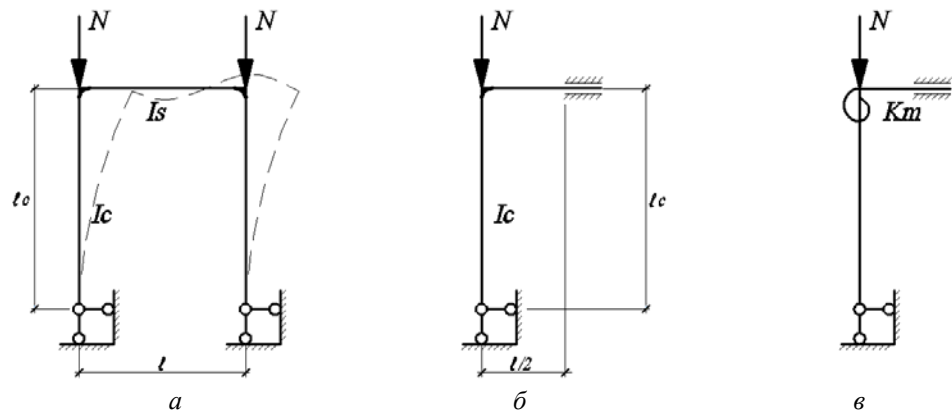


Рис. 2

В соответствии с рекомендациями СП 16.13330.2011 коэффициент расчетной длины для стоек этой рамы следует вычислять по формуле (141) табл. 31⁴:

$$\mu = 2\sqrt{\frac{0,38}{n}},$$

где $n = \frac{I_s l_c}{I_c l}$.

Введем обозначения:

$$\gamma = l / l_c, \quad \chi = I_s / I_c.$$

Тогда $n = \frac{\chi}{\gamma}$ и $\mu = 2\sqrt{\frac{0,38\gamma}{\chi}}.$

В табл. 3 для некоторых сочетаний номеров двутавра ригеля и его длины представлены результаты вычисления, в соответствии с рекомендациями СП 16.13330.2011 величин: коэффициента расчетной длины стойки μ_1 , гибкости λ_1 , допустимой сжимающей силы $N_1^{\text{доп}}$.

При расчете с помощью программы эти величины обозначены как μ_2 , λ_2 и $N_2^{\text{доп}}$, а коэффициент расчетной длины был вычислен по формуле Эйлера (5) с использованием критического значения сжимающей силы N^* .

В табл. 4 даны результаты расчета рамы, но при условии, что стойки рамы в нижних сечениях имеют жесткое закрепление.

Вывод. Результаты расчета на устойчивость стоек простых плоских рам по предлагаемому в работе методу, основанному на вычислении критической силы для эквивалентного стержня с использованием решения дифференциального уравнения 4-го порядка, с удовлетворительной точностью совпадают с результатами расчета по СП 16.13330.2011, при этом разница объяснима применением линейной интерполяции при вычислении промежуточных зна-

⁴ Свод правил СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП-23-81*.

чений коэффициента продольного изгиба. Метод может быть рекомендован к применению в случаях, когда возникает необходимость получения высокой точности расчета стоек постоянной по длине жесткости, а также при расчете рам со стойками переменной жесткости.

Т а б л и ц а 3

Результаты расчета рамы, представленной на рис. 2, а

Длина пролета l	№ двутав- ригеля	χ	γ	μ_1	μ_2	λ_1	λ_2	$N_1^{\text{доп}}$	$N_2^{\text{доп}}$	N^*	$\delta, \%$
200	14	0,310	0,5	2,538	2,518	122,6	121,6	234,1	236,8	358,0	1,146
400	14	0,310	1,000	2,981	2,977	144,0	143,8	184,3	184,7	256,0	0,238
1000	14	0,310	2,500	4,027	4,070	194,5	196,6	107,6	105,4	137,0	-2,04
200	20	1,000	0,500	2,181	2,165	105,3	104,6	298,4	301,8	484,0	1,121
400	20	1,000	1,000	2,349	2,324	113,5	112,3	265,5	270,1	420,0	1,674
1000	20	1,000	2,500	2,792	2,778	134,9	134,2	203,8	205,3	294,0	0,740
200	40	10,35	0,500	2,02	2,01	98	97	334	334	559	0,232
400	40	10,35	1,000	2,036	2,031	98,37	98,14	329,4	330,6	550,0	0,353
1000	40	10,35	2,500	2,089	2,081	100,9	100,5	317,5	319,2	524,0	0,557
200	60	41,7	0,5	2	2	97	97	337	337	566	0,146
400	60	41,74	1,000	2,009	2,007	97,05	97,00	335,7	336,1	563,0	0,092
1000	60	41,74	2,500	2,022	2,020	97,71	97,61	332,6	333,1	556,0	0,159

Т а б л и ц а 4

Результаты расчета рамы, представленной на рис. 2, а, при условии, что стойки рамы в нижних сечениях имеют жесткое закрепление

№ двутав- ра ригеля	Длина пролета l	χ	γ	μ_1	μ_2	λ_1	λ_2	$N_1^{\text{доп}}$	$N_2^{\text{доп}}$	N^*	$\delta, \%$
100	—	0,0	0,250	2,000	1,999	96,61	96,57	337,9	338,1	568,0	0,076
100	14	0,310	0,250	1,141	1,128	55,15	54,50	468,7	469,8	1783	0,233
400	14	0,310	1,000	1,389	1,389	67,13	67,14	441,8	441,8	1175	0,008
1000	14	0,310	5,000	1,754	1,767	84,74	85,36	386,7	384,8	727,0	-0,50
100	20	1,000	0,250	1,049	1,040	50,70	50,27	475,9	476,6	2096	0,154
400	20	1,000	1,000	1,169	1,156	56,51	55,87	466,5	467,6	1697	0,231
1000	20	1,000	5,000	1,495	1,502	72,22	72,56	426,9	425,9	1006	-0,24
100	40	10,35	0,250	1,005	1,003	48,55	48,46	479,3	479,5	2255	0,038
400	40	10,35	1,000	1,019	1,016	49,26	49,12	478,2	478,4	2195	0,057
1000	40	10,35	5,000	1,090	1,079	52,69	52,13	472,7	473,6	1949	0,201
100	60	41,74	0,250	1,001	1,001	48,36	48,36	479,6	479,7	2265	0,013
400	60	41,74	1,000	1,005	1,003	48,55	48,46	479,3	479,5	2255	0,038
1000	60	41,74	5,000	1,024	1,019	49,48	49,27	477,8	478,2	21,82	0,083

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Euler L. Sur la force des colonnes. Berlin: Mem. de l'Acad., 1757. S. 251—282.
2. Runge C. Ueber die numerische Auflosung von Differentialgleichungen // Math. Ann. 1895. Vol. 46. Pp. 167—178.
3. Kutta W. Betrag zur naherungsweise Integration totaler Differentialgleichungen // Z. Math. Phys. 1901. Vol. 46. Pp. 435—453.

4. Chwalla E. Die Stabilität zentrisch und exzentrisch gedruckter Stäbe aus Baustahl. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien, 1928, Abteilung II a, S. 469.
5. Engesser F. Über Knickfestigkeit gerader Stäbe. Zeitschrift der Architect und Ingenieur Vereinigung zu Hannover, 1889, Band 35. S. 455.
6. Karman Th., von. Collected Works. Vol. 1: 1902—1910. London: Butterworth Scientific Publication, 1956. 531 p.
7. Lin T.-H. Creep stresses and deflections of columns // JAS. 1950. Vol. 17. No. 3. Pp. 159—172.
8. Тимошенко С. П. Устойчивость упругих систем. М.: ОГИЗ, 1946. 532 с.
9. Вольмир А. С. Устойчивость упругих систем. М.: Физматгиз, 1963. 879 с.
10. Зубчанинов В. Г. Механика сплошных деформируемых сред. Тверь: ТГТУ, 2000. 703 с.
11. Бандурин Н. Г., Калашников С. Ю. Численный метод и программа для определения критического состояния упругого стержня переменной жесткости в общем случае закрепления его концов // Строительство и реконструкция. 2015. № 2. С. 4—11.
12. Бандурин Н. Г., Калашников С. Ю., Михальчук А. В. Исследование НДС сжатого изогнутого стержня на основе решения дифференциального уравнения четвертого порядка // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2014. Вып. 36(55). С. 78—85.
13. Бандурин Н. Г., Калашников С. Ю. Численный метод 9-го порядка точности для решения одномерных существенно нелинейных дифференциальных уравнений // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2014. Вып. 36(55). С. 86—90.
14. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. 1974. 832 с.
15. Дарков А. В., Шпиро Г. С. Соппротивление материалов. М.: Высшая школа, 1969. 733 с.

© Бандурин Н. Г., Калашников С. Ю., 2016

Поступила в редакцию
в ноябре 2016 г.

Ссылка для цитирования:

Бандурин Н. Г., Калашников С. Ю. Расчет сжатых стоек в составе простых плоских рам с помощью компьютерной программы и сравнение результатов с расчетами по СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции» // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 48—57.

Об авторах:

Бандурин Николай Григорьевич — д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры строительной механики, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолГАСУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, bandurin_ng@mail.ru

Калашников Сергей Юрьевич — д-р техн. наук, профессор, действительный член Международной академии наук высшей школы, ректор, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолГАСУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru

N. G. Bandurin, S. Yu. Kalashnikov

DESIGN OF COMPRESSION STRUTS AS A PART OF SIMPLE FLAT FRAMES WITH THE HELP OF A COMPUTER PROGRAMME AND COMPARISON OF THE RESULTS WITH THE DESIGN ACCORDING TO THE DESIGN AND CONSTRUCTION SPECIFICATIONS 16.13330.2011 "STEEL STRUCTURES"

The article describes the method and possibilities of the computer programme developed by the authors for the determination of stress strain state of compression and curved rods working as a part of a simple flat frame. Using a certain stability condition of a straight rod, the authors explicate the sequence of determination of the allowed compressing force for a strut by two methods: on the basis of the recommendations of the Design and Construction Specifications 16.13330.2011 and applying the programme. The comparison of the calculation data is given in the form of a table.

Key words: flat frames, compression struts, loss of stability, differential equation, computer programme.

REFERENCES

1. Euler L. *Sur la force des colonnes*. Berlin, Mem. de l'Acad., 1757. S. 251—282.
2. Runge C. Ueber die numerische Auflösung von Differentialgleichungen. *Math. Ann.*, 1895, 46, pp. 167—178.
3. Kutta W. Betrag zur näherungsweise Integration totaler Differentialgleichungen. *Z. Math. Phys.*, 1901, 46, pp. 435—453.
4. Chwalla E. *Die Stabilität zentrisch und exzentrisch gedruckter Stäbe aus Baustahl*. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien, 1928, Abteilung II a, s. 469.
5. Engesser F. *Über Knickfestigkeit gerader Stäbe*. Zeitschrift der Architekt und Ingenieur Vereinigung zu Hannover, 1889, Band 35, s. 455.
6. Karman Th., von. *Collected Works. Vol. 1: 1902—1910*. London, Butterworth Scientific Publication, 1956. 531 p.
7. Lin T.-H. Creep stresses and deflections of columns. *JAS*, 1950, 17(3), pp. 159—172.
8. Timoshenko S. P. *Ustoichivost' uprugikh sistem* [Stability of elastic systems]. Moscow, OGIZ Publ., 1946. 532 p.
9. Vol'mir A. S. *Ustoichivost' uprugikh sistem* [Stability of elastic systems]. Moscow, Fizmatgiz Publ., 1963. 879 p.
10. Zubchaninov V. G. *Mekhanika sploshnykh deformiruemyykh sred* [Mechanics of continuous deformable mediums]. Tver, TSTU Publ., 2000. 703 p.
11. Bandurin N., Kalashnikov S. [Numerical method and an application for elastic bar ultimate state determination taking into account variable stiffness and common case of end supports]. *Stroitel'stvo i rekonstruktsiya* [Construction and reconstruction], 2015, no. 2, pp. 4—11.
12. Bandurin N. G., Kalashnikov S. Yu., Mikhail'chuk A. V. [Research of vat of compressed-bent rod based on the solution of differential equation of the 4th order]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2014, iss. 36(55), pp. 78—85.
13. Bandurin N. G., Kalashnikov S. Yu. [Numerical method of 9th order of accuracy for the solution of one-dimensional highly nonlinear differential equations]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2014, iss. 36(55), pp. 68—90.
14. Korn G., Korn T. *Spravochnik po matematike* [Mathematics reference book]. 1974. 832 p.
15. Darkov A. V., Shpiro G. S. *Soprotivlenie materialov* [Strength of materials]. Moscow, Vysshaya Shkola Publ., 1969. 733 p.

For citation:

Bandurin N. G., Kalashnikov S. Yu. [Design of compression struts as a part of simple flat frames with the help of a computer programme and comparison of the results with the design according to the design and construction specifications 16.13330.2011 "Steel structures"]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 48—57.

About authors:

Bandurin Nikolai Grigor'evich — Doctor of Engineering Science, Professor, Professor of Structural Mechanics Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, bandurin_ng@mail.ru

Kalashnikov Sergei Yur'evich — Doctor of Engineering Science, Professor, Academician of the International Higher Education Academy of Sciences, rector, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, info@vgasu.ru

где $\begin{bmatrix} r_{ZZ} & r_{ZX} \\ \delta_{XZ} & \delta_{XX} \end{bmatrix}$ — матрица откликов систем; $\begin{Bmatrix} q \\ \dot{q} \end{Bmatrix}_k$ — вектор неизвестных смешанного метода [2].

Система связей в узле k в общем случае может быть расположена в некоторой локальной системе $X_R O Y_R$, повернутой относительно глобальной системы координат $X O Y$ на некоторый угол $\xi_R^{(k)}$ [6]. В соответствии с рис. 1 связь реакций в глобальной и локальной системах координат в матричной форме имеет вид

$$\begin{Bmatrix} R_1^{\Gamma\Gamma} \\ R_2^{\Gamma\Gamma} \\ R_3^{\Gamma\Gamma} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \xi_R^{(k)} & -\sin \xi_R^{(k)} & 0 \\ \sin \xi_R^{(k)} & \cos \xi_R^{(k)} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} R_1^{\text{ЛОК}} \\ R_2^{\text{ЛОК}} \\ R_3^{\text{ЛОК}} \end{Bmatrix} \quad (3)$$

$$\{R^{\Gamma\Gamma}\} = [A_R] \cdot \{R^{\text{ЛОК}}\}$$

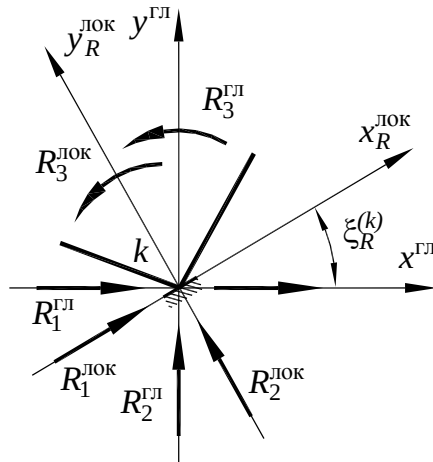


Рис. 1

Можно выделить следующие виды связей и закреплений:

1) ортогональные, при которых $\xi_R^{(k)}(t) = 0$, матрица $[A_R]$ вырождается в единичную;

2) наклонные, при которых $\xi_R^{(k)}(t) = \text{const} \neq 0$, матрица $[A_R]$ остается постоянной на всем рассматриваемом интервале [7];

3) следящие, при которых $\xi_R^{(k)}(t) = \xi_R^{(k)}(Z(t))$, матрица $[A_R]$ меняется на каждом шаге расчета; в частности, в ограничителях реакция направлена перпендикулярно оси стержня;

4) односторонние, при которых связь работает только в одном направлении: когда стержень касается опоры, в ней возникает сжимающее усилие, направленное перпендикулярно оси стержня (матрица $[A_R]$ постоянна), если же

стержень не касается опоры, то она выключается из работы (матрица $[A_R]$ становится нулевой) [8, 9].

При наличии в расчетной схеме связей, повернутых на некоторый угол относительно основных направлений, следует рассматривать перемещения точек системы не в глобальной системе координат, а в локальных, связанных с направлениями опорных связей [7]. Известные, входящие в систему (1), можно разделить на две группы. Первую группу образуют внутренние усилия $\{\Delta X\}_k$ и внешняя нагрузка $\{\Delta P^{\text{гл}}\}_k$, не зависящие от топологии связей системы. Известные $\{\Delta Z^{\text{лок}}\}_k$, $\{\Delta \dot{Z}^{\text{лок}}\}_k$, $\{\Delta \ddot{Z}^{\text{лок}}\}_k$ образуют вторую группу и представляют собой векторы, составленные в локальных системах координат опорных связей.

Для локальных параметров $\{\Delta Z^{\text{лок}}\}_k$, $\{\Delta \dot{Z}^{\text{лок}}\}_k$, $\{\Delta \ddot{Z}^{\text{лок}}\}_k$ необходимо выполнить переход в глобальную систему координат, т. е.

$$\{\Delta_{X\Psi}\} = [\delta_{X\Psi}][A_R]\{\Delta\Psi^{\text{лок}}\}_k. \quad (4)$$

Верхняя часть системы (1) представляет собой сумму реакций $\{R_{Z\Psi}^{\text{лок}}\}$ по направлению связей в локальных координатах. Реакции от неизвестных $\{\Delta \dot{Z}^{\text{лок}}\}_k$, $\{\Delta \ddot{Z}^{\text{лок}}\}_k$ равны:

$$\{R_{Z\Psi}^{\text{лок}}\} = [r_{Z\Psi}]\{\Delta\Psi^{\text{лок}}\}_k. \quad (5)$$

Для параметров $\{\Delta X\}_k$ и $\{\Delta P^{\text{гл}}\}_k$ необходимо полученные в глобальной системе координат реакции преобразовать в локальные, т. е.

$$\{R_{Z\Psi}^{\text{лок}}\} = [A_R]^{-1}[r_{Z\Psi}]\{\Delta\Psi^{\text{гл}}\}_k. \quad (6)$$

Матрицы $[\delta_{X\Psi}]$ и $[r_{Z\Psi}]$, входящие в выражения (4)–(5), соответствуют рассмотренным в п.п. 5.4.1, 5.4.2 [1] конечным элементам с ортогональными связями.

С учетом (4)–(5) система канонических уравнений расчета стержневых ГНС с наличием наклонных связей примет следующий вид:

$$\begin{cases} [\delta_{XX}]\{\Delta X\}_k + [\delta_{XZ\Psi}][A_R]\{\Delta Z^{\text{лок}}\}_k + [\delta_{XP}]\{\Delta P^{\text{гл}}\}_k - \\ - [\delta_{XP}][C][A_R]\{\Delta \dot{Z}^{\text{лок}}\}_k - [\delta_{XP}][M][A_R]\{\Delta \ddot{Z}^{\text{лок}}\}_k = 0, \\ -[A_R]^{-1}[\delta_{XZ\Psi}]^T\{\Delta X\}_k - [A_R]^{-1}\{\Delta P^{\text{гл}}\}_k + [C]\{\Delta \dot{Z}^{\text{лок}}\}_k + \\ + [M]\{\Delta \ddot{Z}^{\text{лок}}\}_k = 0. \end{cases} \quad (7)$$

Выражая из первого уравнения (7) вектор $\{\Delta X\}_k$, подставляя результат во второе уравнение, после преобразований получаем:

$$[A_1]\{\Delta Z^{\text{лок}}\}_k - [A_2][C]\{\Delta \dot{Z}^{\text{лок}}\}_k + [A_3]\{\Delta P^{\text{гл}}\}_k = [A_2][M]\{\Delta \ddot{Z}^{\text{лок}}\}_k, \quad (8)$$

где

$$\begin{aligned} [A_1] &= [A_R]^{-1} \cdot [\delta_{XZ\Psi}]^T \cdot [\delta_{XX}]^{-1} \cdot [\delta_{XZ\Psi}] [A_R], \\ [A_2] &= [A_R]^{-1} \cdot [\delta_{XZ\Psi}]^T \cdot [\delta_{XX}]^{-1} \cdot [\delta_{XP}] [A_R] - [E], \\ [A_3] &= [A_R]^{-1} \cdot \left([\delta_{XZ\Psi}]^T \cdot [\delta_{XX}]^{-1} \cdot [\delta_{XP}] - [E] \right). \end{aligned} \quad (9)$$

Выразим приращения векторов $\{\Delta \dot{Z}^{\text{лок}}\}_k$ и $\{\Delta \ddot{Z}^{\text{лок}}\}_k$ через вектор приращений перемещений $\{\Delta Z^{\text{лок}}\}_k$:

$$\begin{cases} \{\Delta \dot{Z}^{\text{лок}}\}_k = \frac{3}{\Delta t_k} \{\Delta Z^{\text{лок}}\}_k - 3\{\dot{Z}^{\text{лок}}\}_k - \frac{\Delta t_k}{2} \{\ddot{Z}^{\text{лок}}\}_k, \\ \{\Delta \ddot{Z}^{\text{лок}}\}_k = \frac{6}{\Delta t_k^2} \{\Delta Z^{\text{лок}}\}_k - \frac{6}{\Delta t_k} \{\dot{Z}^{\text{лок}}\}_k - 3\{\ddot{Z}^{\text{лок}}\}_k. \end{cases} \quad (10)$$

Подставляя (10) в (8), приводим дифференциальное уравнение динамического равновесия к алгебраическому виду относительно вектора приращений перемещений $\{\Delta Z^{\text{лок}}\}_k$:

$$\{\Delta Z^{\text{лок}}\}_k = [D]^{-1} \{D_P\}, \quad (11)$$

где

$$\begin{aligned} [D] &= [A_2] \left(\frac{3}{\Delta t_k} [C] + \frac{6}{\Delta t_k^2} [M] \right) - [A_1], \\ \{D_P\} &= [A_2] \left(\left(3[C] + \frac{6}{\Delta t_k} [M] \right) \{\dot{Z}^{\text{лок}}\}_k + \right. \\ &\quad \left. + \left(\frac{\Delta t_k}{2} [C] + 3[M] \right) \{\ddot{Z}^{\text{лок}}\}_k \right) + [A_3] \{\Delta P^{\text{гл}}\}_k. \end{aligned} \quad (12)$$

Переход к глобальным векторам:

$$\begin{cases} \{Z^{\text{гл}}\}_{k+1} = [A_R] \{Z^{\text{лок}}\}_{k+1}, \\ \{\dot{Z}^{\text{гл}}\}_{k+1} = [A_R] \{\dot{Z}^{\text{лок}}\}_{k+1}, \\ \{\ddot{Z}^{\text{гл}}\}_{k+1} = [A_R] \{\ddot{Z}^{\text{лок}}\}_{k+1}. \end{cases} \quad (13)$$

Если в системе присутствуют опоры, движущиеся по криволинейной траектории, то следует задаться уравнением движения опор вида:

$$\xi_R = \xi_R(\{Z\}). \quad (14)$$

Криволинейную поверхность можно разбить на прямолинейные участки, в пределах которых движение опоры может быть описано в соответствии с приведенными выше выкладками. Матрицу $\left[A_R(\{Z\}_{k+1}) \right]$ в момент времени $t = t_{k+1}$ можно аналогично представить в виде разложения в ряд Тейлора по степеням Δt_k [10, 11]:

$$\begin{aligned} \left[A_R(\{Z\}_{k+1}) \right] \approx \left[A_{R\Psi} \right] &= \left[A_R(\{Z\}_k) \right] + \left[\dot{A}_R(\{Z\}_k, \{\dot{Z}\}_k) \right] \Delta t_k + \\ &+ \left[\ddot{A}_R(\{Z\}_k, \{\dot{Z}\}_k, \{\ddot{Z}\}_k) \right] \frac{\Delta t_k^2}{2}, \end{aligned} \quad (15)$$

где $\left[\dot{A}_R(\{Z\}_k, \{\dot{Z}\}_k) \right]$, $\left[\ddot{A}_R(\{Z\}_k, \{\dot{Z}\}_k, \{\ddot{Z}\}_k) \right]$ — производные матрицы $\left[A_R(\{Z\}_k) \right]$, определяются в соответствии с уравнением движения опор (14).

Пример. Расчет геометрически нелинейной системы с наличием следящей связи.

На рис. 2, а изображен стержень, один конец которого неподвижно закреплен, а другой двигается по направляющей в виде окружности радиуса $R = 10$ под действием постоянной силы $P = 500$ (ферма с наличием следящих связей). Жесткость стержня $EA = 500$ Н. Шаг интегрирования $\Delta t = 0,01$ с.

Из геометрии системы следует:

$$\alpha(Z_x^{\text{лок}}) = -\frac{Z_x^{\text{лок}}}{R}; \quad (16)$$

$$\begin{aligned} \frac{y_0 - \tilde{y}_1}{R} &= \cos(\pi - \xi_R) = -\cos \xi_R; \\ \frac{x_0 - \tilde{x}_1}{R} &= \sin(\pi - \xi_R) = \sin \xi_R. \end{aligned} \quad (17)$$

Элементы матрицы $\left[A_R(\{Z^{\text{гл}}\}) \right]$ (см. (3)) равны:

$$\begin{cases} A_{R1} = \cos \xi_R = -\frac{y_0 - \tilde{y}_1}{R} = -\frac{y_0 - y_1 - Z_y^{\text{гл}}}{R}; \\ A_{R2} = \sin \xi_R = \frac{x_0 - \tilde{x}_1}{R} = \frac{x_0 - x_1 - Z_x^{\text{гл}}}{R}. \end{cases} \quad (18)$$

Связь перемещений в глобальной и локальной системах координат:

$$\begin{cases} Z_x^{\Gamma\Gamma} = x_0 - x_1 - R \cos(\beta + \alpha(Z_x^{\text{ЛОК}})); \\ Z_y^{\Gamma\Gamma} = y_0 - y_1 - R \sin(\beta + \alpha(Z_x^{\text{ЛОК}})). \end{cases} \quad (19)$$

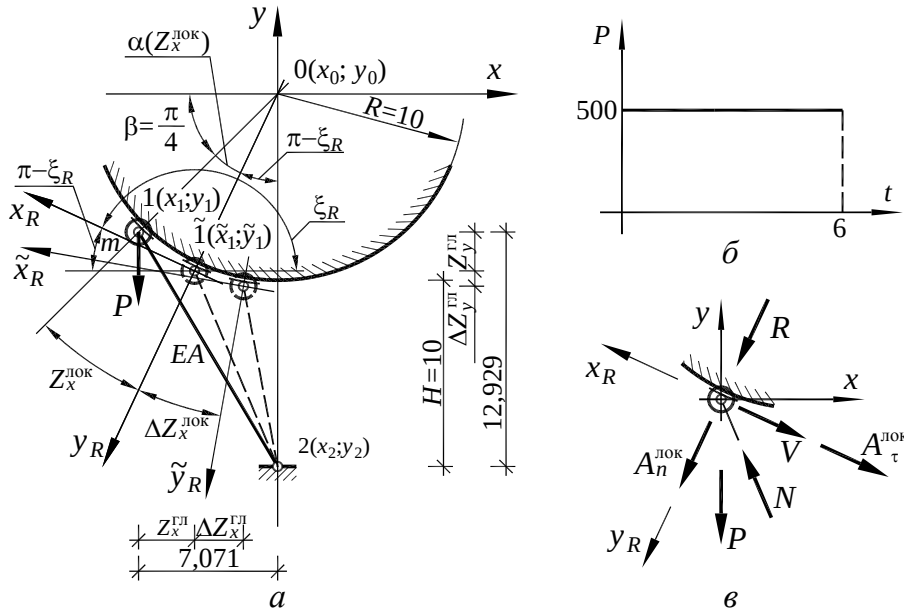


Рис. 2. Расчет геометрически нелинейной системы с наличием следящей связи: a — расчетная и деформированная схемы системы; b — характер действия внешней нагрузки; v — равновесие узла в момент времени t

Производные матриц проекций вектора реакций в поставленных связях можно представить в следующем виде:

$$[\dot{A}_R] = \begin{bmatrix} \dot{A}_{R1} & -\dot{A}_{R2} \\ \dot{A}_{R2} & \dot{A}_{R1} \end{bmatrix}, \quad [\ddot{A}_R] = \begin{bmatrix} \ddot{A}_{R1} & -\ddot{A}_{R2} \\ \ddot{A}_{R2} & \ddot{A}_{R1} \end{bmatrix}. \quad (20)$$

Элементы $\dot{A}_{Ri}$ и $\ddot{A}_{Ri}$ матриц (20) с учетом (17) [12, 13]:

$$\begin{cases} \dot{A}_{R1} = (\cos \xi_R)' = \frac{\dot{Z}_y^{\Gamma\Gamma}}{R}; \\ \dot{A}_{R2} = (\sin \xi_R)' = -\frac{\dot{Z}_x^{\Gamma\Gamma}}{R}. \end{cases}, \quad \begin{cases} \ddot{A}_{R1} = \left(\frac{\dot{Z}_y^{\Gamma\Gamma}}{R} \right)' = \frac{\ddot{Z}_y^{\Gamma\Gamma}}{R}; \\ \ddot{A}_{R2} = \left(-\frac{\dot{Z}_x^{\Gamma\Gamma}}{R} \right)' = -\frac{\ddot{Z}_x^{\Gamma\Gamma}}{R}. \end{cases} \quad (21)$$

Результаты расчета в виде графиков перемещений, скоростей и ускорений точки 1 в локальной и глобальной системах координат представлены, соответственно, на рис. 3.

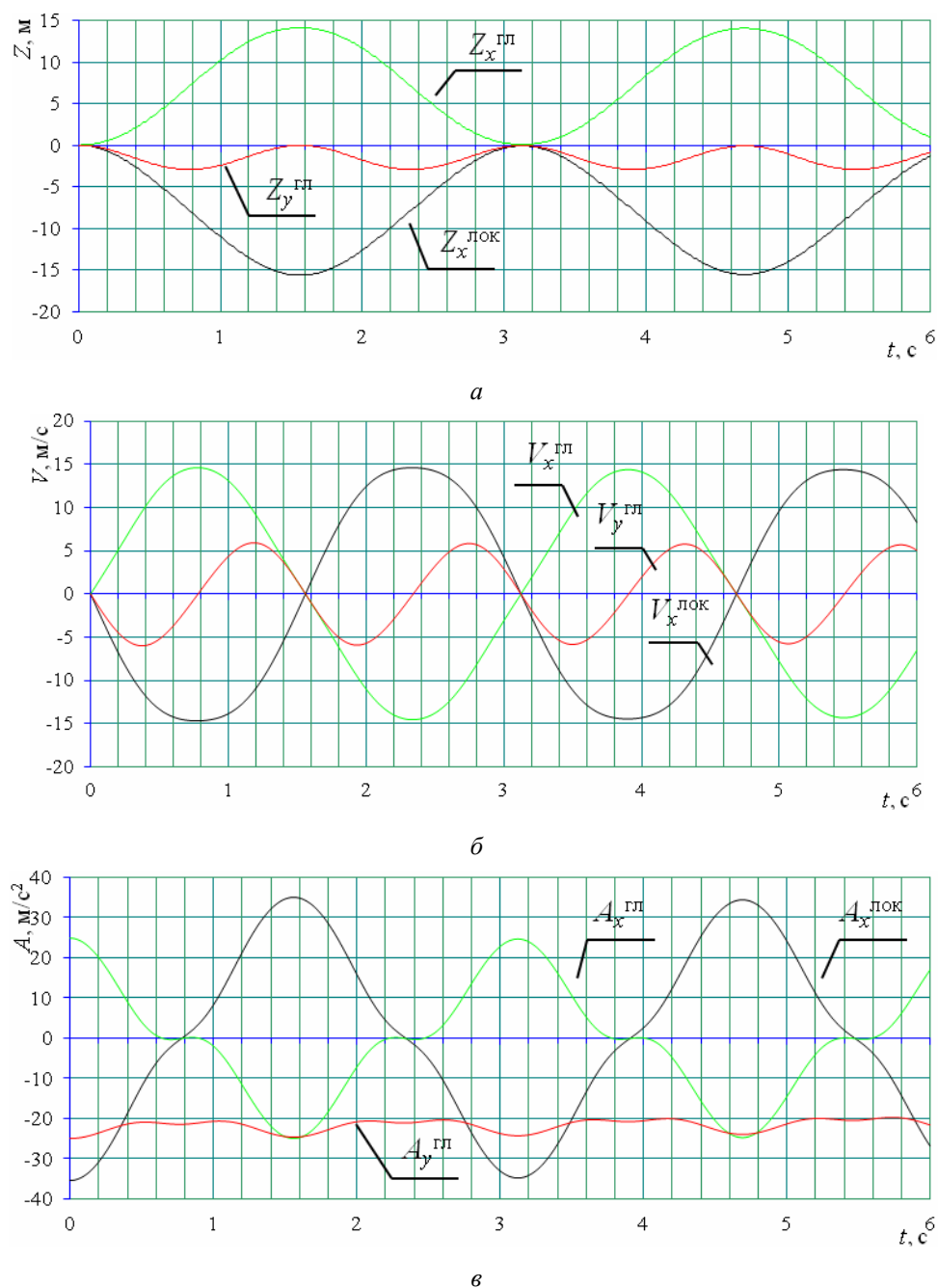


Рис. 3. Графики зависимостей в локальной и глобальной системах координат:
 $a — Z(t)$; $б — V(t)$; $в — A(t)$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Игнатъев В. А., Игнатъев А. В., Жиделев А. В. Смешанная форма метода конечных элементов в задачах строительной механики. Волгоград: ВолгГАСУ, 2006. 172 с.
2. Игнатъев В. А., Жиделев А. В. Численное решение системы канонических уравнений расчета плоских геометрически нелинейных стержневых систем, записанной для смешанной

формы МКЭ в приращениях // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Естественные науки. 2007. Вып. 6(23). С. 5—11.

3. *Игнатъев А. В., Игнатъев В. А.* Расчет геометрически нелинейных плоских шарнирно-стержневых систем по методу конечных элементов в форме классического смешанного метода // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2013. Вып. 34 (53). С. 82—89.

4. *Симон Е. В.* К расчету геометрически нелинейных стержневых систем в смешанной форме // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. 2012. № 3 (23). Ст. 18. URL: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=51&coverno=85>

5. *Жиделев А. В., Игнатъев В. А.* Смешанная форма МКЭ в задачах расчета геометрически нелинейных стержневых систем // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Естественные науки. 2007. Вып. 6(23). С. 78—84.

6. *Жиделев А. В.* Особенности работы геометрически нелинейных стержневых систем // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2009. Вып. 13(32). С. 57—61.

7. *Жиделев А. В.* Расчет геометрически нелинейных стержневых систем с наличием наклонных связей // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2009. Вып. 14 (33). С. 66—70.

8. *Аверин А. Н., Пузаков А. Ю.* Анализ напряженно-деформированного состояния геометрически нелинейных стержневых систем // Строительная механика и конструкции. 2013. Т. 1. № 6. С. 34—52.

9. *Аверин А. Н., Пузаков А. Ю.* Расчет систем с односторонними связями // Строительная механика и конструкции. 2015. Т. 1. № 10. С. 15—32.

10. *Жиделев А. В., Игнатъев В. А.* Сравнительный анализ расчетов на устойчивость геометрически нелинейных стержневых систем в статической и динамической постановках на примере фермы Мизеса // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2009. Вып. 15(34). С. 52—54.

11. *Жиделев А. В., Калашиников С. Ю.* Построение разрешающих матриц системы уравнений смешанного метода расчета геометрически нелинейных плоских стержневых систем в приращениях для конечного элемента стержня рамы малой изгибной жесткости // Инженерные проблемы строительного материаловедения, геотехнического и дорожного строительства: материалы II науч.-техн. конф., г. Волгоград, 24—25 окт. 2009 г. Волгоград: ВолгГАСУ, 2009. С. 179—187.

12. *Жиделев А. В.* Границы применимости конечных элементов, разработанных для расчета плоских геометрически нелинейных стержневых систем в динамической постановке задачи по смешанной форме МКЭ // Малоэтажное строительство в рамках Национального проекта «Доступное и комфортное жилье гражданам России»: технологии и материалы, проблемы и перспективы развития в Волгоградской области: материалы Международной науч.-практич. конф., 15—16 декабря 2009 г. Волгоград: ВолгГАСУ, 2009. С. 161—167.

13. *Жиделев А. В., Игнатъев В. А.* Расчет плоских геометрически нелинейных стержневых систем с наличием следящей нагрузки // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2010. Вып. 17(36). С. 14—16.

© *Жиделев А. В.*, 2016

*Поступила в редакцию
в сентябре 2016 г.*

Ссылка для цитирования:

Жиделев А. В. Учет следящих связей и закреплений при расчете геометрически нелинейных стержневых систем // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 58—67.

Об авторе:

Жиделев Андрей Викторович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры математики и информационных технологий, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолгГАСУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, red_scorpion@list.ru

A. V. Zhidelev

TRACKING TIES AND FIXING AT CALCULATION OF GEOMETRICALLY NONLINEAR ROD SYSTEMS

The article provides the numerical method of calculation of flat geometrically nonlinear rod systems with tracking ties (tie movement equation defined by function), based on a dynamic approach of the problem for a mixed FEM form using incremental displacement vector. The authors consider the example of calculation of a flat rod system with the tie moving by circle-type tracking.

Key words: geometrically nonlinear systems, finite element method, tracking ties, dynamic approach, tangent matrix.

REFERENCES

1. Ignat'ev V. A., Ignat'ev A. V., Zhidelev A. V. *Smeshannaya forma metoda konechnykh elementov v zadachakh stroitel'noi mekhaniki* [The mixed form of the finite element method in structural mechanics problems]. Volgograd, VSUACE Publ., 2006. 172 p.
2. Ignat'ev V. A., Zhidelev A. V. [Numerical solution of the fundamental equations system of the analysis of flat geometrically nonlinear framed structures written for the mixed form of the finite element method in increments]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Estestvennye Nauki* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Natural Science], 2007, iss. 6(23), pp. 5—11.
3. Ignat'ev A. V., Ignat'ev V. A. [Calculation of geometrically nonlinear flat hinged and frame systems by the finite element method in the form of the classical mixed method]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2013, iss. 34 (53), pp. 82—89.
4. Simon E. V. [Calculation of geometrically nonlinear bar systems in mixed form]. *Internet-Vestnik VolgGASU*, 2012, no. 3 (23), paper 18. URL: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=51&coverno=85>
5. Zhidelev A. V., Ignat'ev V. A. [Mixed form of the finite element method in the problems of analysis of geometrically nonlinear framed structures]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Estestvennye Nauki* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Natural Science], 2007, iss. 6(23), pp. 78—84.
6. Zhidelyov A. V. [Specific features of the work of geometrically nonlinear rod systems]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2009, iss. 13(32), pp. 57—61.
7. Zhidelyov A. V. [Analysis of geometrically non-linear rod systems with diagonal bracing]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2009, iss. 14 (33), pp. 66—70.
8. Averin A. N., Puzakov A. Yu. [Analysis of deflected mode of geometrically nonlinear bar systems]. *Stroitel'naya mekhanika i konstruksii* [Structural mechanics and constructions], 2013, 1(6), pp. 34—52.
9. Averin A. N., Puzakov A. Yu. [Design of systems with unilateral constraintS]. *Stroitel'naya mekhanika i konstruksii* [Structural mechanics and constructions], 2015, 1(10), pp. 15—32.
10. Zhidelyov A. V., Ignatyev A. V. [Comparative study of stability analysis of geometrically non-linear rod systems in the statical and dynamical statements by the example of Mises truss]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2009, iss. 15(34), pp. 52—54.
11. Zhidelev A. V., Kalashnikov S. Yu. [Creation of solution matrixes of system of equations of mixed method of calculation of geometrically nonlinear flat rod systems in increments for the finite element of a truss bar with low flexural stiffness]. *Inzhenernye problemy stroitel'nogo materialovedeniya, geotekhnicheskogo i dorozhnogo stroitel'stva: materialy II nauch.-tekhn. konf., g. Volgograd, 24—25 okt. 2009 g.* [Engineering problems of construction materials science, geotechnical and road construction. Proc. of II Sc.-Tech. Conf., Volgograd, 24—25 October, 2009]. Volgograd, VSUACE Publ., 2009. Pp. 179—187.

12. Zhidelev A. V. [Limits to applicability of the finite elements developed to design flat geometrically nonlinear rod systems in dynamic problem in the mixed finite element method]. *Maloetazhnoe stroitel'stvo v ramkakh Natsional'nogo proekta «Dostupnoe i komfortnoe zhil'e grazhdanam Rossii»: tekhnologii i materialy, problemy i perspektivy razvitiya v Volgogradskoi oblasti: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, 15—16 dekabrya 2009 g.* [Low-rise construction within the National project “Affordable and Comfortable Accommodation for Russian Citizens”: technologies and materials, problems and prospects of development in Volgograd Oblast. Proc. of the Int. Sc.-Pr. Conf., 15—16 December, 2009]. Volgograd, VSUACE Publ., 2009. Pp. 161—167.

13. Gidelev A. V., Ignatyev A. V. [Calculation of geometric nonlinear plane rod systems in the presence of follower loadings]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2010, iss. 17(36), pp. 14—16.

For citation:

Zhidelev A. V. [Tracking ties and fixing at calculation of geometrically nonlinear rod systems]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 58—67.

About author:

Zhidelev Andrei Viktorovich — Candidate of Engineering Science, Docent, Docent of Mathematics and Information Technology Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, red_scorpion@list.ru

УДК 539.3:624.04

С. Н. Царенко

Донецкий национальный технический университет

УСТОЙЧИВОСТЬ ВЕСОМЫХ СТЕРЖНЕЙ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ

Рассматривается устойчивость весомих стержней с непрерывно изменяемым поперечным сечением. Учитывается переменная изгибная жесткость и погонный вес для случая, когда их отношение выражается квадратичной зависимостью от безразмерного радиуса инерции поперечного сечения. Получено аналитическое решение уравнения продольного изгиба для частного случая загрузки стержня. Предлагается использовать полученное решение для проверки адекватности моделей на основе энергетических и численных методов, а также оценки приближенных методов расчета.

Ключевые слова: устойчивость стержня, весомих стержень, функции Бесселя, стержень переменного сечения.

Проблема потери устойчивости упругих систем с учетом собственного веса рассматривается как самостоятельная задача при расчетах длинномерных элементов конструкций и оборудования. Примерами таких задач являются исследования устойчивости буровых колон и обсадных труб, рассмотренные в работах [1, 2]. Для большинства инженерных сооружений при учете совместного действия продольных и поперечных нагрузок, как правило, используют принцип независимости действия сил [3]. Такой подход, хотя и основан на существенном практическом опыте, не всегда имеет достаточное теоретическое обоснование. В работе [4], при исследовании разных динамических воздействий в стержневых конструкциях с учетом наличия продольных сил, приходят к выводу о том, что данную нагрузку в расчетах на поперечные колебания можно не учитывать только в случае, если она значительно меньше критической величины. Таким образом, проблема определения критических нагрузок, в том числе и веса, имеет актуальность не только в контексте конкретных задач, но и в целом в теории расчетов, для обоснования принимаемых упрощений в расчетных моделях.

Впервые задача об устойчивости весомих стержня постоянного сечения с двумя опертыми концами была поставлена и решалась Эйлером, а в дальнейшем Гринхиллом для свободного верхнего и защемленного нижнего конца [5]. Устойчивость стержней переменной жесткости под действием сосредоточенных нагрузок исследовал А. Н. Динник, в своей работе он также рассмотрел устойчивость остrokонечных весомих стержней для различных законов изменения жесткости и веса [5]. Решение для продольно-поперечного изгиба стержня постоянного сечения при одновременном действии сосредоточенных и распределенных с использованием степенных рядов найдено в работе [6]. Универсальная формула для расчета напряженно-деформированного состояния весомих стержня при различных внешних нагрузках и граничных условиях в функциях Бесселя и Ломмеля получена в работе [1]. Задачи об определении критического веса в стержнях переменной жесткости, на основе аналитических моделей, в литературе практически не рассмотрены.

Для разнообразного класса конструкций (решетчатые башни, стержни и трубы разных очертаний) изгибная жесткость и интенсивность распределенной продольной нагрузки описываются степенными зависимостями от продольной координаты x :

$$EJ = EJ_2 \left(\frac{z}{1+k} \right)^{m+2} ; q = \gamma F_2 \left(\frac{z}{1+k} \right)^m , \quad (1)$$

где $z = \frac{x}{l} + k$; $k = \frac{h_1}{h_2 - h_1}$; E — модуль упругости; F_2 и J_2 — площадь поперечного сечения и момент инерции основания стержня; γ — удельный вес; h_1 и h_2 — радиусы инерции верхнего и нижнего сечений; l — длина стержня (рис. 1); показатель степени m зависит от геометрии конструкции.

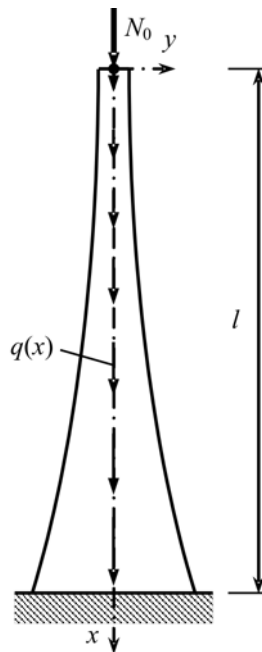


Рис. 1. Расчетная схема весомого стержня с непрерывно изменяемым сечением

Из условий равновесия элемента такого стержня следует система уравнений

$$EJ(x) \frac{d^2 y}{dx^2} = M(x), \quad \frac{dM}{dx} = Q_y(x) - \left(N_0 + \int_0^x q(x) dx \right) \frac{dy}{dx}, \quad \frac{dQ_y}{dx} = 0. \quad (2)$$

Функция $y(x)$ описывает форму изогнутой оси стержня, $M(x)$ — изгибающий момент, $Q_y(x)$ — проекция поперечной силы на ось y , N_0 — продольная сила.

Из системы уравнений (2) приходим к уравнению относительно прогибов $y(x)$:

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{d}{dx} \left(EJ(x) \frac{d^2 y}{dx^2} \right) + \left(N_0 + \int_0^x q(x) dx \right) \frac{dy}{dx} \right) = 0. \quad (3)$$

Для уравнения (3) выполним замену $u = \frac{dy}{dx}$. Перейдя к переменной z ($k \leq z \leq k+1$), интегрируя, получим

$$z^{m+2} \frac{d^2 u}{dz^2} + (m+2) z^{m+1} \frac{du}{dz} + \frac{l^2 (1+k)^{m+2}}{EJ_2} \left(N_0 - \frac{\gamma F_2 l}{(m+1)(1+k)^m} k^{m+1} + \frac{\gamma F_2 l}{(m+1)(1+k)^m} z^{m+1} \right) u = \bar{C}_3, \quad (4)$$

где $\bar{C}_3$ — произвольная постоянная.

Решение уравнения (4) с ненулевыми значениями сосредоточенной и распределенной нагрузки в аналитическом виде известно лишь для стержней, моделирующих конструкции решетчатых башен ($m=0$) [7].

Рассмотрим частную задачу устойчивости весомого стержня под действием сосредоточенной нагрузки, равной весу усеченной части

$$N_0 = \frac{\gamma F_2 l}{(m+1)(1+k)^m} k^{m+1}.$$

В этом случае, выполнив замену $\zeta = \sqrt{z}$, уравнение (4) можно привести к виду

$$\zeta^2 \frac{d^2 u}{d\zeta^2} + (2m+3) \zeta \frac{du}{d\zeta} + \lambda^2 \zeta^2 u = \bar{C}_3 \zeta^{-2m}, \quad (5)$$

$$\text{где } \lambda^2 = \frac{4\gamma F_2 l^3 (1+k)^2}{EJ_2 (m+1)}.$$

Уравнению (5) соответствует однородное уравнение, решение которого известно [8]:

$$\bar{u}(\zeta) = C_1 \zeta^{-m-1} J_{m+1}(\lambda \zeta) + C_2 \zeta^{-m-1} Y_{m+1}(\lambda \zeta), \quad (6)$$

где J_{m+1} , Y_{m+1} — функции Бесселя [9].

Частное решение уравнения (5) находится методом вариации постоянных. Будем искать решение в виде

$$\bar{u}(\zeta) = \zeta^{-m-1} J_{m+1}(\lambda \zeta) \varphi_1(\zeta) + \zeta^{-m-1} Y_{m+1}(\lambda \zeta) \varphi_2(\zeta),$$

где $\varphi_1(\zeta)$, $\varphi_2(\zeta)$ определяются из уравнений

$$\begin{cases} \zeta^{-m-1} J_{m+1}(\lambda\zeta) \phi_1'(\zeta) + \zeta^{-m-1} Y_{m+1}(\lambda\zeta) \phi_2'(\zeta) = 0; \\ \lambda \zeta^{-m-1} J_{m+2}(\lambda\zeta) \phi_1'(\zeta) + \lambda \zeta^{-m-1} Y_{m+2}(\lambda\zeta) \phi_2'(\zeta) = -\bar{C}_3 \zeta^{-2m-2}. \end{cases} \quad (7)$$

Найдя частное решение из системы уравнений (7), приходим к общему решению уравнения (5):

$$u(\zeta) = C_1 \zeta^{-m-1} J_{m+1}(\lambda\zeta) + C_2 \zeta^{-m-1} Y_{m+1}(\lambda\zeta) + C_3 \zeta^{-2m-2}. \quad (8)$$

Интегрируя по длине, находим уравнение прогибов для случая $m \neq 0$:

$$y(\zeta) = -\frac{2l}{\lambda} \left(C_1 \zeta^{-m} J_m(\lambda\zeta) + C_2 \zeta^{-m} Y_m(\lambda\zeta) + C_3 \frac{\lambda}{2m} \zeta^{-2m} + C_4 \right). \quad (9)$$

При $m = 0$ уравнение прогибов будет

$$y(\zeta) = -\frac{2l}{\lambda} \left(C_1 J_0(\lambda\zeta) + C_2 Y_0(\lambda\zeta) - C_3 \frac{\lambda}{2} \ln \zeta + C_4 \right). \quad (10)$$

Из зависимостей (2) получаем уравнения для изгибающих моментов и поперечных сил:

$$M(\zeta) = -\frac{EJ_2}{2l} \frac{\lambda}{(1+k)^{m+2}} \left(C_1 \zeta^{m+2} J_{m+2}(\lambda\zeta) + C_2 \zeta^{m+2} Y_{m+2}(\lambda\zeta) + 2 \frac{m+1}{\lambda} C_3 \right); \quad (11)$$

$$Q_y(\zeta) = \frac{EJ_2}{4l^2} \frac{\lambda^2}{(1+k)^{m+2}} C_3. \quad (12)$$

Полученные зависимости (8—12) позволяют рассматривать произвольные случаи закрепления стержня.

Несмотря на то что рассматриваемая схема относится к весьма специфическому случаю загрузки конструкций, ее можно использовать как для проверки адекватности моделей на основе энергетических и численных методов, так и для оценки приближенных методов расчета.

В работе [7] исследована устойчивость конструкций решетчатых башен с использованием математической модели на основе аналитического решения уравнения (4). Для нахождения критической нагрузки, приложенной к верхнему торцу весомого стержня, предложена зависимость на основе линейной аппроксимации расчетных значений:

$$N_0 = N_{кр} - \frac{N_{кр}}{q_{кр}} q, \quad (13)$$

где $N_{кр}$ — критическая сила для невесомого стержня; $q_{кр}$ — критический вес.

Аналогичная зависимость предложена в работе [9] на основании исследования устойчивости консольных конических труб с использованием принципа возможных перемещений.

Из зависимости (13) можно получить выражение для нахождения критического веса в безразмерных величинах:

$$\tilde{q}_{кр} = \frac{\tilde{N}_{кр}}{\tilde{N}_{кр} - \tilde{N}_0} \tilde{q}, \quad (14)$$

где $\tilde{N}_{кр} = \frac{N_{кр} l^2}{EJ_2}$ — безразмерная критическая сила, найденная для невесомого стержня, устойчивость некоторых конструкций консольных стержней рассмотрена в работе [10]; $\tilde{N}_0 = \frac{\tilde{q} k^{m+1}}{(m+1)(1+k)^m}$, $\tilde{q} = \frac{\gamma F_2 l^3}{EJ_2}$ — определяются из решения задачи устойчивости исследуемой модели для соответствующих граничных условий. Следует отметить, что при значении $k=0$ зависимость (14) дает точное значение критического веса [5].

Рассмотрим случаи консольного закрепления стержней (см. рис. 1), моделирующих конструкции решетчатых башен ($m=0$), и конструкции многогранных гнутых стоек, которые представляют собой конические трубы ($m=1$). В этом случае граничные условия на защемленном и свободном концах имеют вид

$$y(\sqrt{k+1})=0; \quad u(\sqrt{k+1})=0; \quad M(\sqrt{k})=0; \quad (15)$$

$$Q_y(\sqrt{k})=0. \quad (16)$$

Из равенства (16) получаем $C_3=0$, а из условий (15) приходим к уравнению устойчивости:

$$J_{m+2}(\lambda\sqrt{k})Y_{m+1}(\lambda\sqrt{k+1}) + Y_{m+2}(\lambda\sqrt{k})J_{m+1}(\lambda\sqrt{k+1}) = 0. \quad (17)$$

Из численного решения уравнения (17) находим расчетные значения $\tilde{N}_0$, $\tilde{q}$ для разных параметров стержней. На графике (рис. 2, а) представлена зависимость относительной величины критического веса $\tilde{q}_{кр}$, найденного по формуле (14), от параметра k для случая $m=0$. Пунктиром показана зависимость, полученная на основе аналитической модели, рассмотренной в работе [7]. На графике (рис. 2, б) представлена аналогичная зависимость для стержней с параметром $m=1$, в этом случае пунктиром показана кривая, построенная на основе энергетического метода, использованного в работе [9]. Штрихпунктирной линией на обоих графиках обозначено известное значение критического веса для стержней постоянной жесткости ($\tilde{q}_{кр} = 7,834$ [6]).

Сравнение результатов расчетов приближенного метода с точным (рис. 2, а) показывает, что максимальная погрешность расхождения значений критического веса не превышает 8 %. Аналогичное сравнение с энергетическим методом (рис. 2, б) показывает погрешность менее 10 %.

Очевидно, что достаточно значительная погрешность, которую дает приближенный метод, основанный на линейной аппроксимации (13), не позволяет использовать его для непосредственного решения прикладных задач устойчивости. Тем не менее приближенное значение критического веса, кото-

рое определяется при помощи рассмотренной модели для произвольных условий закрепления стержня, можно использовать для обоснования упрощенных расчетных схем стержней с переменной жесткостью.

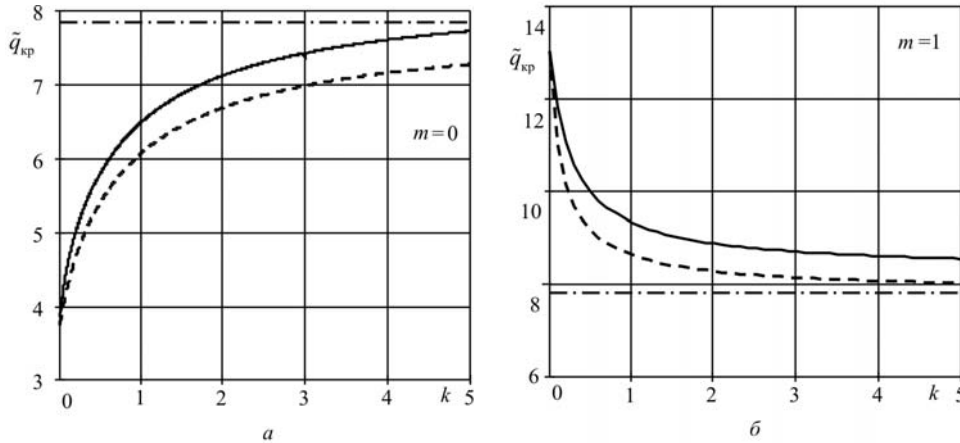


Рис. 2. Зависимость относительной величины критического веса от параметра поперечного размера k

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Улитин Г. М. Устойчивость буровой установки роторного типа // Проблемы прочности. 2002. № 1. С. 130—135.
2. Царенко С. Н. Устойчивость стальной крепи при спуске на плаву // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2014. № 7. С. 48—55.
3. Металлические конструкции: в 3 т. Т. 3. Специальные конструкции и сооружения / под ред. В. В. Горева. 2-е изд., испр. М.: Высш. шк., 2002. 544 с.
4. Clough Ray W., Joseph Penzien. Dynamics of structures. McGraw-Hill, 1975. 634 p.
5. Динник А. Н. Продольный изгиб, кручение. М.: АН СССР, 1955. 392 с.
6. Шевченко Ф. Л. Механика упругих деформируемых систем. Ч. 1. Напряженно-деформированное состояние стержней. Донецк: ДГТУ, 2006. 293 с.
7. Улитин Г. М., Царенко С. Н. Устойчивость упругого весомого стержня переменной изгибной жесткости, моделирующего конструкции башенного типа // Строительная механика и расчет сооружений. 2015. № 6. С. 36—40.
8. Камке Э. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1976. 576 с.
9. Царенко С. Н. Устойчивость конических стоек трубчатого сечения // Вісник СевНТУ. 2014. № 148. С. 64—68.
10. Царенко С. Н. Продольно-поперечный изгиб стержней переменной жесткости // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2016. № 1. С. 5—13.

© Царенко С. Н., 2016

Поступила в редакцию
в июне 2016 г.

Ссылка для цитирования:

Царенко С. Н. Устойчивость весомых стержней переменного сечения // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 68—74.

Об авторе:

Царенко Сергей Николаевич — канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой сопротивления материалов, Донецкий национальный технический университет. Украина, 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58, tzarenko@gmail.com

S. N. Tsarenko

STABILITY OF VARIABLE CROSS-SECTION WEIGHTY RODS

The stability of weighty rods with a continuous variable cross-section is investigated in the present article. The variable flexural stiffness and the distributed weighty are taken into account for the case when their ratio is expressed by a quadratic dependence on a dimensionless radius of the cross section inertia. The analytical solution of the buckling equation is obtained for the special case of loading the rod. The resulting solution is proposed to be used to check the adequacy of the models on the basis of energy and numerical methods, as well as evaluation of approximate methods.

Key words: stability of the rod, weighty rod, Bessel functions, variable cross-section rod.

REFERENCES

1. Ulitin G. M. Stability of the Column of a Rotor-Type Drilling Rig. *Strength of Materials*, 2002, 34(1), pp. 99—98. DOI: 10.1023/A:1014882621157
2. Tsarenko S. N. [Stability of steel lining at afloat descent]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal* [News of the Higher Institutions. Mining Journal], 2014, no. 7, pp. 48—55.
3. Gorev V. V. (ed.). *Metallicheskie konstruksii: v 3 t. T. 3. Spetsial'nye konstruksii i sooruzheniya* [Metal constructions. In 3 volumes. Vol. 3. Special frames and constructions]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2002. 544 p.
4. Clough Ray W., Joseph Penzien. *Dynamics of structures*. McGraw-Hill, 1975. 634 p.
5. Dinnil A. N. *Prodol'nyi izgib, kruchenie* [Longitudinal bending, twisting]. Moscow, Academy of Sciences of the USSR, 1955. 392 p.
6. Shevchenko F. L. *Mekhanika uprugikh deformiruemykh sistem. Ch. 1. Napryazhenno-deformirovannoe sostoyanie sterzhnei* [Mechanics of elastic strained systems. Part. 1. Stress strain state of rods]. Donetsk, DSTU Publ., 2006. 293 p.
7. Ulitin G. M., Tsarenko S. N. [Stability of variable stiffness elastic rod, which simulates a lattice towers]. *Stroitel'naya mekhanika i raschet sooruzhenii* [Structural Mechanics and Analysis of Constructions], 2015, no. 6, pp. 36—40.
8. Kamke E. *Spravochnik po obyknovennym differentsial'nyim uravneniyam* [Reference book on the ordinary differential equations]. Moscow, Nauka Publ., 1976. 576 p.
9. Tsarenko S. N. [Stability of conical rod of hollow section]. *Visnik SevNTU* [Bulletin of Sevastopol National Technical University], 2014, no. 148, pp. 64—68.
10. Tsarenko S. N. [Longitudinal-transverse bending of variable stiffness rods]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Stroitel'stvo*. [News of higher educational institutions. Construction], 2016, no. 1, pp. 5—13.

For citation:

Tsarenko S. N. [Stability of variable cross-section weighty rods]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 68—74.

About author:

Tsarenko Sergei Nikolaevich — Candidate of Engineering Science, Docent, Head of Department of Strength of Materials, Donetsk National Technical University. 58, Artema st., Donetsk, 83001, Ukraine, tsarenko@gmail.com

УДК 625.71.8

А. С. Любченко, С. С. Висельский

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ

Представлены подходы к управлению состоянием автомобильных дорог и современные программные продукты, обеспечивающие качество проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог в России. Даны рекомендации по совершенствованию системы управления качеством дорог с учетом опыта Германии.

Ключевые слова: оценка состояния дорожных одежд, прогнозирование надежности дорожных одежд, система планирования содержания автомобильных дорог.

Для обеспечения эффективного использования средств, направляемых на развитие и поддержание надежной работы транспортной сети, необходима рациональная система менеджмента автомобильных дорог. Такая система управления должна базироваться на данных о фактическом состоянии существующей транспортной сети, результаты качественного анализа и прогнозирования которых позволят планировать наиболее оптимальным образом мероприятия по ремонту и содержанию дорог. Сеть автомобильных дорог, качество которой в значительной мере определяет социально-экономический уровень развития страны, нуждается в эффективной системе менеджмента не меньше, чем любая другая система инфраструктуры или производства. В настоящее время имеется большое количество подходов к вопросу управления качеством автомобильных дорог [1—4].

Вместе с тем функционирование системы управления в настоящее время не представляется возможным без применения специализированного компьютерного обеспечения, поэтому, наряду с проблемами осуществления менеджмента автомобильных дорог, стоит вопрос о наладке автоматизации процессов — разработке и внедрении программных продуктов, позволяющих значительно увеличить производительность труда как проектировщиков, так и строителей. В распоряжении предприятий дорожной отрасли России имеется достаточно широкий спектр российских и зарубежных программ, при этом необходимо отметить, что отечественные разработки не уступают по качеству иностранным. Так, например, в системе проектирования автомобильных дорог в настоящее время используются CREDO («Кредо-Диалог», Минск), IndorCAD (ООО «ИндорСофт», Томск) (рис. 1), Робур (ООО «Топоматик», Санкт-Петербург), Autodesk (AutoCAD Civil 3D) и др. [5, 6]. В основе работы этих систем лежат данные ГИС, а на выходе представляется трехмерная модель дороги, которая может быть использована, как это уже широко практикуется за рубежом и все чаще в России, для автоматизированного управления дорожной техникой. Эти данные также используются для контроля качества выполненных работ и дальнейшей диагностики дороги.

В сфере организации дорожного движения существует множество систем для микро- и макро моделирования транспортных потоков (рис. 2, 3). На российском рынке наиболее широкое применение нашли немецкие про-

граммные продукты компании PTV AG VISUM и VISSIM, хотя существует и собственная научная школа по моделированию транспортных потоков.

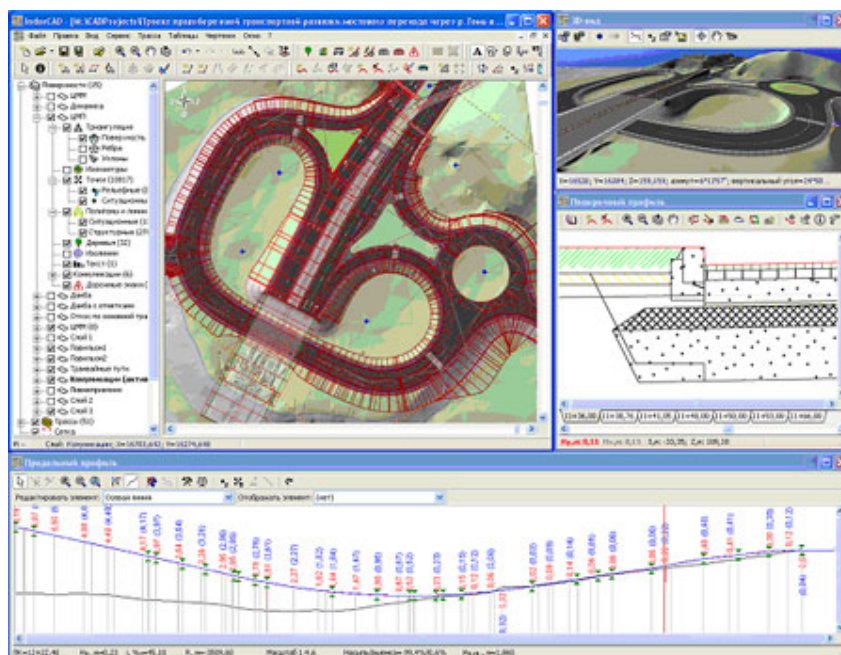


Рис. 1. Система САПР IndorCAD

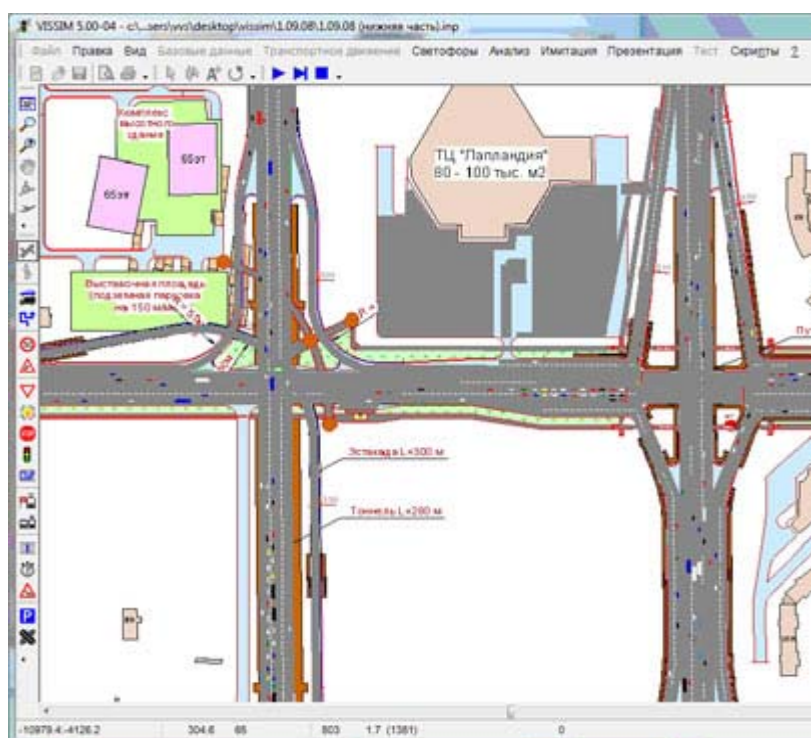


Рис. 2. Микро моделирование сети дорог в г. Кемерово в пакете VISSIM

Результаты транспортных расчетов используются в системах автоматизированного проектирования дорог (САПР) для выбора структуры сети дорог: топологии, числа полос и расчетной прочности дорожной одежды. В САПР также может автоматизировано выполняться дислокация дорожных знаков и разметки, но только в том случае, если дорога изначально запроектирована в САПР. Однако зачастую проект организации движения создается отдельно по результатам диагностики автомобильной дороги. Данные же самой диагностики хранятся в базах данных: на федеральном уровне используется автоматизированный банк дорожных данных АБДД «Дорога» (рис. 4); в регионах используются Титул-2005 (ООО «Титул-2005», Саратов) (рис. 5), IndorInfo/Road (ООО «Индор-Софт», Томск), RoadSoft (ООО «Компалекс», Тверь), RoadOffice («ДорСиб», Томск) и др.

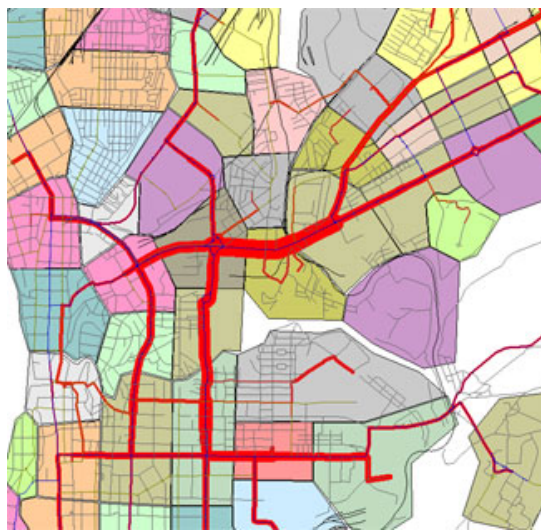


Рис. 3. Макромоделирование сети дорог в г. Томске в пакете IndorTraffic

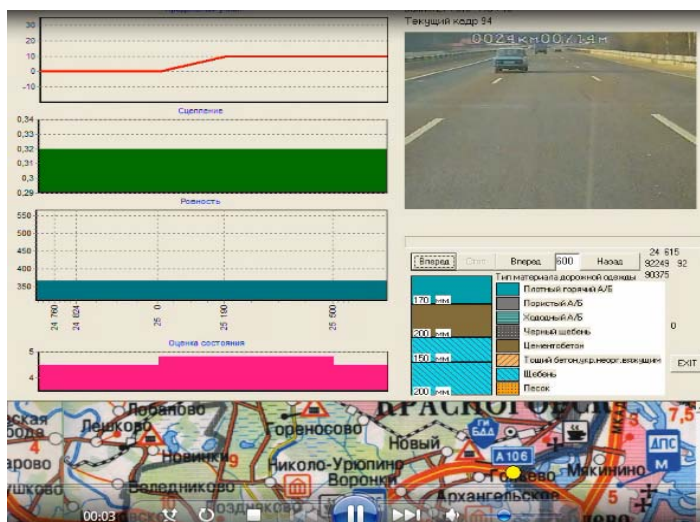


Рис. 4. Пример обзора участка автомобильной дороги в системе АБДД «Дорога»

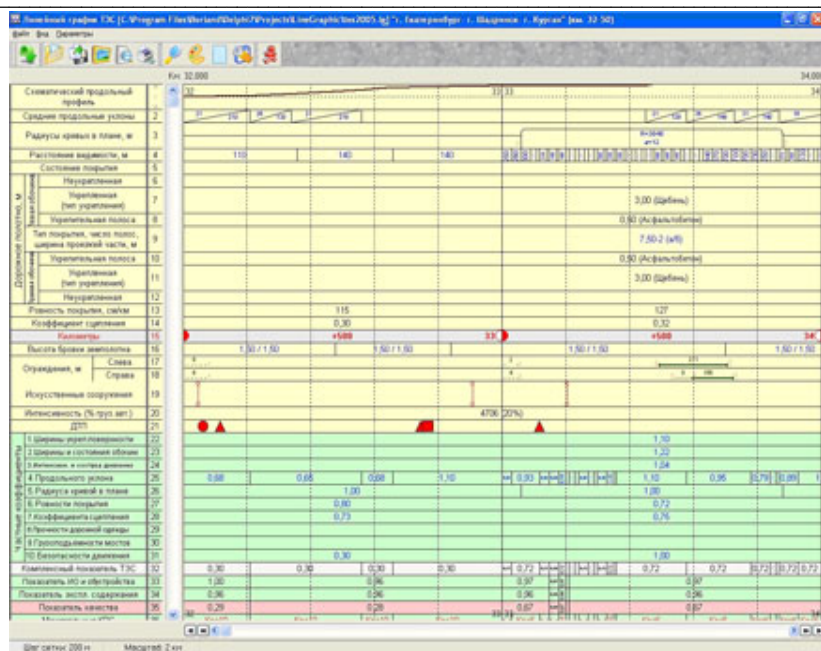


Рис. 5. Паспорт автомобильной дороги в форме линейного графика в системе «Титул-2005»

При диагностике все чаще проводится видеорегистрация состояния автомобильных дорог, что положительно влияет на эффективность диагностики. Самые современные дорожные лаборатории оснащены лазерными сканерами (рис. 6). Результаты сканирования совмещают с видеоизображением для получения модели дороги, которая совместно с данными автоматизированного банка дорожных данных служит основой для проектирования ремонтов.

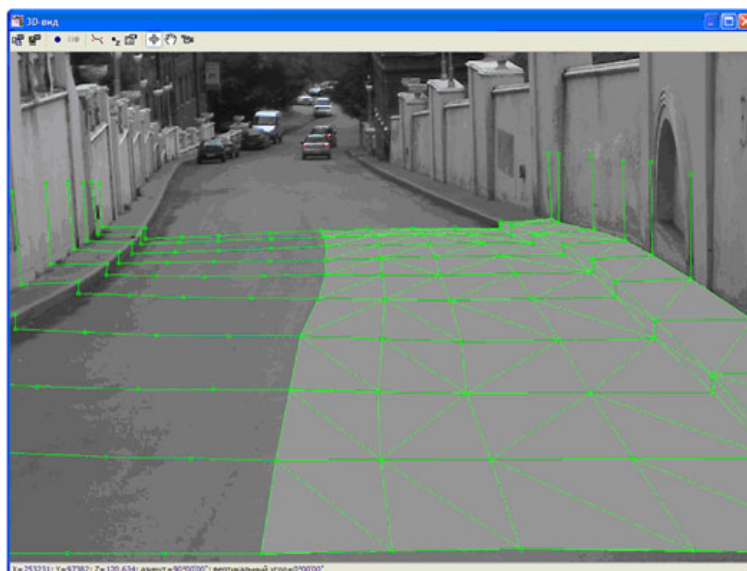


Рис. 6. Подготовка модели дороги для проектирования ремонтов в IndorCAD

Дальнейшим развитием банков дорожных данных являются системы управления эксплуатационным состоянием автомобильных дорог. Известными в настоящее время являются HDM, Rosy PMS, BMS, ROMAPS, система МАДИ, Казахская система мониторинга СМАД и др. Ученые ведущей организации по разработке и научному сопровождению федеральных целевых и региональных программ Российской Федерации ФГУП «РосдорНИИ» разработали собственную систему управления качеством, применимую, в отличие от других программ, и в городских условиях [1]. Целью создания системы является организация действенного механизма, позволяющего выработать экономически рациональную стратегию ремонта дорог и городских улиц на текущий период и на перспективу до 3—5 лет при различных сценариях ежегодного финансирования. Созданная система управления городскими дорогами (СУГД) включает в себя три модуля: модуль 1 — электронная карта города (ЭКГ); модуль 2 — автоматизированный банк данных (АБД) об эксплуатационном состоянии дорог и мостов города; модуль 3 — подсистема планирования ремонтов (ППР).

СУГД вполне соответствует современным требованиям системы управления состоянием автомобильных дорог. Задачей ФГУП «РосдорНИИ» является повсеместное распространение данной программы, так как для эффективной работы системы управления качеством необходима централизованная организованная система, как это, например, функционирует в Германии [7—13]. Налаженная в Германии система менеджмента автомобильных дорог базируется на программном комплексе РМС института BAST, который содержит данные о состоянии всех дорог Германии и всю информацию, которая может повлиять на определение порядка проведения ремонтных работ на дорогах (рис. 7).

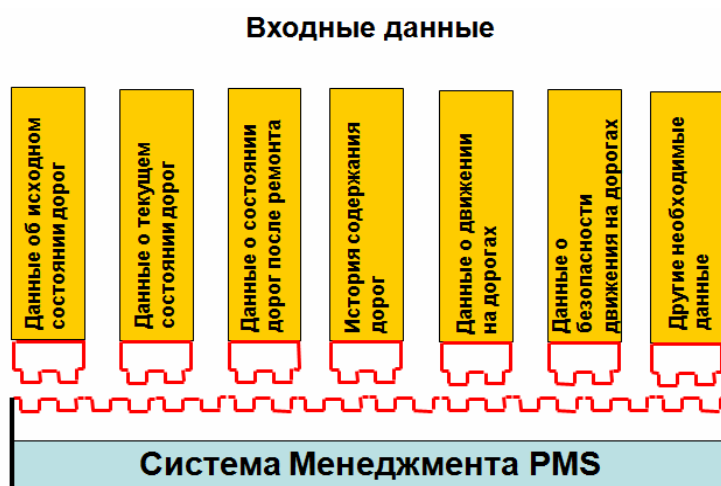


Рис. 7. Входные данные системы PMS Германии

Несмотря на огромное количество различных данных, имеющих для каждого участка дороги, конечный итог оценки состояния дорог представляется в виде одного суммарного балла. Значения всех измеряемых параметров переводятся в безразмерные величины, и, в зависимости от степени соответ-

ствия нормативным значениям, получают балл от 1 до 5 (чем больше балл, тем хуже состояние). Далее, с учетом степени влияния на потребительские свойства дороги, определяется суммарный балл состояния дороги, которому соответствует один из четырех цветов на карте (рис. 8), что делает более удобным определение характерных участков и захваток при осуществлении ремонтов.

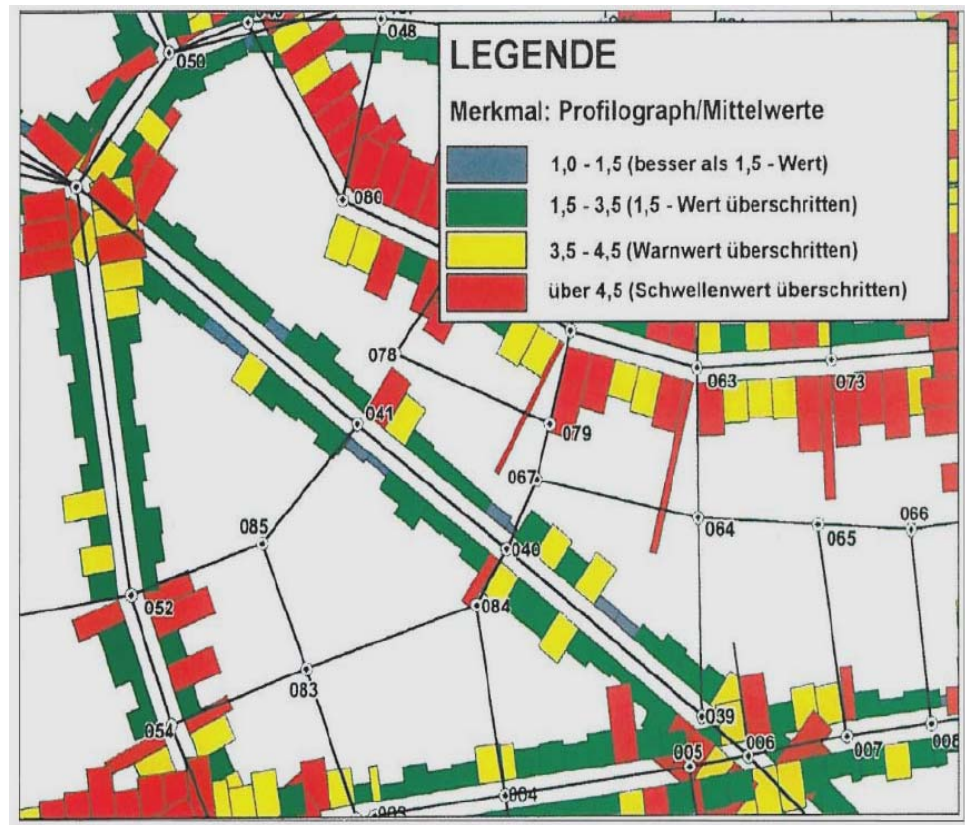


Рис. 8. Пример картографического представления данных о состоянии дорог в Германии

Кроме этого, немецкая система PMS дополнена функциями прогнозирования состояния дорог, которая, несмотря на простоту, дает результаты с высокой степенью достоверности [14]. Проводя регулярную диагностику дорог, что выполняется и в Германии и в России в соответствии с предписаниями нормативных документов*, и зная контролируемые параметры за любые два года эксплуатации дороги, по номограмме определяется класс поведения участка дороги (1—4) (рис. 9), в зависимости от которого прогнозируется его срок службы и рассчитывается оптимальная программа ремонтных мероприятий для различных условий финансирования.

* Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог : ОДН 218.0.006-02 / М-во транспорта Рос. Федерации. М. : Информавотдор, 2002. 140 с.

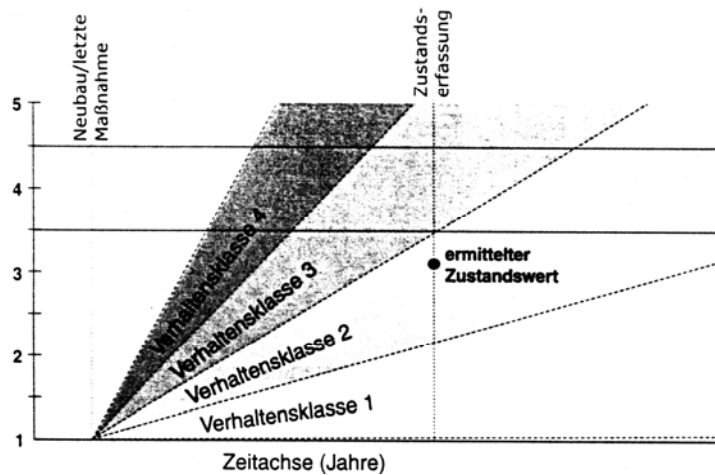


Рис. 9. График разделения участков автомобильных дорог на классы поведения в системе PMS Германии

Что же касается прогнозирования состояния автомобильных дорог и назначения соответствующих ремонтных мероприятий в России, то здесь имеются научные разработки, но в нормативных документах подобных предписаний нет. Действующие в нашей стране Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог не дают возможность осуществить прогноз состояния, а значит, и эффективно управлять качеством автомобильных дорог. Внедряемая ФГУП «РосдорНИИ» система управления качеством дорог движется в этом направлении. Однако в связи с тем, что внедрение подобной системы в России необходимо провести в как можно более краткие сроки (при этом важнейшими условиями работы системы является избыточность и целостность информации), считаем целесообразным использование в ней описанных выше принципов функционирования системы PMS [15]. Принципы, применяемые в этой системе, могут сделать работу программы по оценке состояния дорог и планированию соответствующих восстановительных мероприятий эффективнее, обеспечив при этом простоту, наглядность и достоверность получаемых результатов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Красиков О. А., Могильный К. В. Система управления эксплуатационным состоянием городских улиц и дорог // Дороги и мосты. 2012. № 2 (28). С. 77—91.
2. Скоробогатченко Д. А. Система поддержки принятия решений при управлении эксплуатационным состоянием автомобильных дорог // Инженерный вестник Дона. 2011. Т. 18. № 4. С. 126—131.
3. Поспелов П. И., Котов А. А., Федотов Г. А. Управление инженерными данными компонентов модели жизненного цикла автомобильной дороги // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2012. № 4. С. 93а—97.
4. Леонович И. И., Кашевская Е. В. Концепция управления качеством автомобильных дорог // Наука и техника. 2006. № 3. С. 5—13.
5. Скворцов А. В. Проект создания ГИС федеральных автомобильных дорог. URL: <http://www.gisa.ru/53694.html>
6. Кулижников А. М., Ануфриев А. А., Колесников И. П. Системы 3D раздвигают горизонты // Автомобильные дороги. 2014. № 8.

7. Empfehlungen für das Erhaltungsmanagement von Innerortsstraßen (E EMI 2012). FGSV. Köln, 2012.
8. Roos R., Stöckner M. Managementsystem zum Erhalt von Straßen // der Städtetag. 2002. № 2. S. 22—25.
9. Kob S. Systematische Straßenerhaltung innerorts // Straße + Autobahn. 2011. № 5. S. 330—334.
10. Kob S. Unterschiedliche Ansätze für ein Erhaltungsmanagement — Praxisbezogene Umsetzung der E EMI, Vortrag beim SBT Kolloquium am 23.11.2011 in Karlsruhe.
11. FGSV: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen — Asphaltbauweisen (ZTV BEA-StB 09). FGSV Verlag. Köln, 2009.
12. Bundesvereinigung der Straßenbau- und Verkehrsingenieure e.V. (BSVI): Substanzerhaltung der Straßen. Hannover, 2001.
13. Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen (RPE-Stra 01). FGSV. 2001.
14. Любченко А. С. Совершенствование системы содержания автомобильных дорог России с учетом опыта Германии // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2014. Вып. 36(55). С. 149—156.
15. Lubchenko A., Koch C. Bewertung und Prognostizierung des Straßenzustands (Erfahrungen aus Russland und Deutschland): Materialien zum wissenschaftlichen Seminar der Stipendiaten der Programme „Michail Lomonosov III“ und „Immanuel Kant III“ 2013/2014, 25—26 April 2014. Moskau, DAAD. S. 42—45.

© Любченко А. С., Висельский С. С., 2016

Поступила в редакцию
в декабре 2015 г.

Ссылка для цитирования:

Любченко А. С., Висельский С. С. Управление качеством в дорожной отрасли России // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 75—83.

Об авторах:

Любченко Анна Степановна — канд. техн. наук, доцент кафедры изысканий и проектирования транспортных сооружений, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолгГАСУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, lubchenko_ann@mail.ru

Висельский Сергей Сергеевич — студент, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолгГАСУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, ps8808@mail.ru

A. S. Lyubchenko, S. S. Visel'skii

QUALITY CONTROL IN THE ROAD INDUSTRY OF RUSSIA

Approaches to the control of the state of roads and modern software products that ensure the quality of design, construction and operation of highways in Russia are provided. Recommendations on the improvement of the quality control system in road industry are given taking into account the experience of Germany.

Key words: assessment of the state of road pavement, forecasting of reliability of road pavement, road maintenance planning system.

REFERENCES

1. Krasikov O. A., Mogil'nyi K. V. [The system of control of operating condition of city streets and roads]. *Dorogi i mosty* [Roads and bridges], 2012, no. 2 (28), pp. 77—91.
2. Skorobogatchenko D. A. [The decision support system at the control of operating condition of roads]. *Inzhenernyi vestnik Dona* [Engineering journal of Don], 2011, no. 4, pp. 126—131.

3. Pospelov P., Kotov A., Fedotov G. [Control of the engineering data of components of the lifecycle model of the highway]. *Vestnik MADI* [Bulletin of MADI], 2012, no. 4, pp. 93a—97.
4. Leonovich I. I., Kashevskaya E. V. [The concept of quality control of highways]. *Nauka i tekhnika* [Science and technology], 2006, no. 3, pp. 5—13.
5. Skvortsov A. V. *Proekt sozdaniya GIS federal'nykh avtomobil'nykh dorog* [The project of creation of GIS of federal highways]. URL: <http://www.gisa.ru/53694.html>
6. Kulizhnikov A. M., Anufriev A. A., Kolesnikov I. P. [3D systems expand the horizons]. *Avtomobil'nye dorogi* [Highways], 2014, no. 8.
7. *Empfehlungen für das Erhaltungsmanagement von Innerortsstraßen (E EMI 2012)*. FGSV. Köln, 2012.
8. Roos R., Stöckner M. Managementsystem zum Erhalt von Straßen. *Der Städtetag*, 2002, no. 2, s. 22—25.
9. Kob S. Systematische Straßenerhaltung innerorts. *Straße + Autobahn*, 2011, no. 5, s. 330—334.
10. Kob S. *Unterschiedliche Ansätze für ein Erhaltungsmanagement — Praxisbezogene Umsetzung der E EMI, Vortrag beim SBT Kolloquium am 23.11.2011 in Karlsruhe*.
11. FGSV: *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen — Asphaltbauweisen (ZTV BEA-StB 09)*. FGSV Verlag. Köln, 2009.
12. *Bundesvereinigung der Straßenbau- und Verkehrsingenieure e.V. (BSVI): Substanzerhaltung der Straßen*. Hannover, 2001.
13. *Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen (RPE-Stra 01)*. FGSV. 2001.
14. Lyubchenko A. S. [Improving the system of maintenance of highways in Russia based on the basis of German experience]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2014, iss. 36(55), pp. 149—156.
15. Lyubchenko A., Koch C. Bewertung und Prognostizierung des Straßenzustands (Erfahrungen aus Russland und Deutschland): Materialien zum wissenschaftlichen Seminar der Stipendiaten der Programme „Michail Lomonosov III“ und „Immanuel Kant III“ 2013/2014, 25—26 April 2014. Moskau, DAAD, s. 42—45.

For citation:

Lyubchenko A. S., Visel'skii S. S. [Quality control in the road industry of Russia]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 75—83.

About authors:

Lyubchenko Anna Stepanovna — Candidate of Engineering Science, Docent of Survey and Design of Transport Works Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, lyubchenko_ann@mail.ru

Visel'skii Sergei Sergeevich — Student, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, ps8808@mail.ru

УДК 656.021.5:625.712

Е. Ю. Серова

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА

Рассмотрены современные проблемы движения транспорта в Волгограде. Изложены возможные направления повышения пропускной способности улично-дорожной сети и скорости движения транспортных потоков.

К л ю ч е в ы е с л о в а: улично-дорожная сеть, транспортный поток, пропускная способность, координированное светофорное регулирование, пассажирский транспорт.

Автомобильный парк Российской Федерации за последние годы резко возрос. Количество легкового транспорта продолжает постоянно увеличиваться. Это привело к тому, что практически во всех крупных городах страны темпы развития улично-дорожной сети (УДС) существенно отстают от темпов автомобилизации и роста интенсивности движения транспорта на ключевых автомагистралях. Сложившаяся ситуация имеет негативные последствия: уменьшение средней скорости движения транспорта, увеличение времени проезда по улично-дорожной сети, возникновение заторов, повышение аварийности, ухудшение экологической обстановки. Кроме того, увеличение подвижности городского населения порождает целый ряд проблем, связанных с движением транспорта в городах. Существенное увеличение объемов транспортного движения требует принятия обоснованных решений по развитию УДС и организации дорожного движения на базе достоверной информации о параметрах транспортных потоков.

Одно из направлений выхода из сложившейся ситуации — увеличение ширины проезжей части, строительство дополнительных магистралей, строительство развязок в разных уровнях. В настоящее время такие работы ведутся. Однако их проведение требует больших капитальных затрат и не всегда возможно из-за близко расположенной к проезжей части жилой застройки. Кроме того, УДС многих крупных и средних городов уже исчерпала резервы пропускной способности и находится в условиях постоянного образования заторов, создания аварийных ситуаций при пропуске транспортных и пешеходных потоков. Средняя скорость движения транспорта за последние пять лет снизилась на многих участках улично-дорожной сети почти на 40 % и составляет: в мегаполисах 15...30 км/ч, в крупных городах — 20...40 км/ч, а в часы пик падает до 5...10 км/ч.

Таким образом, в связи с повышением уровня автомобилизации и увеличением подвижности населения на фоне недостаточных темпов развития улично-дорожной сети остро стоит проблема применения различных методов управления, учитывающих постоянно меняющиеся условия.

Для отдельных участков улично-дорожной сети Волгограда также характерна высокая загруженность транспортом. Особенности конфигурации связаны с продольным расположением трех основных магистралей, проходящих практически через весь город. Проспект им. В. И. Ленина, входящий в состав

1-й Продольной магистрали, является наиболее загруженной магистралью города. Интенсивность движения превышает 3500 авт./ч на три полосы движения.

В поперечном направлении наиболее выражен проспект маршала Жукова, который является одной из важнейших транспортных артерий Волгограда. Он входит в состав автодороги федерального значения М-6 «Каспий» (Москва — Волгоград — Астрахань), связывает международный аэропорт с центром города. Интенсивность движения транспорта по проспекту достигает 4500 авт./ч.

В составе транспортного потока по пр. им. В. И. Ленина и пр. маршала Жукова преобладает легковой транспорт (60...80 %), в то же время проходит большое количество маршрутов общественного пассажирского транспорта, доля которого в транспортном потоке колеблется от 10 до 30 % (рис. 1).



Рис. 1. Состав транспортного потока, %: а — по просп. им. В. И. Ленина; б — по просп. маршала Жукова

На рассматриваемых магистральных улицах уровень загрузки движением в часы пик составляет 0,7...1,0, что способствует возникновению заторов, очередей и задержек транспорта на пересечениях (рис. 2), снижению пропускной способности и, как следствие, увеличению вредных выбросов и повышению аварийности [1, 2].

Значение пропускной способности P улично-дорожной сети может быть определено с помощью следующей зависимости, являющейся макроскопической моделью транспортного потока:

$$P = qv, \quad (1)$$

где q — плотность транспортного потока, авт./км; v — скорость транспортного потока, $v = V(q)$, км/ч.

Функция $V(q)$, определяющая форму основной диаграммы транспортного потока, имеет следующий вид [3, 4, 5]:

$$V(q) = V_{free} \exp \left[-\frac{1}{a_m} \left(\frac{q}{q_{max}} \right)^{a_m} \right], \quad (2)$$

где V_{free} — скорость движения в свободных условиях, км/ч; q — текущая плотность транспортного потока, авт./км; q_{max} — максимальное значение плотности транспортного потока, авт./км; a_m — параметр модели.

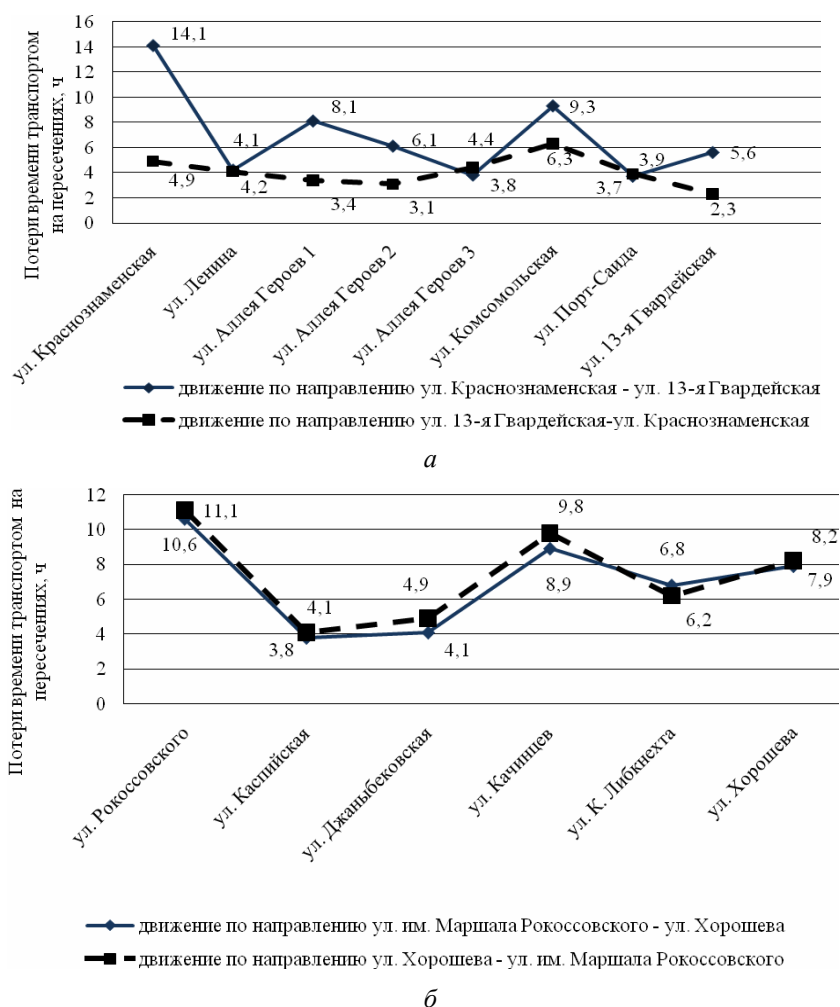


Рис. 2. Суммарное время задержки транспорта на пересечениях: а — по просп. В. И. Ленина; б — по просп. маршала Жукова

Очевидно, что для повышения пропускной способности необходимо увеличение скорости движения транспортного потока и предотвращение транспортных заторов, снижение транспортных задержек на пересечениях, возникающих при критической (максимальной) плотности движения.

На пересечениях одним из важнейших показателей эффективности движения транспорта является транспортная задержка, характеризующая прямые затраты, связанные с расходом топлива при холостых оборотах двигателя, разгоне, торможении, а также косвенные затраты, обусловленные потерями времени, утомляемостью и испытываемым водителями дискомфортом [6]. Кроме того, при наличии светофорного регулирования длительные транспортные задержки свидетельствуют о неэффективности используемой программы.

На пересечениях по просп. маршала Жукова и просп. им. В. И. Ленина наблюдаются транспортные задержки, причем в часы пик на отдельных участках они значительны и приводят к скоплению очередей (см. рис. 2). Для решения задач повышения пропускной способности улично-дорожной сети необходима оптимизация работы светофорных объектов. В качестве критерия выбора оптимальной программы регулирования возможно использование количественного значения транспортной задержки [6, 7]:

$$t_{\Delta\text{ср}} = \frac{T_{\text{ц}}(1-\lambda)^2}{2(1-\lambda x)} + \frac{x^2}{2N(1-x)} - 0,65 \left(\frac{T_{\text{ц}}}{N^2} \right)^{1/3} x^{(2+5\lambda)}, \quad (3)$$

где $t_{\Delta\text{ср}}$ — средняя задержка за светофорный цикл, с; $T_{\text{ц}}$ — продолжительность цикла светофорного регулирования, с; x — степень насыщения; λ — отношение длительности разрешающего сигнала к общей продолжительности светофорного цикла; N — интенсивность движения транспортных средств в рассматриваемом направлении, ед./ч.

Режимы управления в условиях насыщенного движения имеют свои особенности, поэтому величину степени насыщения необходимо учитывать при расчете программ светофорного регулирования и назначении различных мероприятий по снижению транспортных задержек [6—8]:

$$x = \frac{N_j T_{\text{ц}}}{M_{\text{н}j} t_{\text{о}j}}, \quad (4)$$

где N_j — интенсивность движения в рассматриваемом направлении, ед./ч; $M_{\text{н}j}$ — поток насыщения в том же направлении, ед./ч; $t_{\text{о}j}$ — длительность основного такта, с; j — номер направления.

С помощью показателя степени насыщения можно определить эффективность и определить существующий резерв пропускной способности, что очень важно в условиях насыщенного транспортного потока.

Предотвращение заторов и, как следствие, повышение пропускной способности возможно путем применения различных методов управления движением, таких как координированное светофорное регулирование, динамическое ограничение скорости, светофорное регулирование на въездах, информирование водителей об условиях и режимах движения [3].

Создание и применение автоматизированных систем управления дорожным движением (АСУДД), адаптированных к различным дорожно-транспортным условиям, позволяет улучшить общую транспортную ситуацию на улично-дорожной сети в городе: снизить количество дорожно-транспортных происшествий на 10...20 %; уменьшить выбросы вредных веществ в атмосферу на 20...30 %; сократить время проезда по координируемым направлениям на 15...20 %; сэкономить топливо на 10...20 %.

Современные АСУДД способны осуществлять различные стратегии управления: координированное и сетевое управление транспортными потоками, дозированный выпуск автомобилей на автомагистраль для поддержания оптимального уровня загрузки движением, предоставление приоритетного проезда отдельным видам транспорта, перераспределения автомобилей по улично-дорожной сети с рекомендацией оптимальных маршрутов движения.

Управление дорожным движением с помощью АСУДД позволяет более эффективно осуществить согласованность работы светофорных объектов в режиме «зеленая волна» по заранее рассчитанным программам координации, соответствующим условиям движения транспортных потоков. Таким образом, автоматизированные системы управления дорожным движением обеспечивают эффективное гибкое координированное управление с учетом реальной транспортной ситуации.

Для решения задач управления транспортным потоком с использованием АСУДД в условиях насыщенного движения целесообразно использовать методики, основанные на математическом и компьютерном моделировании [3, 9]. В качестве цели управления может приниматься минимизация длины очереди на въездах. Режимы управления в системе рассчитываются заранее, а в дальнейшем предполагается их корректировка. Определение пространственно-временной динамики образования очереди и методики расчета сдвига разрешающего сигнала позволяют избежать блокирования транспортных связей на улично-дорожной сети [8].

При светофорном регулировании в условиях насыщенного движения возможны ситуации, когда после выключения разрешающего сигнала наблюдается остаточная очередь. Динамика образования очереди при насыщенном движении заключается в ее накоплении и возможности блокирования отдельных полос или направлений движения. В данном случае необходимо определить не только количество автомобилей в очереди, но и ее пространственные характеристики.

Условие, при котором может возникнуть блокирование входящих в перегон транспортных связей, описывается математическим выражением [9]:

$$f_m(k) < L_{\text{пер}}, \quad (5)$$

где $f_m(k)$ — положение фронта очереди, определяющего точку остановки прибывающих транспортных средств в текущий момент, м; $L_{\text{пер}}$ — длина перегона, м.

В случае выполнения условия (1) происходит блокирование транспортных связей. Для предотвращения блокирования можно применить включение разрешающего сигнала с запаздыванием, которое рассчитывается по формуле [9]:

$$\delta = \frac{L_{\text{пер}}}{V_{\text{out}}}, \quad (6)$$

где V_{out} — скорость распространения фронта разъезда очереди по перегону, м/с.

Использование современной детекторной техники и систем видеонаблюдения позволяет определить пространственно-временные характеристики очереди и значение скорости разъезда очереди. Проводимые ранее натурные наблюдения показывают, что скорость распространения фронта отъезда очереди в большинстве случаев постоянна и составляет 15 км/ч [9, 10].

Как было отмечено выше, на рассматриваемых автомагистралях проходит большое количество маршрутов общественного транспорта. Городской пассажирский транспорт играет важную роль для снижения уровня загрузки улично-дорожной сети в условиях непрерывного роста городов, насыщения транспортными средствами, увеличения подвижности населения. Состояние транспортных потоков и уровень удобства движения на улично-дорожной

сети городов значительно зависит от уровня организации движения городского пассажирского транспорта.

Проведенные отечественные и зарубежные исследования эффективности функционирования улично-дорожной сети, в зависимости от уровня автомобилизации, показывают, что при значении более 100 легковых автомобилей на 1000 жителей снижается роль общественного транспорта. При превышении значения 150 транспортных единиц на 1000 жителей происходит сокращение маршрутов и возможен упадок пользования общественным транспортом. Однако значение уровня автомобилизации более 300 приводит к необходимости оптимизации городского общественного транспорта, в связи с перенасыщением улиц и дорог транспортными средствами и увеличением подвижности населения при недостаточных темпах развития улично-дорожной сети.

В последние годы специалистами выдвигаются предложения по решению транспортной проблемы на наиболее загруженных участках путем повышения эффективности использования общественного транспорта и использованию такой крайней меры, как введение ограничений для индивидуальных автомобилей. Это позволяет вводить ограничения для индивидуальных автомобилей на наиболее загруженных магистралях, особенно в пиковые часы. Однако мероприятия такого рода не смогут полностью решить проблему снижения уровня загрузки улично-дорожной сети и возможны только при достаточно высоком уровне развития системы городского общественного транспорта.

Таким образом, остро стоит проблема оптимизации городских пассажирских перевозок с целью обеспечения максимального количества перевезенных пассажиров при минимальных затратах транспортного времени населения и минимальной себестоимости, высокого уровня безопасности провозной возможности в условиях растущего уровня автомобилизации.

Общественный транспорт обеспечивает значительно более экономичное использование улично-дорожной сети, чем индивидуальные автомобили. В табл. приведено сравнение наиболее часто используемых средств наземного пассажирского городского транспорта.

Сравнительный анализ различных видов пассажирского транспорта

Транспортное средство	Использование пассажироместности, %	Число перевезенных пассажиров	Площадь полосы дороги, занимаемая одним пассажиром при $v \approx 50$ км/ч, м ²	Провозная способность, тыс. чел./ч
Легковой автомобиль	100 среднее	4 1,4	21,8 62,5	1,4
Маршрутное такси (автобус особо малого класса)	100	15	—	1,5...2,7
Автобус (троллейбус)	100 40	126 51	3,5 8,8	10
Скоростной трамвай	100 40	270 108	1,6 3,9	18

Структура пассажирских перевозок оказывает существенное влияние на процесс движения транспортного потока. Анализ результатов исследования работы общественного транспорта в Волгограде показывает, что наибольшее количество пассажиров перевозят маршрутные такси (автобусы особо малого класса) — 57 % (рис. 3). Автобусы большой и средней вместимости, используемые в системе городских пассажирских перевозок, составляют всего 8 %, в то время как этот вид транспорта обладает большей провозной возможностью и обеспечивает более экономичное использование улично-дорожной сети (см. табл.)¹ [11].

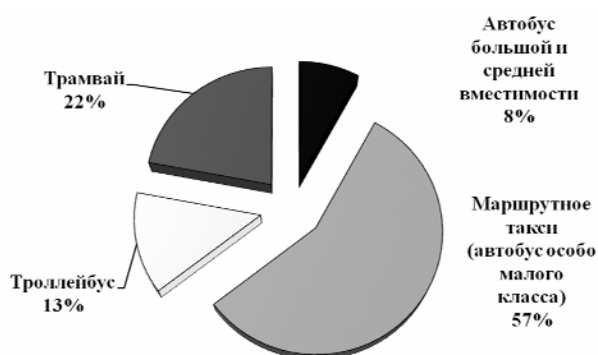


Рис. 3. Распределение количества пассажиров, перевозимых различными видами транспорта в Волгограде, %

В Центральном районе г. Волгограда по просп. им. В. И. Ленина проходят маршруты электротранспорта: троллейбус и подземный маршрут скоростного трамвая. Эти виды транспорта перевозят 51,6 % пассажиров, что значительно снижает уровень загрузки движения на рассматриваемом участке улично-дорожной сети. Однако автобусами малой вместимости также перевозится значительная часть пассажиров — 46,3 % пассажиров, в то время как автобусами большой и средней вместимости — 2,1 %. По просп. маршала Жукова количество пассажиров, перевозимых троллейбусами и трамваями, составляют 40,6 %, автобусами — 7,4 %, микроавтобусами — 52,0 %^{2,3} [11].

Результаты исследования показали, что среднее значение коэффициента наполняемости отдельных видов пассажирского транспорта составляет менее 0,3 (рис. 4). Это свидетельствует о нерациональной организации пассажирских перевозок, что негативно влияет на степень загрузки транспортом рассматриваемого участка улично-дорожной сети.

¹ Обследование пассажиропотоков на маршрутной сети общественного транспорта г. Волгограда : отчет о НИР. Волгоград : ВолГАСУ, 2013. 154 с.

² Там же.

³ Проведение социологических исследований и исследования транспортных потоков с целью формирования системы исходных данных для разработки Стратегии развития транспортной системы округа города-героя Волгограда на перспективу до 2025 года с учетом реализации задач транспортного обеспечения проведения игр Чемпионата мира по футболу 2018 года (приложение к Комплексной транспортной схеме Волгограда до 2025 г.) : отчет о НИР. Волгоград : ВолГАСУ, 2014. 147 с.

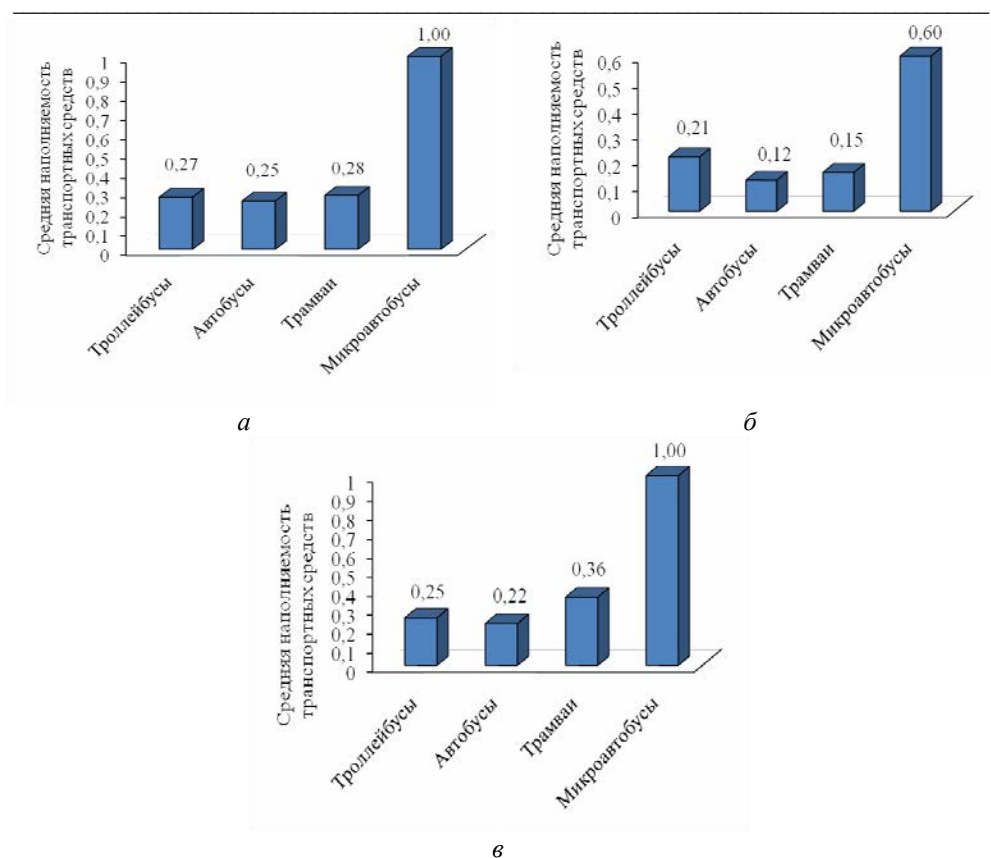


Рис. 4. Средняя наполняемость транспортных средств, перевозящих пассажиров по просп. маршала Жукова в периоды наблюдения: а — с 7.30 до 9.30; б — с 12.00 до 14.00; в — с 17.00 до 19.00

Следует также отметить существенную неравномерность движения транспортных средств на отдельных маршрутах. Интервалы движения пассажирского транспорта, осуществляющего движение по обследованным маршрутам, превышает нормативные значения у 46 % маршрутов маршрутных такси, у 100 % маршрутов автобусов и у 24 % маршрутов электротранспорта, в то время как на других маршрутах интервал составляет 1...2 мин.

Для повышения пропускной способности улично-дорожной сети и безопасности пассажирских перевозок на основных магистралях Волгограда необходимо использование автобусов большого и среднего класса с обязательной оптимизацией расписаний, применением оперативного управления. Замена маршрутных такси, представленных микроавтобусами, на более вместительные виды пассажирского транспорта в конечном итоге позволит снизить уровень загрузки движения.

Более гибкое решение задач контроля транспорта и диспетчерского управления движение возможно за счет применения спутниковых навигационных систем и автоматизированных систем мониторинга пассажиропотоков [12—14].

В настоящее время в России для общественного пассажирского транспорта разработано и применяется бортовое оборудование и соответствующее

программное обеспечение, предназначенное для комплексной оптимизации пассажирских перевозок и задач среднесрочного и долгосрочного планирования. В основе работы автоматизированных систем такого рода лежат технологические принципы автоматического сбора информации о пассажиропотоках на маршрутной сети городов, оперативное получение характеристик пассажиропотоков с последующим их использованием для перераспределения подвижного состава в режиме реального времени, исходя из динамики загрузки салона.

Существующее на сегодняшний день оборудование автоматического бесконтактного подсчета пассажиров может быть установлено на автобусах (М2, М3, СВ, БВ, ОБВ), троллейбусах и трамваях. Погрешность подсчета пассажиров при использовании аппаратно-программного комплекса составляет не более 7 %.

Системы мониторинга пассажиропотока позволяют осуществить выбор оптимального вида и количества транспорта на линии в соответствии с ситуацией, оптимального маршрута (направление и продолжительность пути, остановки в наиболее популярных местах, ликвидация не востребуемых остановочных пунктов), коррекцию графиков движения, что очень важно как в целях совершенствования организации пассажирских перевозок, так и для повышения пропускной способности участков улично-дорожной сети, где проходят маршруты общественного транспорта.

Комплексный подход к решению задач совершенствования организации дорожного движения, в основе которого должны быть предусмотрены такие мероприятия, как повышение эффективности светофорного регулирования, совершенствование организации общественного транспорта, применение АСУДД и систем автоматизированного управления городским пассажирским транспортом для решения задач обеспечения более экономичного использования улично-дорожной сети, очень важен в условиях перенасыщения улиц и дорог Волгограда.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Серова Е. Ю., Сапожкова Н. В., Мельников В. В. Проблемы организации движения и обеспечения экологической безопасности городского пассажирского транспорта в Волгограде // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2014. Вып. 36(55). С. 163—167.
2. Анализ источников загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсной пылью / А. Б. Стреляева, Н. С. Барикаева, Е. А. Калюжина, Д. А. Николенко // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2014. Вып. 3(34). Ст. 11. URL: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=51&coverno=118>
3. Власов А. А., Горелов А. М. Координированное управление въездами на автомагистраль // Интернет-журнал Науковедение. 2014. Вып. 2 (21). URL: <http://naukovedenie.ru/?p=issue-2-14>
4. Berg van den M. Integrated Control of Mixed Traffic Networks Model Predictive Control // TRAIL Thesis Series T 2010/4 – The Netherlands TRAIL Research School, 2010. 17 p.
5. Kotsialos D., Papageorgiou M., Messmer A. Optimal coordinated and integrated motorway network traffic control // Proceedings of 14th International Symposium of Transportation and Traffic Theory (ISTTT). Ierusalem, Israel, 1999. Pp. 621—644.
6. Шевцова А. Г., Боровской А. Е. Метод оценки пропускной способности регулируемых пересечений // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств: материалы VIII международной научно-технической конференции, 21—23 мая 2014 г. Пенза. Пенза: ПГУАС, 2014. С. 253—260.

7. Webster F. V., Cobbe B. M. Traffic Signals Road Research Technical Paper. № 56. Her Majesty's Stationery Office, London, 1966. 111 p.
8. Jiang X., Qiu Y., Ruan S. J. An approach to optimize the settings of actuated signals // Journal of Modern Transportation. 2011. Vol. 19. No. 1. P. 68—74. DOI: 10.1007/BF03325742.
9. Власов А. А., Орлов Н. А. Координация светофорных объектов в условиях транспортных заторов // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств: материалы VIII международной науч.-технич. конф., 21—23 мая 2014 г. Пенза. Пенза: ПГУАС, 2014. С. 127—131.
10. Kerner B. S. The Physics of Traffic. Berlin, New York: Springer, 2004. 630 p.
11. Серова Е. Ю., Сапожкова Н. В. Оценка состояния организации движения транспорта на улично-дорожной сети Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2015. Вып. 40(59). С. 208—218.
12. Ostroukh A. V., Polgun M. B. Automation of processes supervisory control urban passenger transport // International Journal of Advanced Studies (iJAS). 2013. Vol. 3. Iss. 3. Pp. 3—9. DOI: <http://dx.doi.org/10.12731/2227-930X-2013-3-1>.
13. Parent M. Advanced Urban Transport: Automation is on the way // Intelligent systems. March/April 2007. Pp. 9—10.
14. Marsden G., Kelly C., Nellthorp J. The likely impacts of target setting and performance rewards in local transport // Transport Policy. 2009. Vol. 16. No. 2. Pp. 55—97.

© Серова Е. Ю., 2016

Поступила в редакцию
в ноябре 2015 г.

Ссылка для цитирования:

Серова Е. Ю. Возможные пути повышения пропускной способности улично-дорожной сети города // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 84—94.

Об авторе:

Серова Елена Юрьевна — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры строительства и эксплуатации транспортных сооружений, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолГАСУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru

E. Yu. Serova

POSSIBLE WAYS TO INCREASE TRAFFIC CAPACITY OF THE STREET AND ROAD NETWORK

Modern problems of traffic in Volgograd are discussed in the article. Possible ways to increase traffic capacity of the street and road network and the speed of traffic flow are set out.

Key words: street and road network, traffic flow, traffic capacity, coordinated traffic light control, passenger transport.

REFERENCES

1. Serova E. Yu., Sapozhkova N. V., Mel'nikov V. V. [Problems of traffic organization and ensurance of environmental safety in urban passenger transport in Volgograd]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2014, iss. 36(55), pp. 163—167.
2. Strelyaeva A. B., Barikaeva N. S., Kalyuzhina E. A., Nikolenko D. A. [Analysis of sources of air pollution by fine dust]. *Internet-Vestnik VolGASU*, 2014, iss. 3(34), paper 11. URL: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=51&coverno=118>
3. Vlasov A., Gorelov A. [Coordination of ramp metering to highway]. *Naukovedenie* [World of Science. Pedagogy and psychology], 2014, iss. 2 (21). URL: <http://naukovedenie.ru/?p=issue-2-14>

4. Berg van den M. Integrated Control of Mixed Traffic Networks Model Predictive Control. *TRAIL Thesis Series T 2010/4* – The Netherlands TRAIL Research School, 2010. 17 p.
5. Kotsialos D., Papageorgiou M., Messmer A. Optimal coordinated and integrated motorway network traffic control. *Proc. of 14th Int. Symposium of Transportation and Traffic Theory (ISTTT)*. Jerusalem, Israel, 1999. Pp. 621—644.
6. Shevtsova A. G., Borovskoi A. E. [Method of traffic capacity estimation of regulated cross-roads]. *Problemy kachestva i ekspluatatsii avtotransportnykh sredstv: materialy VIII mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii, 21—23 maya 2014 g. Penza* [Problems of quality and operation of trucking facilities. Proc. of VIII Int. sci.-tech. conf., 21—23 May, 2014]. Penza, PSUACE Publ., 2014. Pp. 253—260.
7. Webster F. V., Cobbe B. M. *Traffic Signals Road Research Technical Paper. № 56*. Her Majesty's Stationery Office, London, 1966. 111 p.
8. Jiang X., Qiu Y., Ruan S. J. An approach to optimize the settings of actuated signals. *Journal of Modern Transportation*, 2011, 19(1), pp. 68—74. DOI: 10.1007/BF03325742.
9. Vlasov A. A., Orlov N. A. [Coordination of traffic lights under the conditions of traffic jams]. *Problemy kachestva i ekspluatatsii avtotransportnykh sredstv: materialy VIII mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii, 21—23 maya 2014 g. Penza* [Problems of quality and operation of trucking facilities. Proc. of VIII Int. sci.-tech. conf., 21—23 May, 2014]. Pp. 127—131.
10. Kerner B. S. *The Physics of Traffic*. Berlin, New York, Springer, 2004. 630 p.
11. Serova E. Yu., Sapozhkova N. V. [Assessment of the state of the traffic organization of the street and road network in Volgograd]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2015, iss. 40(59), pp. 208—218.
12. Ostroukh A. V., Polgun M. B. Automation of processes supervisory control urban passenger transport. *International Journal of Advanced Studies (iJAS)*, 2013, 3(3), pp. 3—9. DOI: <http://dx.doi.org/10.12731/2227-930X-2013-3-1>.
13. Parent M. Advanced Urban Transport: Avtomation is on the way. *Intelligent systems*. March/April 2007. Pp. 9—10.
14. Marsden G., Kelly C., Nellthorp J. The likely impacts of target setting and performance rewards in local transport. *Transport Policy*, 2009, 16(2), pp. 55—97.

For citation:

Serova E. Yu. [Possible ways to increase traffic capacity of the street and road network]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 84—94.

About author:

Serova Elena Yur'evna — Candidate of Engineering Science, Docent, Docent of Construction and Operation of Transport Works Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, info@vgsu.ru

УДК 628.356.3

А. В. Арашаев^{а, в}, В. Ю. Борисова^б, В. А. Онкаев^в, Н. С. Серпокрылов^а, А. Халил^а

^а *Донской государственный технический университет*

^б *Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
имени М. И. Платова*

^в *Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова*

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОТЕКАНИЯ СОРБЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ОБРАБОТКЕ ВОДЫ С ВЫСОКИМ СОЛЕСОДЕРЖАНИЕМ

Приводятся описания проведенных экспериментальных исследований сорбционных свойств шоколадной глины на примере Калмыцкого месторождения.

К л ю ч е в ы е с л о в а: солесодержание, цеолиты, жесткость, водоподготовка.

Природные воды Республики Калмыкии, в основном имеют солесодержание, превышающее нормативные величины для хозяйственно-питьевого потребления, а также нормы для водопоя животных. Поиск, обоснование и разработка методов снижения солесодержания вод для республики имеет социальное, экологическое и экономическое значения. Высоким солесодержанием отличается вода Республики Калмыкии, качество которой в источниках хозяйственно-питьевого водоснабжения не позволяет использовать ее для питья и производства продуктов питания без предварительной очистки по специальным технологиям.

Оценим известные методы снижения солесодержания вод применительно к условиям Республики Калмыкии с учетом современных технологий и местных материалов.

Совершенствование мембранных и вакуумных технологий позволяет создавать компактное высокопроизводительное оборудование для очистки вод сложного состава, в частности применять сорбционные технологии [1, 2].

Адсорбция органических молекул из водных растворов зависит от разности энергий адсорбционного взаимодействия молекул компонентов раствора с атомами поверхности адсорбента и энергии взаимодействия органической молекулы с молекулами воды.

Широкое применение в промышленности нашли активные угли. Поверхность кристаллитов углерода электронейтральна, и адсорбция определяется дисперсионными силами взаимодействия. Структура углей представлена совокупностью пор всех размеров, а адсорбционная емкость и скорость адсорбции зависят от содержания микропор в единице массы или объема.

В последнее время стали проводиться углубленные исследования таких сорбентов, как цеолиты. Это алюмосиликаты, отличающиеся строго регулярной структурой пор, которые в обычных условиях заполнены молекулами воды. У них имеются адсорбционные емкости, соединенные друг с другом входами-окнами. Поглощаются те молекулы, размер которых меньше диаметра входного окна [3, 4].

Промышленное применение находят клиноптилолит, морденит. Большой интерес представляет сорбент со «вкусным» названием — шоколадная глина

(рис. 1). Шоколадные глины, как правило, высокодисперсны, характеризуются развитой поверхностью и являются хорошими сорбентами (особенно для полярных веществ). Для глинистых минералов, так же как и для цеолитов, наряду с ионным обменом характерны физическая и молекулярная сорбция. Также наблюдается небольшая способность к анионному обмену.



Рис. 1. Шоколадная глина

По характеру распространения отмечаются два типа шоколадных глин: сплошной и мозаичный. Первый развит в пределах большей части волжской долины, на ее левобережье и в долине Среднего Урала. Прерывистый тип отмечается в Калмыкии и дельте Волги.

Анализ опорных разрезов шоколадных глин на всех участках их распространения показывает, что для них характерны субфации:

- 1) монолитные неслоистые либо скрытослоистые разности исключительно глинистого состава, с редкими тонкостворчатыми раковинами моллюсков;
- 2) тонкое переслаивание шоколадных глин с песками, часто содержащими обильные раковины раннехвалынских моллюсков;
- 3) чередованием пачек массивных глин, слоистых глин и песков, включающих раковины раннехвалынских моллюсков.

Известно, что адсорбционные свойства глин могут быть существенно изменены в результате химического инициирования, которое можно проводить неорганическими и органическими катионами, силикаторганическими соединениями, азотсодержащими и другими веществами. Ярким примером такого процесса является обработка глин растворами сильных кислот.

Этот процесс получил название «кислотная активация». Можно предположить, что в результате использования более концентрированных растворов происходит не только ионный обмен, но и молекулярная сорбция. Применение активированных глин вместо природных позволяет получить высокоочищенные продукты, значительно уменьшить их потери, снизить количество адсорбентов, необходимых для очистки, и, следовательно, сократить расходы на их перевозку. Также они обладают повышенными адсорбционными свойствами [5].

Так как кристаллическая структура глины образована тетраэдрами SiO_4 и AlO_4 , то для инициирования их сорбционных свойств можно использовать ортофосфорную H_3PO_4 , серную H_2SO_4 и соляную HCl кислоты. В результате можно получить ионит для извлечения из воды солей жесткости Ca^{2+} и Mg^{2+} .

Опыт эффективного применения природных сорбционных и ионообменных материалов в других регионах для обработки природных вод с высоким содержанием соли стал побудительным образцом для изучения возможности использования местных аналогичных материалов в Республике Калмыкия.

Исследованные пробы воды характеризуются неудовлетворительными органолептическими свойствами (регламентов по цветности и мутности). По солевому составу исследованная проба воды относится к гидрокарбонатному классу вод кальциевого типа и отвечает требованиям*: содержание основных микроэлементов в долях от ПДК составляет: кальций — 0,46, магний — 0,27, бикарбонаты — 0,56, хлориды — 0,52, сульфаты — 0,22 единиц.

Такое качество воды не позволяет использовать ее для питьевого водоснабжения как населения, так и сельскохозяйственных животных, разведением которых занимаются в данном регионе страны.

Исследования по снижению солесодержания проводились в лабораторных условиях с использованием вышеперечисленных методик по активации шоколадной глины из местного месторождения.

Методика активирования заключается в следующем: образцы глин предварительно измельчали, фиксированные навески помещали в стаканы, добавляли дистиллят, водопроводную воду, подземную воду из скважины водопоя овец, а также растворы минеральных кислот, изредка перемешивая смесь (рис. 2).



Рис. 2. Процесс перемешивания проб

Контроль солесодержания проводили по электропроводности жидкостей (mS) через 30 мин (табл. 1). Солесодержание вод, мг/л: дистиллированной — 5; водопроводной — 1680; из скважины — 17 800.

* ГОСТ 2874—82. Вода питьевая и современные гигиенические требования к качеству питьевой воды.

Таблица 1

Результаты взаимодействия вод и кислот с шоколадной глиной

№ пробы	Описание, отношение жидкой фазы к сухой 2:1	Солесодержание М, mS	Солесодержание, М, мг/л	Примечание
1	Дистиллированная вода +ШГ	459	298,4	Без активации кислотой
2	Водопроводная вода + ШГ	696	452,4	Без активации кислотой
3	Вода из скважины +ШГ	2712	1762,8	Без активации кислотой
4	H ₃ PO ₄	902×10	5863	Разб. в 5 р.
5	H ₃ PO ₄	777×10	5050,5	Разб. в 10 р.
6	HCl	983×10	6389,5	Разб. в 10 р.
7	H ₂ SO ₄	985×10	6402,5	Разб. в 10 р.

Примечание: ШГ — шоколадная глина.

Из анализа данных табл. 1 следует, что в пробах с добавлением кислот солесодержание в несколько раз больше, чем в других, т. е. произошло модифицирование пор шоколадной глины. Эти изменения выражаются в значительном разрушении октаэдрических слоев, в результате растворения оксидов алюминия, магния и железа. Полученные результаты указывают на принципиальную возможность использования местных шоколадных глин (Республики Калмыкии) для обработки вод с высоким солесодержанием как в стационарных условиях очистных сооружений, так и в полевых условиях выпаса животных, что определяет необходимость дальнейших исследований.

Вторая серия опытов (рис. 3) проведена на установке, в состав которой входили фильтры со следующей загрузкой: зеленым песком Greend Sand, активированным углем, узлами обратного осмоса и мембранного фильтра. Была добавлена еще одна ступень обработки воды из скважины — фильтр с загрузкой из шоколадной глины, прошедшей высокотемпературную термическую обработку. Воду на установку подавали из скважины водопоя овец, ее солесодержание составляет 1556 mS.



Рис. 3. Экспериментальная установка

Время пребывания воды в установке составляло 15...20 мин.

Можно видеть (рис. 4), что солесодержание очищенных вод с исходных 2712 mS уменьшается практически до уровня дистиллированной воды (350...400 mS). Из этого следует, что, обработав часть воды скважины на установке, можно смешать ее с исходной, обеспечив нормативное солесодержание.

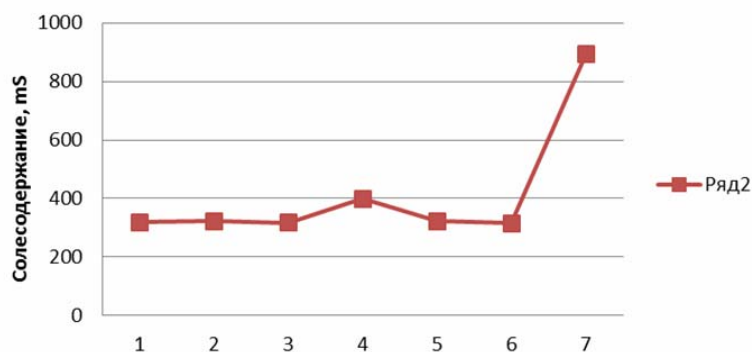


Рис. 4. Солесодержание обработанной воды в зависимости от режима обработки на установке: 1 — мембрана; 2 — осмотическая установка; 3 — резервуар с добавлением NaCl; 4 — зеленый песок Greend Sand; 5 — зеленый песок Greend Sand и активированный уголь АУ; 6 — активированный уголь; 7 — загрузка из термообработанной глины

На рис. 5, 6 представлены диаграммы сравнения обработки скважинной воды по ряду других показателей: pH, щелочности (Щ), ионов железа (Fe), хлора (Cl^-), жесткости (Ж).

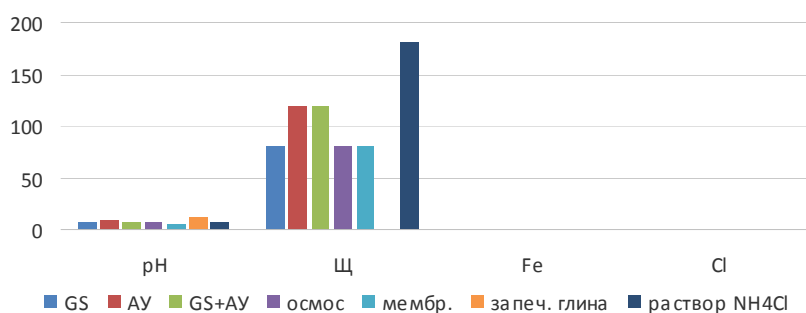


Рис. 5. Зависимость показателей от загрузки фильтров

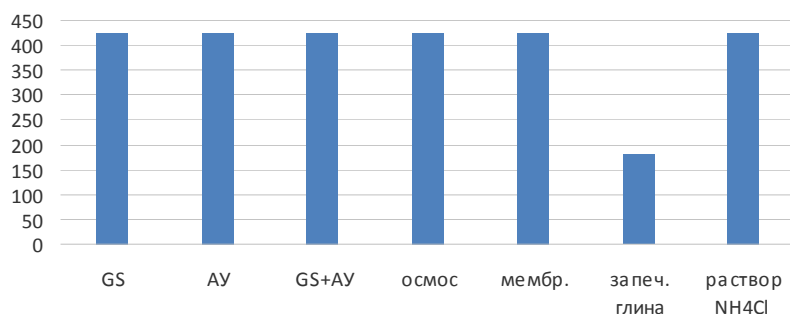


Рис. 6. Зависимость жесткости от типа загрузки фильтров

Таким образом, принципиально возможно использование шоколадных глин Республики Калмыкии для технологии сорбции на селективном сорбенте, что сможет обеспечивать очистку вод с высоким содержанием солей в условиях очистных сооружений, так и в полевых условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мобильно-картриджные системы децентрализованного водоснабжения малых населенных мест / В. А. Онкаев, М. Ю. Баринев, Н. С. Серпокрялов, О. А. Грибова, М. Ю. Серегин // Водоснабжение и канализация. 2010. № 4. С. 83—87.
2. Павлов Д. В., Лакеев Д. Б. Очистка сточных вод с высоким содержанием соли // Экология производства: научно-практический журнал. 2012. № 7. С. 68—71.
3. Гончаров Ю. Н. Совершенствование технологии очистки высокоминерализованных вод поверхностных источников: дис... канд. техн. наук. Волгоград, 2014. 149 с.
4. Адсорбция органических веществ из воды / А. М. Когановский, Н. А. Клименко, Т. М. Левченко, И. Г. Рода. Л.: Химия, 1990. 256 с.
5. Панов В. П., Нифонтов Ю. А., Панин А. В. Теоретические основы защиты окружающей среды. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 320 с.

© Арашаев А. В., Борисова В. Ю., Онкаев В. А., Серпокрялов Н. С., Халил А., 2016

Поступила в редакцию
в июне 2016 г.

Ссылка для цитирования:

Исследование особенностей протекания сорбционных процессов в обработке воды с высоким содержанием / А. В. Арашаев, В. Ю. Борисова, В. А. Онкаев, Н. С. Серпокрялов, А. Халил // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 95—101.

Об авторах:

Арашаев Александр Владимирович — аспирант кафедры водоснабжения и водоотведения, Донской государственной технической университет. Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162, корп. 4; старший преподаватель кафедры строительства, Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова. Российская Федерация, г. Элиста, ул. Пушкина, 11, sasha-arashaev@yandex.ru

Борисова Вита Юрьевна — канд. техн. наук, доцент кафедры водного хозяйства, инженерных сетей и защиты окружающей среды, Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова, Российская Федерация, 346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, vita-borisova@yandex.ru

Онкаев Виктор Аджиевич — канд. техн. наук, доцент кафедры строительства, Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова. Российская Федерация, г. Элиста, ул. Пушкина, 11, vik.onkaev@yandex.ru

Серпокрялов Николай Сергеевич — д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры водоснабжения и водоотведения, Донской государственной технической университет. Российская Федерация, 344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162, корп. 4, nik.serpokrilov@yandex.ru

Ахмед Соби Авед эль Сайед Халил — аспирант кафедры водоснабжения и водоотведения, Донской государственной технической университет. Российская Федерация, 344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162, корпус 4, ahmed.khalil@eng.kfs.edu.eg

A. V. Arashaev, V. Yu. Borisova, V. A. Onkaev, N. S. Serpokrylov, A. Khalil

THE STUDY OF THE CHARACTERISTICS OF SORPTION PROCESSES IN TREATMENT OF WATER WITH HIGH SALINITY

The article describes the experimental studies of sorption properties of chocolate clay by the example of the Kalmyk field.

Keywords: salinity, zeolites, stiffness, water treatment.

REFERENCES

1. Onkaev V. A., Barinov M. Yu., Serpukrylov N. S., Gribova O. A., Seregin M. Yu. [Mobile and cartridge systems of decentralized water supply in small settlements]. *Vodosnabzhenie i kanalizatsiya* [Water supply and sewerage], 2010, no. 4, pp. 83—87.
2. Pavlov D. V., Lakeev D. B. [Treatment of sewage water with high content of salt]. *Ekologiya proizvodstva: nauchno-prakticheskii zhurnal* [Ecology of production: scientific and practical magazine], 2012, no. 7, pp. 68—71.
3. Goncharov Yu. N. *Sovershenstvovanie tekhnologii ochistki vysokomineralizovannykh vod poverkhnostnykh istochnikov* [Improvement of the technology of purification of highly mineralized waters of surface sources. Diss. Cand. Eng. Sci.]. Volgograd, 2014. 149 p.
4. Koganovskii A. M., Klimenko N. A., Levchenko T. M., Roda I. G. *Adsorbtsiya organicheskikh veshchestv iz vody* [Adsorption of organic substances from water]. Leningrad, Khimiya Publ., 1990. 256 p.
5. Panov V. P., Nifontov Yu. A., Panin A. V. *Teoreticheskie osnovy zashchity okruzhayushchei sredy* [Theoretical principles of environmental protection]. Moscow, Publishing center "Akademiya", 2008. 320 p.

For citation:

Arashaev A. V., Borisova V. Yu., Onkaev V. A., Serpukrylov N. S., Khalil A. [The study of the characteristics of sorption processes in treatment of water with high salinity]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 95—101.

About authors:

Arashaev Aleksandr Vladimirovich — Postgraduate student of Water Supply and Water Disposal Department, Don State Technical University. 4, building, 162, Sotsialisticheskaya St., Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation; Senior Lecturer of Construction Department, Kalmyk State University named after B. B. Gorodovikov. 11, Pushkin St., Elista, Russian Federation, sasha-arashaev@yandex.ru

Borisova Vita Yur'evna — Candidate of Engineering Sciences, Docent of Water Services, Utility Systems and Environmental Protection Department, Platov South-Russian State Polytechnic University. 132, Prosveshcheniya St., Novocherkassk, 346428, Russian Federation, vita-borisova@yandex.ru

Onkaev Viktor Adzhievich — Candidate of Engineering Sciences, Docent of Construction Department, Kalmyk State University named after B. B. Gorodovikov. 11, Pushkin St., Elista, Russian Federation, vik.onkaev@yandex.ru

Serpukrylov Nikolai Sergeevich — Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of Water Supply and Water Disposal Department, Don State Technical University. 4, building, 162, Sotsialisticheskaya St., Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation, nik.serpukrilov@yandex.ru

Ahmed Sobhy Awed el Sayed Khalil — Postgraduate student of Water Supply and Water Disposal Department, Don State Technical University. 4, building, 162, Sotsialisticheskaya St., Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation, ahmed.khalil@eng.kfs.edu.eg

УДК 631.626.8

А. В. Приходченко

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ДРЕНАЖНОГО СТОКА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ АРИДНОЙ ЗОНЫ

Оценка возможности утилизации дренажного стока без изменения его качества заключается в определении объемов, минерализации в пределах рассматриваемого региона, определении состава потребителей воды в народном хозяйстве региона. Приведены основания для заключения результатов технико-экономического обоснования.

К л ю ч е в ы е с л о в а: дренажный сток, аридная зона, оросительная система.

Концепция утилизации дренажного стока (ДС) оросительных систем аридной зоны страны должна базироваться на следующих двух основных принципах:

1) разработке и реализации технологий утилизации дренажного стока должно предшествовать получение на всех стадиях создания и функционирования оросительных систем обосновано минимального объема дренажного стока;

2) дренажный сток рассматривается как нетрадиционный источник воды для нужд народного хозяйства, а не только сельскохозяйственного производства на текущий момент и в перспективе.

Под технологией утилизации ДС понимается способ, метод или программа преобразования дренажного стока из заданного начального состояния в заданное конечное состояние с помощью определенных технических объектов. Совокупность этих технических объектов и элементы природной среды (почвогрунты, растительность и др.) образуют систему утилизации дренажного стока (СУДС). Она является частью гидромелиоративной системы, на входе которой мы имеем дренажный сток, а на выходе — его распределение (без обработки или после нее) по потребителям, в результате чего должна обеспечиваться максимальная эффективность хозяйствования при сохранении экологического благополучия окружающей среды (рис. 1).

Системы утилизации дренажного стока можно представить из четырех подсистем (S_1, S_2, S_3, S_4 [1]), реализующих соответственно четыре фундаментальные функции:

Φ_1 — технологическая функция — обеспечивает превращение исходного материала (дренажный сток) A_0 в конечный продукт A_k (пресная вода, рассолы, соли и др.);

Φ_2 — энергетическая функция — превращает вещество или извне полученную энергию P в конечный вид энергии P_0 , необходимый для реализации технологической функции Φ_1 ;

Φ_3 — функция управления — осуществляет управляющие воздействия I_1 и I_2 на подсистемы S_1 и S_2 в соответствии с заданной программой Q и полученной информацией I_1^0, I_2^0 о количестве и качестве выработанных конечного продукта A_k и конечной энергии P_k [2];

Φ_4 — функция планирования — собирает (получает) информацию Q^0 о производственном конечном продукте A_k и определяет потребные Q качественные и количественные характеристики конечного продукта [3].

В основу такого представления СУДС положена закономерность функционального строения обрабатывающих (технологических) машин.

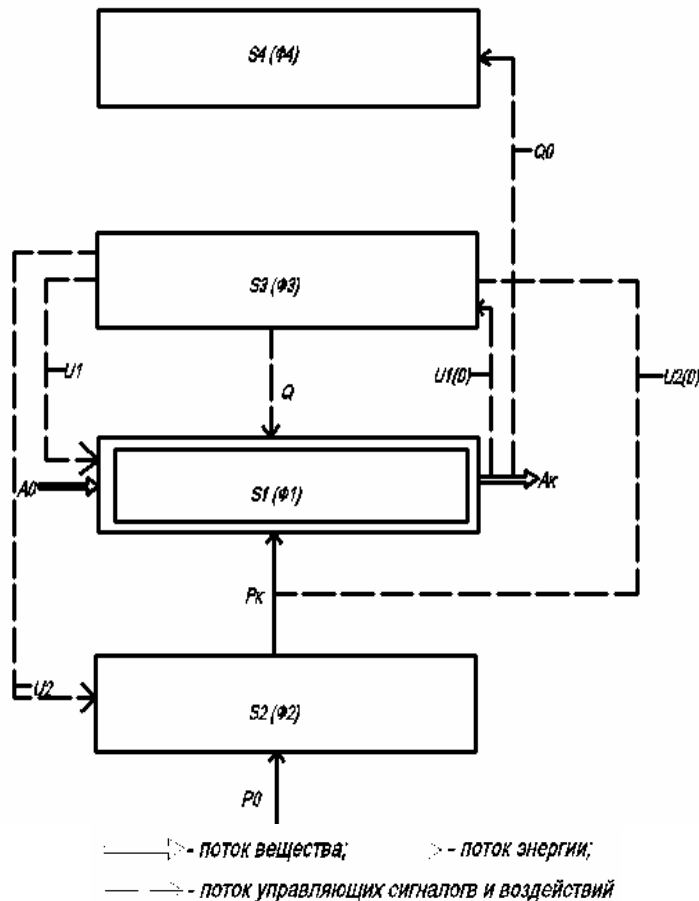


Рис. 1. Обобщенная функциональная структура системы для утилизации дренажного стока гидромелиоративных систем

Выбор, обоснование и проектирование системы полной утилизации дренажного стока необходимо проводить применительно к двум исходным ситуациям:

для проектируемой гидромелиоративной системы (ГМС), когда анализ среды проектирования показывает, что дренаж необходим;

для существующей ГМС, когда дренаж уже построен или заказан проект на его строительство.

В первом случае получение оптимального решения системы полной утилизации дренажного стока должно осуществляться в рамках решения общей оптимизационной задачи по выбору и обоснованию основных параметров ГМС в целом.

Во втором случае рассматриваемая задача несколько упрощается за счет очевидного сокращения числа возможных вариантов и может решаться самостоятельно.

Предъявляются следующие требования к технологиям утилизации дренажного стока оросительных систем, исходным данным:

1) разработке и реализации технологий утилизации ДС должно предшествовать на всех стадиях создания и функционирования гидромелиоративных систем получение обосновано минимального объема дренажного стока;

2) ДС рассматривается как нетрадиционный источник воды для нужд народного хозяйства на текущий период и в перспективе;

3) при конструировании и размещении систем утилизации ДС следует учитывать в комплексе климатические, почвенные, геологические, гидрогеологические, биологические, хозяйственные, экологические и экономические условия региона;

4) выявление наиболее эффективных решений по утилизации ДС необходимо выполнять на основе анализа достаточно большого числа репрезентативных предпроектных вариантов;

5) технологии утилизации ДС должны быть природоохранными, ресурсо- и энергосберегающими;

6) технологии утилизации ДС должны предусматривать максимально возможное использование его полезных свойств;

7) разрабатываемые варианты утилизации ДС должны вписываться в конструкции гидромелиоративных систем и технологические процессы потенциальных потребителей;

8) комплексы утилизационных сооружений должны иметь модульную основу, позволяющую без изменения технологии варьировать их производительность.

Функциональные требования к технологиям утилизации дренажного стока можно рассматривать как производительность системы утилизации ДС (СУДС), которая должна определяться на основе долгосрочных прогнозов динамики основных параметров стока (объем, минерализация, химический состав) и соответствующих запросов со стороны потенциальных потребителей ДС*.

Предварительную оценку прогноза минерализации стока следует выполнять балансовым методом, исходя из конструкции дренажа.

В условиях Волгоградской области среднегодовой модуль ДС изменяется в пределах 0,01...0,25 л/с/га. Производительность СУДС по площади дренажа приведена в табл.

Производительность системы утилизации дренажного стока по площади дренажа

Площадь дренажа, га	100	1 000	10 000
Производительность СУДС при модуле ДС, тыс. м ³ /год			
$q = 0,01$ л/с/га	31,5	315,4	3153,6
$q = 0,25$ л/с/га	788,0	7884,0	78 840,0

* Требования к качеству воды для орошения // Вестник сельскохозяйственной науки. 2000. С. 74.

Выбор потребителей ДС необходимо проводить на основе анализа современной и перспективной структуры водопользования в районе (регионе) создания гидромелиоративных систем. При оценке альтернативных вариантов потребителей ДС следует учитывать:

- 1) годовой объем потребления ДС;
- 2) дополнительный чистый доход за счет использования ДС;
- 3) дополнительные затраты на регулирование параметров (обработку) ДС;
- 4) затраты на утилизацию побочных продуктов обработки ДС.

Проводящая сеть СУДС должна обеспечивать связь между всеми элементами технологической цепочки и иметь минимальную удельную протяженность.

Транспортирование дренажного стока должно выполняться с минимальными потерями на фильтрацию из проводящей сети (КПД 0,95), а продуктов обработки ДС (солей и рассолов) — без потерь [4].

При использовании в качестве проводящей сети углубленные естественные русла пересыхающих рек транспортирование ДС по ним должно происходить при положении свободной поверхности потока на 1,0...1,5 ниже глубины залегания уровня грунтовых вод на близлежащей территории [5].

Технологии утилизации дренажного стока при реализации функции «обработка» должны обеспечивать регулирование параметров ДС:

- снижение общей минерализации воды;
- изменение соотношения ионов;
- корректировку pH, жесткости, ХПК, БПК;
- очистку от биогенов, пестицидов, гербицидов, ядохимикатов;
- снижение мутности;

обогащение ДС мелиорантами, удобрениями, микроэлементами, в соответствии с требованиями потенциальных потребителей ДС или требованиями технологий, применяемых для обработки ДС (водоподготовка).

В качестве критериев качества воды используются три категории оценок:

- 1) показатели, которые характеризуют свойства воды и содержание веществ, необходимых для нормального функционирования блок-компонентов потребителя (верхний и нижний пределы их численных значений);
- 2) показатели, которые характеризуют наличие веществ в воде, отрицательно воздействующих в определенных количествах на отдельные блок-компоненты потребителя и нормируемые по предельно допустимой концентрации (ПДК);
- 3) показатели, которые характеризуют вещества, содержание которых в воде недопустимо или допустимо в микроколичествах.

В основу разрабатываемых технологий утилизации ДС должен быть положен принцип непрерывности процесса его обработки.

Требования надежности (безотказность, долговечность, сохраняемость и ремонтпригодность технических средств) технологий утилизации ДС должны гарантировать выполнение главной функции технологии в течение запланированного срока службы ГМС (25—30 лет). Последний должен быть увязан с долговечностью потребителей ДС системы.

Требование по трудоемкости создания и функционирования СУДС: технологический процесс утилизации ДС должен проходить при рациональном соотношении трудоемкости выполнения основных операций (транспортирова-

ние, аккумуляция, обработка) с величинами, отражающими эффективность технологии в целом — степенью полезного использования ДС в народном хозяйстве, что, в свою очередь, характеризует степень безотходности технологий производства сельскохозяйственной продукции на мелиорируемых землях.

Требование технологических возможностей или наследственности: технология утилизации ДС гидромелиоративных систем должна базироваться на максимальном использовании существующих, проверенных практикой технических решениях, чтобы избежать дополнительных затрат на создание опытных образцов, испытания технологического оборудования, приспособления и инструменты для производства новых изделий.

Требование использования материалов: технология утилизации ДС должна иметь максимально возможный коэффициент полезного использования материала (отношение массы технических объектов СУДС к массе материалов, израсходованных на их создание).

Требование расчленения технологии на операции: технология утилизации ДС должна иметь обоснованно минимальное количество составляющих операций, а их выполнение должно быть в максимальной степени совмещено во времени. Например, целесообразно сочетать выполнение системой функций «транспортирование» и «обработка», используя энергию движущегося потока для растворения и перемешивания веществ в воде, позволяющих улучшить параметры ДС.

Выбор того или иного варианта технологии утилизации ДС должен быть обоснован экономическим расчетом, исходя из критерия минимума приведенных затрат. Основными направлениями снижения приведенных затрат являются:

- 1) снижение расходов материалов на создание технических объектов, реализующих технологию;
- 2) снижение расхода энергии на функционирование элементов системы;
- 3) использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии (например, энергии климата);
- 4) снижение габаритных размеров элементов системы;
- 5) снижение затрат на информационное обеспечение управления, планирования и технологического контроля утилизации ДС.

Требование эргономичности: технологии утилизации ДС должны обеспечивать максимальный коэффициент полезного действия человека в системе «человек — технические объекты», реализующие рассматриваемую технологию.

Требование безопасности: технологии должны обеспечивать полную безопасность работающих или окружающих людей.

Оценка возможности утилизации ДС без изменения его качества (методологический аспект) включает в себя:

- 1) определение объемов минерализации в пределах рассматриваемого региона (современное состояние и прогноз изменения этих параметров на перспективу);
- 2) определение состава потребителей воды в народном хозяйстве данного региона, их требований к объему водопотребления и качеству воды во временном разрезе (современное состояние и перспективы);
- 3) сопоставление требований потенциальных потребителей воды и характеристик дренажного стока;

4) заключение о возможности, экономической и экологической целесообразности частичного или полного перевода потребителей на использование в технологических процессах дренажных вод без изменения их качества. Основанием для заключения являются результаты соответствующего технико-экономического обоснования.

Принципиальным отличием предлагаемого подхода от предпринимаемых ранее является рассмотрение дренажного стока гидромелиоративных систем как нетрадиционного источника воды для нужд народного хозяйства на текущий момент и в перспективе. Предусматривается пять основных вариантов использования дренажных вод:

- в качестве среды;
- теплоносителя;
- сырья, растворителя;
- энергоносителя;
- смешанное использование.

Для облегчения поиска альтернативных вариантов утилизации дренажных вод в процессе детального изучения структуры и объемов водопользования в районе предполагаемого создания гидромелиоративных систем рекомендуется использовать разработанный классификатор потенциальных потребителей дренажного стока (ППДС).

Назначение классификатора — информация о принципиально возможных вариантах утилизации дренажного стока в отраслях народного хозяйства, учет, планирование и управление в области рационального водопользования. Область применения классификатора — аридная зона России.

Классификатор ППДС охватывает 15 отраслей народного хозяйства: сельское хозяйство, энергетика, нефтяная промышленность, угледобывающая промышленность, металлургия, химическая промышленность, лесная, деревообрабатывающая, лесохимическая, бумажная промышленность, строительная индустрия, легкая промышленность, коммунально-бытовое хозяйство, другие виды использования дренажного стока. Всего предлагается к рассмотрению 290 вариантов. Анализ классификатора показал, что виды использования дренажных вод распределились следующим образом: в качестве теплоносителя — 66 %, энергоносителя — 10 %, сырья и растворителя — 8 %, среды — 4 %, смешанное использование — 12 %.

Большинство существующих технологий были созданы в период экстенсивного развития народного хозяйства, когда водные ресурсы были доступными и не оценивались должным образом сложность экологической ситуации [6]. Поэтому технологии, как правило, были ориентированы на применение воды питьевого качества, что нашло отражение в предъявляемых требованиях к ее качеству. В настоящее время эти требования и соответствующие технологии должны быть пересмотрены на предмет максимально возможного полезного использования сточных вод, включая дренажные.

Более детальная, количественная оценка возможности утилизации дренажного стока без изменения его качества требует обязательной конкретной привязки (участок, система, район, область) [7].

Вывод. Оценивая в целом ситуацию с перспективой захоронения ДС в глубокие водоносные горизонты в Волгоградской области, следует отметить, что в геолого-гидрогеологическом отношении в пределах данного региона имеются коллекторы, способные принять часть ДС гидромелиоративных систем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Половинкин А. П. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988. 368 с.
2. Николадзе Г. И. Технологии очистки природных вод. М.: Высшая школа, 1987. 479 с.
3. Справочник по свойствам, методам анализа и очистки воды / Л. А. Кульский, И. Т. Гороновский, А. М. Когановский, М. А. Шевченко. Киев, 1980. С. 42—526.
4. Degremont. Технический справочник по обработке воды. В 2 томах. Т. 1 / пер. с фр. СПб.: Новый журнал, 2007. 920 с.
5. Алексеев Л. С. Контроль качества воды. М.: ИНФРА-М, 2004. 154 с.
6. Матрасулов Д., Кулматов Р. А. Моделирование и усовершенствование методов мониторинга коллекторно-дренажного стока // Водные ресурсы. 2007. Т. 22. № 3. С. 37—46.
7. Маслов Б. С. Повышение устойчивости земледелия и научно-технический прогресс в мелиорации // Вестник сельскохозяйственной науки. 2000. № 1. С. 138—144.

© Приходченко А. В., 2016

Поступила в редакцию
в марте 2016 г.

Ссылка для цитирования:

Приходченко А. В. Концептуальный подход к решению проблемы утилизации дренажного стока орошительных систем аридной зоны // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 102—109.

Об авторе:

Приходченко Анна Владимировна — старший преподаватель кафедры водоснабжения и водоотведения, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолГАСУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, viv_vgasu@mail.ru

A. V. Prikhodchenko

CONCEPTUAL APPROACH TO THE PROBLEM OF DRAIN WATER DISPOSAL OF IRRIGATION SYSTEMS IN ARID ZONE

The assessment of the possibility of drain water disposal without changing its quality involves the determination of the volume and mineralization in the considered area, the determination of water consumers in the regional economy. The grounds for the results of the feasibility study are provided.

Key words: drain water, arid zone, irrigation system.

REFERENCES

1. Polovinkin A. P. *Osnovy inzhenernogo tvorchestva* [Principles of engineering creativity]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1988. 368 p.
2. Nikoladze G. I. *Tekhnologii ochistki prirodnikh vod* [Technologies of natural water purification]. Moscow, Vysshaya Shkola Publ., 1987. 479 p.
3. Kul'skii L. A., Goronovskii I. T., Koganovskii A. M., Shevchenko M. A. *Spravochnik po svoistvam, metodam analiza i ochistki vody* [Reference book on properties, analysis methods and water purification]. Kiev, 1980. Pp. 42—526.
4. Degremont. *Tekhnicheskii spravochnik po obrabotke vody. V 2 tomakh. T. 1* [Degremont. Technical reference book on water treatment. In 2 volumes. v. 1]. Translated from French. Saint Petersburg, Novyi Zhurnal Publ., 2007. 920 p.
5. Alekseev L. S. *Kontrol' kachestva vody* [Water quality control]. Moscow, INFRA-M Publ., 2004. 154 p.
6. Matrasulov D., Kulmatov R. A. [Modeling and improvement of methods of monitoring of collector and drainage water]. *Vodnye resursy* [Water resources], 2007, 22(3), pp. 37—46.
7. Maslov B. S. [Increase in the stability of agriculture and scientific and technical progress in melioration]. *Vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Bulletin of agricultural sciences], 2000, no. 1, pp. 138—144.

For citation:

Prikhodchenko A. V. [Conceptual approach to the problem of drain water disposal of irrigation systems in arid zone]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 102—109.

About author:

Prikhodchenko Anna Vladimirovna — Senior Lecturer of Water Supply and Disposal Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, viv_vgasu@mail.ru

УДК 331.438

Е. В. Стасева, С. Л. Пушенко

Донской государственный технический университет

**МАТЕРИАЛЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ ТРУДА
КАК ОСНОВА ДЛЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ
ПО ЗАЩИТЕ ЧЕЛОВЕКА НА ПРОИЗВОДСТВЕ**

Приводятся данные о результатах проведения специальной оценки условий труда на рабочих местах ОАО «Масложиркомбинат „Армавирский“», предлагается система мер, направленных на предупреждение несчастных случаев на производстве, снижение риска развития отклонений в состоянии здоровья работников, предотвращение или уменьшение неблагоприятных последствий влияния условий труда на работающих.

Ключевые слова: охрана труда, специальная оценка условий труда, профессиональное заболевание, условия труда, вредные производственные факторы.

Охрана труда — одно из основных направлений государственной внутренней политики. Государство является гарантом справедливой социальной политики, координатором интересов всех групп общества. В ст. 37 п. 3 Конституции РФ определена обязанность государства защищать право каждого человека на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены¹. Направления государственной политики в области охраны труда обозначены в ст. 210 ТК РФ².

Поэтому от работников службы охраны труда требуется постоянное совершенствование методов работы при решении задач в области защиты человека на производстве, а именно:

- организация и содержание работы по обеспечению безопасности производства;

- умение анализировать и оценивать опасные и вредные факторы производственного процесса и оборудования;

- принимать необходимые меры по предотвращению аварийных ситуаций;

- проводить обоснование выбора оптимальных экономически обоснованных методов и средств их индивидуальной и коллективной защиты.

Специальная оценка условий труда (СОУТ)³ позволяет получить объективную картину состояния условий труда по степени воздействия опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ), определить классы условий труда.

В соответствии с положениями Постановления Минтруда РФ от 24.01.2014 г. № 33н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению» проведена оценка условий труда на

¹ Конституция Российской Федерации от 12 декабря 1993 г. (с изменениями на 21 июля 2014 г.).

² Трудовой кодекс РФ от 26 декабря 2001 г. (с изменениями на 5 октября 2015 г.).

³ Федеральный закон Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».

58 рабочих местах ОАО «Масложиркомбинат „Армавирский“» и установлены классы условий труда. Все результаты СОУТ зафиксированы в сводной ведомости проведения специальной оценки условий труда⁴.

Анализ условий труда работников по материалам СОУТ включал следующие этапы [1, 2]:

- 1) идентификация опасных и вредных производственных факторов и выявление наиболее опасных факторов условий труда;
- 2) изучение и обобщение материалов специальной оценки условий труда в сводные таблицы с выводом диаграмм распределения количества рабочих мест с опасными и вредными условиями труда;
- 3) разработка инженерных мероприятий по обеспечению безопасных и безвредных условий труда на предприятии.

По результатам анализа определен перечень факторов производственной среды, подлежащих оценке при проведении СОУТ.

Основными вредными факторами на предприятии являются: растительная пыль, пары бензина, повышенная и пониженная температура воздуха в помещении (микроклимат), вибрация, шум, световая среда, химический фактор, напряженность и тяжесть труда.

Опасные производственные факторы: электрический ток, вращающиеся и движущиеся механизмы, горячие поверхности.

Трудовой процесс осуществляется в определенных условиях производственной среды, характеризующихся совокупностью элементов и факторов материально-производственной среды и влияющих на трудоспособность и состояние здоровья человека в процессе работы. Производственная среда и факторы трудового процесса составляют в совокупности условия работы [3].

На здоровье человека, его жизнеспособность и жизнедеятельность большое влияние оказывают опасные и вредные факторы. Опасность — это следствие такого действия некоторых факторов на человека, которое при их несоответствии физиологическим характеристикам человека предопределяет феномен самой опасности. Опасный фактор — это действие на человека, которое в определенных условиях приводит к травме, а в отдельных случаях к внезапному ухудшению здоровья или смерти. Вредный фактор — это фактор действия на человека, который в определенных условиях приводит к заболеваниям или снижению трудоспособности.

Воздействие шума может привести к сочетанию профессиональной тугоухости (неврит слухового нерва) с функциональными расстройствами центральной нервной, вегетативной, сердечно-сосудистой и других систем, которые могут рассматриваться как профессиональное заболевание — шумовая болезнь. Профессиональный неврит слухового нерва (шумовая болезнь) чаще всего встречается у рабочих различных отраслей машиностроения, текстильной промышленности и проч. Случаи заболевания встречаются у лиц, работающих на ткацких станках, с рубильными, клепальными молотками, обслуживающих прессоштамповочное оборудование, у испытателей-мотористов и других профессиональных групп, длительно подвергающихся интенсивному шуму [3].

⁴ Результаты специальной оценки условий труда на рабочих местах ОАО «Масложиркомбинат „Армавирский“».

Находящиеся в воздухе аэрозоли и пыли, имеющие различное происхождение и дисперсионный состав, оказывают негативное воздействие на дыхательные пути, слизистую оболочку глаз и кожный покров. Пыль есть везде, и она различна по концентрации. Понятно, что для людей, работающих в офисе, показатель АПФД можно и не измерять. И совсем другое дело — сырьевой цех, расположенный на территории ОАО «Масложиркомбинат „Армавирский“», где растительная пыль, попадая на кожу, забивает сальные железы, не давая коже дышать, а попадая в организм человека ингаляционным путем, оседает в легких. Со временем постоянное воздействие этих факторов приводит к развитию профессиональных заболеваний [4].

Методы гигиенического исследования (отбор проб, их количественная и качественная оценка, применяемая аппаратура) указанных видов аэрозолей имеют определенные различия. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД), могут вызывать профессиональные заболевания легких (пневмокониозы, пылевые бронхиты), а также другие хронические заболевания органов дыхания.

На рис. 1 представлена диаграмма распределения количества рабочих мест по классам условий труда.

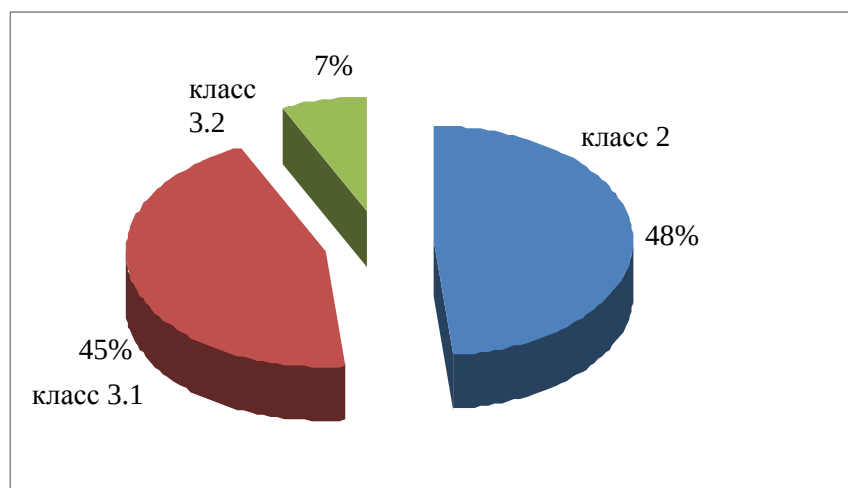


Рис. 1. Распределение количества рабочих мест по классам условий труда

Из диаграммы видно, что 48 % рабочих мест отнесены к классу 2 (допустимый), 45 % — класс 3.1 (вредный) и 7 % рабочих мест с вредными условиями труда класса 3.2.

На 58 рабочих местах предприятия трудятся 242 человека. Как видно из диаграммы, представленной на рис. 2, наибольшее количество рабочих (60 % списочного состава) трудятся в условиях, отнесенных к классу 3.1 (вредные условия), 8 % работников — в условиях труда класса 3.2 (вредные условия) и 32 % рабочих трудятся в допустимых условиях труда — класс 2.

Особое внимание во все времена уделялось оценке условий труда женщин, численность которых на предприятии составляет 101 человек. Из диаграммы, представленной на рис. 3, видно, что почти половина (47 %) работающих женщин трудится в неблагоприятных условиях (класс 3.1 — 39 %, класс 3.2 — 8 %).

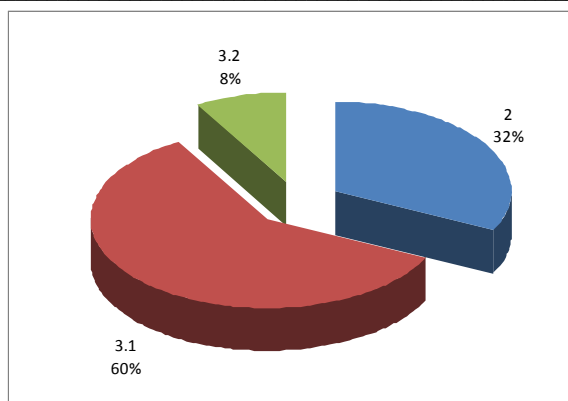


Рис. 2. Распределение количества работников, занятых на рабочих местах, по классам условий труда

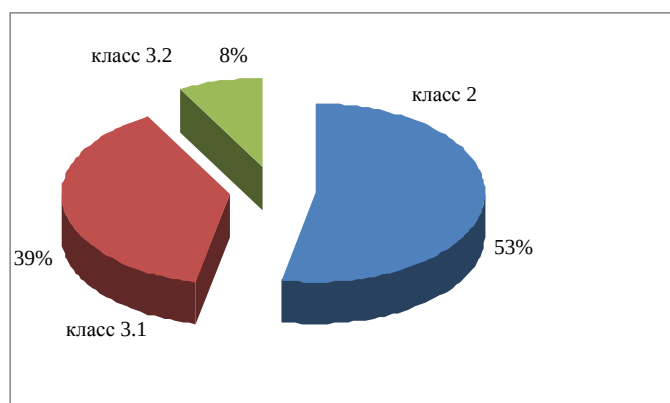


Рис. 3. Распределение рабочих мест женщин по классам условий труда

Распределение рабочих мест мужчин по классам условий труда представлено на рис. 4. К вредным условиям труда отнесены 83 % рабочих мест мужчин, к классу 3.1 — 74 %, к классу 3.2 — 9 %.

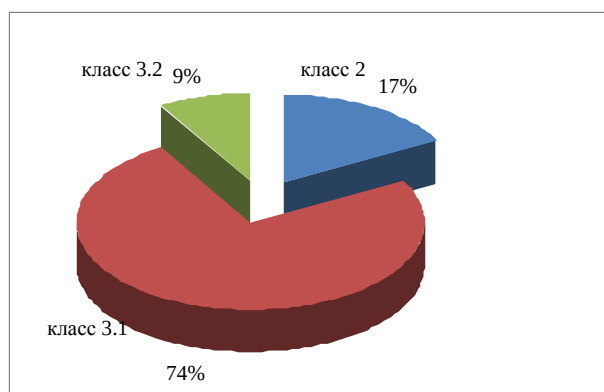


Рис. 4. Распределение рабочих мест мужчин по классам условий труда

Итоговая диаграмма распределения количества рабочих мест по факторам условий труда и трудового процесса представлена на рис. 5.

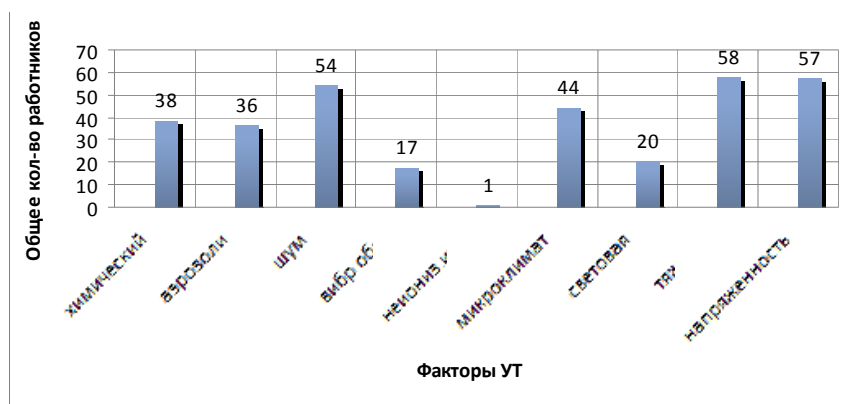


Рис. 5. Распределение количества рабочих мест по факторам условий труда

Из анализа данных, приведенных на рис. 5, видно, что значительное количество рабочих мест подвержено влиянию таких вредных производственных факторов, как химический фактор, аэрозоли, микроклимат, шум, тяжесть и напряженность трудового процесса.

Распределение количества рабочих мест на предприятии по факторам условий труда с учетом класса условий труда (КУТ) представлено на рис. 6.

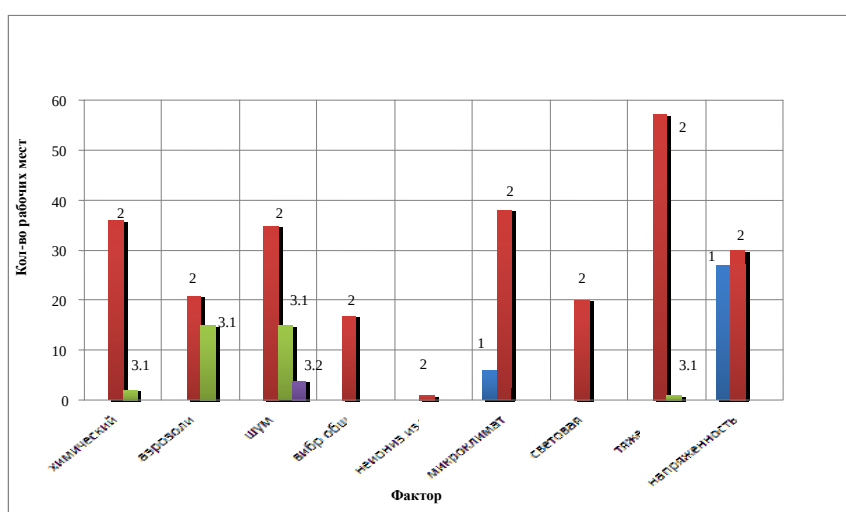


Рис. 6. Распределение количества рабочих мест по факторам условий труда с учетом КУТ

Основными неблагоприятными вредными производственными факторами, величины которых на рабочих местах превышают нормативные значения, являются: химический фактор, аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, шум.

При этом условия труда на 26 рабочих местах отнесены к классу 3.1 по фактору «АПФД и шум». На 4 рабочих местах условия труда отнесены к классу 3.2 по фактору «шум».

Одной из задач СОУТ, помимо выявления опасных и вредных производственных факторов, является разработка комплекса мероприятий, исключающих или уменьшающих негативное влияние выявленных неблагоприятных факторов [1, 5]. Основными из них являются:

- совершенствование системы производственного контроля за состоянием условий труда на рабочих местах;

- идентификация всех причин и факторов производственного травматизма и профессиональных заболеваний;

- разработка и реализация организационно-технических, санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий по улучшению условий труда.

По результатам специальной оценки условий труда на предприятии было выявлено, что наиболее опасным фактором для здоровья работающих является шум — единственный фактор, по которому присвоен класс условий труда — 3.2 (в связи со значительным процентом времени нахождения работника возле источника шума — 90 %). Это является основанием для разработки мероприятий по снижению влияния шума на рабочих местах.

Наиболее существенной для ОАО «Масложиркомбинат „Армавирский“» оказывается выгода, полученная в результате улучшения условий труда и усовершенствования системы производственного контроля. При этом происходит:

- минимальное вмешательство в производственный процесс;

- сокращение количества нарушений требований охраны труда;

- снижение травматизма и заболеваемости;

- сокращение производственных потерь;

- повышение производительности и качества продукции.

Такие усовершенствования в долгосрочном плане влияют на снижение материальных выплат по больничным листам из-за временной нетрудоспособности и на выплату компенсаций за вредные условия труда, следовательно, будет наблюдаться рост прибыли предприятия, а также повышение благосостояния работников и их мотивации к качественному выполнению работы.

Анализ материалов специальной оценки условий труда на предприятии явился основой для разработки ряда профилактических мероприятий технического и медицинского характера, направленных на улучшение условий и охраны труда на рабочих местах, а именно:

- замена устаревшего оборудования на более современное;

- ограждение и изоляция источников шума (применение звукопоглощающих экранов и строительных материалов);

- посадка зеленых насаждений;

- рациональная планировка помещений;

- дистанционное управление оборудованием и машинами;

- использование средств автоматики;

- применение работниками средств индивидуальной защиты от шума (беруши, наушники и т. д.);

- проведение периодических и предварительных медицинских осмотров;

соблюдение режима труда и отдыха;
внедрение здоровьесберегающих технологий.

На основании патентных исследований и расчета экономической эффективности предложен следующий способ защиты работающих от вредного воздействия шума на рабочих местах: акустический экран Кочетовых, состоящий из перфорированной стенки и звукопоглощающего слоя. Повышается эффективность шумоглушения за счет повышения коэффициента звукопоглощения путем увеличения поверхностей шумопоглощения при сохранении габаритных размеров экрана, и уменьшается вероятность возникновения хронических заболеваний.

Расчет экономической эффективности показал, что данное решение выгодно как с экономической точки зрения, так и со стороны защиты работников от воздействия вредного фактора.

В связи с тем, что показатели травматизма и здоровье работающих существенно зависят от условий труда, реализация предложенных мероприятий по улучшению условий труда на рабочих местах ОАО «Масложиркомбинат „Армавирский“» приведет к снижению травматизма и сокращению часов потери временной трудоспособности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стасева Е. В., Пушенко С. Л., Страхова Н. А. Совершенствование и повышение эффективности организации охраны труда в строительстве на основе системы управления рисками. Ростов н/Д, 2012. 114 с.
2. Стасева Е. В., Пушенко С. Л. Использование системного подхода в проектировании деятельности системы управления охраной труда строительной организации // Интернет-вестник ВолГАСУ. 2011. Вып. 3(17). Ст. 13. URL: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=4&artidleno=591>
3. Безопасность жизнедеятельности. Ч. 1. Организационно-правовые основы охраны труда / С. Л. Пушенко, А. В. Нихаева, А. С. Пушенко, В. В. Руденко, Е. В. Стасева. Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2013. 97 с.
4. Безопасность жизнедеятельности и охрана труда в строительстве: учебное пособие / А. В. Фролов, В. А. Лепихова, Н. В. Ляшенко, С. Л. Пушенко, Н. Н. Чибинев, А. С. Шевченко. Ростов н/Д: Феникс, 2009. 556 с.
5. Стасева Е. В., Пушенко С. Л. Организация управления охраной труда в контексте анализа оценки степени риска // Научное обозрение. 2012. № 6. С. 180—182.

© Стасева Е. В., Пушенко С. Л., 2016

Поступила в редакцию
в декабре 2015 г.

Ссылка для цитирования:

Стасева Е. В., Пушенко С. Л. Материалы специальной оценки условий труда как основа для профилактической работы по защите человека на производстве // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 110—117.

Об авторах:

Стасева Елена Владимировна — канд. техн. наук, доцент кафедры безопасности технологических процессов и производств, Донской государственный технический университет. Российская Федерация, 344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162, elena_staseva@mail.ru

Пушенко Сергей Леонардович — д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой безопасности технологических процессов и производств, Донской государственный технический университет. Российская Федерация, 344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162, psl@rgsu.ru

E. V. Staseva, S. L. Pushenko

MATERIALS OF SPECIAL ASSESSMENT OF WORKING CONDITIONS AS THE BASIS FOR PREVENTIVE WORK FOR LABOUR PROTECTION

The article provides the information on the results of special assessment of working conditions at working places of OJSC "Refinery "Armavirskii". The authors offer the system of measures aimed at prevention of accidents at work, reduced risk of deviations of employees' health, prevention or reduction of adverse consequences of influence of working conditions on workers.

Key words: labour protection, special assessment of working condition, occupational disease, working conditions, occupational hazards.

REFERENCES

1. Staseva E. V., Pushenko S. L., Strakhova N. A. *Sovershenstvovanie i povyshenie effektivnosti organizatsii okhrany truda v stroitel'stve na osnove sistemy upravleniya riskami* [Improvement and increase of efficiency of labor protection in construction on the basis of risk management system]. Rostov-on-Don, 2012. 114 p.
2. Staseva Y. V., Pushenko S. L. [Usage of system approach in design of labour protection control systems in building organization]. *Internet-Vestnik VolgGASU*, 2011, iss. 3(17), paper 13. URL: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=4&articulo=591>
3. Pushenko S. L., Nikhaeva A. V., Pushenko A. S., Rudenko V. V., Staseva E. V. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. Ch. 1. Organizatsionno-pravovye osnovy okhrany truda* [Health and safety. P. 1. Organizational and legal principles of labor protection]. Rostov-on-Don, Rostov State University of Civil Engineering, 2013. 97 p.
4. Frolov A. V., Lepikhova V. A., Lyashenko N. V., Pushenko S. L., Chibinev N. N., Shevchenko A. S. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti i ohrana truda v stroitel'stve* [Health and safety and labor protection in construction]. Rostov-on-Don, Feniks Publ., 2009. 556 p.
5. Staseva E. V., Pushenko S. L. [Control of labour protection in the context of the analysis of risk assessment]. *Nauchnoe obozrenie* [Scientific review], 2012, no. 6, pp. 180—182.

For citation:

Staseva E. V., Pushenko S. L. [Materials of special assessment of working conditions as the basis for preventive work for labour protection]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 110—117.

About authors:

Staseva Elena Vladimirovna — Candidate of Engineering Science, Docent of Engineering Processes and Productions Safety Department, Don State Technical University. 162, Sotsialisticheskaya st., Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation, elena_staseva@mail.ru

Pushenko Sergei Leonardovich — Doctor of Engineering Science, Professor, Head of Engineering Processes and Productions Safety Department, Don State Technical University. 162, Sotsialisticheskaya st., Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation, psl@rgsu.ru

УДК 331.45

Е. В. Стасева, С. Л. Пушенко

Донской государственный технический университет

О ПОРЯДКЕ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ЛЬГОТ И КОМПЕНСАЦИЙ РАБОТНИКАМ В СВЯЗИ С ВВЕДЕНИЕМ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ ТРУДА

Рассмотрен новый порядок, размеры и условия предоставления льгот (гарантий) и компенсаций работникам, условия труда которых относятся к вредным и (или) опасным. С введением специальной оценки условий труда изменился механизм обоснования и назначения компенсаций различным категориям работников.

К л ю ч е в ы е с л о в а: вредные условия труда, факторы производственной среды и трудового процесса, специальная оценка условий труда, льготы и компенсации.

Переход к специальной оценке условий труда (СОУТ), осуществляемой на базе положений Федерального закона № 426-ФЗ от 28.12.2013 г. «О специальной оценке условий труда», а также принципиальные новации, внесенные Федеральным законом № 421-ФЗ от 28.12.2013 г. «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона „О специальной оценке условий труда“» (в Трудовой кодекс Российской Федерации (ТК РФ) (с изменениями на 30 декабря 2015 г.)), Федеральный закон № 167-ФЗ от 15.12.2001 г. «Об обязательном пенсионном страховании в Российской Федерации» и Федеральный закон от 23.06.2014 г. № 160-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», обозначили окончательный отказ от старой «списочной» модели установления компенсаций за работу во вредных условиях труда, таких как:

- сокращенный рабочий день;
- дополнительный отпуск;
- бесплатное питание;
- дополнительные выплаты;
- досрочный выход на пенсию;

внедрение рыночного механизма защиты здоровья работника на основе оценки реальных профессиональных рисков на конкретных рабочих местах и определения класса условий труда по результатам СОУТ.

С 1 января 2014 г. вступили в силу положения новой ст. 58.3 Федерального Закона № 212-ФЗ, в части 2.1 которой утверждены дополнительные тарифы страхового взноса в Пенсионный фонд России (ПФР), которые устанавливаются в соответствии с классом условий труда, определяемым по результатам СОУТ. При этом если условия труда отнесены к оптимальным (1 класс) или допустимым (2 класс), то дополнительный тариф к страховому взносу не устанавливается. В случае установления вредных и (или) опасных условий труда по результатам СОУТ дополнительный тариф страхового взноса устанавливается в следующих размерах¹:

¹ Федеральный закон № 212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Феде-

2 %, подкласс условий труда — 3.1;

4 % — подкласс 3.2;

6 % — подкласс 3.3;

7 % — подкласс 3.4;

8 % — подкласс 4.

Дифференциация, в зависимости от результатов СОУТ, коснулась надбавок и скидок к страховым взносам в Фонд социального страхования России. Данное положение регламентировано ст. 22 Федерального закона №125-ФЗ от 24.07.1998 г. «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний».

Рассмотрим подробно изменения в порядке предоставления льгот и компенсаций работникам в связи с введением специальной оценки условий труда. Большинство изменений внесено в ТК РФ, что дополнительно характеризует их значение. Основная суть изменений заключается в том, что только по итогам проведения СОУТ подтверждается наличие на рабочем месте вредных и (или) опасных факторов².

В силу положений п. 3 ст. 15 Федерального закона № 421-ФЗ, организация обязана сохранить за указанным работником ранее установленные гарантии и компенсации, при этом не уменьшая их значения. Для того чтобы отменить отдельные гарантии и (или) уменьшить их, работодателю необходимо³:

1) провести, в соответствии с положениями действующего законодательства, специальную оценку условий труда на рабочем месте сотрудника (в случае необходимости — внеочередную);

2) соблюсти требования законодательства о возможности отмены гарантий и компенсаций только при изменении условий труда, которые явились

ральный Фонд обязательного медицинского страхования (с изменениями на 29 декабря 2015 года).

² Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».

Федеральный закон № 421-ФЗ от 28.12.2013 г. «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона «О специальной оценке условий труда».

Приказ Минтруда России от 24.01.2014 № 33н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению».

Приказ Минтруда России от 20.01.2015 № 24н «О внесении изменений в приказ Минтруда России от 24.01.2014 № 33н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению».

Приказ Минтруда России от 05.12.2014 № 976н «Об утверждении Методики снижения класса (подкласса) условий труда при применении работниками, занятыми на рабочих местах с вредными условиями труда, эффективных средств индивидуальной защиты, прошедших обязательную сертификацию в порядке, установленном соответствующим Техническим регламентом».

³ Федеральный закон № 421-ФЗ от 28.12.2013 г. «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона «О специальной оценке условий труда».

ранее основанием для их установления (отмена и (или) уменьшение гарантий и компенсаций могут быть осуществлены, если по итогам оценки условий труда на рабочем месте условия труда будут признаны оптимальными или допустимыми).

В соответствии с новой редакцией части второй ст. 57 ТК РФ к обязательным условиям трудового договора отнесены условия труда на рабочем месте. Кроме того, сохранено требование об отражении в трудовом договоре гарантий и компенсаций. Во исполнение требований действующего законодательства со всеми сотрудниками организации необходимо подписать дополнительные соглашения к ранее заключенным трудовым договорам, где предусмотреть условие такого соглашения о фактически сложившихся условиях труда на рабочем месте каждого отдельно взятого лица.

При наличии в организации действующих итогов ранее проведенной аттестации рабочих мест (АРМ) организация вправе определить условия труда по итогам ранее проведенной АРМ⁴. В соответствии с положениями действующего законодательства результаты ранее проведенной АРМ считаются действительными до окончания их срока действия, но не позднее чем до 31 декабря 2018 г.⁵

Обратим внимание на то, что при отсутствии действующих итогов АРМ, а также в случае ее не проведения, заключить с каждым из работников дополнительное соглашение с отражением условий труда на рабочем месте будет неправомерно.

Результаты специальной оценки вступают в силу сразу же после ее завершения, т. е. после утверждения комиссией отчета о проведении спецоценки. При этом у работодателя есть 30 календарных дней для ознакомления работников с ее результатами под подпись.

Если эксперт организации, проводящей спецоценку, установит необходимость назначения гарантий и компенсаций, то работник вправе получать их с момента утверждения отчета о спецоценке. Сведения о гарантиях и компенсациях вписывают в строку 040 карты специальной оценки условий труда⁶. Назначение гарантий и компенсаций следует оформлять дополнительным соглашением к трудовому договору (ст. 72 ТК РФ), вступающим в силу с даты утверждения отчета о спецоценке⁷.

⁴ Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации №342н от 26.04.2011 г. «Об утверждении порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда».

⁵ Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».

Федеральный закон № 421-ФЗ от 28.12.2013 г. «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона «О специальной оценке условий труда».

⁶ Приказ Минтруда России от 24.01.2014 г. № 33н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению».

⁷ Федеральный закон № 1297-ФЗ от 30.12.2001 г. «Трудовой кодекс Российской Федерации (с изменениями на 30 декабря 2015 года)».

Обратим внимание на то, что в соглашении необходимо указывать конкретные размеры и виды предоставляемых гарантий и компенсаций. В трудовом договоре с работником должна быть информация об условиях труда на рабочем месте и их характеристика (ст. 57 ТК РФ). Достаточно будет указать итоговый класс (подкласс) условий труда, который проставлен в строке 030 карты спецоценки. Информацию об условиях труда обязательно нужно вносить в трудовой договор, даже если они признаны оптимальными или допустимыми, т. е. когда льготы не назначают.

Если условия труда на рабочем месте были задекларированы и карта спецоценки не составлялась, то в трудовой договор необходимо внести лишь информацию о том, что условия труда являются допустимыми (2 класс). Отмена ранее действующих гарантий и компенсаций проводится в таком же порядке, но только если работник согласен подписать дополнительное соглашение.

Что делать, если работник отказывается работать в новых условиях, не согласен с результатами спецоценки и отменой льгот? Тогда условия трудового договора можно изменить согласно ст. 74 Трудового кодекса. Для этого работодателю необходимо сообщить работнику в письменной форме об изменениях трудового договора и их причинах не позднее чем за два месяца⁸.

При условии несогласия работника с новыми условиями труда работнику предлагается другая работа, которую он может выполнять с учетом состояния здоровья. Данное предложение должно быть зафиксировано в письменной форме. Когда такой работы нет или работник от нее отказывается, трудовой договор прекращается согласно п. 7 ч. 1 ст. 77 ТК РФ.

Если работник отказывается от ознакомления с результатами специальной оценки, он нарушает ч. 2 ст. 5 Федерального закона от 28 декабря 2013 г. № 426-ФЗ. Рекомендуем составить об этом акт, а также разъяснить работнику, что он вправе обжаловать результаты специальной оценки в судебном порядке и путем обращения в Государственную инспекцию труда. Сам факт ознакомления работника с результатами спецоценки не означает его автоматическое согласие с ними. Он вправе обратиться за разъяснениями по вопросам проведенной специальной оценки к работодателю, организации и эксперту, проводившим специальную оценку.

Нельзя забывать и про положение Федерального закона от 28 декабря 2013 г. № 421-ФЗ: нельзя ухудшить компенсационные меры, если работнику до 1 января 2014 г. фактически предоставлялись льготы в связи с работой во вредных и (или) опасных условиях труда, а сами условия труда не были улучшены. Это требование распространяется на конкретных работников, подпадающих под данные условия. Если на это рабочее место был принят работник после 1 января 2014 г., то гарантии и компенсации назначаются по действующим положениям ТК РФ.

Рассмотрим еще один пример. В ходе проводившейся до 2014 г. АРМ работнику был установлен класс условий труда 3.1. Ему назначили повышенную оплату труда, ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск и сокращенную рабочую неделю. После этого была проведена специальная оценка условий труда, по результатам которой класс остался прежним — 3.1.

⁸ Там же.

В этом случае работодатель обязан сохранить данному работнику все виды фактически реализуемых гарантий и компенсаций в прежних размерах. Однако если после 2014 г. на данное рабочее место примут нового работника, то ему будет положена только повышенная оплата труда в размере не менее четырех процентов тарифной ставки (оклада).

При реализации положений ст. 74 ТК РФ нужно учитывать, что новые условия трудового договора не могут изменить состояние работника по сравнению с гарантиями, установленными коллективным договором или соглашением. Поэтому рекомендуем педантично и буквально относиться к формулировкам в коллективных договорах (соглашениях). Рассмотрим три из них, которые встречаются наиболее часто. В первом случае, когда в коллективном договоре не прописаны основания для назначения гарантий и компенсаций, текст может выглядеть так: «Работникам, работающим по должностям газосварщик, слесарь-ремонтник, предоставляются следующие гарантии и компенсации: повышенная оплата труда в размере четырех процентов тарифной ставки (оклада)». Или: «Работникам, работающим по должностям газосварщик, слесарь-ремонтник, предоставляются следующие гарантии и компенсации: повышенная оплата труда в размере четырех процентов тарифной ставки (оклада) за условия труда».

При таких формулировках работодателю не удастся отменить предоставляемые компенсации или снизить их размер по итогам специальной оценки, так как пропущено очень важное условие, связывающее их с результатами оценки условий труда. В таком случае, вне зависимости от класса условий труда на рабочих местах, даже в случае обеспечения оптимальных или допустимых условий труда, гарантии и компенсации должны будут предоставляться в полном объеме.

Второй вариант может предусматривать следующую формулировку: «Работникам предоставляются следующие гарантии и компенсации: ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск в размере семи дней, повышенная оплата труда в размере четырех процентов тарифной ставки (оклада), сокращенная рабочая неделя продолжительностью 36 часов за работу во вредных и (или) опасных условиях труда». В этом случае, если условия труда признаются оптимальными или допустимыми, гарантии и компенсации подлежат отмене в полном объеме. Однако если класс условий труда 3.1 или 3.2, то снять, например, сокращенную рабочую неделю не удастся. Таким образом, виды и объем гарантий и компенсаций останутся для всех работников, трудящихся во вредных условиях труда, едиными вне зависимости от класса (подкласса).

Третий вариант позволяет соблюсти дифференцированный подход к назначению гарантий и компенсаций в зависимости от класса (подкласса) условий труда. На наш взгляд, включение в коллективный договор фразы о том, что гарантии и компенсации назначаются по результатам СОУТ за работу во вредных и (или) опасных условиях труда в зависимости от класса (подкласса) условий труда, обязательно для работодателей, которые не хотят и не могут предоставлять работникам льготы больше положенных по закону.

Новый порядок, размеры и условия предоставления льгот (гарантий) и компенсаций работникам устанавливаются по результатам спецоценки условий труда согласно ст. 92, 117 и 147 ТК РФ.

Согласно положениям ст. 92 ТК РФ с 2014 г. сокращенная продолжительность рабочего времени (не более 36 часов) устанавливается только для тех работников, условия труда которых отнесены к вредным условиям труда класса 3.3 и выше. Таким образом, согласно нововведениям, право работать по сокращенному рабочему дню не предоставляется лицам, условия труда которых отнесены к вредным 3.1 и 3.2 подклассам условий труда.

Данные изменения не коснутся работников с классом условий труда 3.1 или 3.2, у которых сокращенная рабочая неделя была установлена ранее по итогам проведения АРМ. При приеме на работу сотрудников организации, начиная с 2014 г., класс условий труда 3.1 или 3.2 на рабочем месте не дает оснований на сокращенную рабочую неделю.

При этом во второй части новой редакции ст. 92 ТК РФ оговаривается, что продолжительность рабочего времени каждого конкретного работника устанавливается согласно заключенному с ним трудовому договору на основании отраслевого (межотраслевого) соглашения и коллективного договора с учетом результатов специальной оценки условий труда.

Таким образом, для того чтобы определить каждому работнику, на рабочем месте которого выявлены условия труда классов 3.3, 3.4 (вредные условия труда подкласса 3 или 4) или 4 (опасные условия труда), продолжительность рабочего времени необходимо, чтобы:

- 1) организация или иной работодатель являлся участником соответствующего отраслевого (межотраслевого) соглашения;
- 2) положения о сокращенной продолжительности рабочего времени были зафиксированы в коллективном договоре (именно в данном документе, а не в каком-либо отдельно взятом локальном нормативном акте организации);
- 3) с учетом положений отраслевого (межотраслевого) соглашения и коллективного договора конкретная продолжительность рабочего времени была зафиксирована в трудовом договоре, заключенном с сотрудником.

Часть третья ст. 92 ТК РФ предусматривает возможность денежной компенсации за увеличение продолжительности рабочего времени (не более чем до 40 часов в неделю) сотрудникам, условия труда которых отнесены к вредным — 3.3, 3.4 степени или опасным условиям труда — 4 класса, но только с согласия самого работника.

По этой причине отсутствие компенсации будет рассматриваться как прямое нарушение положений действующего законодательства со всеми вытекающими последствиями.

Рассматриваемая компенсация может устанавливаться при соблюдении следующих условий:

- 1) условия труда на рабочем месте сотрудника отнесены к классу условий труда 3.3, 3.4 или 4;
- 2) организация является участником отраслевого (межотраслевого) соглашения, которое предусматривает увеличение продолжительности рабочего времени и устанавливает порядок, размеры и условия выплаты компенсации;
- 3) в организации в установленном порядке заключен коллективный договор, предусматривающий увеличение продолжительности рабочего времени, а также порядок, размеры и условия выплаты компенсации;

4) имеется письменное согласие работника об увеличении продолжительности рабочего времени, оформленное в виде дополнительного соглашения к трудовому договору.

Без соблюдения указанных условий выплата компенсации будет рассматриваться как не предусмотренная законодательством со всеми вытекающими последствиями. Да и предусматривать увеличение продолжительности рабочего времени без наличия соответствующих документов — отраслевого соглашения, коллективного договора и письменного согласия работника работодатели не вправе. В данном случае налицо будет факт нарушения норм трудового законодательства с возможностью привлечения должностных лиц организации к установленной законом ответственности.

Вместе с увеличением работникам продолжительности рабочего времени может предусматриваться и увеличение продолжительности рабочей смены (ежедневной работы).

В общем порядке для работников, для которых установлена сокращенная продолжительность рабочего времени, максимально допустимая продолжительность ежедневной работы (смены) не может превышать следующие значения:

8 часов — при 36-часовой рабочей неделе;

6 часов — при 30-часовой рабочей неделе.

Указанная норма изменениям с 2014 г. не подвергнута, в связи с чем может по-прежнему применяться организациями.

Согласно же новой редакции части третьей ст. 94 ТК РФ при соблюдении определенных условий продолжительность рабочей смены (ежедневной работы) может быть несколько увеличена:

до 12 часов — при 36-часовой рабочей неделе;

до 8 часов — при 30-часовой рабочей неделе.

Дополнительным условием увеличения продолжительности смены (рабочего дня) является соблюдение нормы рабочего времени для таких сотрудников, установленной в соответствии со ст. 92 ТК РФ.

В случае наличия письменного согласия работника и при соблюдении ранее рассмотренных условий должна быть соблюдена норма рабочего времени, исчисленная из расчета 40-часовой рабочей недели.

Продолжительность ежегодного дополнительного оплачиваемого отпуска работникам, условия труда которых (по результатам СОУТ) отнесены к вредным (2-й, 3-й или 4-й степени вредности) либо к опасным условиям труда, установлена согласно ст. 117 ТК РФ и составляет не менее семи календарных дней⁹.

Продолжительность данного отпуска определяется с учетом результатов СОУТ, на основании трудового договора, межотраслевого соглашения и коллективного договора.

Таковы положения части третьей ст. 117 ТК РФ. Также в ТК РФ добавлено нововведение — денежная компенсация части дополнительного отпуска (превышающей минимум в семь дней).

Необходимо сразу отметить, что право на повышенную оплату труда сохранено за всеми работниками, условия труда на рабочих местах которых по

⁹ Федеральный закон № 1297-ФЗ от 30.12.2001 г. «Трудовой кодекс Российской Федерации (с изменениями на 30 декабря 2015 года)».

итогах специальной оценки условий труда (аттестации рабочих мест) признаны вредными (всех классов — 3.1, 3.2, 3.3, 3.4) или опасными (класс условий труда 4). Минимальный размер повышения оплаты труда установлен на уровне 4 % тарифной ставки (оклада).

Таким образом, в отличие от вышерассмотренных гарантий и компенсаций, размер повышенной оплаты труда организация вправе определять самостоятельно. Размер дополнительной оплаты труда вполне может превышать минимальный уровень, составляющий 4 %. При этом не имеет значения, является организация участником какого-либо отраслевого (межотраслевого) соглашения или нет.

Сравнительная структура формирования механизма компенсаций при аттестации рабочих мест и при спецоценке условий труда (СОУТ) представлена в табл.

*Структура формирования механизма компенсаций
при аттестации рабочих мест и при спецоценке условий труда*

	Класс условий труда		Доплата 4 %	Дополнительный отпуск (от 7 дней)	Сокращенная рабочая неделя (36 часов)
АРМ	Опасный	4	да	да	да
	Вредный	3.4	да	да	да
		3.3	да	да	да
		3.2	да	да	да
		3.1	да	да	да
	Допустимый	2	нет	нет	нет
СОУТ	Оптимальный	1	нет	нет	нет
	Опасный	4	да	да	да
	Вредный	3.4	да	да	да
		3.3	да	да	да
		3.2	да	да	нет
		3.1	да	нет	нет
	Допустимый	2	нет	нет	нет
	Оптимальный	1	нет	нет	нет

Принципиальным является положение ст. 219 ТК, согласно которой гарантии и компенсации не устанавливаются, если на рабочих местах обеспечены безопасные условия труда. Чтобы стимулировать работодателя улучшать условия труда, предусмотрены разные виды гарантий и компенсаций в зависимости от класса (подкласса) условий труда (подробнее см. в табл.).

Таким образом, специальная оценка условий труда кардинально изменила подход к назначению работникам гарантий и компенсаций за вредность. Работодателю не всегда понятно, что делать с результатами спецоценки — кому назначить льготы, а кому отменить. И главное — как это все правильно оформить. Сегодня основанием для назначения льгот являются конкретные условия труда работника, а не включение должности в какой-либо список или перечень производств¹⁰.

¹⁰ URL: Интернет: <http://www.consultant.ru>.

Раньше, согласно Постановлениям Правительства РФ, доплаты, дополнительный оплачиваемый отпуск, сокращенная рабочая неделя должны были предоставляться всем работникам, независимо от степени вредности условий труда (классы 3.1, 3.2, 3.3, 3.4), по результатам аттестации рабочих мест¹¹ [1, 2].

На данный момент в соответствии с произошедшими изменениями в процедуре оценки условий труда сокращенная продолжительность рабочей недели устанавливается только тем работникам, условия труда которых по результатам проведения СОУТ отнесены к классам 3.3 и 3.4.

При этом согласно ст. 15 Федерального закона № 421-ФЗ уменьшить количество и размер компенсаций работникам, занятым на рабочих местах с вредными условиями труда, можно только после проведения СОУТ.

Отмена ранее действующих гарантий и компенсаций проводится в таком же порядке, но только если работник согласен подписать дополнительное соглашение. В случае, если работник отказывается работать в новых условиях и не согласен с результатами спецоценки и отменой льгот, тогда условия трудового договора изменяются согласно ст. 74 ТК РФ.

Так или иначе, сегодня предоставление гарантий и компенсаций требует взвешенного подхода. Действующее законодательство дает возможность работодателю выбирать разные варианты урегулирования данного вопроса. Главное при этом — обеспечить проведение объективной специальной оценки, соблюсти права работников и педантично подойти к юридическому оформлению документов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стасева Е. В., Пушенко С. Л., Страхова Н. А. Совершенствование и повышение эффективности организации охраны труда в строительстве на основе системы управления рисками. Ростов н/Д, 2012. 114 с.

2. Безопасность жизнедеятельности. Ч. 1. Организационно-правовые основы охраны труда / С. Л. Пушенко, А. В. Нихаева, А. С. Пушенко, В. В. Руденко, Е. В. Стасева. Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2013. 97 с.

© Стасева Е. В., Пушенко С. Л., 2016

Поступила в редакцию
в марте 2016 г.

Ссылка для цитирования:

Стасева Е. В., Пушенко С. Л. О порядке предоставления льгот и компенсаций работникам в связи с введением специальной оценки условий труда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 118—127.

Об авторах:

Стасева Елена Владимировна — канд. техн. наук, доцент кафедры безопасности технологических процессов и производств, Донской государственный технический университет. Российская Федерация, 344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162, elena_staseva@mail.ru

Центр экспертизы условий труда [Электронный ресурс]. URL: Интернет: <http://ceut.spb.ru/specialnaya-ocenka-v-2015.html>

¹¹ Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации №342н от 26.04.2011г. «Об утверждении порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда».

Руководство Р 2.2.2006-05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

Пушенко Сергей Леонардович — д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой безопасности технологических процессов и производств, Донской государственный технический университет. Российская Федерация, 344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162, psl@rgsu.ru

E. V. Staseva, S. L. Pushenko

ABOUT THE ORDER OF GRANTING PRIVILEGES AND COMPENSATIONS TO WORKERS DUE TO THE INTRODUCTION OF THE SPECIAL ASSESSMENT OF WORKING CONDITIONS

The authors consider the new order, sizes and conditions of granting privileges (guarantees) and compensations to workers whose working conditions are harmful and (or) dangerous. With the introduction of a special assessment of working conditions, the mechanism of justification and purpose of compensations to various categories of workers has changed.

Key words: harmful working conditions, factors of production environment and labour process, special assessment of working conditions, benefits and compensation.

REFERENCES

1. Staseva E. V., Pushenko S. L., Strakhova N. A. *Sovershenstvovanie i povyschenie effektivnosti organizatsii okhrany truda v stroitel'stve na osnove sistemy upravleniya riskami* [Improvement and increase of efficiency of labor protection in construction on the basis of risk management system]. Rostov-on-Don, 2012. 114 p.

2. Pushenko S. L., Nikhaeva A. V., Pushenko A. S., Rudenko V. V., Staseva E. V. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. Ch. 1. Organizatsionno-pravovye osnovy okhrany truda* [Health and safety. P. 1. Organizational and legal principles of labor protection]. Rostov-on-Don, Rostov State University of Civil Engineering, 2013. 97 p.

For citation:

Staseva E. V., Pushenko S. L. [About the order of granting privileges and compensations to workers due to the introduction of the special assessment of working conditions]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 118—127.

About authors:

Staseva Elena Vladimirovna — Candidate of Engineering Science, Docent of Engineering Processes and Productions Safety Department, Don State Technical University. 162, Sotsialisticheskaya st., Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation, elena_staseva@mail.ru

Pushenko Sergei Leonardovich — Doctor of Engineering Science, Professor, Head of Engineering Processes and Productions Safety Department, Don State Technical University. 162, Sotsialisticheskaya st., Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation, psl@rgsu.ru

УДК 621.928.9:691

А. Н. Богомолов^{а, б}, Н. М. Сергина^б, Д. С. Дружинина^б, В. А. Евсеева^б, С. А. Орлов^б

^а *Пермский национальный исследовательский политехнический университет*

^б *Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет*

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОСТУПЕНЧАТЫХ СИСТЕМ ПЫЛЕОЧИСТКИ НА ОСНОВЕ БАЛАНСОВОГО МЕТОДА

Оценивается эффективность многоступенчатых систем пылеочистки с вихревыми инерционными пылеуловителями со встречными закрученными потоками с помощью балансового метода.

Ключевые слова: вихревой пылеуловитель со встречными закрученными потоками, отсос из бункерной зоны, эффективность, балансовый метод.

Как правило, для обеспечения необходимой степени очистки от пыли выбросов в городскую воздушную среду применяются системы пылеочистки, имеющие две и более ступеней и komponующиеся либо как разомкнутые, либо как частично замкнутые (рис. 1).

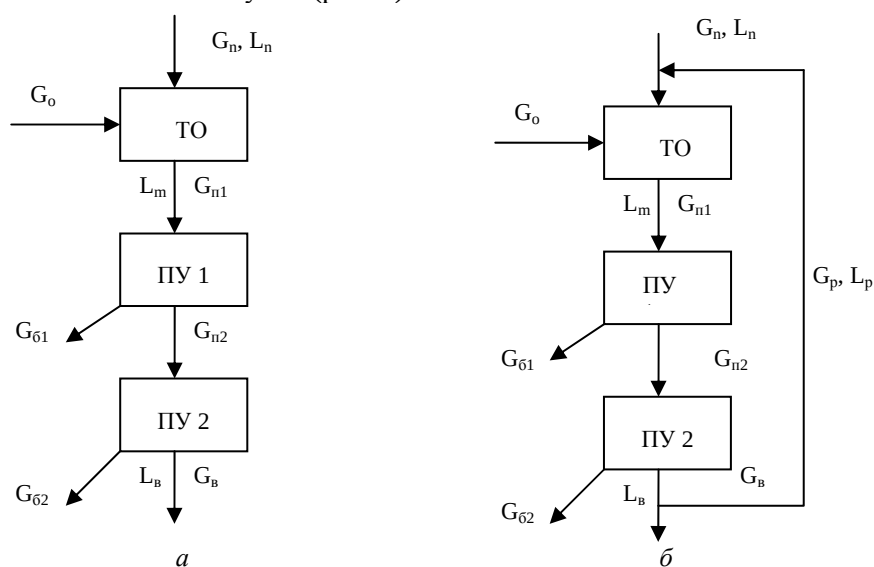


Рис. 1. Расчетная схема двухступенчатого воздушного цикла: *а* — разомкнутого; *б* — частично замкнутого

Для оценки суммарной эффективности таких систем используется несколько методов [2—5], в том числе балансовый, который основан на уравнениях балансов пылевых и воздушных потоков в системе. Так, например, уравнение воздушного баланса для частично замкнутой системы (рис. 1, *б*) запишется в виде

$$L_t = L_d + L_p = L_b + L_p \quad (1)$$

или

$$\bar{L}_л + 3 = \bar{L}_в + 3 = 1, \quad (2)$$

где $\bar{L}_л = L_л / L_т$, $\bar{L}_в = L_в / L_т$, $3 = L_п / L_т$.

Уравнения массовых пылевых балансов:

$$G_{т1} = G_л + G_0 + G_п = G_{б1} + G_{т2}; \quad (3)$$

$$G_{т2} = G_п = G_{б2} + G_в \quad (4)$$

или

$$G_{т1} = G_{б1} + G_{б2} + G_п + G_в. \quad (5)$$

Проведя некоторые преобразования и приняв

$$K_в = G_в / G_{т1} = c_в L_в / c_{т1} L_т = 3\bar{c}_в \bar{L}_в, \quad K_п = G_п / G_{т1}, \quad (6)$$

определим характеристики воздуха, выбрасываемого в атмосферу после обеспыливания в частично замкнутой системе:

расход воздуха

$$L_в = (1 - 3)L_т = \frac{(G_п - G_0)(1 - 3)}{c_{т1}[\eta_1 + (1 - \eta_1)\eta_2 + K_в]}; \quad (7)$$

масса пыли в потоке

$$\begin{aligned} G_в = K_в G_{т1} = K_в c_{т1} L_т &= \frac{K_в (G_п + G_0)}{\eta_1 + (1 - \eta_1)\eta_2 + K_в} = \frac{K_в (G_п + G_0)}{1 - K_п} = \\ &= \frac{(G_п + G_0)[\eta_1 + (1 - \eta_1)\eta_2 + K_в]}{1 - K_п}; \end{aligned} \quad (8)$$

концентрация пыли в потоке

$$c_в = \frac{K_в (G_п + G_0)}{(1 - K_п)L_в}, \quad (9)$$

где c — концентрация пыли в потоке, мг/м³; η — эффективность пылеуловителя.

Для разомкнутой системы обеспыливания выбросов:

уравнение воздушного баланса

$$L_п = L_т = L_в \text{ или } \bar{L}_п = \bar{L}_т = 1; \quad (10)$$

уравнения массовых пылевых балансов

$$G_{т1} = G_л + G_0 = G_{б1} + G_{т2}; \quad (11)$$

$$G_{т2} = G_{б2} + G_в \quad (12)$$

или

$$G_{т1} = G_{б1} + G_{б2} + G_в. \quad (13)$$

После проведения аналогичных предыдущим преобразований имеем

$$L_{\tau} = \frac{G_{\pi} + G_0}{c_{\tau 1}}; \quad c_{\tau 1} = \frac{G_{\pi} + G_0}{L_{\tau}}. \quad (14)$$

Тогда параметры выходящего из системы воздуха определяются как:
расход воздуха

$$L_{\text{в}} = L_{\tau} \bar{L}_{\text{в}} = \frac{(G_{\pi} + G_0) \bar{L}_{\text{в}}}{c_{\tau 1}}; \quad (15)$$

масса пыли в потоке

$$G_{\text{в}} = c_{\text{в}} L_{\text{в}} = K_{\text{в}} (G_{\pi} + G_0); \quad (16)$$

концентрация пыли в потоке

$$c_{\text{в}} = \frac{K_{\text{в}} (G_{\pi} + G_0)}{L_{\text{в}}}. \quad (17)$$

Такой подход позволяет рассчитывать изменение концентрации пыли в частично замкнутых воздушных циклах, а также определять необходимую эффективность очистки циркулирующего воздуха с учетом изменения концентрации пыли.

Следует отметить, что при установке в системах обеспыливания выбросов вихревых инерционных пылеуловителей на встречных закрученных потоках (ВЗП) [6—13] значительно расширяются варианты схем компоновки. Это достигается, в первую очередь, за счет осуществления рециркуляции не выбрасываемого в атмосферу после очистки воздуха, как в схеме, приведенной на рис. 1, б, а части пылевоздушного потока из бункера одного из аппаратов (рис. 2, 3) [2—6, 14, 15].

Используя балансовый метод, проведем оценку эффективности системы обеспыливания выбросов, расчетная схема которой представлена на рис. 2 [16]. В этой системе последовательно установлены аппараты ВЗП и дополнительно на воздуховоде пылевоздушного потока, отсасываемого из бункера аппарата второй ступени, — третий вихревой аппарат с меньшей производительностью и с меньшими габаритными размерами. Рециркуляция потока осуществляется на вход в систему. Организация отсоса из бункера пылеуловителя второй ступени способствует стабильности работы системы, так как поддерживается стабильное разрежение внутри корпуса. В случае колебаний нагрузок в системе создаваемое разрежение выравнивает величину колебаний.

Составим систему балансовых уравнений для пылевых потоков:

$$\begin{cases} G_{\text{ул}_1} + G_{\text{вых}_1} = G_{\text{ас}} + G_{\text{вых}_3}; \\ G_{\text{ул}_1} = \eta_1 (G_{\text{ас}} + G_{\text{вых}_3}); \\ G_{\text{ул}_2} = \eta_2 G_{\text{вых}_1}; \\ G_{\text{ул}_2} + G_{\text{вых}_2} = G_{\text{вых}_1}; \\ G_{\text{ул}_3} + G_{\text{вых}_3} = K G_{\text{ул}_2}; \\ G_{\text{вых}_3} = \eta_3 K G_{\text{ул}_2}. \end{cases} \quad (18)$$

где G_{ac} — массовый расход пыли в воздухе, поступающем на очистку из системы аспирации, кг/ч; η_1, η_2, η_3 — эффективность пылеуловителей; $G_{ул_1}, G_{ул_2}, G_{ул_3}$ — массовый расход пыли, уловленной в аппаратах, кг/ч; $G_{вых_1}, G_{вых_2}, G_{вых_3}$ — массовый расход пыли на выходе из пылеуловителей, кг/ч; K — коэффициент, характеризующий долю пыли, возвращающейся в систему.

Полученная система (18) представляет собой систему из шести линейных уравнений, число неизвестных в которых равно 6. К ним относятся $G_{ул_1}, G_{ул_2}, G_{ул_3}, G_{вых_1}, G_{вых_2}, G_{вых_3}$.

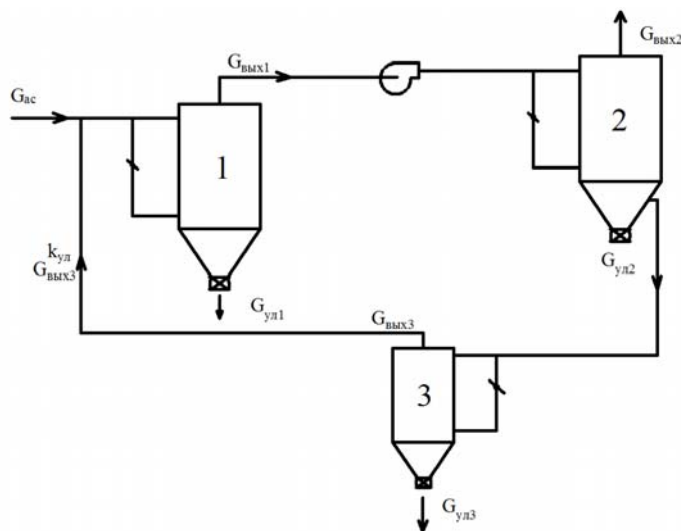


Рис. 2. Расчетная схема системы обеспыливания выбросов с аппаратами ВЗП [16]: 1, 2 — аппараты ВЗП первой и второй ступени соответственно; 3 — дополнительный аппарат ВЗП с меньшим диаметром на рециркуляционном воздуховоде

Принимаем

$$\bar{G}_{вых_1} = G_{вых_1} / G_{ac}; \bar{G}_{вых_2} = G_{вых_2} / G_{ac}; \bar{G}_{вых_3} = G_{вых_3} / G_{ac};$$

$$\bar{G}_{ул_1} = G_{ул_1} / G_{ac}; \bar{G}_{ул_2} = G_{ул_2} / G_{ac}; \bar{G}_{ул_3} = G_{ул_3} / G_{ac}.$$

Тогда система (18) преобразуется к виду

$$\begin{cases} \bar{G}_{ул_1} + \bar{G}_{вых_1} = 1 + \bar{G}_{вых_3}; \\ \bar{G}_{ул_1} = \eta_1 \bar{G}_{вых_3}; \\ \bar{G}_{ул_2} = \eta_2 \bar{G}_{вых_1}; \\ \bar{G}_{ул_2} + \bar{G}_{вых_2} = \bar{G}_{вых_1}; \\ \bar{G}_{ул_3} + \bar{G}_{вых_3} = K \bar{G}_{ул_2}; \\ \bar{G}_{вых_3} = \eta_3 K \bar{G}_{ул_2}. \end{cases} \quad (19)$$

Решаем систему (19) относительно $\bar{G}_{\text{вых}_2}$:

$$\bar{G}_{\text{вых}_2} = \frac{(1-\eta_1)(1-\eta_2)}{1-(1-\eta_1)K\eta_2\eta_3} \quad (20)$$

или

$$\eta_{\text{сист}} = \frac{(1-\eta_1)(1-K\eta_3)\eta_2 + \eta_1}{1-(1-\eta_1)K\eta_2\eta_3}. \quad (21)$$

Значение коэффициента K определяется особенностями конструкции бункера пылеулавливающего аппарата и физико-химическими свойствами пыли. Если уловленный материал характеризуется хорошей сыпучестью и слабым аркообразованием, можно принять $K=1$. В этом случае выражение (21) приобретает вид

$$\eta_{\text{сист}} = \frac{(1-\eta_1)(1-\eta_3)\eta_2 + \eta_1}{1-(1-\eta_1)\eta_2\eta_3}. \quad (22)$$

Рассмотрим теперь случай, когда рециркуляция пылевоздушного потока осуществляется из бункера пылеуловителя первой ступени. При этом рециркуляционный поток после очистки в дополнительном аппарате подается на нижний ввод пылеуловителя второй ступени, установленного последовательно с аппаратом первой. Такая система, схема которой представлена на рис. 3, реализована в производстве керамзита [2].

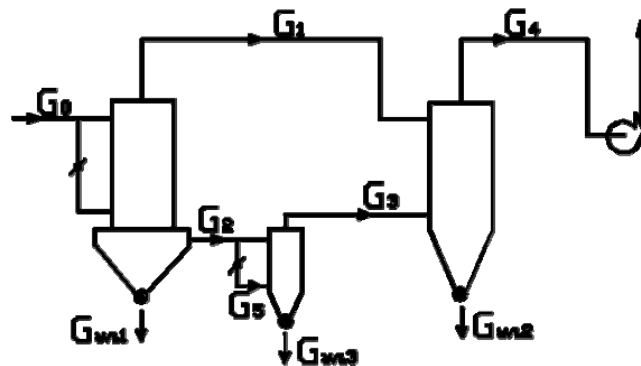


Рис. 3. Схема системы обеспыливания выбросов в производстве керамзита [2]

При таком решении, во-первых, в результате организации отсоса из бункера обеспечивается повышение эффективности аппарата первой ступени, что приведет к повышению степени очистки всей системы в целом. Во-вторых, организация отсоса из бункера позволяет снизить аэродинамическое сопротивление первого пылеуловителя, что предотвратит значительное возрастание энергозатрат на реализацию процесса пылеочистки, обусловленное установкой дополнительного оборудования. При такой компоновке системы пылеулавливания на верхний и нижний входы пылеуловителя второй ступени

подаются пылевоздушные потоки с разной концентрацией. Это обеспечивает повышение его эффективности, что, в свою очередь, приведет к возрастанию эффективности системы в целом.

Снова воспользуемся балансовым методом и составим балансовое уравнение воздушных потоков, которое в этом случае приобретает вид

$$L_0 = L_1 + L_2, \quad (23)$$

где L_0 — объем воздуха, поступающего на очистку в систему, $\text{м}^3/\text{ч}$; L_1 — объем воздуха, выходящего после очистки из аппарата первой ступени, $\text{м}^3/\text{ч}$; L_2 — объем пылевоздушной смеси, отсасываемой из бункера первого пылеуловителя, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Эффективность каждого из аппаратов составит

$$\eta_1 = \eta_1(L_0, L_2/L_0); \quad \eta_2 = \eta_2(L_2); \quad \eta_3 = \eta_3(L_0, L_2/L_0). \quad (24)$$

Проскок пыли для каждого из аппаратов в соответствии с определением [1]

$$\varepsilon_1 = 1 - \eta_1; \quad \varepsilon_2 = 1 - \eta_2; \quad \varepsilon_3 = 1 - \eta_3.$$

Составим систему балансовых уравнений для перемещаемых потоков пыли:

$$\begin{cases} G_1 + G_2 + \eta_1 G_0 = G_0; \\ (1 - \eta_3) G_2 - G_3 = 0; \\ (1 - \eta_2) G_1 + (1 - \eta_3) G_3 = 0, \end{cases} \quad (25)$$

где G_0 — масса пыли, содержащейся в потоке, поступающем в систему на очистку, $\text{кг}/\text{ч}$; G_1 , G_2 , G_3 — масса пыли на входе в аппараты ВЗП, $\text{кг}/\text{ч}$.

Введем обозначение

$$G_2/G_0 = \bar{G}_2(L_2/L_0).$$

Тогда можем записать

$$G_1 = \varepsilon_2 - \bar{G}_2, \quad G_3/G_0 = \varepsilon_3 \bar{G}_2. \quad (26)$$

Следовательно, величина проскока пыли для всей системы определится как

$$\varepsilon_{\text{сист}} = G_4/G_0 = \varepsilon_2(\bar{G}_1 + \varepsilon_3 \bar{G}_2) \quad (27)$$

или

$$\varepsilon_{\text{сист}} = \varepsilon_2(\varepsilon_2 - \bar{G}_2 + \varepsilon_3 \bar{G}_2), \quad (28)$$

где G_4 — масса пыли в воздухе, выбрасываемом в атмосферу (см. рис. 3), $\text{кг}/\text{ч}$.

Величину проскока для первого аппарата ε_1 можно рассматривать как совокупность двух составляющих:

$$\varepsilon_{1\text{в}} = G_1/G_0 \quad \text{и} \quad \varepsilon_{1\text{н}} = G_2/G_0,$$

$$\frac{G_3}{G_2} = \frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1/G_2 - 1}. \quad (29)$$

Тогда

$$\varepsilon_{\text{сист}} = \varepsilon_2(L_0, L_2/L_0, G_3) \left[\bar{G}_2(L_2/L_0) \right]. \quad (30)$$

При постоянном расходе воздуха, поступающего на очистку, т. е. при $L_0 = \text{const}$, имеем

$$\varepsilon_{\text{сист}} = \varepsilon_2(L_2/L_0, G_3/G_0) \left[\varepsilon_1(L_2/L_0) - \bar{G}_2(L_2/L_0) + \varepsilon_3(L_2)\bar{G}_2 \right]. \quad (31)$$

Примем, что $L_2/L_0 = x$. Тогда $\bar{G}_2 = G(x)$ и выражение для оценки про-
скапы пыли можно записать в виде

$$\varepsilon_{\text{сист}} = \varepsilon_2 \left[\bar{L}_n(x), \frac{G_n}{G_b} = \frac{\varepsilon_3(x)G(x)}{\varepsilon_{1b}(x)} \right] \left[\varepsilon_{1b}(L_{\text{отс}} = x) + \varepsilon_3(L_{\text{вх}} = x)G(x)\varepsilon_{1n}(x) \right]. \quad (32)$$

При этом ε_2 , ε_3 , ε_{1b} , $\bar{G}_2 = \varepsilon_{1n}$ являются величинами, которые должны
быть определены по результатам экспериментальных исследований. Тогда
выражение (32) можно представить в виде

$$\varepsilon_{\text{сист}} = \varepsilon_2 \left[\bar{L}_n(x), \frac{G_n}{G_b} = \frac{\varepsilon_3(x)\varepsilon_{1n}}{\varepsilon_{1b}} \right] \left[\varepsilon_{1b}(L_{\text{отс}} = x) + \varepsilon_3(L_{\text{вх}} = x)\varepsilon_{1n}(x) \right]. \quad (33)$$

Рассмотрим теперь применение балансового метода для оценки эффек-
тивности систем обеспыливания, в которых, помимо аппаратов ВЗП, исполь-
зуются и другие устройства, например пылеконцентратор и рукавный
фильтр, как в системе, схема которой показана на рис. 4 [17].

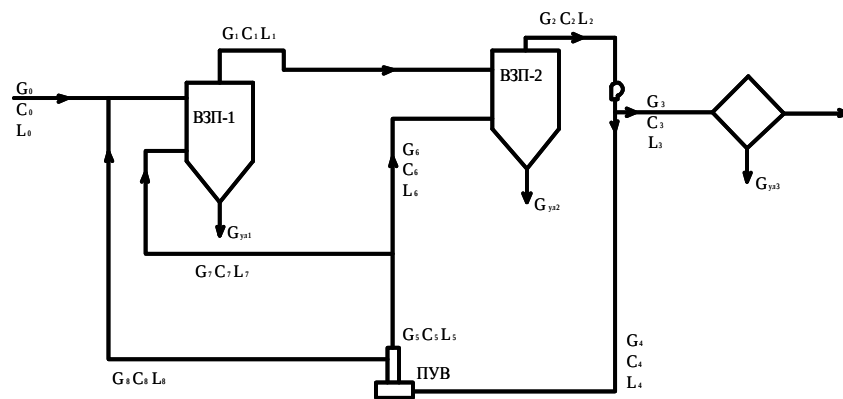


Рис. 4. Схема системы обеспыливания с аппаратами ВЗП, пылеконцентратором и рукавным фильтром

Система балансовых уравнений пылевых потоков для такой системы
имеет вид (34). При этом

$$G_i = c_i L_i, \quad k_3 = L_0 / L_2, \quad k_5 = L_7 / L_5,$$

где c_i — концентрация пыли на i -м участке, кг/ч; L_i — расход воздуха на i -м участке, м³/ч.

Значения k_3 и k_5 зависят от соотношения расходов, поэтому составим систему балансовых уравнений для воздушных потоков (35):

$$\begin{cases} G_0 + G_7 + G_8 = G_1 + G_{y1}; \\ G_{y1} = \eta_1 (G_0 + G_7 + G_8); \\ G_1 + G_6 = G_2 + G_{y2}; \\ G_{y2} = \eta_2 (G_1 + G_6); \\ G_3 = k_3 G_2; \\ G_2 = G_3 + G_4; \\ G_4 = G_5 + G_8; \\ G_8 = \eta_4 G_4; \\ G_5 = G_6 + G_7; \\ G_7 = k_5 G_5. \end{cases} \quad (34)$$

$$\begin{cases} L_0 = L_3; \\ L_0 + L_7 + L_8 = L_1; \\ L_7 = k_1 (L_0 + L_8); \\ L_6 + L_1 = L_7; \\ L_2 + L_3 = L_4; \\ L_6 = k_2 L_1; \\ L_4 = L_5 + L_8; \\ L_5 = L_7 + L_6; \\ L_8 = k_4 L_4. \end{cases} \quad (35)$$

Значения k_1 , k_2 и k_4 выбираются из соображений обеспечения наибольшей эффективности аппаратов ВЗП-1, ВЗП-2 и пылеконцентратора ПУВ. Полученные системы нелинейных уравнений дополняем экспериментальными зависимостями, которые характеризуют эффективность улавливания аппаратов ВЗП (η_1 , η_2) с учетом соотношения расходов, подаваемых на верхний и нижний входы, и эффективность пылеконцентратора (η_4) при разных соотношениях расходов в прямом и тангенциальном выходах и с учетом концентрации пыли в потоке на входе в аппарат.

Расчет эффективности системы проходит в несколько этапов. Сначала принимаем оптимальные значения k_1 , k_2 , k_4 и, исходя из начальной концентрации, определяем η_1 , η_2 , η_4 . Затем решается система уравнений относительно L_i . Далее определяем значения массовых расходов пыли на i -х уча-

ствах, по которым определяем значения концентрации c_i . По полученным значениям расходов и концентраций определяем $\eta_1, \eta_2, \eta_4, k_1, k_2, k_4$. Затем вычисляется общая эффективность системы, значение которой сопоставляется с ее значением, полученным на предыдущем этапе. Если расхождение составляет на более 0,1 %, расчет заканчивается.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Strauss W. Industrial gas cleaning. Pergamon Press, 2006. 472 p.
2. Сергина Н. М., Семенова Е. А., Кисленко Т. А. Система обеспыливания для производства керамзита // Инженерный вестник Дона. 2013. № 4. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/issue/110?page=6>
3. Сергина Н. М. О применении вероятностного подхода к оценке эффективности многоступенчатых систем пылеулавливания // Инженерный вестник Дона. 2013. № 3. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/issue/109?page=5>
4. Сергина Н. М., Мохаммед Саиф Али Абдулджалил. Об оценке эффективности систем пылеочистки в производстве строительных материалов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2015. Вып. 42(61). С. 108—118.
5. Bogomolov A. N., Sergina N. M., Kondratenko T. O. On Inertial Systems. Dust Cleaning and Dust Removal Equipment, and Work Areas in the Production from Aerated Concrete from the Hopper Section Apparatus CSF // Procedia Engineering. 2016. Vol. 150. P. 2036—2041.
6. Азаров В. Н. Комплексная оценка пылевой обстановки и разработка мер по снижению запыленности воздушной среды промышленных предприятий: дис... д-ра техн. наук. Ростов н/Д, 2004. 47 с.
7. Азаров В. Н. Пылеуловители со встречными закрученными потоками. Опыт внедрения. Волгоград, 2003. 147 с.
8. Dantherm Filtration. New products and industries. URL: danthermfiltration.ru/
9. Azarov V. N., Borovkov D. P., Redhwan A. M. Application of Swirling Flows in Aspiration Systems // International Review of Mechanical Engineering (IREME). 2014. Vol. 8. No. 4. Pp. 750—753.
10. Azarov V. N., Borovkov D. P., Redhwan A. M. Experimental Study of Secondary Swirling Flow Influence on Flows Structure at Separation Chamber Inlet of Dust Collector with Countercurrent Swirling flows // International Review of Mechanical Engineering (IREME). 2014. Vol. 8. No. 5. Pp. 851—856.
11. Ciliberti D. F., Lancaster B. W. Performance of rotary flow cyclones // AIChE J. 1976. Vol. 22. No. 2. Pp. 499—503.
12. Davies C. N. Lubrication theory for micropolar fluids // Proc. Phys. Soc. B. 1950. Vol. 63. P. 288.
13. The effect of cyclone shape and dust collector on gas-solid flow and performance / Kyoungwoo Park, Chol-Ho Hong, Ji-Won Han, Byeong-Sam Kim, Cha-Sik Park, Oh Kyung Kwon // International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering. 2012. Vol. 6. No. 1. P. 35—40.
14. Азаров В. Н., Донченко Б. Т. Системы аспирации дымовых и леточных газов производства карбида кальция // Строительные материалы. 2002. № 11. С. 20—21.
15. Азаров В. Н., Сергина Н. М. Системы пылеулавливания с инерционными аппаратами в производстве строительных материалов // Строительные материалы. 2003. № 8. С. 14—15.
16. Пат. 044330 Российская Федерация, МКИ В 01 D 45/12. Двухступенчатая система пылеулавливания / В. Н. Азаров, Н. М. Сергина, А. С. Тюрин и [др.]; заявитель и патентообладатель ООО «ПТБ ПСО Волгоградгражданстрой». № 2007140507/15; заявл. 01.11.2007; опубл. 27.06.2008. 8 с.
17. Сергина Н. М., Семенова Е. А., Кондратенко Т. О. Пути снижения пыли извести в атмосферу при производстве строительных материалов // Альтернативная энергетика и экология (ISJAE). 2013. № 11. С. 53—55.

© Богомолов А. Н., Сергина Н. М., Дружинина Д. С., Евсеева В. А., Орлов С. А., 2016

Поступила в редакцию
в декабре 2016 г.

Ссылка для цитирования:

Оценка эффективности многоступенчатых систем пылеочистки на основе балансового метода / А. Н. Богомолов, Н. М. Сергина, Д. С. Дружинина, В. А. Евсеева, С. А. Орлов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 128—138.

Об авторах:

Богомолов Александр Николаевич — д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой гидротехнических и земляных сооружений, проректор по научной работе, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолГАСУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; проф. кафедры строительного производства и геотехники, Пермский национальный исследовательский политехнический университет. Российская Федерация, 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, banzaritsyn@mail.ru

Сергина Наталия Михайловна — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности в техносфере, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолГАСУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, kaf-bgdvt@mail.ru

Дружинина Дарья Сергеевна — студентка, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолГАСУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, kaf-bgdvt@mail.ru

Евсеева Виктория Алексеевна — студентка, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолГАСУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, kaf-bgdvt@mail.ru

Орлов Сергей Анатольевич — студент, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолГАСУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, kaf-bgdvt@mail.ru

A. N. Bogomolov, N. M. Sergina, D. S. Druzhinina, V. A. Evseeva, S. A. Orlov

**ASSESSMENT OF EFFICIENCY OF MULTISTAGE DUST CLEANING SYSTEMS
ON THE BASIS OF THE BALANCE METHOD**

The paper considers the issues of the assessment of efficiency of multistage dust cleaning systems with vortex inertial dust collectors with countercurrent swirling flows using the balance method.

Key words: dust collector with countercurrent swirling flows, suction from the bunker area, efficiency, balance method.

REFERENCES

1. Strauss W. *Industrial gas cleaning*. Pergamon Press, 2006. 472 p.
2. Sergina N. M., Semjonova E. A., Kislenco T. A. [A system of purifying from dust for keramzit production]. *Inzhenernyi vestnik Dona* [Engineering Journal of Don], 2013, no. 4. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/issue/110?page=6>
3. Sergina N. M. [About the probabilistic approach application to estimate the multilevel dust-collecting systems efficiency]. *Inzhenernyi vestnik Dona* [Engineering Journal of Don], 2013, no. 3. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/issue/109?page=5>
4. Sergina N. M., Mokhammed Saif Ali Abduldzhilil [On the evaluation of the efficiency of dust cleaning systems in the manufacture of building materials]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2015, iss. 42(61), pp. 108—118.
5. Bogomolov A. N., Sergina N. M., Kondratenko T. O. On Inertial Systems. Dust Cleaning and Dust Removal Equipment, and Work Areas in the Production from Aerated Concrete from the Hopper Section Apparatus CSF. *Procedia Engineering*, 2016, vol. 150, pp. 2036—2041.
6. Azarov V. N. *Kompleksnaya otsenka pylevoi obstanovki i razrabotka mer po snizheniyu zaplyennosti vozduшной среды promyshlennykh predpriyatii* [Comprehensive assessment of dust condition and working out of the measures to decrease dust level of the air environment of industrial enterprises. Dr. Eng. Sc. Diss]. Rostov-on-Don, 2004. 47 p.

7. Azarov V. N. *Pyleuloviteli so vstrechnymi zakruchennymi potokami. Opyt vnedreniya* [Dust collector with counter-swirl flows. The experience of implementation]. Volgograd, 2003. 147 p.
8. *Dantherm Filtration. New products and industries*. URL: danthermfiltration.ru/
9. Azarov V. N., Borovkov D. P., Redhwan A. M. Application of Swirling Flows in Aspiration Systems. *International Review of Mechanical Engineering (IREME)*, 2014, 8(4), pp. 750—753.
10. Azarov V. N., Borovkov D. P., Redhwan A. M. Experimental Study of Secondary Swirling Flow Influence on Flows Structure at Separation Chamber Inlet of Dust Collector with Countercurrent Swirling flows. *International Review of Mechanical Engineering (IREME)*, 2014, 8(5), pp. 851—856.
11. Ciliberti D. F., Lancaster B. W. Performance of rotary flow cyclones. *AIChE J.*, 1976, 22(2), pp. 499—503.
12. Davies C. N. Lubrication theory for micropolar fluids. *Proc. Phys. Soc. B*, 1950, vol. 63, p. 288.
13. Kyoungwoo Park, Chol-Ho Hong, Ji-Won Han, Byeong-Sam Kim, Cha-Sik Park, Oh Kyung Kwon. The effect of cyclone shape and dust collector on gas-solid flow and performance. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*, 2012, 6(1), pp. 35—40.
14. Azarov V. N., Donchenko B. T. [Systems of aspiration of fume and tapping gases of calcium carbide production]. *Stroitel'nye materialy* [Construction Materials], 2002, no. 11, pp. 20—21.
15. Azarov V. N., Sergina N. M. [Dust collecting systems with inertial devices in the production of construction materials]. *Stroitel'nye materialy* [Construction Materials], 2003, no. 8, pp. 14—15.
16. Azarov V. N., Sergina N. M., Tyurin A. S. and others. *Dvukhstupenchataya sistema pyleulavlivaniya* [Double-stage dust collecting system]. Patent 044330 Russian Federation, MKI B 01 D 45/12.; submitted 01 November, 2007; issued 27 June, 2008. 8 p.
17. Sergina N. M., Semenova E. A., Kondratenko T. O. [Ways of decrease in lime dust into the atmosphere when producing construction materials]. *Al'ternativnaya energetika i ekologiya (ISJAE)* [Alternative Energy and Ecology (ISJAE)], 2013, no. 11, pp. 53—55.

For citation:

Bogomolov A. N., Sergina N. M., Druzhinina D. S., Evseeva V. A., Orlov S. A. [Assessment of efficiency of multistage dust cleaning systems on the basis of the balance method]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 128—138.

About authors:

Bogomolov Aleksandr Nikolaevich — Doctor of Engineering Science, Professor, the Head of Hydraulic and Earthwork Structures Department, Vice-Rector for Scientific Research, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation; Professor of Construction Operations and Geotechnics Department, Perm National Research Polytechnic University. 29, Komsomolskii Prospekt, Perm', 614990, Russian Federation, banzaritcyn@mail.ru

Sergina Nataliya Mikhailovna — Candidate of Engineering Science, Docent, Docent of Life Safety in Technosphere Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, kaf-bgdvt@mail.ru

Druzhinina Dar'ya Sergeevna — Student, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, kaf-bgdvt@mail.ru

Evseeva Viktoriya Alekseevna — Student, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, kaf-bgdvt@mail.ru

Orlov Sergei Anatol'evich — Student, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, kaf-bgdvt@mail.ru

УДК 72:796.5(470.45)

О. Р. Катаева^а, С. А. Болгов^а, И. И. Соколов^а, Е. И. Мельникова^а, А. И. Соколов^б

^а *Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет*

^б *ООО «РусОйл»*

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Дана система многоуровневого подхода в исследовании природно-исторической среды. Представлена систематизация данных по учету и контролю состояния природно-культурного наследия. В авторских прикладных исследованиях на примере городов и территорий Волгоградской области определяются ранги природно-исторической среды и выявляются группы памятников природы.

К л ю ч е в ы е с л о в а: памятники природы, группы, ранги, природно-историческая среда, природно-культурное наследие, опорные планы, охранные зоны.

Охрана окружающей природно-исторической среды, сохранение нашего культурного наследия и передача его последующим поколениям — актуальная проблема современности, требующая принятия обдуманных решений и незамедлительных мер. Одна из основных проблем сохранения индивидуальности городов (поселений), регионов и стран в целом состоит в том, что их привлекательность оценивается как условие устойчивого экономического развития в перспективе. Наиболее изученной на сегодняшний день является природно-историческая среда столичных городов и центральных регионов страны. Природно-историческая среда регионов Нижнего Поволжья, в том числе Волгоградской области, только в последнее время оказалась в поле зрения градостроителей.

Проблема исследования нашей темы определяется тем, что в условиях мощного роста строительной индустрии вопросы сохранения историко-культурного наследия и разумной степени преобразования природно-исторической среды приобретают актуальность не только в крупнейших городах и регионах РФ, но и в российской провинции. Памятники природы, вне зависимости от месторасположения, всегда и очень тесно связаны с окружающей средой. Очень важно сохранить или в некоторых случаях достичь гармонии между объектом и окружающей средой, а как следствие — единства всего силуэта города и окружающего ландшафта.

В нашей стране взяты под охрану разнообразные памятники природы. Среди них участки леса с ценными древесными породами, вековые деревья, кустарники, участки территории с особо ценной растительностью, отдельные виды исчезающих растений местной флоры, произведения садово-паркового искусства. Законом охраняются памятники неживой природы, различные гидрологические объекты и другие достопримечательности природы. Охрана устанавливается и над природными объектами, имеющими культурное и историко-мемориальное значение [1].

Актуальность исследования обусловлена рядом следующих причин:

значительные утраты в среде объектов культурного наследия;

необходимость более тщательного изучения природно-исторического наследия;

развитие градостроительной культуры в обществе;
новые перспективы использования объектов культурного наследия;
поиск внутренних рекреационных ресурсов страны;
развитие туристической отрасли в РФ.

Объектом исследования является природно-историческая среда Волгоградской области, исследуемая на основе оценки степени значимости памятников природы.

Предметом исследования является система комплексной оценки природно-исторической среды с целью сохранения ее целостности и развития туристического потенциала Волгоградской области.

Границы исследования определяются сферой охраны природно-культурного наследия, его оценки и регулирования.

Рамки исследования ограничиваются территориальными, планировочными и функциональными аспектами.

Научная новизна работы состоит в системе многоуровневого подхода к исследованию природно-исторической среды; в систематизации данных природно-культурного наследия; исследованиях на примере городов и территорий Волгоградской области, позволивших выявить ранги природно-исторической среды.

Наиболее значимым результатом является разработка практических основ развития природно-исторической среды посредством систематических исследований.

Методика исследования основана на многоуровневом подходе к изучению природно-исторической среды; территориальном зонировании и районировании; градостроительном анализе литературных, архивных и других данных; оценке территорий по группам сформированных критериев.

В работе использованы материалы историко-культурных планов, проектов охранных зон, планы размещения объектов культового наследия и памятников природы Волгоградской области.

Практическое значение состоит в развитии систем оценки, контроля и регулирования процессов сохранения и разумного преобразования природно-исторической среды городов и регионов в соответствии с нуждами и потребностями современного человека.

В Волгоградской области расположены уникальные природные достопримечательности: Волго-Ахтубинская пойма, семь природных парков («Донской», «Щербаковский», «Цимлянские пески» и др.), целебная соль и грязь озера Эльтон, пещеры Уракова бугра, музей-заповедник «Старая Сарепта» и многие др. Наш край может заинтересовать туристов всех видов и из любых регионов и даже зарубежных стран.

По территории области проходят важные железнодорожные, автомобильные, водные и воздушные трассы (рис. 1). Общая протяженность железнодорожных путей составляет 1,6 тыс. км, внутренних судоходных путей — 1,5 тыс. км, автомобильных дорог — более 14 тыс. км (83 % дорог общего пользования имеют твердое покрытие). Низовья Волги и Дона, связанные Волго-Донским судоходным каналом, создают благоприятные условия для транспортировки различных грузов через область из портов государств Европы в зоны судоходства Африки, Ближнего и Среднего Востока.

По территории Волгоградской области проходят дороги:

М6: Москва — Тамбов — Волгоград — Астрахань;

М21: Волгоград — Калач-на-Дону — Суrowикино — Морозовск — Белая Калита — Каменск-Шахтинский — Донецк — граница с Украиной;

P219: Волгоград — Сальск — Тихорецк;

P221: Волгоград — Элиста;

P228: Сызрань — Саратов — Волгоград;

A153: Волгоград — Средняя Ахтуба — Знаменск — Ахтубинск.

Центральный автовокзал г. Волгограда находится в Центральном районе города, рядом с железнодорожным вокзалом Волгоград I. Автовокзал является конечной остановкой для большей части внутриобластных и междугородних автобусов.

Основные водные артерии области — реки Волга и Дон. Портовыми городами являются: Волгоград, Калач-на-Дону, Камышин, Волжский. Благодаря географическому положению города на пересечении транспортных коридоров «Север — Юг» и Дунай — Волга он играет очень важную роль в его развитии [2].

Воздушный транспорт в Волгограде не имеет первостепенного значения, однако его работа значительно влияет на работу всей транспортной инфраструктуры региона.

Современный областной центр является железнодорожным узлом пяти направлений. Все железные дороги в городе относятся к Волгоградскому отделению Приволжской железной дороги.

Транспортная схема Волгоградской области показывает основные автомобильные дороги Волгоградской области различного значения (федерального, регионального, местного) и железнодорожные пути.

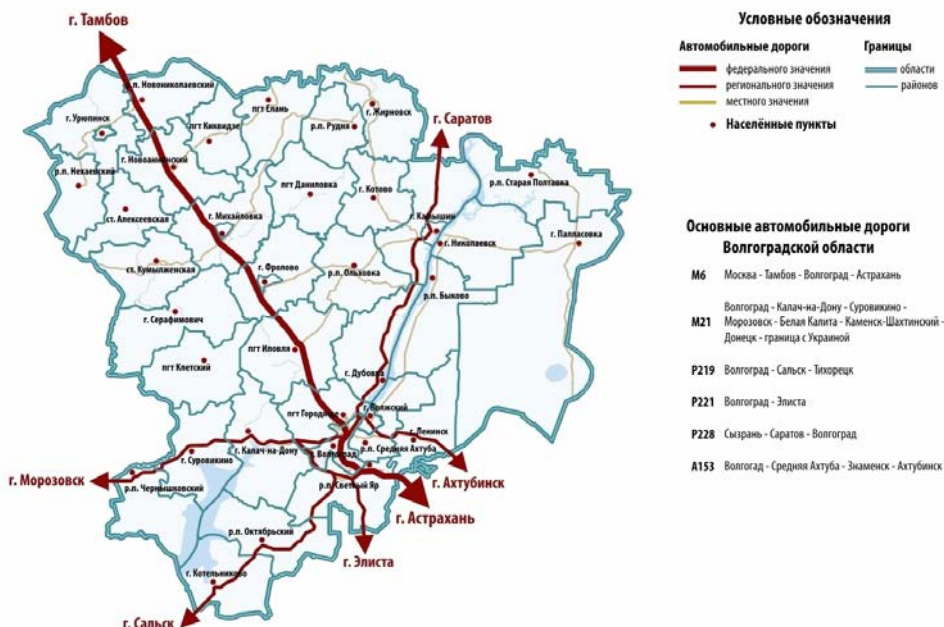


Рис. 1. Транспортная схема Волгоградской области

Дороги федерального значения оказывают больше влияния на развитие населенных пунктов, рабочих поселков, сел, хуторов, городов и районных центров, которые они связывают, образуя планировочные оси (рис. 2), чем дороги областного и местного значения. Данная схема составлена на основе анализа расположения крупных городов Волгоградской области. Города, расположенные ближе к дорогам федерального или регионального значения, развиваются быстрее и зачастую имеют больше достопримечательностей и объектов культурного наследия, чем города и населенные пункты, расположенные далеко от основных магистралей области. Ранги ответвлений планировочных осей напрямую зависят от количества памятников в данном городе или населенном пункте и их влияния на повышение туристической привлекательности Волгоградской области. Данная схема дает начальные сведения для дальнейшего изучения культурного потенциала Волгоградской области.

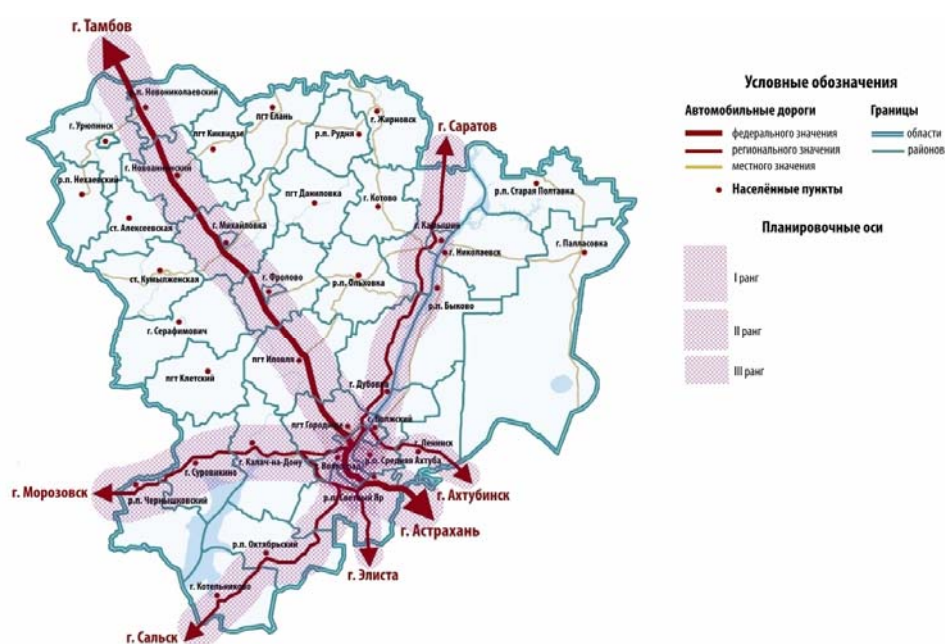


Рис. 2. Планировочные оси Волгоградской области

Планировочные оси на схеме привязаны к автомобильным дорогам Волгоградской области и разделены на три ранга.

Планировочная ось первого ранга проходит по главной «артерии» области — дороге М6. К ней привязаны города с большой концентрацией памятников природы и культовых сооружений: Урюпинск, Михайловка, Серафимович, Фролово и Волгоград.

Планировочная ось второго ранга проходит по дороге М21. Наиболее насыщенными памятниками центры на направлении данной планировочной оси — это города Калач-на-Дону и Суровикино.

Планировочная ось третьего ранга привязана сразу к нескольким дорогам: Р219, Р221, Р228, А153. К данному рангу привязаны такие центры, как Котельниково, Ленинск, Волжский, Дубовка, Камышин, Николаевск и Котово.

Проведенный подробный анализ памятников природы Волгоградской области позволил разделить их на три уровня по степени значимости: I уровень (рис. 3) — гидрологические памятники природы, II уровень (рис. 4) — ботанические памятники природы и III уровень (рис. 5) — ландшафтные, геологические, астрономические и т. п. На рис. 6 показаны памятники природы всех уровней, что позволяет оценить весь объем этих памятников на территории области. На этой схеме указаны планировочные оси различных рангов, зависящих от количества и уровня памятников природы в данной местности.

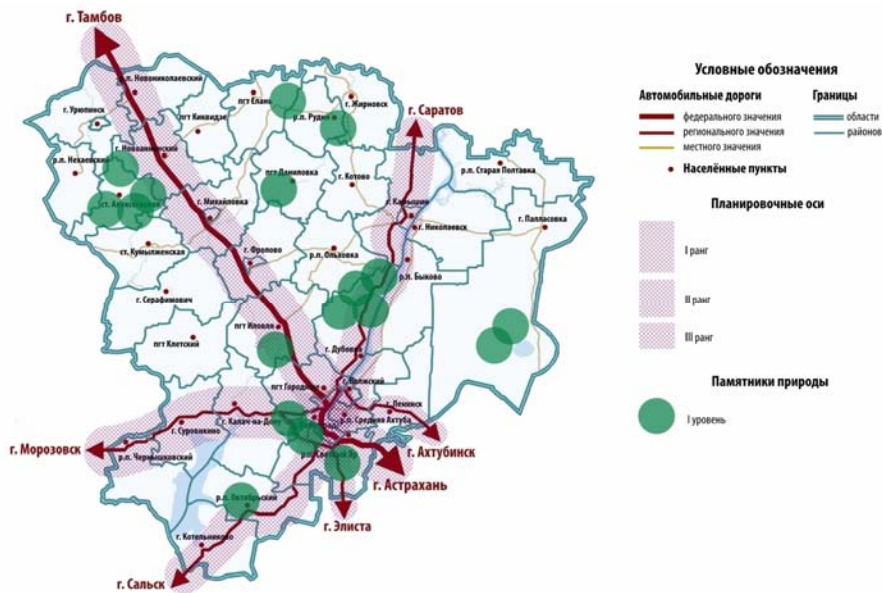


Рис. 3. Схема размещения памятников природы I уровня Волгоградской области

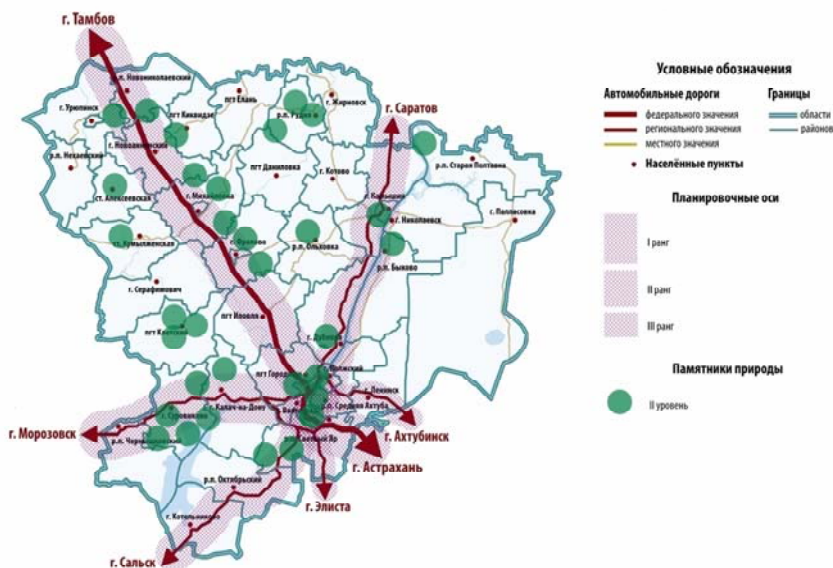


Рис. 4. Схема размещения памятников природы II уровня Волгоградской области

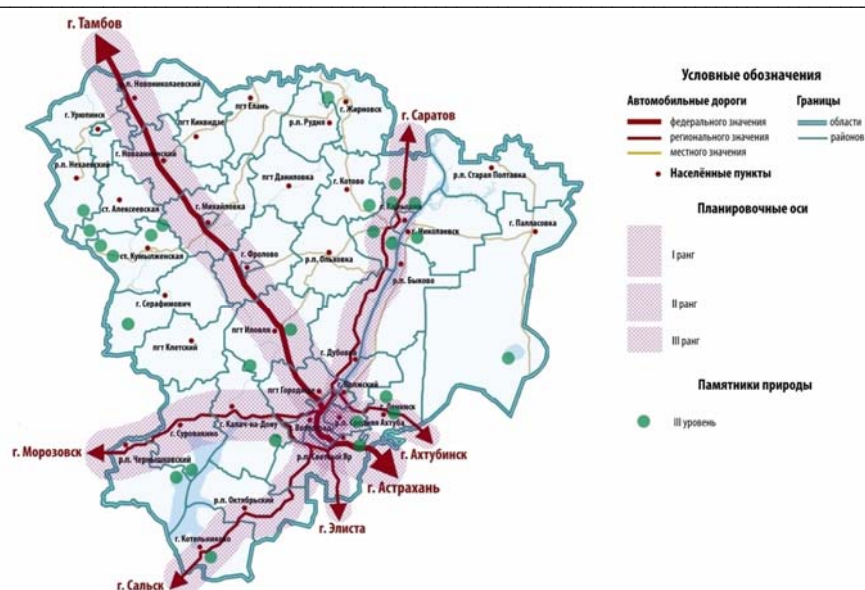


Рис. 5. Схема размещения памятников природы III уровня Волгоградской области

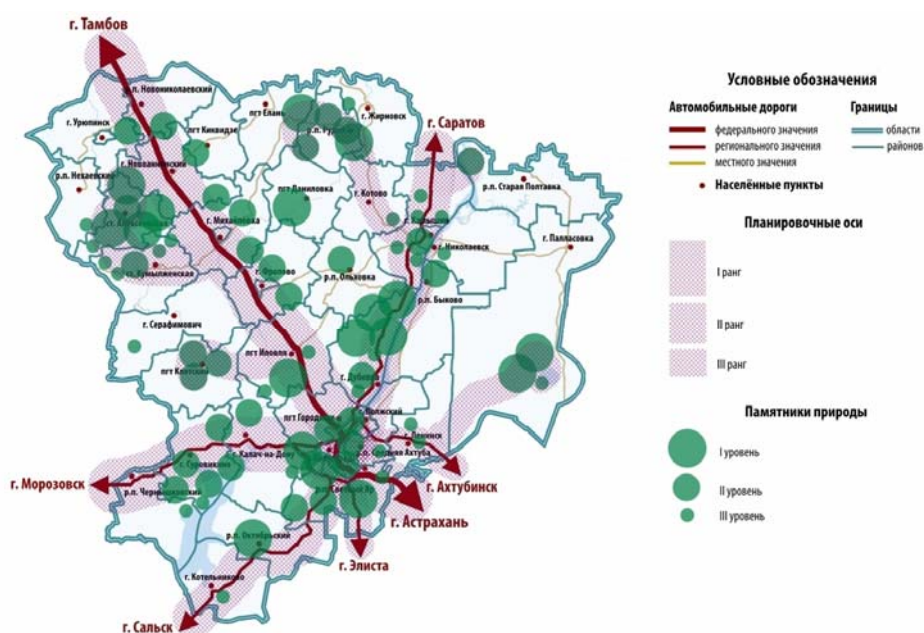


Рис. 6. Схема размещения памятников природы Волгоградской области

Памятники природы могут иметь федеральное или региональное значение в зависимости от природоохранной, эстетической и иной ценности охраняемых природных комплексов и объектов. Эта категория особо охраняемых природных территорий наиболее распространена на региональном уровне, памятников природы федерального значения в России всего 28, общей площадью 19,351 тыс. га. Природные объекты и комплексы объявляются памятниками природы федерального значения, а территории, занятые ими, — осо-

бо охраняемыми природными территориями федерального значения Правительством РФ по представлению органов государственной власти субъектов РФ. Памятниками природы федерального значения объявляются отдельные уникальные природные объекты и комплексы, ценные в экологическом, научном, историко-культурном, эстетическом и эколого-просветительском отношении и нуждающиеся в особой охране государства [3].

Отмеченные на карте памятники природы образуют центры влияния и на основе занимаемого места на территории Волгоградской области делятся на центричные группы, линейные группы и одиночные объекты.

Центричные группы: Волгоградская, Ленинская, Палласовская, Клетская, Алексеевская, Руднянская и Камышинская.

Линейные группы: Михайловская, Суровикинская и Дубовская.

Одиночные объекты в районах: Октябрьский, Котельниковский, Серафимовичский, Даниловский, Ольховский и Старополтавский.

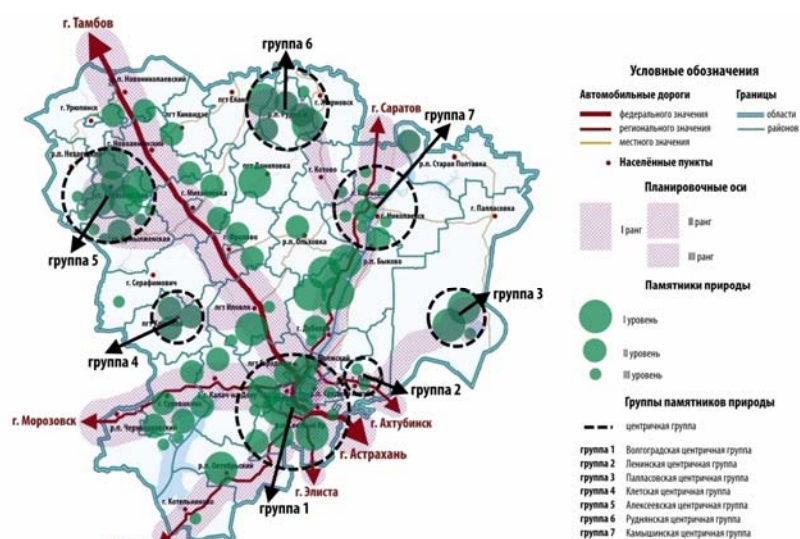


Рис. 7. Схема расположения памятников природы Волгоградской области центричной группы

Центричные группы (рис. 7) — места сосредоточения нескольких памятников природы, расположенных в непосредственной близости друг от друга.

Волгоградская центричная группа включает в себя памятники природы первого и второго уровней

I уровень: Ергенинский источник, Шенбруннский источник.

II уровень: Григорова балка, Дендросад ВНИАЛМИ, Дендросад Волго-Донского судоходного канала, Чапурниковская балка, редкие виды флоры меловых обнажений.

Ленинская центричная группа включает в себя два памятника третьего уровня: Природный парк «Волго-Ахтубинская пойма», Царевский метеорит [4].

Палласовская центричная группа включает в себя памятники природы первого и третьего уровней.

I уровень: Смородинский минеральный источник, озеро Эльтон.

III уровень: природный парк «Эльтонский».

Клетская центричная группа включает в себя три памятника природы второго уровня: Клетский опорный агролесомелиоративный пункт ВНИАЛМИ, можжевельник казацкий, памятник природы «Монастырская Лука» [5].

Алексеевская центричная группа включает в себя памятники природы трех уровней.

I уровень: озеро Култук, озеро Ларинское, озеро Строкальное, озеро Цаплино.

II уровень: Участок леса, урочище «Остров», полевые луга х. Остроуховского (Остроуховские луга).

III уровень: природный парк «Нижнехоперский», ледниковые обнажения (морена), ледниковый валун-великан [6], песчаный массив «Кумылга».

Руднянская центричная группа включает в себя памятники природы трех уровней.

I уровень: родник Краишевский, государственный водный памятник природы «Родник Карчи».

II уровень: Терсинская лесная полоса [7], пион тонколистный, Козловская лесная дача [8].

III уровень: Большой каменный овраг.

Камышинская центричная группа включает в себя памятники природы второго и третьего уровней.

II уровень: дендросад Камышинского опорного пункта ВНИАЛМИ, урочище Бурты [9].

III уровень: округлые окаменелости, тюльпанный луг, Столбичи и Щербаковский сброс, Уракова гора, природный парк «Щербаковский», Камышинские Уши, глыбы «Каравай» [10].

Линейные группы (рис. 8) — памятники природы располагаются на площади Волгоградской области некомпактно, образуя линейные скопления.

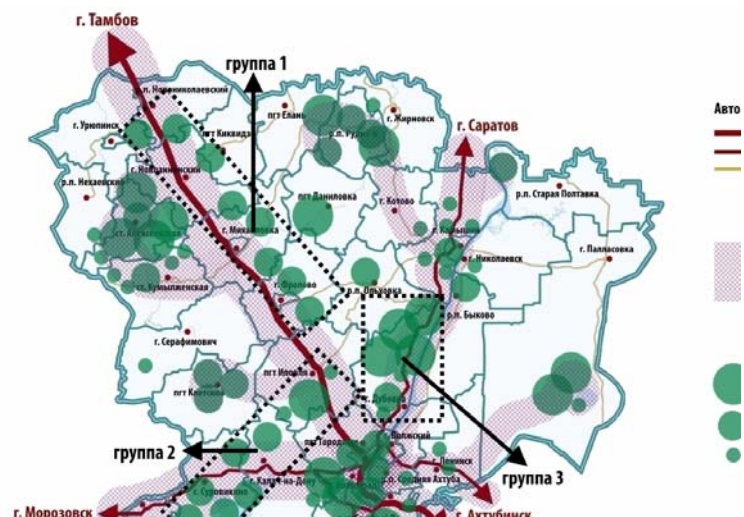


Рис. 8. Схема расположения памятников природы Волгоградской области линейной группы

Михайловская линейная группа включает в себя памятники природы второго уровня: Хоперский лес, охотничье хозяйство «Кардаильское», охотничий заказник «Дудачный», ландшафтный заказник, заказник лечебной травы «Ландыш майский», Рахинский лесной массив, лесной массив «Воропаевская сосна» [11], лесной массив «Грядина».

Суруикинская линейная группа включает в себя памятники природы трех уровней.

I уровень: родник «Татьянин ключ»;

II уровень: Грушевая балка, лес «Маркинские левады», лес «Солоновские левады», тюльпановое поле, пойменный лес «Дербеневский угол», пойменный лес «Зеленое кольцо» [12].

III уровень: меловые горы малой излуины Дона, природный парк «Донской», природный парк «Цимлянские пески», Свиридовские озера.

Дубовская линейная группа включает в себя памятники природы трех уровней.

I уровень: родник Балыклейский, родник Гремучий, родник Екатериновский, родник Песковатский, родник Черемуховский [13].

II уровень: дуб-патриарх.

III уровень: Александровский грабен, Полунинский палеонтологический памятник [14].

Одиночные объекты (рис. 9) — памятники природы, расположенные отдельно от остальных и не имеющие возможность быть включенными в линейную или центричную группу.

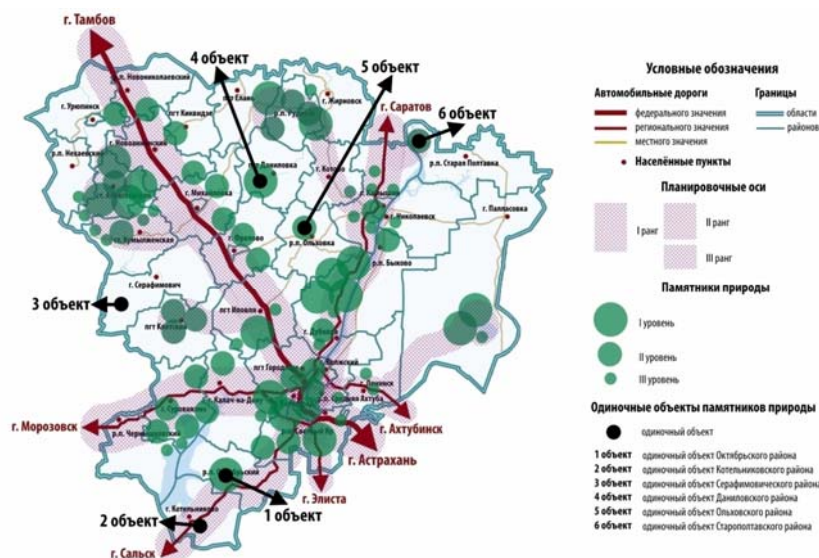


Рис. 9. Схема расположения одиночных объектов памятников природы Волгоградской области

Октябрьский район имеет на своей территории памятник природы первого уровня. *Река Есауловский Аксай* — река в Волгоградской области, левый приток Дона (впадает в Цимлянское водохранилище, которым затоплено нижнее течение реки). Длина 179 км, площадь водосборного бассейна 2588 км². Берет начало

в Ергенях, русло извилистое. Протекает по территории Светлоярского, Октябрьского и Котельниковского районов Волгоградской области. На реке расположен райцентр Октябрьского района — поселок Октябрьский.

По данным государственного водного реестра России, относится к Донскому бассейновому округу, водохозяйственный участок реки — Дон от города Калача-на-Дону до Цимлянского гидроузла, без реки Чир, речной подбассейн реки — Дон между впадением Хопра и Северского Донца. Речной бассейн реки — Дон (российская часть бассейна).

Котельниковский район имеет на своей территории памятник природы третьего уровня. *Гремячинское месторождение калийных солей* расположено в пределах Котельниковского района Волгоградской области в 150 км к юго-западу от г. Волгограда и в 20 км от районного центра — г. Котельниково. Площадь лицензионного участка составляет 96,9 км², в том числе в контуре утвержденных запасов калийных солей — 64,5 м². Предельные размеры участка составляют: по широте — 11,3 км, по долготе — 14,9 км.

Месторождение является уникальным ввиду исключительно высокого качества калийной руды и ее большого запаса (по предварительным прогнозам запасы солей составляют более 1,2 миллиарда тонн). Открыто и изучено на поисково-оценочной стадии Волгоградской геологоразведочной экспедицией ПГО «Нижеволжскгеология» в 1979—1982 гг. Продуктивная залежь имеет четкую верхнюю границу с перекрывающим слоем (2...3 м) чистой каменной соли; нижняя граница менее четкая.

Сырые калийные соли (сильвинит, карналлит, каинит) и концентрированные удобрения (хлористый калий, сульфат калия и др.), а также зола эффективны на разных почвах при внесении под картофель, корнеплоды, лен, табак и другие культуры, потребляющие много калия.

Серафимовичский район имеет на своей территории памятник природы третьего уровня. *Природный парк «Усть-Медведицкий»* — это живописное место богато историческим прошлым, а его красивейшие окрестности в районе рек Дон, Хопер и Медведица имеют первозданную ландшафтную среду обитания представителей животного мира. Жемчужина Дона — Усть-Медведицкий Спасо-Преображенский женский монастырь. Множество паломников стремятся попасть сюда, чтобы прикоснуться к святому камню, находящемуся в таинственных пещерах.

Даниловский район имеет на своей территории памятник природы первого уровня. *Озеро Ильмень* расположено на окраине р. п. Даниловка, на расстоянии 1 км от р. Медведицы. Глубина озера 3,5 м, длина 1 км, а ширина свыше 200 м. Место обитания и размножения диких птиц. Имеет научное и эстетическое значение.

Ольховский район имеет на своей территории памятник природы второго уровня. *Дубы-великаны* произрастают в нашей области на склоне реки Иловли вдоль дороги, идущей в село Каменный брод Ольховского района. По преданию, они посажены монахами бывшего здесь мужского монастыря. Проекция крон достигает сейчас больше 20 м, средняя высота — 14...15 м, диаметр ствола — до полутора метров. На Сарпинском острове напротив Волгограда растет могучий пойменный дуб, имеющий возраст свыше 400 лет. Состояние его удовлетворительное. Оставшиеся представители когда-то обширных дубрав в данной местности.

Старополтавский район имеет на своей территории памятник природы второго уровня. *Салтовский лес* находится в Старополтавском районе Волгоградской области. Его вырастили в бассейне реки Еруслан выходцы харьковской губернии из села Салтово. От этого названия и произошло само название леса. Но первоначально эти места освоили извозчики соли — чумаки, возившие соль с Эльтона до Покровска (ныне город Энгельс). В начале XIX века выходцы из Украины переселялись в Россию, называя поселения своими именами.

Салтовский лес объявлен памятником регионального значения. Создан он в 1985 г. с целью сохранения естественного уникального лесного массива, одного из островков лесного биоценоза степного Заволжья. Лес относится к перечню особо охраняемых территорий района. Располагается он в 2 км от реки Еруслан и на северо-востоке граничит с Саратовской областью. Для местного населения прекрасный рекреационный объект [15].

При анализе памятников природы Волгоградской области были выделены три уровня степени значимости и три группы памятников природы — на основе занимаемого места (центричные, линейные группы и одиночные объекты), что позволяет более рационально оценить туристический потенциал Волгоградской области.

Разработанная комплексная схема расположения групп памятников природы Волгоградской области (рис. 10) может быть использована при выполнении систематических исследований, разработке документов стратегического территориального и градостроительного планирования (схемы территориального планирования, генеральные планы городов, историко-культурные опорные планы и проекты охранных зон, правила землепользования и застройки, местные нормативы градостроительного проектирования), а также для оперативного планирования и может применяться в регионах Нижнего Поволжья, а при условии адаптации — в других регионах страны [16].

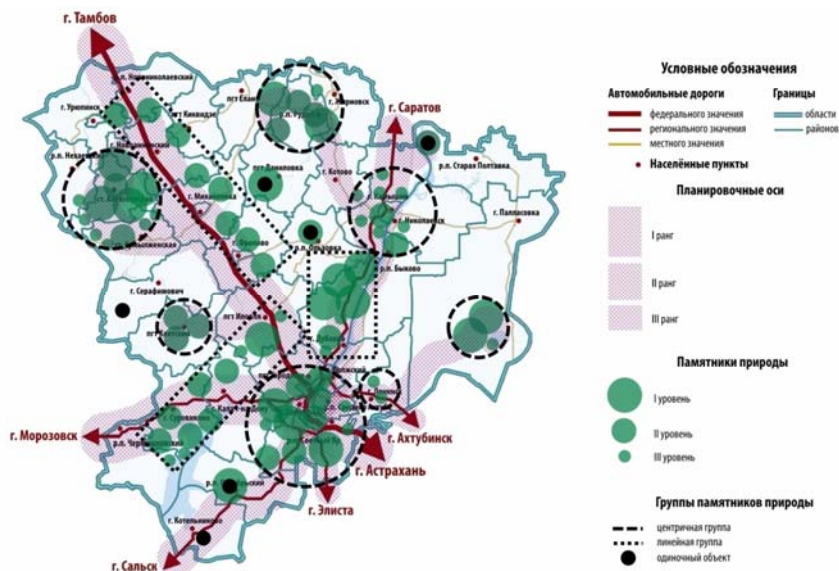


Рис. 10. Схема расположения групп памятников природы Волгоградской области

Материалы исследования могут вызвать интерес со стороны государственных органов охраны наследия, министерств и ведомств, контролирующих и регулирующих строительную деятельность на территории городов, муниципальных районов, областей и автономий. Работа может оказаться полезной для практикующих архитекторов, а также использоваться в учебном процессе при подготовке архитекторов, градостроителей, реставраторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Антюфеев А. В.* Агломеративное развитие городов: архитектурно-градостроительные идеи и их реализация (на примере Волгограда) // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2009. Вып. 15(34). С. 179—183.
2. Архитектурно-ландшафтная среда рекреационных территорий / И. И. Соколов, А. И. Соколов, В. Ф. Сидоренко, Е. И. Мельникова, Д. Р. Муслимова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2014. Вып. 37(56). С. 219—225.
3. *Boon J.* “Couperusolwin”, der Haag: Siedlungs – und Erholungsgrün über Tiefgaragen in chemals bewaldeter Dünenlandschaft // Garten Landschaft. 1984. No. 6. Pp. 40—42.
4. Экотуристическая система г. Волгограда (на примере о. Сарпинский) / И. И. Соколов, А. И. Соколов, Е. И. Капустина, В. Ф. Сидоренко, Е. И. Горюнова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2012. Вып. 29(48). С. 218—223.
5. *Vreeland E. B., Sullivan R.* New parks for New York by New York // Landscape Architecture. 1984. Vol. 74. No. 2. Pp. 58—64.
6. *Hubbard W.* Reassessing the art of landscape design: Central Park as a case Study // Architectural Record. 1984. Vol. 17. No. 10. Pp. 69—75.
7. *Птичникова Г. А.* Архитектура и потребитель: метаморфозы города под влиянием глобального туризма // Социология города. 2010. № 3. С. 10—15.
8. Организация архитектурно-ландшафтной среды рекреационных территорий / И. И. Соколов, В. Ф. Сидоренко, Е. И. Мельникова, А. И. Соколов, Д. Р. Муслимова // Строительство в прибрежных курортных регионах: сборник материалов Восьмой Международной науч.-практич. конф., посвященной итогам Олимпийского строительства в г. Сочи, г. Сочи, 19—23 мая 2014 г. / под ред. К. Н. Макарова. Сочи: РосИнновации, 2014. 522 с. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
9. *Jacques D., Whitton M.* Computers in Landscape Practice: Applications in a landscape office // Landscape Design. 1984. Vol. 17. No. 152. P. 49—50.
10. *Антюфеев А. В.* Устойчивое развитие города и социальные аспекты градостроительной политики // Социология города. 2010. № 3. С. 5—9.
11. *Дюжев С. А., Соколов И. И.* Система как механизм воплощения топоформ действительности расселения // Интернет-Вестник ВолГАСУ. 2008. Вып. 1(5). Ст. 2. URL: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=4&coverno=24>
12. Greater London Landscape // Landscape Design. 1985. № 153. P. 29—50.
13. Оценка рекреационного потенциала Волгоградской области / И. И. Соколов, Г. В. Павлов, Е. И. Горюнова, А. И. Соколов, И. И. Соколов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2012. Вып. 28(47). С. 343—349.
14. *Smyth B.* Slowing up the pace of London’s greening // Town and Country Planning. 1984. Vol. 53. No. 12. P. 356—358.
15. *Milchert J.* Der Balkon // Standart. 1984. No. 1. S. 38—41.
16. *Иванова Н. В.* Озеленение придомовых территорий // Новые идеи нового века. 2015. № 3. URL: <http://pnu.edu.ru/nionc/pub/articles/407/>

© О. Р. Катаева, С. А. Болгов, И. И. Соколов, Е. И. Мельникова, А. И. Соколов, 2016

Поступила в редакцию
в июне 2016 г.

Ссылка для цитирования:

Систематизация памятников природы Волгоградской области / О. Р. Катаева, С. А. Болгов, И. И. Соколов, Е. И. Мельникова, А. И. Соколов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 139—152.

Об авторах:

Катаева Ольга Романовна — студентка, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолгГАСУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, 93Kok@mail.ru

Болгов Сергей Александрович — доцент кафедры архитектуры зданий и сооружений, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолгГАСУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, 93Kok@mail.ru

Соколов Иван Иванович — канд. арх., профессор, профессор кафедры ландшафтной архитектуры и профессиональных коммуникаций, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолгГАСУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, 93Kok@mail.ru

Мельникова Елена Игоревна — аспирант кафедры ландшафтной архитектуры и профессиональных коммуникаций, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолгГАСУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, 93Kok@mail.ru

Соколов Антон Иванович — канд. арх., ООО «РусОйл». Российская Федерация, 400075, г. Волгоград, ул. 51-й Гвардейской дивизии, 1А, 93Kok@mail.ru

O. R. Kataeva, S. A. Bolgov, I. I. Sokolov, E. I. Mel'nikova, A. I. Sokolov

SYSTEMATIZATION OF NATURE SANCTUARIES OF VOLGOGRAD OBLAST

This work introduces the system of multilevel approach in the research of the natural and historical environment, as well as the systematization of data on the account and control of the condition of natural and cultural heritage. In the author's applied researches by the example of the cities and territories of Volgograd Oblast the ranks of the natural and historical environment are defined and groups of nature sanctuaries are revealed.

Key words: nature sanctuaries, groups, ranks, natural and historical environment, natural cultural heritage, basic plans, protective zones.

REFERENCES

1. Antyufeev A. V. [Agglomerative development of cities: ideas of architecture and town-planning and their realization (by the example of Volgograd)]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2009, iss. 15(34), pp. 179—183.
2. Sidorenko V. F., Sokolov I. I., Mel'nikova E. I., Sokolov A. I., Muslimova D. R. [Architectural and landscape environment of recreational areas]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2014, iss. 37(56), pp. 219—225.
3. Boon J. "Couperusolwin", der Haag: Sied-lungs – und Erholungsgrün über Tiefgaragen in chemals bewaldeter Dünenlandschaft. *Garten Landschaft*, 1984, no. 6, pp. 40—42.
4. Sokolov I. I., Sokolov A. I., Kapustina E. I., Sidorenko V. F., Goryunova E. I. [Ecotourist recreation in Volgograd (in the example of Sarpinsky Island)]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2012, iss. 29(48), pp. 218—223.
5. Vreeland E. B., Sullivan R. [New parks for New York by New York]. *Landscape Architecture*, 1984, 74(2), pp. 58—64.
6. Hubbard W. Reassessing the art of landscape design: Central Park as a case Study. *Architectural Record*, 1984, 17(10), pp. 69—75.

7. Ptichnikova G. A. [Architecture and the consumer: metamorphoses of city under influence of global tourism]. *Sotsiologiya Goroda* [Sociology of City], 2010, no. 3, pp. 10—15.
8. Sokolov I. I., Sidorenko V. F., Mel'nikova E. I., Sokolov A. I., Muslimova D. R. [The arrangement of architectural and landscape environment of recreational space]. K. N. Makarov (ed.). *Stroitel'stvo v pribrezhnykh kurortnykh regionakh: sbornik materialov Vos'moi Mezhdunarodnoi nauch.-praktich. konf., posvyashchennoi itogam Olimpiiskogo stroitel'stva v g. Sochi, g. Sochi, 19—23 maya 2014 g.* [Construction in coastal resort regions. Set of proceedings of the Eighth International Sci.-Pract. Conf. devoted to the results of the Olympic construction in Sochi, Sochi, May 19—23, 2014]. Sochi, RosInnovatsii Publ., 2014. 522 p., 1 electronic optical disk (CD-ROM).
9. Jacques D., Whitton M. Computers in Landscape Practice: Applications in a landscape office. *Landscape Design*, 1984, 17(152), pp. 49—50.
10. Antyufeev A. V. [Sustainable development of city and social aspects of planning urban policy]. *Sotsiologiya Goroda* [Sociology of City], 2010, no. 3, pp. 5—9.
11. Djushew S. A., Sokolov I. I. System as a mechanism of realizing topo-forms of settlement actuality. *Internet-Vestnik VolGASU*, 2008, iss. 1(5), paper. 2. URL: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=4&coverno=24>
12. Greater London Landscape. *Landscape Design*, 1985, no. 153, pp. 29—50.
13. Sokolov I. I., Pavlov G. V., Sokolov A. I., Goryunova E. I., Sokolov I. I. [Estimation of recreational potential of Volgograd oblast]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2012, iss. 28(47), pp. 343—349.
14. Smyth B. Slowing up the pace of London's greening. *Town and Country Planning*, 1984, 53(12), pp. 356—358.
15. Milchert J. Der Balkon. *Standart*, 1984, no. 1, s. 38—41.
16. Ivanova N. V. [Gardening adjoining areas]. *Novye idei novogo veka* [New ideas of the new century], 2015, no. 3. URL: <http://pnu.edu.ru/nionc/pub/articles/407/>

For citation:

Kataeva O. R., Bolgov S. A., Sokolov I. I., Mel'nikova E. I., Sokolov A. I. [Systematization of nature sanctuaries of Volgograd oblast]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 139—152.

About authors:

Kataeva Ol'ga Romanovna — Student, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, 93Kok@mail.ru

Bolgov Sergei Aleksandrovich — Docent of Architecture of Buildings and Constructions Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, 93Kok@mail.ru

Sokolov Ivan Ivanovich — Candidate of Architecture, Professor, Professor of Landscape Architecture and Professional Communications Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, 93Kok@mail.ru

Mel'nikova Elena Igorevna — Postgraduate student of Landscape Architecture and Professional Communications Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, 93Kok@mail.ru

Sokolov Anton Ivanovich — Candidate of Architecture, "RosOil" Ltd. 1A, 51 Gvardeiskoi divizii St., Volgograd, 400075, Russian Federation, 93Kok@mail.ru

УДК 711.142; 711.656

Н. В. Коростелева

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

**ОСВОЕНИЕ ОВРАЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ КРУПНЫХ ГОРОДОВ
ПОД ОБЪЕКТЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ КАК СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ
БЛАГОУСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИИ НА ПРИМЕРЕ г. ВОЛГОГРАДА**

Решение проблем улучшения благоустройства городских территорий — одна из приоритетных задач современного градостроительства. Проведен анализ овражных территорий г. Волгограда с целью определения возможности их использования под объекты озеленения общего пользования.

К л ю ч е в ы е с л о в а: овражные территории, благоустройство территорий, зеленые насаждения общего пользования.

Как известно, большая часть населения планеты проживает в городах и под влиянием производственной и рекреационной деятельности горожан интенсивно деградируют наиболее привлекательные природные комплексы, к которым можно отнести берега рек, озер и зеленые насаждения. Природа в городе и его ближайшем окружении подвергается тяжкому испытанию. Будучи местами концентрации разнообразной промышленности, строительства, энергетики, автомобильного парка, населения, города являются источниками загрязнений воздуха, поверхностных и подземных вод, почвы. Экологические проблемы городов связаны с чрезмерной концентрацией на сравнительно небольших территориях населения, транспорта и промышленных предприятий, с образованием антропогенных ландшафтов, очень далеких от состояния экологического равновесия [1].

В условиях повышенных антропогенных нагрузок и дискомфорта городов из-за загрязнения воздушной среды выбросами автотранспорта и промышленных предприятий благоустройство и озеленение населенных мест приобретает особое значение.

Нормативное определение благоустройства территории муниципального образования (сельского или городского поселения, городского округа) исходит из того, что это комплекс мероприятий по содержанию территории муниципалитета, а также по проектированию и размещению на ней объектов благоустройства, направленных на обеспечение и повышение комфортности условий проживания граждан, поддержание и улучшение санитарного и эстетического состояния территории.

Благоустройство населенных мест охватывает часть вопросов, объединяемых понятием «градостроительство», и характеризует прежде всего уровень инженерного оборудования территории населенных мест, санитарно-гигиеническое состояние их воздушных бассейнов, водоемов и почвы. Благоустройство территории муниципального образования представляет собой комплекс мероприятий, направленных на создание благоприятных, здоровых и культурных условий жизни, трудовой деятельности и досуга населения в границах муниципального образования и осуществляемых органами государ-

ственной власти, органами местного самоуправления, физическими и юридическими лицами.

К основным объектам благоустройства можно отнести территории общего пользования (улицы, проезды, тротуары, парки, скверы, бульвары, лесопарки, площади и т. п.), включая расположенные на всех указанных территориях зеленые насаждения, объекты наружного освещения, объекты малых архитектурных форм, иные объекты в части их внешнего вида.

На сегодняшний день можно утверждать, что важными элементами благоустройства любого населенного пункта являются парки, скверы и другие объекты озеленения общего пользования. Они необходимы не только для обеспечения комфортных условий для отдыха жителей, но и для улучшения состояния окружающей среды. Значение озелененных территорий велико и многообразно. Они играют значительную роль в формировании окружающей человека среды, так как улучшают санитарно-гигиеническую обстановку. Насаждения снижают силу ветра, регулируют тепловой режим, очищают и увлажняют воздух, что имеет огромное оздоровительное значение [2]. Видное место насаждения занимают в инженерном благоустройстве городов, так как с их помощью регулируется движение на автомагистралях, ведется борьба с оврагообразованием, снежными и песчаными заносами, селевыми потоками, пожарами (лиственные деревья и кустарники медленнее загораются, чем хвойные), осуществляется мелиорация.

Значительную роль играют насаждения в архитектуре города. Они служат прекрасным средством обогащения, а нередко и формирования ландшафта города и занимают ведущее место в решении архитектуры парков и садов, несут не только эстетическое, но и психологическое значение. Растительность обладает большим разнообразием форм, цвета и фактуры. Озелененные территории в современной урбанизированной среде несут существенные нагрузки и выполняют функции «легких» города — стоит сказать о влиянии насаждений на микроклимат, тепловые режимы, влажность воздуха, процесс газообмена, степень подвижности воздуха (ветровые режимы), фитонцидность растений и ионизацию воздуха, снижение шумовых эффектов; о борьбе с загрязнением атмосферы.

Для того чтобы поддерживать благоприятное состояние городской среды, улучшать условия жизни и удовлетворять потребности горожан в отдыхе, существует так называемая норма озеленения города — это площадь озелененных территорий общего пользования, которая приходится на одного жителя города^{*}. В России единых норм озеленения сейчас нет. Их разрабатывает администрация того или иного района, края или населенного пункта.

К сожалению, в настоящее время во многих крупных городах Российской Федерации наблюдается сокращение площади существующих рекреационных территорий и передача площади потенциальных рекреационных территорий под застройку. Волгоград также не является исключением.

Так, озелененность города значительно меньше той величины, которая принимается за оптимальную: на одного жителя города площадь зеленых на-

^{*} ГОСТ 28329—89. Государственный стандарт Союза ССР. Озеленение городов. Термины и определения (утв. и введен в действие Госстандартом СССР от 10.11.1989 г. № 3336) М. : Издательство стандартов, 1990.

саждений в среднем составляет около 10 м^2 при норме 25 м^2 . Уже сегодня город потребляет кислорода больше, чем его производят городские насаждения. Пока проблему решает циркуляция воздушных масс: воздух, насыщенный кислородом, поступает в город извне, но тем не менее уже сейчас при определенных погодных условиях (например, в безветренную погоду) горожане с ослабленным здоровьем ощущают недостаток кислорода.

В настоящее время в городе площадью 85 935,3 га насчитывается 12 389 га зеленых насаждений, из них только 1292,82 га — насаждения общего пользования, в том числе 852,0 га — посадки, высаженные до 1965 г. То есть около 80 % зеленых насаждений Волгограда — старовозрастные посадки с выраженными процессами усыхания [3].

Наиболее распространенными приемами озеленения Волгограда являются рядовые посадки древесно-кустарниковых насаждений на тротуарах, бульвары, скверы при скромном количестве парков.

Ассортимент зеленых насаждений, применяемых в озеленении города, не велик, если учесть, что в Волгограде имеются богатейший опыт и селекционный материал для выращивания устойчивых и высоко декоративных насаждений для озеленения населенных мест. В дендрологических садах Волгограда могут предложить более 400 видов растений, которые прошли многолетние испытания на морозо-, соле-, засухоустойчивость и могут быть использованы для разного рода озеленения города: массового, дополнительного — при построении ландшафтных композиций и т. д.

В настоящее время основными породами для озеленения скверов и парков города являются липа, клен, береза, ель, сосна. Внутриквартальное озеленение развивается чаще всего стихийно: здесь высаживаются вязы, тополя, а жители дополняют их плодовыми растениями и кустарниками. Вдоль улиц — самый малочисленный видовой состав, он представлен тополем, березой и вязом.

Недостаток озелененных территорий, случайный характер их размещения, отсутствие действенной системы озеленения — все это нарушает комфортность условий жизнедеятельности и затрудняет оздоровление городской среды. Между тем в условиях экологического неблагополучия зеленые насаждения являются одним из эффективных факторов оздоровления среды обитания человека.

Таким образом, можно говорить о том, что недостаток озелененных территорий в сочетании с неравномерным размещением и отсутствием системы озеленения приводит к тому, что зеленые насаждения не выполняют в достаточной степени свои основные функции по формированию и оздоровлению городской среды. Однообразие посадок зеленых насаждений подчеркивается бедным ассортиментом деревьев и кустарников и вызывает психологический дискомфорт у жителей города. Поэтому проблема улучшения состояния и качества озеленения Волгограда является весьма актуальной.

Для того чтобы обеспечить город достаточным количеством зеленых насаждений, необходимо увеличить площадь озеленения общего пользования до 2544 га, т. е. в два раз, и провести реконструкцию старовозрастных посадок. Таким образом, на генеральном плане Волгограда необходимо изыскать порядка 1251 га свободных территорий. Помимо требований к общей площади озеленения необходимо, чтобы данные объекты были распределены по территории города достаточно равномерно [4].

В настоящее время широко обсуждаются варианты перспективного развития Волгограда, так как город практически исчерпал резерв благоприятных территорий под свое развитие. В связи с тем, что Волгоград очень вытянут в длину (около 100 км), одним из основных вариантов развития является рост города в сторону степей, что расширит его территорию, преобразуя сложившуюся исторически линейную структуру в наиболее удобную комбинированную. Однако рассматриваемые территории находятся в отдалении от Волги и, как следствие, имеют более засушливый климат по сравнению с уже освоенными землями. Поэтому еще одним вариантом для дальнейшего развития города без расширения его территориальных границ может быть освоение так называемых непригодных территорий в пределах городской черты, которые, при проведении соответствующих мероприятий по инженерной подготовке, могут использоваться под различные виды строительства, в том числе и ландшафтно-рекреационных объектов.

По оценкам ЦНИИП градостроительства РААСН, до 50 % неудобных земель в пределах городской черты составляют участки со сложным рельефом, который оказывает влияние практически на все аспекты архитектуры и строительства — от особенностей восприятия архитектурно-пространственной композиции застройки до методов строительного производства. Экономическая эффективность строительства во многом зависит от степени научной обоснованности проектных решений. На сегодняшний день в Волгограде «неудобные» для строительства территории составляют порядка 20 %, из них более 10 % занимают овраги и балки [5].

Овраги обычно рассматриваются как объекты, постоянно создающие трудности для развития городской инфраструктуры. Однако к овражно-балочным системам в пределах населенных пунктов и оврагообразовательным процессам в них нельзя относиться только с позиции их опасности. В оврагах и балках в городских условиях сохраняется естественная растительность, и они могут использоваться как рекреационные зоны. Овражно-балочные системы обеспечивают в зависимости от розы ветров вентиляцию городской территории и изменяют микроклимат в прилегающих к ним кварталах, являются естественными дренажными системами. Овражно-балочная сеть — потенциальный резерв земель под строительство и создание транспортных артерий в городах.

Вместе с тем имеются негативные тенденции при освоении городских оврагов и балок. Они связаны с недостаточным учетом возможности образования и развития новых и активизации старых оврагов, появления по их бортам отвершков и развития опасных склоновых процессов (оползней, обвалов и т. д.). Это чаще всего связано с отсутствием научно обоснованных рекомендаций по использованию овражно-балочных систем в городах, со слабой изученностью условий и специфики развития овражной эрозии как опасного явления в городах и соотношений между развитием населенных пунктов и существующими овражно-балочными системами.

Роль оврагов и балок в формировании планировочной структуры и внешнего облика городов имеет двоякий характер. В целом они формируют систему открытых пространств, обогащая город живописными панорамами, но при этом, рассекая территорию на отдельные части, они значительно ус-

ложняют транспортную схему, являясь серьезным препятствием при строительстве магистралей, инженерных сетей, пешеходных связей.

Овраги, как правило, являются «зелеными легкими» города (воздушными коридорами). Однако, к сожалению, за многие годы некоторых городах они превратились в труднодоступные зоны со стихийными свалками, автостоянками и гаражами.

Проблема деградированных ландшафтов овражных систем в городской среде имеет широкое распространение вне зависимости от величины населенных мест, как в российских городах, так и в зарубежной практике развития городов. Особенности оврагов, выраженные в более сложном рельефе по отношению к окружающему ландшафту и в выполнении функции водотоков, привели к тому, что овражные системы в городской среде зачастую остаются заброшенными территориями, лишенными благоустройства, а нерациональное использование овражно-балочных систем ведет к росту экологической напряженности городов.

Влияние оврагов на экологию исключительно разнообразно. Основной вид ущерба, обусловленного современной овражной сетью, — это прежде всего сокращение площадей, пригодных для хозяйственного использования. Рост оврагов вызывает необходимость дополнительных капиталовложений, направленных как непосредственно на борьбу с овражной эрозией, так и на гидротехнические сооружения при строительстве сооружений, прокладке дорог, трубопроводов, других видов коммуникаций. Овраги служат каналами, по которым в водные объекты поступают выносы с промышленных предприятий и бытовые отходы; нередко овраги используются как места свалок и захоронений вредных и ядовитых веществ. Об объемах отходов и масштабах загрязнения можно судить по некоторым данным, опубликованным в периодической печати [6]: только за один год из крупных городов собирается и вывозится около 60 млн т твердых бытовых отходов, причем с каждым годом мусора становится больше приблизительно на 5 %. Под свалки ежегодно отводится около 1400 га земли. Овраги, как удобные естественные емкости, выбираются под свалки в первую очередь. Овраги-свалки теперь встречаются повсюду, как на севере (например, в Салехарде), так и на юге. Примеров множество по всем регионам, в том числе по Подмосковию и по г. Москве, где овраги превращаются в свалку строительного, бытового и прочего мусора, в том числе битых неоновых ламп и других отходов, содержащих ртуть [7].

Одной из причин ухудшения экологической обстановки в населенных пунктах со сложным рельефом является нерациональное использование овражно-балочных систем как наиболее быстро реагирующих на внешнее воздействие. Не секрет, что темпы вовлечения «непригодных» земель в градостроительную практику очень низкие. Сложность освоения этих территорий связана с целым рядом местных условий и в первую очередь с рельефом. Естественно, что территории, неблагоприятные для строительства, но включаемые в общую площадь города, требуют специальных мероприятий по инженерной подготовке и их приспособлению к тому или иному использованию в градостроительных целях.

Рационально и экономически выгодно превратить овражные системы в экологически чистые ландшафтные ниши, обустроить их под рекреационные зоны отдыха в городах. Уже имеются примеры такого обустройства оврагов в

г. Рязани. Рекреационная зона отдыха в Парке имени 50-летия Октября в г. Черкассах с ландшафтным переустройством глубокого и крупного оврага была отмечена государственной премией. В Москве на Мосфильмовской улице овраг террасирован и превращен в зону отдыха. Территория парка у Детского музыкального театра на Ленинских горах в Москве тоже раньше была оврагом, впоследствии засыпанным. Все это примеры улучшения экологической обстановки бывших заовраженных земель.

Можно с уверенностью говорить о том, что организация на овражных территориях ландшафтно-рекреационных зон возможна в большей степени из-за того, что к ним предъявляют менее жесткие требования к инженерной подготовке, чем при строительстве жилых, общественных и промышленных объектов. К тому же сложный рельеф выгодно подчеркнет особенности садово-парковой композиции в рекреационных зонах внутри города.

Если рассматривать Волгоград, то на сегодняшний день территорию города прорезает около 50 оврагов и балок (рис. 1). Площадь всех объектов составляет порядка 12 891 га, что достаточно для соблюдения нормативных требований к размеру зеленых объектов Волгограда (табл.).



Рис. 1. Схема расположения оврагов и балок по территории г. Волгограда

Технико-экономические показатели г. Волгограда и его овражных территорий

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Числовое значение
1	Общая площадь Волгограда	га	85 940
2	Численность населения	тыс. чел.	1017
3	Существующая площадь зеленых насаждений общего пользования	га	1292,82
4	Необходимая площадь зеленых насаждений общего пользования	га	2544
5	Площадь овражных территорий	га	12 891
6	Количество оврагов	шт.	46
7	Плотность овражной сети	ед./га	0,00053
8	Густота овражной сети	км/км ²	0,088

Из схемы видно, что вся территория города разделена оврагами и балками, поэтому, используя их в качестве объектов озеленения, можно добиться достаточно равномерного распределения зеленых насаждений по городу.

Проведя анализ овражных территорий Волгограда, нами были выявлены следующие данные:

1. Учитывая геометрические размеры основных объектов, можно говорить о том, что в городе преобладают длинные (длиною более 1000 м), средней ширины (50...100 м) и небольшой глубины (5...15 м) овраги и балки.

2. По степени транспортной доступности все овражные территории Волгограда можно систематизировать следующим образом:

выходящие к магистралям общегородского, районного значения и улицам местного значения — 24 %;

выходящие только к улицам местного значения — 17 %;

выходящие к дорогам в садовых участках — 28 %;

не имеющие транспортную доступность — 31 %.

3. Полную инженерную обеспеченность имеют 24 % оврагов и балок города.

4. Овраги стали местом сброса и складирования твердых бытовых отходов с прилегающих территорий, на которых размещены индивидуальные жилые дома, или садовые участки жителей города, или гаражные кооперативы.

5. Большинство балок, прорезающих город, имеют древнее происхождение. В настоящее время на территории Волгоградской агломерации практически не осталось природного, не подвергшегося антропогенному и техногенному воздействию ландшафта в бассейнах малых рек, все они изменены в той или иной степени. В результате этого возникли различные нарушения, начиная от нарушения естественного режима рек и их связей с половодьем и заканчивая частичным или полным исчезновением балок и рек. К примеру, в результате проводимых мероприятий по ликвидации овражно-балочной сети и применения методов замывки и сухой засыпки были заматы овраг Крутой, некоторые отвершки оврага Долгий, реки Царицы и ряд других оврагов.

Согласно полученным характеристикам оцениваемых территорий, можно утверждать, что большая их часть (рис. 2) оптимально подходит для ландшафтно-рекреационного освоения.

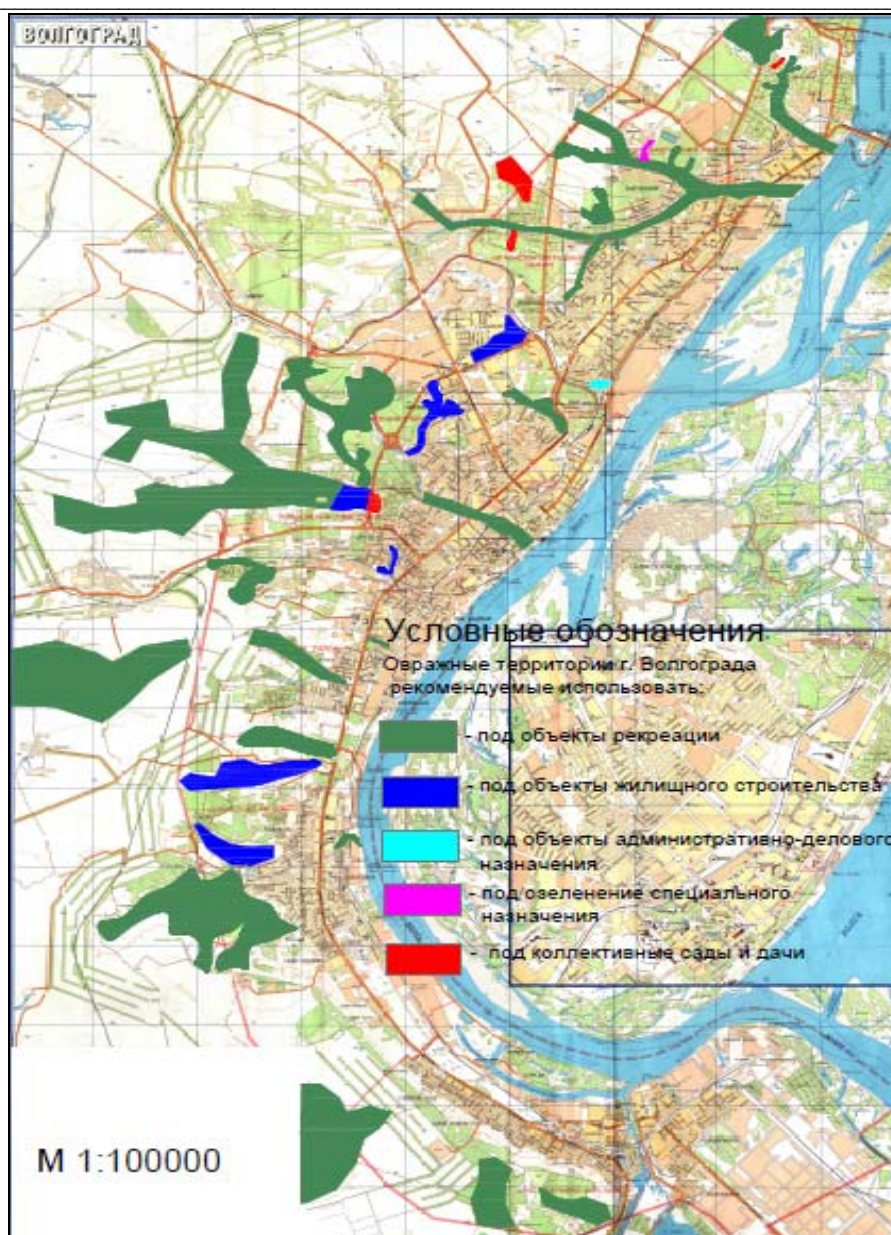


Рис. 2. Рекомендации по освоению овражных территорий г. Волгограда

В зависимости от их размеров и требований к площади рекреационных объектов все овраги могут быть использованы либо под парки, сады и скверы, либо под аллеи и бульвары.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование оврагов и балок под объекты рекреации является наиболее логичным решением. При должной степени благоустройства и уровне инженерной подготовки территорий овражно-балочная сеть г. Волгограда может стать достаточно привлекательной территорией для освоения под объекты рекреационного назначения, что улучшит и общий экологический фон города.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коростелева Н. В. К вопросу обеспечения экологической безопасности на территории Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2014. Вып. 36(55). С. 258—263.
2. Коростелева Н. В. Оценка состояния озеленения города Волгограда // Проблемы и перспективы развития жилищно-коммунального комплекса города: VI Международная научно-практическая конференция, 1—4 апреля 2008 г. М.: [МИКХиС], 2008. Т. 1. С. 79—82.
3. Коростелева Н. В. Анализ состояния зеленого фонда как части градостроительной структуры Волгограда // Экологические аспекты сохранения исторического и природно-культурного наследия: Всероссийская научно-практическая конференция 4 апреля 2008 г. Волгоград: Изд-во ФГОУ ВПО ВАГС, 2008. С. 178—179.
4. Коньшова О. В., Коростелева Н. В. Освоение овражных территорий под объекты озеленения как способ благоустройства города Волгограда // Актуальные вопросы городского строительства, архитектуры и дизайна в курортных регионах: сб. материалов II Всероссийской науч.-практич. конф. молодых ученых, г. Сочи, 5—9 октября 2015 г. / под ред. А. Н. Волкова, Е. Н. Куклиной. Сочи: РИЦ СГУ, 2015. С. 249—253.
5. Дьяченко Н. П. Эколого-геоморфологическое состояние территории Волгоградской агломерации // XX пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозийных, русловых и устьевых процессов. Ульяновск, 2005. С. 159—160.
6. Славин А. А. Цена отходов // АиФ. 1989. № 50. С. 8.
7. Ковалев С. Н. Овражно-балочные системы в городах: научная литература. М.: Компания ПринтКоВ, 2011. 138 с.

© Коростелева Н. В., 2016

Поступила в редакцию
в феврале 2016 г.

Ссылка для цитирования:

Коростелева Н. В. Освоение овражных территорий крупных городов под объекты озеленения как способ улучшения благоустройства территории на примере г. Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 153—162.

Об авторе:

Коростелева Наталия Владимировна — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры экологического строительства и городского хозяйства, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолгГАСУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, korostelevanv@mail.ru

N. V. Korosteleva

**THE DEVELOPMENT OF GULLEY AREAS IN LARGE CITIES
FOR PLANTING AS A WAY TO IMPROVE THE LANDSCAPING
BY THE EXAMPLE OF THE CITY OF VOLGOGRAD**

The solution of the problems of the improvement of city territories is one of the priorities of modern urban planning. In this article gully areas of the city of Volgograd were analyzed in order to determine the possibility of their use as objects of planting of common use.

Key words: gully areas, improvement of the territory, green plantings of common use.

REFERENCES

1. Korosteleva N. V. [To the issue of provision of ecological safety on the territory of Volgograd]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2014, iss. 36(55), pp. 258—263.

2. Korosteleva N. V. [The assessment of urban greening in Volgograd]. *Problemy i perspektivy razvitiya zhilishchno-kommunal'nogo kompleksa goroda: VI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, 1—4 aprelya 2008 g.* [Problems and prospects of the development of the city housing and utility complex. VI Int. Sci. and Pract. Conf., April 1—4, 2008]. Moscow, MIKHIS, 2008, vol. 1, pp 79—82.

3. Korosteleva N. V. [The analysis of green resources as a part of a town-planning structure of Volgograd]. *Ekologicheskie aspekty sokhraneniya istoricheskogo i prirodno-kul'turnogo naslediya: Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya 4 aprelya 2008 g.* [Environmental aspects of preserving the historical and cultural heritage. All-Russian Sci. and Pract. Conf., April 4, 2008]. Volgograd, VAGS Publ., 2008. Pp. 178—179.

4. Konysheva O. V., Korosteleva N. V. [The development of gully territories as object of greening in order to improve the city of Volgograd]. *Aktual'nye voprosy gorodskogo stroitel'stva, arkhitektury i dizaina v kurortnykh regionakh: sb. materialov II Vserossiiskoi nauch.-praktich. konf. molodykh uchennykh, g. Sochi, 5—9 oktyabrya 2015 g. / pod red. A. N. Volkova, E. N. Kuklinoi* [Volkov A. N., Kuklina E. N. (ed.). Current issues of urban development, architecture and design in health resort regions. Set of proc. of II All-Russian Sci.-Pract. Conf. of young scientists, Sochi, October 5—9, 2015]. Sochi, RITSSSU Publ., 2015. Pp. 249—253.

5. D'yachenko N. P. [Environmental and geomorphological state of the territory of Volgograd agglomeration]. *XX plenarnoe mezhevuzovskoe koordinatsionnoe soveshchanie po probleme erozionnykh, ruslovykh i ust'evykh protsessov* [XX Plenary Interuniversity Coordination Meeting on the Problem of Erosive, Channel and Estuarine Processes]. Ulyanovsk, 2005. Pp. 159—160.

6. Slavin A. A. *Tsena otkhodov* [Cost of wastes]. *AiF*, 1989, no. 50, p. 8.

7. Kovalev S. N. *Ovrazhno-balochnye sistemy v gorodakh: nauchnaya literatura* [Ravine systems in cities: scientific literature]. Moscow, Kompaniya PrintKoV, 2011. 138 p.

For citation:

Korosteleva N. V. [The development of gulley areas in large cities for planting as a way to improve the landscaping by the example of the city of Volgograd]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 153—162.

About author:

Korosteleva Nataliya Vladimirovna — Candidate of Engineering Science, Docent, Docent of Ecological Building and Municipal Facilities Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, korostelevanv@mail.ru

УДК 71.4:551.584.5

В. В. Прокопенко^а, Э. С. Косицына^б

^а *Волжский институт строительства и технологий (ВИСТех) — филиал ВолгГАСУ*

^б *Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет*

НОВЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ОЦЕНКИ СРЕДОЗАЩИТНЫХ И СРЕДОФОРМИРУЮЩИХ ФУНКЦИЙ ОБЪЕКТОВ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Определен новый показатель оценки средозащитных и средоформирующих качеств объектов озеленения общего пользования — показатель комфортности. Определены ареалы жилых территорий, примыкающих к объектам озеленения общего пользования, благоприятные для проживания населения и отражающие качество городской среды.

К л ю ч е в ы е с л о в а: рекреация, система озеленения города, объекты озеленения общего пользования, показатель комфортности.

В настоящее время в крупных и крупнейших городах складывается достаточно сложный и противоречивый образ города. Следствием повышения рыночной стоимости на городскую землю является уплотнение застройки за счет озелененной территории города, что приводит к изменению воздушного баланса в городской среде. Соотношение открытых озелененных территорий и застроенных пространств является одним из наиболее сложных вопросов для современного градостроительства.

При анализе взаимодействия антропогенной и естественной природной среды необходимо отметить важную роль искусственно созданных озелененных объектов города, которые являются одним из мощных средств оздоровления урбанизированной территории. В городской среде необходимо создать активный процесс развития ландшафтно-рекреационных территорий, что возможно решить путем увеличения площади входящих в них объектов озеленения и повышения их качества. Все это достигается определением значений показателя комфортности объектов озеленения.

Методологию оценки показателя комфортности среды объектов озеленения общего пользования крупнейшего города можно реализовать через анализ состояния объектов озеленения общего пользования и определение степени влияния зеленых насаждений исследуемых объектов на качество городской среды (рекреационное, оздоровительное, защитное и эстетическое). Поэтому при оценке показателя комфортности объектов необходимо учитывать факторы, которые оказывают наиболее благотворное влияние на качество городской среды [1].

Как предварительная аксиома были приняты следующие показатели исследования А. П. Вергунова [2]: жилая застройка должна находиться полностью или не менее чем на 80...90 % в радиусе благотворного воздействия на нее озелененных территорий. Под благотворным воздействием подразумевается:

- 1) улучшение состава воздуха в застроенном массиве под влиянием озеленения объектов общего пользования;
- 2) прямая зрительная связь жилой застройки и объектов озеленения общего пользования с учетом эмоционально-эстетической реакции людей;

3) пешеходная доступность (или радиус обслуживания) между объектами озеленения общего пользования и жилой застройкой, обеспечивающая возможность отдыха населения.

Для определения влияния (рис. 1 и 2) объектов озеленения общего пользования на городскую жилую застройку необходимо знать площадь объекта и радиус его влияния по трем факторам, которые определяются с использованием методики расчета площади объекта озеленения общего пользования и его влияния на качество городской среды.



Рис. 1. Объекты озеленения общего пользования Центрального района Волгограда: 1 — Городской сад — 4,50 га; 2 — Комсомольский сад — 3,60 га; 3 — Парк Победы — 10,50 га; 4 — ЦПКиО — 29,00 га; 5 — Парк 2-й очереди набережной — 22,00 га; 6 — Лесопарк «Мамаев курган» — 66,00 га



Рис. 2. Объекты озеленения общего пользования Краснооктябрьского района Волгограда: 1 — Парк Пионерский — 1, 00 га; 2 — Парк у дворца им. В. И. Ленина — 3,60 га; 3 — Парк стадиона Монолит — 15, 40 га; 4 — Парк им Ю.А. Гагарина — 8,80 га; 5 — Парк на 1-ой Продольной магистрали — 17,00 га; 6 — Парк на Нижнем поселке ПО Баррикады — 12,00 га

В результате проведенных расчетов получены значения размеров площади объектов озеленения общего пользования Центрального и Краснооктябрьского административных районов Волгограда (табл. 1 и 2) [3].

Т а б л и ц а 1

*Расчет площадей объектов озеленения общего пользования
Центрального административного района Волгограда*

Объект	$\sum^{\text{гор}} s_{k(i,j)}$	$\sum^{\text{вер}} s_{k(i,j)}$	$\bar{h}$	$\bar{p}$
Городской сад	0,0455	0,0767	1,2222	0,0368
Комсомольский сад	0,0292	0,0656	0,0948	0,3797
Парк Победы	0,0526	0,1308	0,1834	0,5725
ЦПКиО	0,1486	0,4707	0,6193	0,5328
Парк 2-й очереди набережной	0,1457	0,3046	0,4503	0,4886
Лесопарк «Мамаев курган»	0,1551	0,4000	0,5551	1,0917

Использованная методика позволила определить фактическую площадь объектов озеленения общего пользования. Из расчетов видно, что общая площадь объектов Центрального административного района Волгограда равна по генеральному плану 1,4 км², а по проведенному расчету — 2,1 км².

Т а б л и ц а 2

*Расчет площадей объектов озеленения общего пользования Краснооктябрьского
административного района Волгограда*

Объект	$\sum^{\text{гор}} s_{k(i,j)}$	$\sum^{\text{вер}} s_{k(i,j)}$	$\bar{h}$	$\bar{p}$
Пионерский парк	0,0070	0,0089	0,0159	0,63
Парк у ДК им. В. И. Ленина	0,0079	0,0102	0,0181	1,99
Парк у стадиона «Моно- лит»	0,0684	0,0812	0,1496	0,10
Парк им. Ю. А. Гагарина	0,0503	0,0650	0,1153	0,57
Парк 1-й Продольной магистрали	0,1978	0,2359	0,4337	0,39
Парк «Баррикады»	0,0255	0,0299	0,0554	2,17

Площадь объектов озеленения общего пользования Краснооктябрьского административного района города Волгограда равна по генеральному плану 0,578 км², а по расчету — 0,635 км².

По клеточной функции озеленения наглядно прослеживаются пустые клетки на территориях, в которых полное или частичное отсутствие объектов озеленения общего пользования в Центральном и Краснооктябрьском административных районах Волгограда [4]. Данный метод позволяет также восстановить уровень озелененности на всей территории города.

Проведенные расчеты показали границы влияния объектов озеленения общего пользования Центрального и Краснооктябрьского административных районов на городскую среду Волгограда по трем зонам:

- 1) наиболее активный воздухообмен принимается в размере 250 м;
- 2) зрительная взаимосвязь зеленого массива с прилегающей застройкой принимается в размере 500 м;
- 3) пешеходная доступность до объекта или радиус обслуживания принимается в размере 750 м.

Размеры зон включены в клеточный анализ территории. Это позволяет графически определить баланс территории по трем зонам Центрального и Краснооктябрьского районов Волгограда (рис. 3 и 4). Расчет произведен для каждой зоны, результаты расчета приведены в табл. 3 и 4.

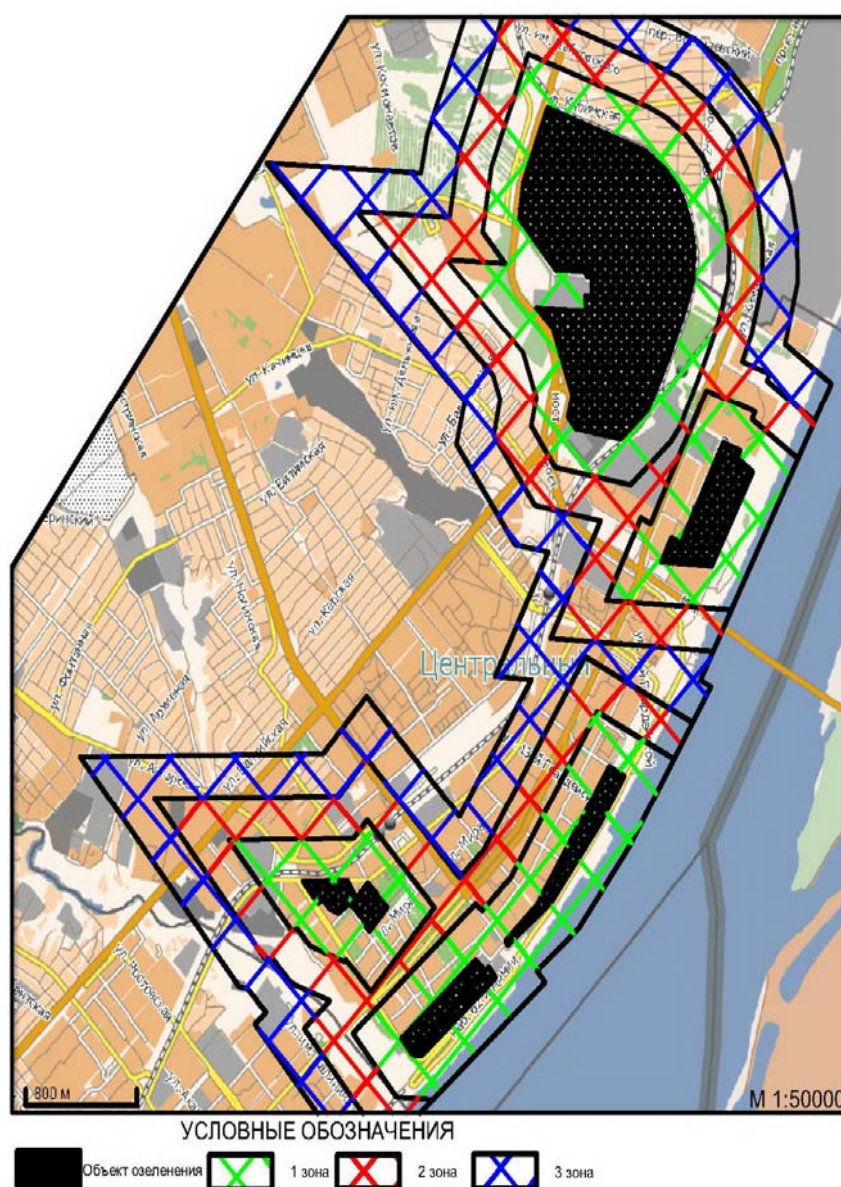


Рис. 3. Влияние объектов озеленения общего пользования Центрального административного района на качество среды Волгограда

Т а б л и ц а 3

*Расчет площадей зон объектов озеленения общего пользования
Центрального административного района Волгограда*

Зона	$\sum^{\text{гор}} s_{k(i,j)}$	$\sum^{\text{вер}} s_{k(i,j)}$	$\bar{h}$	$\bar{p}$
1	0,3136	0,3263	0,6399	4,7038
2	0,2346	0,2351	0,4697	5,1096
3	0,1585	0,2022	0,3607	4,7130

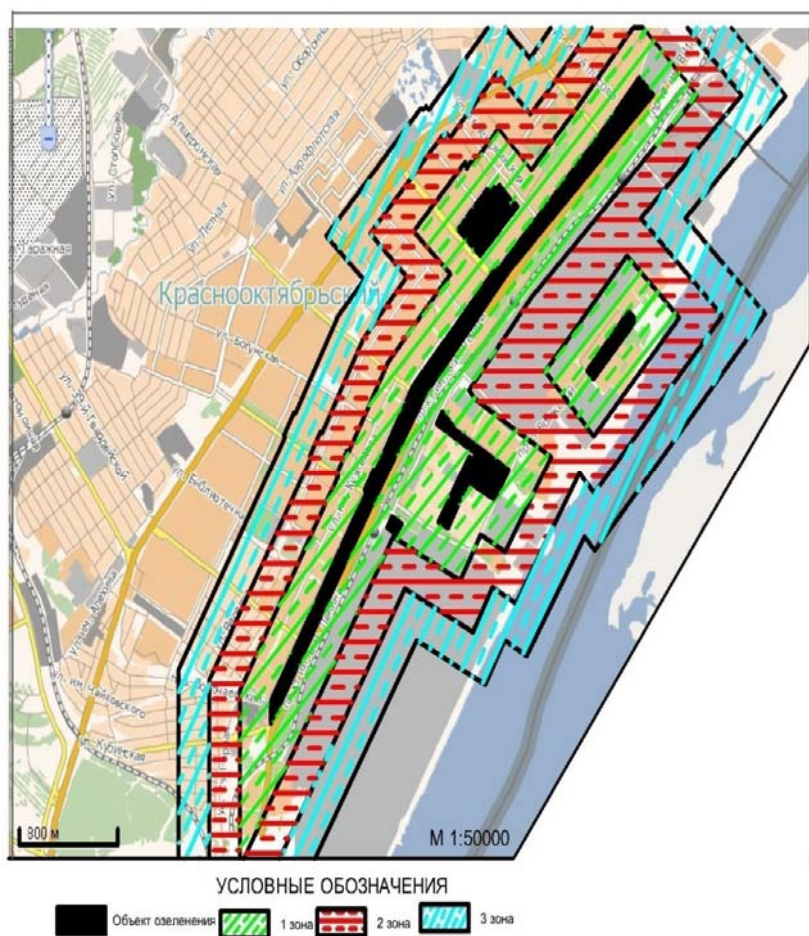


Рис. 4. Влияние объектов озеленения общего пользования Краснооктябрьского административного района на качество среды Волгограда

Т а б л и ц а 4

*Расчет зон площадей объектов озеленения общего пользования
Краснооктябрьского административного района Волгограда*

Зона	$\sum^{\text{гор}} s_{k(i,j)}$	$\sum^{\text{вер}} s_{k(i,j)}$	$\bar{h}$	$\bar{p}$
1	0,1219	0,3316	0,4535	21,3451
2	0,1171	0,2871	0,4042	10,4651
3	0,0799	0,1765	0,2564	11,0374

Данный метод расчета позволяет определить степень благотворного влияния объектов озеленения общего пользования на административные районы города и рассчитать баланс территории по трем зонам исследования, а также определить процент населения, проживающего в зоне благотворного влияния объектов озеленения общего пользования. Результаты расчетов и исследований приведены в табл. 5 и 6.

Т а б л и ц а 5

*Баланс территории жилой застройки Центрального административного района
Волгограда по трем установленным зонам*

Зоны влияния объектов озеленения общего пользования	Площадь территории в зоне влияния объектов		Соотношение количества людей, проживающих в зоне влияния объектов, и общего числа жителей всего района	Процент соотношения количества людей, проживающих в зоне влияния объектов, и общего числа жителей всего района, % от 100 %
	площадь зоны, км ² / площадь района, км ²	% от 100 % площади района		
1	2	3	4	5
1 зона	3,01/11.20	27	22 300/85 553	26
2 зона	5,41/11.20	48	44 350/85 553	51
3 зона	7,11/11.2	69	57 650/85 553	67

Результаты, приведенные в табл. 5, показывают следующее:

69 % территории Центрального административного района Волгограда находится в зоне благотворного влияния объектов озеленения общего пользования, однако по принятым нормам степень этого влияния должна быть не менее 80...90 %;

в условиях благотворного влияния зеленых насаждений объектов проживает 67 % жителей района;

объекты озеленения общего пользования Центрального района расположены по территории неравномерно, к тому же основная доля объектов попадает на так называемый исторический центр города (рис. 3).

Т а б л и ц а 6

Баланс территории жилой застройки Краснооктябрьского административного района Волгограда по трем установленным зонам

Зоны влияния объектов озеленения общего пользования	Площадь территории в зоне влияния объектов		Соотношение количества людей, проживающих в зоне влияния объектов, и общего числа жителей всего района	Процент соотношения количества людей, проживающих в зоне влияния объектов, и общего числа жителей всего района, % от 100 %
	площадь зоны, км ² / площадь района, км ²	% от 100 % площади района		
1	2	3	4	5
1	4,39/34,20	13	25 600/150 659	17
2	8,62/34,20	25	44 000/150 659	29
3	11,45/34,20	33	54 060/150 659	36

Результаты, приведенные в табл. 6, показывают следующее:

33 % территории Краснооктябрьского административного района Волгограда находится в зоне благотворного влияния объектов озеленения общего пользования, однако по принятым нормам степень этого влияния должна быть не менее 80...90 %;

в условиях благотворного влияния объектов проживают 36 % жителей района;

объекты озеленения общего пользования Краснооктябрьского района расположены по территории неравномерно, и к тому же основная доля озеленения попадает в границы 1-й Продольной городской магистрали.

В табл. 7 и 8 приведены результаты расчетов параметров, характеризующих объекты озеленения общего пользования Центрального и Краснооктябрьского административных районов города Волгограда.

Т а б л и ц а 7

*Расчетные параметры, характеризующие объекты озеленения общего пользования
Центрального административного района Волгограда*

Объект	N	S	S_g	S_g/N	S_r	$S_g/S_r, \%$	S_l	S_l/S_r	S_g/S_l
Городской сад	85553	1362000	45000	0,52	11200000	0,4	1362000	0,121	3,31
Комсомольский сад			36000	0,42		0,32			2,65
Парк Набережной			220000	2,57		1,96			16,18
Парк Победы			105000	1,23		0,94			7,72
ЦПКиО			330000	3,86		2,95			24,26
Лесопарк «Мамаев курган»			606000	7,08		5,41			45,88

Т а б л и ц а 8

*Расчетные параметры, характеризующие объекты озеленения общего пользования
Краснооктябрьского административного района Волгограда*

Объект	N	S	S_g	S_g/N	S_r	$S_g/S_r, \%$	S_l	S_l/S_r	S_g/S_l
Пионерский парк	151698	470000 м ²	10000	0,06	34200000	0,03	470000	0,014	2
Парк у ДК им. В. И. Ленина			36000	0,24		0,1			8
Парк «Монолит»			154000	1,02		0,45			30
Парк им. Гагарина			88000	0,58		0,26			19
Парк на 2-й Продольной			170000	1,12		0,5			36
Парк на Нижнем поселке ПО «Баррикады»			12000	0,08		0,04%			3 %

Примечание к табл. 7 и 8:

N — численность постоянного населения района, чел.; S — площадь озеленения, м²; S_g — площадь учетных зеленых насаждений в расчете на одного жителя, м²; S_g/N — обеспеченность зелеными насаждениями, м²; S_g/S_r — озелененность района — отношение площади учетных насаждений к общей площади района; S_r — площадь административного района, м²; S_l — общая площадь всех объектов озеленения общего пользования в пределах района, м²; S_l/S_r — коэффициент общей средостабилизирующей способности — отношение площади объекта к общей площади района; S_g/S_l — степень зависимости объектов района, %.

Для исследования влияния объектов озеленения общего пользования Центрального и Краснооктябрьского административных районов города Волгограда по трем зонам (факторам) проведен расчет воздухообмена по выделению кислорода на исследуемых объектах. Результаты расчета приведены на рис. 5 и 6.

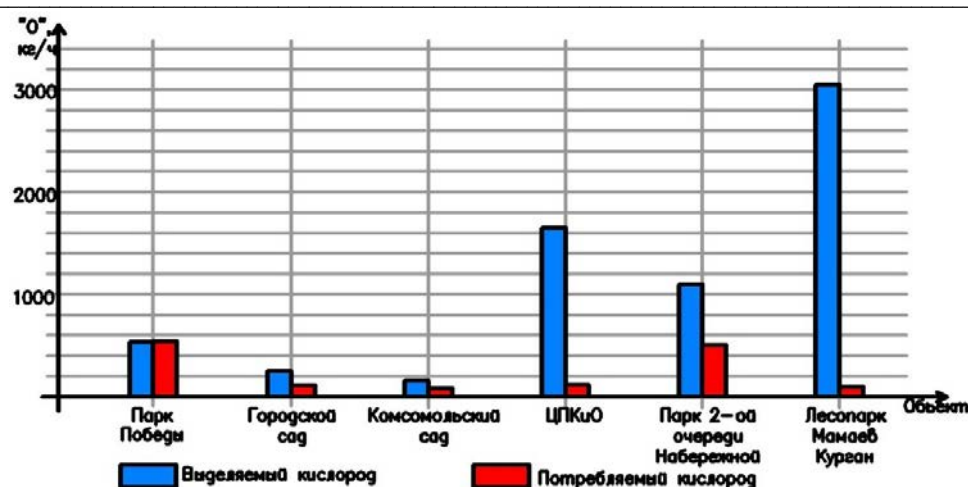


Рис. 5. Баланс кислорода, выделяемого объектами озеленения общего пользования Центрального административного района Волгограда

Результаты расчета фотосинтеза объектов озеленения общего пользования Центрального административного района Волгограда показали, что население потребляет 39 % кислорода, производимого растительностью объектов в результате фотосинтеза.

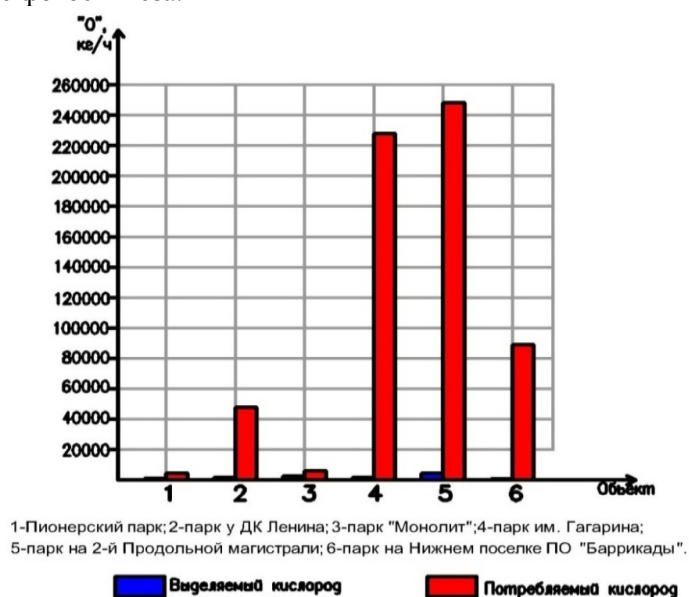


Рис. 6. Баланс кислорода, выделяемого объектами озеленения общего пользования Краснооктябрьского административного района Волгограда

Результаты расчета фотосинтеза объектов озеленения общего пользования Краснооктябрьского административного района Волгограда показали, что население потребляет 133 % кислорода, производимого растительностью в результате фотосинтеза. В результате расчета выявлено, что производимого растительностью кислорода недостаточно, потребление кислорода населением района выше на 33 %, чем производится растительностью объектов озеленения.

Расчет был проведен на основе предположения, что весь ассортимент зеленых насаждений объектов общего пользования Центрального и Краснооктябрьского административных районов соответствуют требованиям.

Атмосферный воздух имеет неограниченную емкость и играет роль наиболее подвижного химически агрессивного и всепроникающего агента взаимодействия [4], поэтому охрана атмосферного воздуха является одной из приоритетных проблем экологии Волгограда.

На основе исследований [4] установлено, что комфортными являются условия при следующих показателях основных факторов внешней среды:

температура воздуха 14...30° в южных районах;

скорость ветра 0,5...3 м/с;

относительная влажность 30...70 %.

При температуре выше 37 °С и высоком аэрационном режиме с высоким уровнем относительной влажности теплоощущение человека отрицательно; однако такие показатели температуры и влажности — явление исключительное [5]. Нормальной для человеческого тела считают относительную влажность в пределах 30...60 %.

Климат Волгограда — умеренно континентальный, с умеренно холодной зимой и жарким летом. Средняя температура воздуха в Волгограде, по данным многолетних наблюдений, составляет +8,1 °С. Самый холодный месяц в городе — февраль со средней температурой –6,7 °С. Самый теплый месяц — июль, его среднесуточная температура +23 °С. При исследовании объектов озеленения общего пользования было выявлено, что температура воздуха летом среди зеленых насаждений ниже, чем в городе; разница температур иногда достигает 10...12 %, т. е. температура в гуще парков может быть снижена в летнее время до 23...24 °С. Колебание тепла зависит от широты и рельефа местности (высота солнцестояния), затененности насаждениями или застройкой, облачности, степени прозрачности атмосферы и т. д. [5].

При исследованиях объектов озеленения общего пользования Центрального и Краснооктябрьского административных районов Волгограда было установлено, что чем ближе объекты озеленения размещаются к р. Волге, тем влияние на влажностный режим внутри объектов выше.

При исследованиях объектов озеленения общего пользования административных районов Волгограда было выявлено, что ассортимент пород деревьев и кустарников однообразен. Это всего восемь пород деревьев, базисом которых является клен остролистный, вяз и тополь, и около 10 видов кустарников.

Водные артерии города являются одним из способов проникновения чистого воздуха в пределы селитебной зоны. Река Волга представляет собой элемент гидрологической сети высшего порядка для водных объектов территорий Волгограда: атмосферный воздух, который проникает через воздушные коридоры, циркулируя с воздухом, насыщен кислородом [6].

При изучении планировочных факторов, определяющих показатель комфортности территории объектов озеленения общего пользования, были рассмотрены:

форма объектов;

назначение объектов;

категория и площадь объектов;

функции объектов [7].

Назначение объектов озеленения общего пользования Центрального района.

Городской сад, парк Победы — городские сады. Основное назначение — кратковременный отдых, дополнительное — защита прилегающей территории от неблагоприятных природных явлений и от загрязнения воздуха предприятиями; улучшение микроклимата на прилегающей территории.

Лесопарк «Мамаев курган», Комсомольский сад — мемориальные парки. Они имеют историко-культурное значение. На территории лесопарка «Мамаев курган» захоронено в годы Великой Отечественной войны и перезахоронено в послевоенное время в братской могиле несколько тысяч воинов.

Центральный парк культуры и отдыха предназначен для культурного времяпрепровождения и отдыха: проведение физкультурных и спортивных, культурно-просветительских мероприятий. Дополнительная функция — защита прилегающих территорий от неблагоприятных природных явлений и загрязнения воздуха выбросами промышленных предприятий.

Парк 2-й очереди Набережной расположен на набережной. Основное назначение — кратковременный отдых, дополнительное — защита прилегающей территории от неблагоприятных природных явлений и загрязнения воздуха, улучшение микроклимата на прилегающих территориях.

Назначение объектов озеленения общего пользования Краснооктябрьского района.

Парк на 2-й Продольной магистрали — парк на городской магистрали. Основное назначение — кратковременный отдых. Дополнительное назначение — улучшение микроклимата улицы, часть архитектурного ансамбля улицы.

Парк им. Ю. А. Гагарина — мемориальный парк, имеющий историко-культурное значение. На территории объекта захоронено в годы Великой Отечественной войны в братской могиле более 2000 воинов.

Парк Пионерский, парк на Нижнем поселке ПО «Баррикады» — районные парки. Основное назначение — кратковременный отдых, дополнительное — защита прилегающих территорий от неблагоприятных природных явлений и от загрязнения воздуха промышленными предприятиями, улучшение микроклимата.

Парк у стадиона «Монолит» — спортивный парк. Основное назначение — занятие спортом, кратковременный отдых, дополнительное — защита прилегающих территорий от неблагоприятных природных явлений и загрязнения воздуха промышленными предприятиями, улучшение микроклимата территории района.

Парк у ДК им. В. И. Ленина — парк культуры и отдыха. Основное назначение — кратковременный отдых, проведение массово-политических и культурно-просветительских мероприятий, дополнительное — защита жилых микрорайонов от неблагоприятных природных явлений и загрязнения воздуха промышленными предприятиями, улучшение микроклимата территории района.

Эти объекты требуют применения конкретных мер по улучшению качества среды, поэтому они были запланированы для экспериментальной проверки предлагаемой методики оценки показателя комфортности объектов озеленения общего пользования и разработки практических рекомендаций по повышению качества городской среды.

В результате проведенных исследований:

определен новый показатель оценки средозащитных и средоформирующих качеств объектов озеленения общего пользования — показатель комфортности;

определены ареалы жилых территорий, примыкающих к объектам озеленения общего пользования, благоприятные для проживания населения и отражающие качество городской среды: зона наиболее активного воздухообмена (250 м); зона визуального восприятия объекта с прилегающей застройкой (500 м); зона в пределах нормативного радиуса пешеходной доступности (750 м), определяющая возможность использования объекта населением жилого района в системе культурно-бытового обслуживания повседневного и периодического пользования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Герцберг Л. Я. Качество городской среды: проблемы проектирования и реализации // Градостроительство. 2013. № 2(24). С. 29—33.
2. Вергунов А. П. Архитектурно-ландшафтная организация крупного города. Л.: Стройиздат, Ленингр. отделение, 1982. 134 с.
3. Прокопенко В. В., Косицына Э. С. Методика определения равномерности объектов озеленения по районам города // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2013. Вып. 30(49). С. 284—287.
4. Каишкина Л. В. Основы градостроительства. М.: ВЛАДОС, 2005. 247 с.
5. Гутнов А. Э., Лежава И. Г. Мир архитектуры: лицо города. М.: Стройиздат, 1977. 126 с.
6. Прокопенко В. В., Косицына Э. С. Эколого-гигиенический каркас рекреационных территорий // Научный потенциал молодых ученых для инновационного развития строительного комплекса Нижнего Поволжья: материалы Международной науч.-практич. конф., 24 декабря 2010 г., Волгоград: [в 2 ч.]. Волгоград: ВолГАСУ, 2011. Ч. II. С. 169—171.
7. Агролесомелиорация / под ред. Н. И. Суса. М., 1966.

© Прокопенко В. В., Косицына Э. С., 2016

Поступила в редакцию
в декабре 2016 г.

Ссылка для цитирования:

Прокопенко В. В., Косицына Э. С. Новый показатель оценки средозащитных и средоформирующих функций объектов озеленения общего пользования // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 163—174.

Об авторах:

Прокопенко Вячеслав Валентинович — канд. техн. наук, Волжский институт строительства и технологий (ВИСТех) — филиал ВолГАСУ. Российская Федерация, 404111, г. Волжский, пр. Ленина, 72, v.v.p_24@mail.ru

Косицына Эльвира Сергеевна — канд. техн. наук, проф. кафедры экологического строительства и городского хозяйства, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолГАСУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, kositsyna_elvira@mail.ru

V. V. Prokopenko, E. S. Kositsyna

NEW INDICATOR OF THE ASSESSMENT OF ENVIRONMENT PROTECTION AND ENVIRONMENT FORMING FUNCTIONS OF THE OBJECTS OF PLANTING

The new indicator of the assessment of environment protective and environment forming qualities of the objects of planting of common use is defined as a comfort indicator. The authors define the areas of the inhabited territories adjoining the objects of planting that are favorable for the accommodation of the population, and reflect the quality of the urban environment.

Keywords: recreation, planting system, objects of planting of common use, comfort indicator.

REFERENCES

1. Gertsberg L. Ya. [The quality of the urban environment: problems of design and implementation]. *Gradostroitel'stvo* [Town planning], 2013, no. 2(24), pp. 29—33.
2. Vergunov A. P. *Arkhiturno-landshaftnaya organizatsiya krupnogo goroda* [Architectural and landscape arrangement of a large city]. Leningrad, Stroiizdat Publ., Leningrad department, 1982. 134 p.
3. Prokopenko V. V., Kositsyna E. S. [The methods of determination of equitability of objects of gardening in city districts], *Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2013, iss. 30(49), pp. 284—287.
4. Kashkina L. V. *Osnovy gradostroitel'stva* [Principles of town planning]. Moscow, VLADOS Publ., 2005. 247 p.
5. Gutnov A. E., Lezhava I. G. *Mir arkitektury: litso goroda* [The world of architecture: urban matrix]. Moscow, Stroiizdat Publ., 1977. 126 p.
6. Prokopenko V. V., Kositsyna E. S. [Environmental and hygienic frame structure of recreational territories]. *Nauchnyi potentsial molodykh uchenykh dlya innovatsionnogo razvitiya stroitel'nogo kompleksa Nizhnego Povolzh'ya: materialy Mezhdunarodnoi nauchn.-praktich. konf., 24 dekabrya 2010 g., Volgograd: v 2 ch.* [Scientific potential of young scientists for the innovative development of the construction complex of the Lower Volga Region. Proc. of the Int. Sci.-Pract. Conf., December 24, 2010, Volgograd. In 2 parts]. Volgograd, VSUACE Publ., 2011, p. II. Pp. 169—171.
7. Sus N. I. (ed.). *Agrolesomeliatsiya* [Agricultural afforestation]. Moscow, 1966.

For citation:

Prokopenko V. V., Kositsyna E. S. [New indicator of the assessment of environment protection and environment forming functions of the objects of planting]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 163—174.

About authors:

Prokopenko Vyacheslav Valentinovich — Candidate of Engineering Science, Volzhskii Institute of Civil Engineering and Technology (VISTech) — Affiliate Institute of VSUACE. 72, Lenin Avenue, Volzhskii, 404111, Russian Federation, v.v.p_24@mail.ru

Kositsyna El'vira Sergeevna — Candidate of Engineering Science, Professor of Environmental Engineering and Urban Economy Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, kositsyna_elvira@mail.ru

УДК 502:621.314.3:711.4(470.45)

С. Д. Стрекалов^а, Л. П. Стрекалова^б

^а *Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет*

^б *Волгоградский государственный аграрный университет*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОЛНОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ ПОТОКОВ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ ВОЛГОГРАДА

Рассматривается использование волновых преобразователей энергии естественных потоков, в том числе энергии потоков воды реки, солнечной радиации и ветра. Особенностью этих преобразователей является возможность их использования как для получения энергии, так и в качестве элементов ландшафтного дизайна применительно к г. Волгограду, уникальность которого заключается в протяженности его береговой линии (до 90 км), что ставит его в число лидеров среди мировых городов на реке. Приводятся конструктивные особенности волновых преобразователей энергии естественных потоков, их экологические преимущества, результаты экспериментальных исследований по совершенствованию их конструкции.

К л ю ч е в ы е с л о в а: энергия естественных потоков, ветроэнергетика, ветродвигатель, гидропреобразователи, солнечные преобразователи, ландшафтный дизайн, кинетические скульптуры, экология, городское строительство, инновационно-демонстрационные площадки.

Город Волгоград по протяженности береговой линии стоит в одном ряду с такими городами мира, как Пекин, Сочи, Мехико, Токио, а среди городов, стоящих на реке, занимает лидирующее место. Береговая линия города занята следующими промышленными предприятиями: завод «Красный Октябрь», Волгоградский завод труб малого диаметра, Волгоградский завод цветных металлов, «Волгограднефтемаш», завод буровой техники, судостроительный завод, химические заводы и предприятия, среди которых ОАО «Каустик», ОАО «Химпром», Волгоградский кислородный завод.

Негативная экологическая обстановка, сложившаяся на традиционных старопромышленных территориях, ограничивает рост экономики регионов и вызывает «экологическую миграцию» жителей [1]. В связи с предстоящим Чемпионатом мира по футболу, который будет проходить в 2018 г. в том числе и в г. Волгограде, взят курс на расширение парковых зон центра города. Планируется в 2016 г. начать строительство «нулевой» продольной дороги вдоль Волги с решением вопроса берегоукрепления рядом с будущей дорогой [2], к тому же это один из шагов, направленных на развитие Центральной набережной.

Протяженная береговая зона города имеет территории, которые обладают уникальными природно-климатическими ресурсами, располагающими достаточным потенциалом возобновляемой энергии солнца, ветра и воды. Использование современных разработок инновационных проектов в устойчивом развитии таких зон, как побережье Волги на территории города, позволят улучшить социальный, а впоследствии и инвестиционный климат.

Перспективным направлением развития альтернативной энергетики, получившим широкое распространение в последнее время, является использование естественных потоков энергии, одним из которых являются потоки воздуха. Отрасль, использующая это направление, называется ветроэнергети-

кой. Основным элементом, преобразовывающим энергию потока воздуха в механическую энергию, является ветродвигатель. К настоящему времени известно несколько разновидностей ветродвигателей, в том числе лопастные, роторные, карусельные и др.

Для волновых ветродвигателей машущее крыло одновременно с колебаниями в вертикальной плоскости совершает поворот. Поэтому под действием набегающего потока точки крыла описывают в нем характерные волнообразные траектории, а само крыло в каждый момент времени занимает положение, касательное к виртуальной направляющей, имеющей форму волны. Вышеуказанные характеристики дали основание для выделения этих преобразователей в отдельный вид, получивший название волновых ветродвигатели» [3].

Авторами разработано несколько моделей волновых ветродвигателей. По принципу изменения угла наклона крыла можно выделить различные кинематические схемы, в том числе кинематические, резонансные и касательные. Контактные волновые ветродвигатели — это такие, у которых изменение угла наклона крыла происходит за счет контакта с реальной волновой поверхностью. Примером такой системы может служить понтон, совершающий колебания с поворотами на ветровой волне, к основанию которого жестко крепится крыло. Каждая из этих конструкций имеет свои конструктивные особенности, но всех их объединяет единство функциональной базы — они являются элементами бегущей волны [3].

На современном этапе использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) необходимо стремиться к созданию энергетических систем, органически вписывающихся в экосистемы, способствующих восстановлению гомеостаза между потребителем энергии и природой.

Реализация проектов по использованию ВИЭ, несмотря на более низкие, по сравнению с традиционными источниками, экономические показатели, имеет значительные перспективы. Во многом это определяется уровнем развития техники и технологий использования ВИЭ, повышением их конкурентоспособности.

Благодаря конструктивным особенностям преобразователей волнового типа возможно использование их как в качестве поставщиков возобновляемой энергии при решении энергетических проблем, так и в качестве кинетических скульптур для демонстрационно-инновационных площадок города. Кинетические скульптуры (греч. *kinetikos* — приводящий в движение) — сконструированные устройства, движущиеся установки, при перемещениях оживляющие традиционную статичность составляющих скульптуры, органично вписывающиеся в окружающую среду.

В основу этих кинетических скульптур положены различные конструктивные схемы (ВВС), отличающиеся по характеру движения рабочих органов (движение в вертикальной плоскости, движение в горизонтальной плоскости), по числу крыльев (одно-, дву-, трехкрылые и т. д.), по расположению крыльев относительно направления потока (перпендикулярно направлению потока, вдоль направления потока), по характеру связей между отдельными элементами конструкций (кинематические, резонансные) [4, 5].

ВВС1 — кинематическая связь элементов с двумя генераторами колебаний, положение лопасти горизонтальное. Движение лопасти плоскопараллельное.

BBC2 — кинематическая связь элементов с одним генератором колебаний, движение крыла происходит в горизонтальной плоскости. Движение лопасти плоскопараллельное.

BBC3 — резонансная связь элементов конструкции, лопасть занимает горизонтальное положение. Движение плоскопараллельное.

BBC4 — эта конструкция может выполняться как с кинематической связью элементов, так и с резонансной. В ней предусмотрены две лопасти, одна из которых расположена вдоль потока воздуха, другая лопасть — перпендикулярно направлению потока ветра. Движение лопастей плоскопараллельное.

BBC5 — имеет резонансную связь элементов конструкции. Лопасть консольно расположена в вертикальной плоскости и может устанавливаться как вдоль направления потока ветра, так и перпендикулярно. Лопасть совершает угловые колебания около вертикальной оси.

BBC6 — у этой конструкции кинематическая связь между элементами, лопасть расположена в вертикальной плоскости. Возможен вариант с расположением перпендикулярно потоку и вариант с расположением вдоль потока. Лопасть совершает угловые колебания около вертикальной оси.

BBC7 — связь кинематическая, одна лопасть консольная. Совершает угловые колебания. В среднем положении находится в горизонтальной плоскости. Лопасть совершает колебания около горизонтальной оси.

BBC8 — связь кинематическая, две консольные лопасти. В среднем положении лопасти находятся в горизонтальной плоскости. Обе лопасти совершают колебания около горизонтальной оси.

BBC9 — связь элементов резонансная. Одна консольная лопасть в среднем положении занимает горизонтальное положение. Совершает угловые колебания около горизонтальной оси.

BBC10 — связь элементов резонансная. Одна лопасть занимает горизонтальное положение, другая — вертикальное. Колебания совершаются около горизонтальной оси.

Название ветродвигателей и их краткое техническое описание приводится в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Кинетические скульптуры волнового типа для демонстрационно-инновационных площадок

Название и модификация ветродвигателя	Конструктивные особенности
Чайка (BBC*8)	Связь кинематическая, две консольные лопасти. В среднем положении лопасти находятся в горизонтальной плоскости. Обе лопасти совершают колебания около горизонтальной оси
Летучая рыба (BBC8)	Связь кинематическая, две консольные лопасти. В среднем положении лопасти находятся в горизонтальной плоскости. Обе лопасти совершают колебания около горизонтальной оси
Приветствие (BBC5)	Имеет резонансную связь элементов конструкции. Лопасть консольно расположена в вертикальной плоскости и может устанавливаться как вдоль направления потока ветра, так и перпендикулярно. Лопасть совершает угловые колебания около вертикальной оси

Окончание табл. 1

Название и модификация ветродвигателя	Конструктивные особенности
Саранча (BBC3, 4)	У конструкции имеются два крыла, верхнее установлено горизонтально, нижнее крыло располагается перпендикулярно направлению ветра
Знамя (BBC5, 6)	Конструкция такого типа имеет древко, на консольном конце которой крепится плоская лопасть, расположенная вдоль направления ветра с закрепленной на ней эластичной тканью. Этот вариант создается на основе BBC5 с резонансной связью элементов или на основе BBC6 с кинематической связью элементов
Эйфелева башня (BBC5)	BBC5 имеет резонансную связь элементов конструкции. Лопасть консольно расположена в вертикальной плоскости и может устанавливаться как вдоль направления потока ветра, так и перпендикулярно. Лопасть совершает угловые колебания около вертикальной оси. Может также использоваться BBC6 с кинематической связью элементов
Меч (BBC5)	Имеет резонансную связь элементов конструкции. Лопасть консольно расположена в вертикальной плоскости и может устанавливаться как вдоль направления потока ветра, так и перпендикулярно. Лопасть совершает угловые колебания около вертикальной оси. Может также использоваться BBC6 с кинематической связью элементов
Стая рыб (BBC5, 6)	Несколько параллельно расположенных плоскостей по кинематической схеме BBC5 или BBC6 с резонансными или кинематическими связями элементов конструкции
Крыло (BBC7)	Связь кинематическая, одна лопасть консольная. Совершает угловые колебания. В среднем положении находится в горизонтальной плоскости. Лопасть совершает колебания около горизонтальной оси
Привод велоборда (BBC7)	Связь кинематическая, одна лопасть консольная. Совершает угловые колебания. В среднем положении находится в горизонтальной плоскости. Лопасть совершает колебания около горизонтальной оси
Устройство для выкачивания нефти за счет энергии ветра (BBC2)	Кинематическая связь элементов с одним генератором колебаний, движение крыла происходит в горизонтальной плоскости. Движение лопасти плоскопараллельное
Маятник (BBC5)	Имеет резонансную связь элементов конструкции. Лопасть консольно расположена в вертикальной плоскости и может устанавливаться как вдоль направления потока ветра, так и перпендикулярно. Лопасть совершает угловые колебания около вертикальной оси. Может также использоваться BBC6 с кинематической связью элементов
Журавль (BBC10)	Связь элементов резонансная. Одна лопасть занимает горизонтальное положение, другая вертикальное. Колебания совершаются около горизонтальной оси

Серия волновых ветродвигателей, представленных в табл. 1, имеет характерный внешний вид, их прототипами послужили животные, насекомые, достопримечательности, события и т. д., имеющие стойкие ассоциации.

В устройствах волнового типа для преобразования возобновляемой энергии, с целью увеличения коэффициента преобразования энергии естественных потоков и более полного использования возобновляемой энергии, на крыльях возможна установка солнечных элементов. Использование солнечной энергии в рассматриваемом регионе экономически обосновано и технически осуществимо, кроме того, обладает рядом эксплуатационных и экологических преимуществ. Использование одновременно двух энергоносителей может привести к выравниванию графика выработки возобновляемой энергии в зимние и летние месяцы [6, 7].

В связи с энергетической и экологической обостренностью периодически возобновляется интерес к гидравлическим конструкциям, используемым как для привода различных рабочих органов, так и для получения электроэнергии. По среднему расходу воды (более 8 тыс. м³/с) река Волга занимает 16-е место среди рек мира. Скорость течения Волги ниже плотины ГЭС в районе города составляет 1,0...1,5 м/с, с добавлением «послеплотинной» остаточной скорости. Проведенные эксплуатационные испытания гидропреобразователей волнового типа, установленных на поверхности потока малых рек (на реке Хопер), показали более высокую эффективность получения энергии с 1 м² [3]. Такие устройства позволят снабжать электроэнергией многочисленные лодочные станции, развлекательные комплексы, расположенные на берегу Волги.

Для устойчивого развития города, помимо создания эффективных систем преобразования энергии естественных потоков, обеспечивающих энергией коммуникации берегового комплекса, необходимо вести воспитательно-образовательную работу по созданию инновационно-демонстрационных площадок, на которых будут сконцентрированы наиболее эффективные экологичные и энергосберегающие системы и технологии.

Одним из способов привлечения заинтересованных групп людей к экологическому развитию современной, обновленной территории, ее продвижению и позиционированию является использование инновационных проектов, таких как создание специализированных инновационных парков устойчивого развития. Примером такого парка может служить инновационно-демонстрационная площадка, спроектированная с использованием преобразователей энергии естественных потоков. Парки, пропагандирующие принципы устойчивого развития в России, существуют, но, как правило, создаются на базе особо охраняемых природных территорий (ООПТ) или особо используемых природных территорий (ОИПТ) и используются для демонстрации аутентичного биоразнообразия.

Основные направления работы парка — это демонстрация уникальной орнитофауны региона; экологическое просвещение местного населения по охране редких видов и природных комплексов (работа со школьниками, организация выставок и фестивалей, посвященных природе края); внедрение устойчивых форм природопользования; налаживание международного сотрудничества в области устойчивого развития и т. д. [8, 9].

Парки, имеющие инновационный профиль с акцентом на кинетические скульптуры, работающие на волновом принципе использования энергии ветра, имеют неоспоримые преимущества. Они красивы, экологичны, физиологичны для восприятия, полезны, производительны и при этом безопасны для

посетителей и птиц. Одним из важнейших преимуществ таких площадок является то, что они могут создаваться на участках, не пригодных для застройки и стандартных методов озеленения, в оползневых зонах, районах расположения лодочных станций, ресторанов на воде, домов отдыха и рыбацких домиков на воде.

Кроме эстетической и пропагандистской целей, парк ветряных кинетических скульптур может привлечь заинтересованные группы людей из других регионов и поможет организовать международное сотрудничество. К тому же возобновляемые источники энергии играют важную роль в продвижении устойчивого развития, связанного с социальными, экономическими и экологическими аспектами [1, 9, 10].

Спецификой парка такого типа является использование энергии ветра, солнца и воды, поэтому в качестве структурных композиций предлагается использовать дизайнерские кинетические (движущиеся) скульптуры, в основе которых лежит волновой принцип преобразования энергии естественных потоков. Преимуществом данных конструкций является их эстетическая привлекательность и экологичность, безопасность, низкий уровень шума, т. е. отсутствие дополнительной нагрузки на экологическую среду. Поэтому представляется возможным использовать их в непосредственной близости от посетителей инновационно-демонстрационных площадок, расположенных на береговой линии Волгограда [1, 8, 9].

О перспективности представленного научно-практического направления и актуальности использования авторских разработок свидетельствует следующий факт. В НИИ механики МГУ им. Ломоносова проводились исследования ветроэнергетических устройств волнового типа, в том числе нескольких оригинальных ветряков авторской конструкции, при разработке ветромобилей — устройств, использующих для перемещения лишь энергию ветра. Проект «ветромобиль» получил в 2015 г. золотую медаль на конкурсе Green Tech («Зеленая техника») в Тайване среди ведущих университетов Германии, Швеции, Японии, США, Китая и Сингапура, что говорит о перспективности представленного научного направления.

Выводы:

1. Одна из уникальных достопримечательностей города Волгограда состоит в его протяженности вдоль берега реки Волги.
2. На современном этапе градостроительства города расширяются парковые зоны, в том числе на набережной.
3. Береговая линия городской территории обладает высоким потенциалом энергии естественных потоков (потока ветра, воды и солнечной энергии), которые могут быть использованы как источники возобновляемой энергии.
4. Одним из перспективных преобразователей энергии естественных потоков являются преобразователи волнового типа.
5. Разработанные конструктивные элементы ветродвигателей, гидропреобразователей, ветромобилей на базе ветропреобразователей волнового типа получили мировое признание.
6. Разработанные конструктивные схемы кинетических скульптур могут способствовать созданию инновационно-демонстрационных площадок с концентрацией наиболее эффективных экологических и энергосберегающих систем и технологий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Стрекалова А. С.* Устойчивый подход к продвижению территорий: синергия маркетинга, бенчмаркинга и экологических инноваций // *Маркетинг в России и за рубежом*. 2016. № 1. С. 93—99.
2. Комплексное обновление Стратегического плана устойчивого развития Волгограда до 2025 года / Д. П. Фролов, А. А. Голодова, А. В. Золотарев, Н. С. Полусмакова, И. Д. Ким / под ред. проф. А. Э. Калининой. Волгоград: ВолГУ, 2015. 484 с.
3. *Стрекалов С. Д.* Волновая техника, принципы функционирования // *Материалы Межрегионального форума «Энергосбережение и энергоэффективность»*. Волгоград, 2011. С. 64—68.
4. Устройство для преобразования возобновляемой энергии: патент на изобретение РФ № 2293212 МПК7 F03D5 / С. Д. Стрекалов, Г. М. Мишарев, Л. П. Стрекалова, А. Н. Тарасов; заявл. № 2005124839 от 04.08.2005; опубл. 2007 г.
5. Устройство преобразования ветровой энергии: патент на полезную модель № 101102 РФ МПК7 F03D5 / С. Д. Стрекалов, Л. П. Стрекалова, В. А. Поляков, А. Л. Бормотов; приоритет № 2010111068/06 от 23.03.2010 г.; зарег. 10.01.2011 г.
6. *Серебряков Р. А., Бирюков В. В.* Вихревая энергетическая установка // *Альтернативная энергетика и экология (ISJAEE)*. 2013. № 07 (129). С. 27—30.
7. *Elbahnasy I., Ellermann K.* An approach for cost and configuration optimization of horizontal axis wind turbine (HAWT) // *Renewable Energy and Power Quality Journal*. 2014. No. 12.
8. *Фролов Д. П., Стрекалова А. С.* Инновационные парки как маркетинговый инструмент устойчивого развития старопромышленных регионов // *Региональная экономика: теория и практика*. 2016. № 9. С. 188—196.
9. *Стрекалов С. Д., Стрекалова А. С., Стрекалова Л. П.* Инновационно-демонстрационные площадки на основе экологических волновых ветродвигателей: структура и роль в устойчивом развитии территории // *Альтернативная энергетика и экология (ISJAEE)*. 2015. № 13-14. С. 66—71.
10. A socio-metabolic transition towards sustainability? Challenges for another Great Transformation / H. Haberl, M. Fischer-Kowalski, F. Krausmann, J. Martinez-Alier, V. Winiwarter // *Sustainable Development*. 2011. Vol. 19. No. 1. Pp. 1—14. DOI: 10.1002/sd.410

© *Стрекалов С. Д., Стрекалова Л. П.*, 2016

Поступила в редакцию
в мае 2016 г.

Ссылка для цитирования:

Стрекалов С. Д., Стрекалова Л. П. Использование экологических особенностей волновых преобразователей энергии потоков применительно к условиям Волгограда // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета*. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 175—182.

Об авторах:

Стрекалов Сергей Дмитриевич — д-р техн. наук, профессор кафедры альтернативной энергетики и промышленной экологии, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолГАСУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, strekalov_sergey@mail.ru

Стрекалова Любовь Петровна — канд. техн. наук, доцент кафедры электротехнологии в сельском хозяйстве, Волгоградский государственный аграрный университет. Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, 26, strekalov_sergey@mail.ru

S. D. Strekalov, L. P. Strekalova

**THE USE OF ENVIRONMENTAL FEATURES OF WAVE ENERGY FLOW CONVERTER
APPLIED TO THE URBAN PLANNING OF VOLGOGRAD**

The article discusses the use of wave converters of natural flow energy, including river water flow energy, the flow of solar radiation and wind flow. The peculiar feature of these converters is the possibility to use them for energy production, and as the elements of a landscape design applied to the city of

Volgograd, which is unique in its coastline, 90 km long, making it one of the leaders among the world cities on the river. The article describes the design features of the wave energy converters of natural flow, their environmental benefits, the results of the experimental studies to improve their designs.

Key words: natural energy flows, wind energy, wind turbine, hydraulic transducers, solar inverters, landscape design, kinetic sculpture, ecology, urban development, innovation and demonstration sites.

REFERENCES

1. Strekalova A. S. [Sustained approach to the territory promotion: marketing, benchmarking and environmental innovation synergy]. *Marketing v Rossii i za rubezhom* [Journal of Marketing in Russia and Abroad], 2016, no. 1, pp. 93—99.
2. Frolov D. P., Golodova A. A., Zolotarev A. V., Polusmakova N. S., Kim I. D. *Kompleksnoe obnovenie Strategicheskogo plana ustoichivogo razvitiya Volgograda do 2025 goda* [Comprehensive revision of the Strategic plan of a sustainable development of Volgograd up to 2025]. Volgograd, VolSU Publ., 2015. 484 p.
3. Strekalov S. D. [Wave technology, operation principles]. *Materialy Mezhhregional'nogo foruma «Energoberezhenie i energoeffektivnost'»* [Proc. of the Int. Forum “Energy Saving and Energy Efficiency”]. Volgograd, 2011. Pp. 64—68.
4. Strekalov S. D., Misharev G. M., Strekalova L. P., Tarasov A. N. *Ustroistvo dlya preobrazovaniya vozobnovlyaemoy energii* [A device for renewable energy conversion. Pat. Russian Federation no. 2293212 MPK7 F03D5].
5. Strekalov S. D., Strekalova L. P., Polyakov V. A., Bormotov A. L. *Ustroistvo preobrazovaniya vetrovoi energii* [A device for wind energy conversion. Patent no. 101102 Russian Federation MPK7 F03D5].
6. Serebryakov R. A., Biryukov V. V. [Swirl power plant]. *Al'ternativnaya energetika i ekologiya (ISJAE)* [Alternative Energy and Ecology (ISJAE)], 2013, no. 07 (129), pp. 27—30.
7. Elbahnasy I., Ellermann K. An approach for cost and configuration optimization of horizontal axis wind turbine (HAWT). *Renewable Energy and Power Quality Journal*, 2014, no. 12.
8. Frolov D. P., Strekalova A. S. [Innovation parks as a marketing tool for the sustainable development of old industrial regions]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika* [Regional economics: theory and practice], 2016, no. 9, pp. 188—196.
9. Strekalov S. D., Strekalova A. S., Strekalova L. P. [Physico-chemical basis of processes of formation biomass and prospects of its use in alternative energy]. *Al'ternativnaya energetika i ekologiya (ISJAE)* [Alternative Energy and Ecology (ISJAE)], 2015, no. 13-14, pp. 66—71.
10. Haberl H., Fischer-Kowalski M., Krausmann F., Martinez-Alier J., Winiwarter V. A socio-metabolic transition towards sustainability? Challenges for another Great Transformation. *Sustainable Development*, 2011, 19(1), pp. 1—14. DOI: 10.1002/sd.410

For citation:

Strekalov S. D., Strekalova L. P. [The use of environmental features of wave energy flow converter applied to the urban planning of Volgograd]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 175—182.

About authors:

Strekalov Sergei Dmitrievich — Doctor of Engineering Science, Professor of Alternative Energy and Industrial Ecology Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, strekalov_sergey@mail.ru

Strekalova Lyubov' Petrovna — Candidate of Engineering Science, Docent of Electrotechnics in Agriculture Department, Volgograd State Agrarian University. 26, Universitetskii Prospect, Volgograd, 400002, Russian Federation, strekalov_sergey@mail.ru

УДК 502:620.3:69

С. Д. Стрекалов^а, А. С. Стрекалова^б

^а *Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет*

^б *Волгоградский государственный университет*

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ГОРОДСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Приводятся экологические риски использования нанотехнологий в городском строительстве. К числу объектов наноматериалов отнесены фуллерены C_{60} с использованием метода полюсных моделей элементов и систем. Обосновывается существование других форм фуллеренов и нанонитей. Доказывается необходимость исследования токсичности материалов, использованных в строительстве.

К л ю ч е в ы е с л о в а: экология, экологические риски, наноматериалы, фуллерены, нанонити, токсичность наноматериалов.

Нанотехнологическая революция — закономерный этап глобального научно-технического прогресса. Бурное развитие нанотехнологий, наноматериалов и товаров с наноконпонентами — новый этап прогресса человеческого сообщества. В городском строительстве широкое использование находят нанотехнологии с использованием материалов, содержащих фуллерены, нанотрубки, графены и нанонити [1, 2].

В ближайшем будущем контакт человечества с наноматериалами и нанотехнологиями будет увеличиваться. Окружающая среда станет объектом из положительных и отрицательных воздействий. Поэтому необходимо проводить исследования в области нанотехнологий и наноматериалов параллельно с изучением их экологических и гигиенических аспектов.

В работе, опубликованной в 1973 г., авторы высказали предположение о возможности существования стабильного кластера в виде замкнутой углеродной сферы [3].

Экспериментальное подтверждение того, что молекулы подобного типа из шестидесяти и более атомов могут возникать в ходе естественно протекающих в природе процессов, получено в 1985 г. [4]. Авторы этой работы для объяснения уникальной стабильности C_{60} предложили структуру, состоящую из 12 пентагонов и 20 гексогенов. Такая структура имеет тридцать две грани и шестьдесят вершин. Этот изомер C_{60} получил название (Бакминстерфуллерен) в честь известного архитектора R. Buckminster Fuller, создавшего сооружение, куполообразный каркас которого сконструирован из пентагонов и гексогенов. По их мнению, в углеродном каркасе каждый атом связан с тремя соседними атомами. Валентность 4 реализуется за счет π -связей между каждым атомом углерода и одним из его соседей. Ядра атомов в таких структурах расположены в вершинах.

На рис. 1 представлена диаграмма Шлегеля для фуллерена C_{60} , выполненного в виде усеченного икосаэдра [5].

В работе [6] высказано предположение о возможности существования нескольких разновидностей стабильного кластера C_{60} .

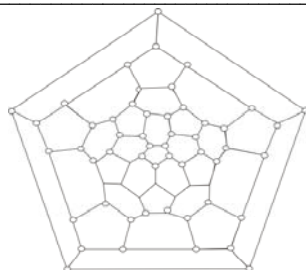


Рис. 1. Диаграмма Шлегеля для фуллерена в виде усеченного икосаэдра

При рассмотрении и анализе полюсных систем удобно использовать полюсные матрицы [2]. Для одного шестиполюсного атома углерода может быть составлена полюсная матрица размером 3×6 и ее определитель:

$$A_1(6C_6^6) = \begin{bmatrix} a_{11}^{1(1)} & \delta_{12}^{0(0)} & \epsilon_{13}^{0(0)} \\ a_{21}^{1(1)} & \delta_{22}^{0(0)} & \epsilon_{23}^{0(0)} \\ a_{31}^{1(1)} & \delta_{32}^{0(0)} & \epsilon_{33}^{0(0)} \\ a_{41}^{1(1)} & \delta_{42}^{0(0)} & \epsilon_{43}^{0(0)} \\ a_{51}^{1(1)} & \delta_{52}^{0(0)} & \epsilon_{53}^{0(0)} \\ a_{61}^{1(1)} & \delta_{62}^{0(0)} & \epsilon_{63}^{0(0)} \end{bmatrix} \quad \Delta_1(6C_6^6) = \begin{vmatrix} 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \end{vmatrix}.$$

В состав фуллерена C_{60} входит шестьдесят атомов углерода. Для получения матрицы фуллерена C_{60} необходимо сложить шестьдесят матриц шестивалентного углерода, причем сложение необходимо проводить по двухконтактной системе, т. е. каждая матрица соединяется с соседней по двум осям.

Таким образом, матрица соединяется с одной соседней четырьмя общими электронами. Каждая матрица соединяется с тремя соседними и образует связь двенадцатью электронами:

$$A_1(6C_6^6) = \begin{bmatrix} a_{11}^{1(1)} & \delta_{12}^{0(0)} & \epsilon_{13}^{0(0)} \\ a_{21}^{1(1)} & \delta_{22}^{0(0)} & \epsilon_{23}^{0(0)} \\ a_{31}^{1(1)} & \delta_{32}^{0(0)} & \epsilon_{33}^{0(0)} \\ a_{41}^{1(1)} & \delta_{42}^{0(0)} & \epsilon_{43}^{0(0)} \\ a_{51}^{1(1)} & \delta_{52}^{0(0)} & \epsilon_{53}^{0(0)} \\ a_{61}^{1(1)} & \delta_{62}^{0(0)} & \epsilon_{63}^{0(0)} \end{bmatrix} \quad \Delta_1(6C_6^6) = \begin{vmatrix} 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \end{vmatrix} +$$

$$A_2(6C_6^6) = \begin{bmatrix} a_{11}^{1(1)} & \delta_{12}^{0(0)} & \epsilon_{13}^{0(0)} \\ a_{21}^{1(1)} & \delta_{22}^{0(0)} & \epsilon_{23}^{0(0)} \\ a_{31}^{1(1)} & \delta_{32}^{0(0)} & \epsilon_{33}^{0(0)} \\ a_{41}^{1(1)} & \delta_{42}^{0(0)} & \epsilon_{43}^{0(0)} \\ a_{51}^{1(1)} & \delta_{52}^{0(0)} & \epsilon_{53}^{0(0)} \\ a_{61}^{1(1)} & \delta_{62}^{0(0)} & \epsilon_{63}^{0(0)} \end{bmatrix} \quad \Delta_2(6C_6^6) = \begin{vmatrix} 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \end{vmatrix}$$

.....

$$\begin{aligned}
 A_{60}(6C_6^6) &= \begin{bmatrix} a_{11}^{1(1)} & b_{12}^{0(0)} & b_{13}^{0(0)} \\ a_{21}^{1(1)} & b_{22}^{0(0)} & b_{23}^{0(0)} \\ a_{31}^{1(1)} & b_{32}^{0(0)} & b_{33}^{0(0)} \\ a_{41}^{1(1)} & b_{42}^{0(0)} & b_{43}^{0(0)} \\ a_{51}^{1(1)} & b_{52}^{0(0)} & b_{53}^{0(0)} \\ a_{61}^{1(1)} & b_{62}^{0(0)} & b_{63}^{0(0)} \end{bmatrix} \quad \Delta_{60}(6C_6^6) = \begin{vmatrix} 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \end{vmatrix} \\
 A_{\Sigma}(180C_0^{60}) &= \begin{bmatrix} a_{11}^{2(0)} & b_{12}^{0(0)} & b_{13}^{0(0)} \\ a_{21}^{2(0)} & b_{22}^{0(0)} & b_{23}^{0(0)} \\ a_{31}^{2(0)} & b_{32}^{0(0)} & b_{33}^{0(0)} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{1801}^{2(0)} & b_{1802}^{0(0)} & b_{1803}^{0(0)} \end{bmatrix} \quad \Delta_{\Sigma}(180C_0^{60}) = \begin{vmatrix} 2(0) & 0(0) & 0(0) \\ 2(0) & 0(0) & 0(0) \\ 2(0) & 0(0) & 0(0) \\ \dots & \dots & \dots \\ 2(0) & 0(0) & 0(0) \end{vmatrix}
 \end{aligned}$$

В общем виде это действие будет иметь вид

$$A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_{60} = A_{\Sigma},$$

где A_{Σ} — суммарная матрица, полученная в результате сложения шестидесяти однотипных матриц, имеющих триста шестьдесят строк. Суммарная матрица имеет сто восемьдесят строк.

Определитель суммарной матрицы будет представлен выражением, состоящим из ста восьмидесяти строк.

В полученной матрице сумма вакансий равна нулю. Это показывает, что все вакансии матрицы заняты и ее можно отнести к числу благородных.

Орбитальная конфигурация фуллерена

$$OK(C_{60}^{360(0)}) a^{360(0)} b^{0(0)} v^{0(0)}.$$

На рис. 2 приведено графическое изображение полученного кластера в виде диаграммы Шлегеля.

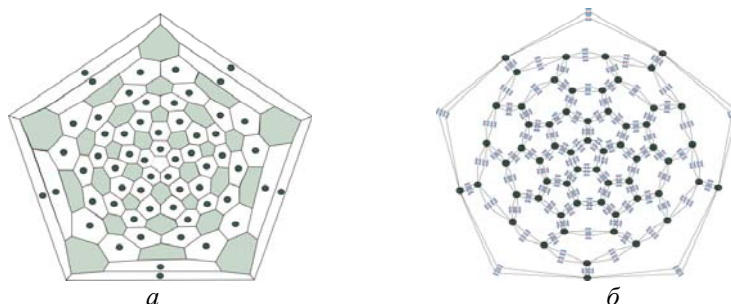


Рис. 2. Диаграмма Шлегеля фуллерена C_{60} : a — с обозначением расположения ядер атома; b — электронная матрица фуллерена C_{60}

Многогранник имеет девяносто две грани, двенадцать из которых выполнены в виде пентагонов, а восемьдесят — в виде гексогенов, причем в центрах шестидесяти гексогенов расположены ядра атомов углерода. Середины других двадцати гексогенов свободны.

Электронная структура фуллерена C_{60} показывает, что каждый атом углерода соединен с соседними посредством двенадцати электронов (рис. 2, б). Эти структуры одинаковы для всех шестидесяти атомов углерода. Общее число ребер P в многограннике может быть найдено из соотношения

$$P = P_{\text{общ}}P_{\Gamma} / P_{\Gamma},$$

где $P_{\text{общ}}$ — общее число ребер у всех гексогенов; P_{Γ} — число ребер у гексогена; P_{Γ} — число отдельных ребер гексогенов, сходящихся на одной грани.

Подставив значения, получим

$$P = 360 \cdot 6/9 = 240.$$

Согласно теореме Эйлера соотношение между числом вершин (B), ребер (P) и граней (Γ) выпуклого многоугольника связано зависимостью

$$B - P + \Gamma = 2 \text{ или } B = 2 + P - \Gamma = 2 + 240 - 92 = 150.$$

Следовательно, многогранник имеет девяносто две грани, двести сорок ребер и сто пятьдесят вершин.

Этот многогранник может быть отнесен к числу фуллеренов, так как состоит только из гексогенов и пентагонов. Химические связи между атомами достигаются за счет шестивалентных связей каждого атома. Многогранник может быть представлен в виде двенадцати гексогенных пентагонов (рис. 3, а).

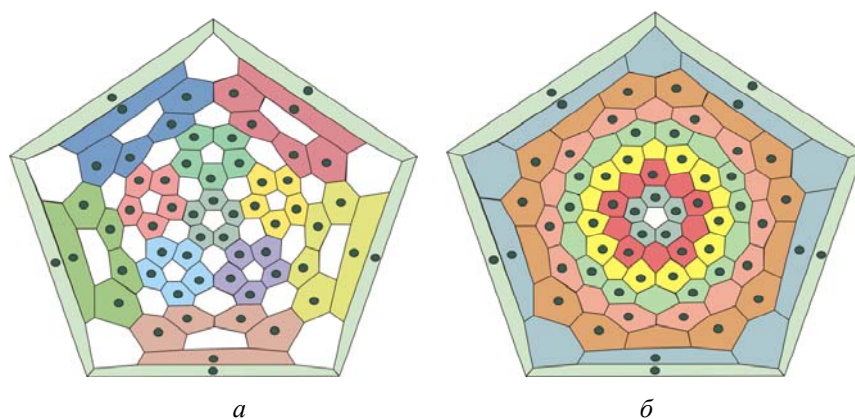


Рис. 3. Диаграмма Шлегеля: а — с выделением гексогенных пентагонов; б — для фуллерена S с обозначением рядов

Этот многогранник существенно отличается от изображения кластера C_{60} , представленного коллективом авторов в составе Крото — Керла — Смолли [4]. Они предложили структуру усеченного икосаэдра — многогранника, напоминающего по форме футбольный мяч. В такой структуре положение всех атомов углерода полностью эквивалентны, а химические связи между атомами углерода могут быть двух типов:

одинарная связь (C–C), представленная ребром, разделяющим шестиугольник и пятиугольник;

двойная связь (C=C), представленная ребром между двумя шестиугольниками.

Основным отличием полученного многогранника от фуллерена, выполненного в виде усеченного икосаэдра, является то, что ядра атомов расположены в центре гексогенов.

Диаграмма Шлегеля для фуллерена S молекулы C₆₀ состоит из двенадцати пятиугольников и восьмидесяти шестиугольников. В центре шестидесяти шестиугольников расположены атомы углерода.

Порядок расположения по восьми рядам атомов углерода:

5. 5. 10. 10. 10. 10. 5. 5.

Порядок расположения по двум вершинам и восьми рядам многоугольников:

0.1₅ — вершина;

5₆.0₅ — первый ряд;

10₆.0₅ — второй ряд;

10₆.5₅ — третий ряд;

15₆.0₅ — четвертый ряд;

15₆.0₅ — пятый ряд;

10₆.5₅ — шестой ряд;

10₆.0₅ — седьмой ряд;

5₆.0₅ — восьмой ряд;

0.1₅ — вершина.

Цифра показывает количество многоугольников в ряду, индекс внизу указывает, какой вид многоугольника находится в ряду.

Для третьего ряда имеем десять шестиугольников и пять пятиугольников. При подробном описании расположения многоугольников в ряду следует отмечать, в центре которого из них расположено ядро атома углерода, индексом вверху номера многоугольника:

1₅ вершина

1₆^я. 2₆^я. 3₆^я. 4₆^я. 5₆^я. первый ряд

1₆^я. 2₆^я. 3₆^я. 4₆^я. 5₆^я. 6₆^я. 7₆^я. 8₆^я. 9₆^я. 10₆^я второй ряд

1₆^я. 2₆^я. 3₅^я. 4₆^я. 5₆^я. 6₅^я. 7₆^я. 8₆^я. 9₅^я. 10₆^я. 11₆^я. 12₅^я. 13₆^я. 14₆^я. 15₅^я третий ряд

1₆^я. 2₆^я. 3₆^я. 4₆^я. 5₆^я. 6₆^я. 7₆^я. 8₆^я. 9₆^я. 10₆^я. 11₆^я. 12₆^я. 13₆^я. 14₆^я. 15₆^я четвертый ряд

1₆^я. 2₆^я. 3₆^я. 4₆^я. 5₆^я. 6₆^я. 7₆^я. 8₆^я. 9₆^я. 10₆^я. 11₆^я. 12₆^я. 13₆^я. 14₆^я. 15₆^я пятый ряд

1₆^я. 2₆^я. 3₅^я. 4₆^я. 5₆^я. 6₅^я. 7₆^я. 8₆^я. 9₅^я. 10₆^я. 11₆^я. 12₅^я. 13₆^я. 14₆^я. 15₅^я шестой ряд

1₆^я. 2₆^я. 3₆^я. 4₆^я. 5₆^я. 6₆^я. 7₆^я. 8₆^я. 9₆^я. 10₆^я седьмой ряд

1₆^я. 2₆^я. 3₆^я. 4₆^я. 5₆^я. восьмой ряд

1₅ вершина

На рис. 3, б приводится диаграмма Шлегеля, на которой различными цветами обозначены ряды фуллерена S.

Следует отметить, что четвертый и пятый ряды являются экваториальными, так как имеют максимальную длину.

Точное значение радиуса фуллера C_{60} , в соответствии с результатами рентгеноструктурного анализа, составляет 0,357 нм [1]. Расстояние между ядрами углерода в алмазе составляет 0,154 нм, у графита — 0,142 нм [2, 7].

Число гексогенов, расположенных по экватору (экватор — длина наибольшего круга сферической поверхности) фуллера S , выполненного в виде многоугольника с 92 гранями и расположении ядер в центрах гексогенов, составляет 15.

Следовательно, длина экватора фуллера S в случае расстояния между атомами, равного 0,154 нм, определится по зависимости

$$L = ln = 0,154 \cdot 15 = 2,31 \text{ нм},$$

где l — расстояние между ядрами; n — число атомов на экваторе.

Радиус фуллера S может быть найден по зависимости:

$$R = \frac{L}{2\pi} = \frac{2,31}{2\pi} = 0,368 \text{ нм}.$$

Различие между фактической величиной и расчетной составит

$$\frac{0,368 - 0,357}{0,357} 100 \% = 3,08 \%.$$

Длина экватора фуллера S в случае расстояния между атомами, равного 0,142, составит

$$L = ln = 0,142 \cdot 15 = 2,13 \text{ нм}.$$

Радиус фуллера S при расстоянии между атомами, равном 0,142 нм, может быть найден по зависимости

$$R = \frac{L}{2\pi} = \frac{2,13}{2\pi} = 0,339 \text{ нм}.$$

Различие между фактической величиной и расчетной составит

$$\frac{0,357 - 0,339}{0,357} 100 \% = 5,0 \%.$$

Размер фуллера S , у которого ядра расположены в центрах гексагонов, отклонение от экспериментального значения составляет 3,08...5,0 %.

Спектр ядерного магнитного резонанса молекулы C_{60} содержит только один резонанс [1]. Это свидетельствует о том, что все элементы атома углерода в молекуле C_{60} находятся в равнозначном положении. Конфигурация фуллера S , все связи ядер атома которого находятся в равнозначном положении, соответствует одному ядерному резонансу.

Проведенный анализ показывает, что изображение молекулы фуллера с использованием шестиполусного углерода позволяет получить многогранник, размеры которого близки к размерам экспериментально полученного, а расположение связей обеспечивает получение только одного ядерного резонанса. На основании этого можно предположить, что существует две или более разновидностей структурных форм молекулы C_{60} .

К нанообъектам относятся нанонити. Примером нанонити может служить система, состоящая из шестиполусного углерода и пятиполусного азота. Полусная конфигурация этих элементов имеет вид

$$\text{ПК}(6\text{C}_6^6)1\text{a}^{1(1)}2\text{a}^{1(1)}3\text{a}^{1(1)}4\text{a}^{1(1)}5\text{a}^{1(1)}6\text{a}^{1(1)};$$

$$\text{ПК}(5\text{N}_3^7)1\text{a}^22\text{a}^{1(1)}3\text{a}^{1(1)}4\text{a}^{1(1)}5\text{a}^{1(1)}.$$

В результате использования шестиполусных моделей углерода и пятиполусных моделей азота могут образовываться нанонити различной длины. Наиболее короткая нить выразится формулой CN_2 . Она состоит из двух атомов азота и одного атома углерода (рис. 4).

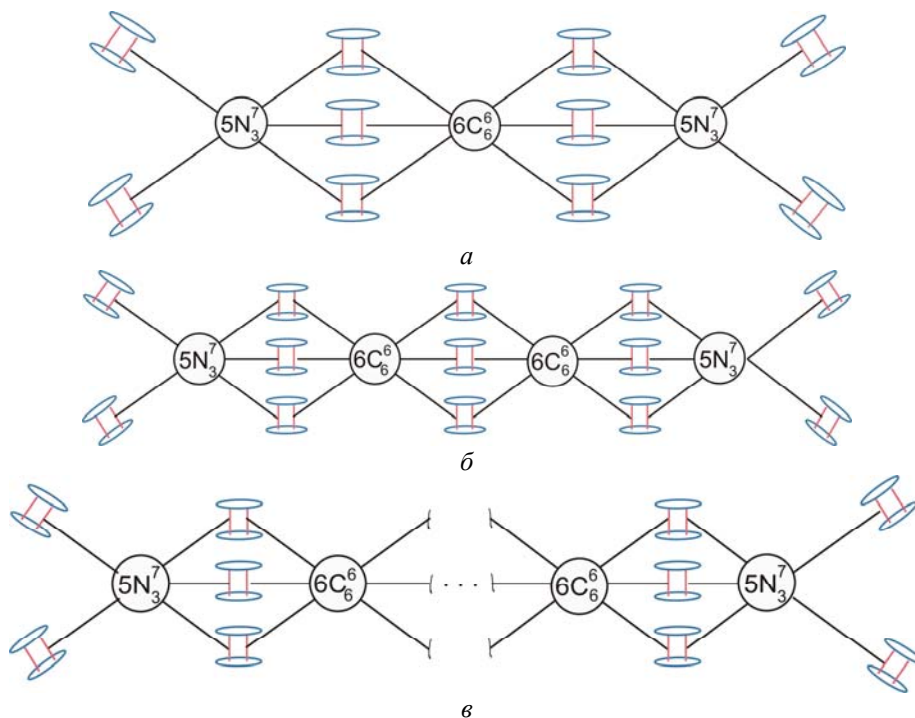


Рис. 4. Полусная модель нанонити: *a* — трехатомная нить; *b* — четырехатомная нить C_2N_2 ; *v* — полусное изображение *n*-атомной нити C_nN_2

Полусная конфигурация этой системы будет иметь вид

$$\text{ПК}(\text{CN}_2)1\text{a}^22\text{a}^23\text{a}^24\text{a}^25\text{a}^26\text{a}^2.$$

Полусная матрица азота 5N_3^6 и ее определитель, размером 5×3 , будут иметь вид

$$A(5\text{N}_3^6) = \begin{bmatrix} a_{11}^{1(1)} & \bar{a}_{12}^{0(0)} & \bar{a}_{13}^{0(0)} \\ a_{21}^{1(1)} & \bar{a}_{22}^{0(0)} & \bar{a}_{23}^{0(0)} \\ a_{31}^{1(1)} & \bar{a}_{32}^{0(0)} & \bar{a}_{33}^{0(0)} \\ a_{41}^{1(1)} & \bar{a}_{42}^{0(0)} & \bar{a}_{43}^{0(0)} \\ a_{51}^{1(1)} & \bar{a}_{52}^{0(0)} & \bar{a}_{53}^{0(0)} \end{bmatrix} \quad \Delta(5\text{N}_3^6) = \begin{vmatrix} 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \\ 1(1) & 0(0) & 0(0) \end{vmatrix}.$$

Рассмотрим четырехатомную одномерную нить C_2N_2 : с двумя атомами углерода и двумя атомами азота (рис. 4, в). Полусная конфигурация этой нити аналогична предыдущей, т. е. она будет начинаться тремя спаренными осями, каждая из которых имеет по одной нулевой орбите с двумя электронами. Заканчиваться нить также будет тремя спаренными осями, каждая из которых имеет по одной нулевой орбите с двумя электронами.

Матрица для нити C_2N_2 :

$$A(C_2N_2) = \begin{bmatrix} a_{11}^{2(0)} & \bar{b}_{12}^{0(0)} & \bar{c}_{13}^{0(0)} \\ a_{21}^{2(0)} & \bar{b}_{22}^{0(0)} & \bar{c}_{23}^{0(0)} \\ a_{31}^{2(0)} & \bar{b}_{32}^{0(0)} & \bar{c}_{33}^{0(0)} \\ a_{41}^{2(0)} & \bar{b}_{42}^{0(0)} & \bar{c}_{43}^{0(0)} \\ a_{51}^{2(0)} & \bar{b}_{52}^{0(0)} & \bar{c}_{53}^{0(0)} \\ a_{61}^{2(0)} & \bar{b}_{62}^{0(0)} & \bar{c}_{63}^{0(0)} \\ a_{71}^{2(0)} & \bar{b}_{72}^{0(0)} & \bar{c}_{73}^{0(0)} \\ a_{81}^{2(0)} & \bar{b}_{82}^{0(0)} & \bar{c}_{83}^{0(0)} \\ a_{91}^{2(0)} & \bar{b}_{92}^{0(0)} & \bar{c}_{93}^{0(0)} \\ a_{101}^{2(0)} & \bar{b}_{102}^{0(0)} & \bar{c}_{103}^{0(0)} \\ a_{111}^{2(0)} & \bar{b}_{112}^{0(0)} & \bar{c}_{113}^{0(0)} \\ a_{121}^{2(0)} & \bar{b}_{123}^{0(0)} & \bar{c}_{133}^{0(0)} \\ a_{131}^{2(0)} & \bar{b}_{132}^{0(0)} & \bar{c}_{133}^{0(0)} \end{bmatrix} \quad \Delta(C_2N_2) = \begin{vmatrix} 2(0) & 0(0) & 0(0) \\ 2(0) & 0(0) & 0(0) \\ 2(0) & 0(0) & 0(0) \\ 2(0) & 0(0) & 0(0) \\ 2(0) & 0(0) & 0(0) \\ 2(0) & 0(0) & 0(0) \\ 2(0) & 0(0) & 0(0) \\ 2(0) & 0(0) & 0(0) \\ 2(0) & 0(0) & 0(0) \\ 2(0) & 0(0) & 0(0) \\ 2(0) & 0(0) & 0(0) \\ 2(0) & 0(0) & 0(0) \\ 2(0) & 0(0) & 0(0) \end{vmatrix}.$$

Для нити с любым числом n атомов углерода система запишется в форме C_nN_2 .

Полусное изображение n -атомной нити представлено на рис. 4, в. Она также будет начинаться и заканчиваться тремя спаренными осями.

Матрица для нити C_nN_2 :

$$A(C_nN_2) = \begin{bmatrix} a_{11}^{2(0)} & \bar{b}_{12}^{0(0)} & \bar{c}_{13}^{0(0)} \\ a_{21}^{2(0)} & \bar{b}_{22}^{0(0)} & \bar{c}_{23}^{0(0)} \\ a_{31}^{2(0)} & \bar{b}_{32}^{0(0)} & \bar{c}_{33}^{0(0)} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{n1}^{2(0)} & \bar{b}_{n2}^{0(0)} & \bar{c}_{n3}^{0(0)} \end{bmatrix} \quad \Delta(C_nN_2) = \begin{vmatrix} 2(0) & 0(0) & 0(0) \\ 2(0) & 0(0) & 0(0) \\ 2(0) & 0(0) & 0(0) \\ \dots & \dots & \dots \\ 2(0) & 0(0) & 0(0) \end{vmatrix}.$$

Представленная система отличается повышенной прочностью и высокой полусной проводимостью за счет связей каждого атома углерода 12 электронами.

В 2004 г. научное сообщество было серьезно обеспокоено статьей Ч.-В. Лэма и соавторов, в которой говорилось о значительной токсичности нанотрубок [5]. При их внедрении в легкие грызунов у последних развивались гранулемы. Негативное влияние наноматериалов на организм человека

может носить не только прямой, но и отсроченный характер. Ученые предполагают возможность наличия у наночастиц генотоксического и мутагенного воздействия, обусловленных высокой проницаемостью для них клеток и тканей, индукции ими свободных радикалов, способностью проникать в ядро клетки и воздействовать на ДНК. Стремительное развитие нанотехнологий требует столь же быстрой разработки подходов к исследованию токсичности наноматериалов, в том числе мутагенных свойств [5].

На стадии оценки риска воздействия наноматериалов определяется: уровень воздействия наноматериалов на человека, определяющий угрозу и тип воздействия, которые должны быть учтены при оценке риска; путь поступления наноматериалов в организм человека (воздух, вода, воздух, пища), применительно к объекту исследований. При оценке риска от воздействия наноматериалов большое значение приобретает количественная оценка последствий деятельности промышленного предприятия, вырабатывающего нанопродукты, прогноз возможного его воздействия как источника наноматериалов на объекты окружающей среды. При этом оценка деятельности предприятия, производящего нанопroduкцию, должна быть проведена как для условий штатного режима технологических процессов, так и путем прогнозирования воздействия на окружающую среду при аварийных ситуациях.

Для стационарного точечного источника мощности Q , расположенной в точке (x_0, y_0, z_0) , концентрация $C(x, y, z)$ вещества в точке (x, y, z) пространства, образованная в результате рассеивания выброса, удовлетворяет уравнению

$$\begin{aligned} & u_x(x, y, z) \frac{\partial C(x, y, z)}{\partial x} + u_y(x, y, z) \frac{\partial C(x, y, z)}{\partial y} + u_z(x, y, z) \frac{\partial C(x, y, z)}{\partial z} + \sigma C(x, y, z) = \\ & = \frac{\partial}{\partial x} k_x(x, y, z) \frac{\partial C(x, y, z)}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} k_y(x, y, z) \frac{\partial C(x, y, z)}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} k_z(x, y, z) \frac{\partial C(x, y, z)}{\partial z} + \\ & + Q\delta(x - x_0, y - y_0, z - z_0); \end{aligned}$$

$$\lim_{(x, y, z) \rightarrow 0} C(x, y, z) = 0,$$

где (u_x, u_y, u_z) — проекция вектора скорости ветра на оси координат; (k_x, k_y, k_z) — координаты турбулентной диффузии; σ — коэффициент самопроизвольного изменения концентрации примеси (оседания на подстилающую поверхность тяжелой примеси или изменения концентрации в результате химических превращений); δ — функция Дирака.

Предположим фиксированной некоторую систему координат (x, y, z) . Общая (суммарная) концентрация $C_k(x, y, z)$ вещества B_k в момент времени t в точке (x, y) приземного слоя атмосферы может быть представлен в виде [8]

$$C_k(t, x, y) = \sum_{j=1}^i C_{k,j}(t, x, y),$$

где $C_{k,j}(t, x, y)$ — концентрация вещества B_k в момент времени t в точке (x, y) , полученная в результате действия источника с номером j .

Индивидуальный риск R_k заболевания, возникающий в результате поглощения общей дозы D_k вещества B_k , равен

$$R_k = \frac{D_k F_k}{P T_g},$$

где F_k — фактор потенциала при ингаляционном воздействии вещества; T_g — общее количество лет ожидаемой средней продолжительности жизни; P — средний вес человека.

Виды зон экологического риска от нанотехнологии представлены на рис. 5.

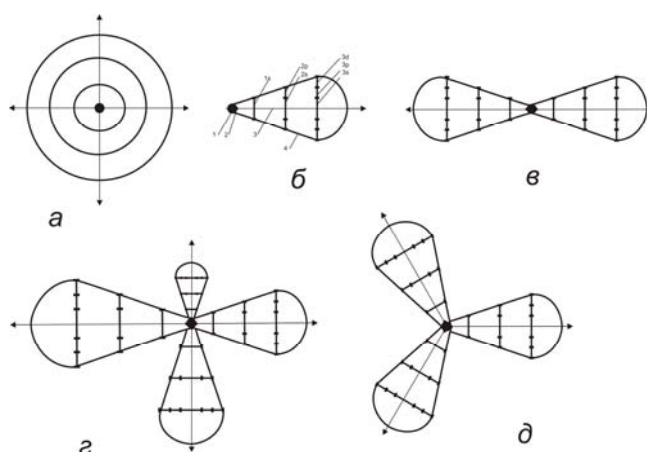


Рис. 5. Виды зон экологического риска от нанотехнологии: а — концентрическая; б — однополюсная; в — двухполюсная; г — четырехполюсная; д — трехполюсная ассиметричная зона

В матричной форме для каждой из этих зон степень экологического риска может быть представлена в виде полюсных матриц:

$$A(1ПЗУ) = \begin{bmatrix} 1s_{11}^{Ct} & 2s_{12}^{Ct} & 2p_{12}^{Ct} & 3s_{13}^{Ct} & 3p_{13}^{Ct} & 3d_{13}^{Ct} \end{bmatrix},$$

$$A(2ПЗУ) = \begin{bmatrix} 1s_{11}^{Ct} & 2s_{12}^{Ct} & 2p_{12}^{Ct} & 3s_{13}^{Ct} & 3p_{13}^{Ct} & 3d_{13}^{Ct} \\ 1s_{21}^{Ct} & 2s_{22}^{Ct} & 2p_{22}^{Ct} & 3s_{23}^{Ct} & 3p_{23}^{Ct} & 3d_{23}^{Ct} \end{bmatrix},$$

$$A(3ПЗУ) = \begin{bmatrix} 1s_{11}^{Ct} & 2s_{12}^{Ct} & 2p_{12}^{Ct} & 3s_{13}^{Ct} & 3p_{13}^{Ct} & 3d_{13}^{Ct} \\ 1s_{21}^{Ct} & 2s_{22}^{Ct} & 2p_{22}^{Ct} & 3s_{23}^{Ct} & 3p_{23}^{Ct} & 3d_{23}^{Ct} \\ 1s_{31}^{Ct} & 2s_{32}^{Ct} & 2p_{32}^{Ct} & 3s_{33}^{Ct} & 3p_{33}^{Ct} & 3d_{33}^{Ct} \end{bmatrix},$$

$$A(4ПЗУ) = \begin{bmatrix} 1s_{11}^{Ct} & 2s_{12}^{Ct} & 2p_{12}^{Ct} & 3s_{13}^{Ct} & 3p_{13}^{Ct} & 3d_{13}^{Ct} \\ 1s_{21}^{Ct} & 2s_{22}^{Ct} & 2p_{22}^{Ct} & 3s_{23}^{Ct} & 3p_{23}^{Ct} & 3d_{23}^{Ct} \\ 1s_{31}^{Ct} & 2s_{32}^{Ct} & 2p_{32}^{Ct} & 3s_{33}^{Ct} & 3p_{33}^{Ct} & 3d_{33}^{Ct} \\ 1s_{41}^{Ct} & 2s_{42}^{Ct} & 2p_{42}^{Ct} & 3s_{43}^{Ct} & 3p_{43}^{Ct} & 3d_{43}^{Ct} \end{bmatrix}.$$

Для n -зоны матрица будет иметь вид

$$A(nПЗУ) = \begin{bmatrix} 1s_{11}^{Ct} & 2s_{12}^{Ct} & 2p_{12}^{Ct} & 3s_{13}^{Ct} & 3p_{13}^{Ct} & 3d_{13}^{Ct} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1s_{n1}^{Ct} & 2s_{n2}^{Ct} & 2p_{n2}^{Ct} & 3s_{n3}^{Ct} & 3p_{n3}^{Ct} & 3d_{n3}^{Ct} \end{bmatrix}.$$

Для определения суммарной дозы от воздействия нанопродукта на конкретный объект необходимо знать или траекторию движения объекта в случае, если этот объект подвижен, или время нахождения объекта в конкретной точке полного пространства.

Выводы:

1. Нанотехнологии все шире распространяются во всех отраслях, в том числе и в городском строительстве, увеличивается степень воздействия нанопродуктов на живые объекты.

2. Анализ литературных источников показывает, что нанопродукция существенно оказывает негативное влияние на степень экологического риска.

3. Основными нанопродуктами являются изделия и производства, содержащие нанотрубки, фуллерены, нанонити, графен, размеры которых составляют 1...100 нм.

4. Возможны ранее не известные модификации нанопродуктов, таких как фуллерены C_{60} , нанонити с азотными окончаниями и др.

5. Для определения степени риска воздействия нанопродукции и нанотехнологического производства необходимо учитывать концентрацию нанобъектов, время нахождения объекта в зоне, его размерно-массовые показатели и другие специфические параметры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Запорожкова И. В. Углеродные и неуглеродные наноматериалы и композитные структуры на их основе: строение и электронные свойства. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2009. 490 с.
2. Стрекалов С. Д. Физическая химия: полюсные модели элементов и систем. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2011. 107 с.
3. Бочвар Д. А., Гальперн Е. Г. Доклады АН СССР. М., 1973.
4. C_{60} : Buckminsterfullerene / H. W. Kroto, J. R. Hault, S. C. O'Braien, R. F. Curl, R. E. Smalley // Nature. 1985. Vol. 318. Iss. 14. P. 162—163.
5. Сычева Л. П. Оценка мутагенных свойств наноматериалов // Гигиена и санитария. 2008. № 6. С. 26—28.
6. Стрекалов С. Д. Полюсный вариант построения модели фуллерена // Материалы III Всероссийской науч.-технич. конф. «Нанотехнологии и наноматериалы: современное состояние и перспективы развития в условиях Волгоградской области». Волгоград: ВолГУ, 2010. С. 316—327.
7. Сидоров Л. Н., Юровская М. А., Борщевский А. Я. Фуллерены. М.: Экзамен, 2005. 688 с.
8. Чибурев В. И. Перспективы и направления развития методологии оценки риска в России // Вопросы анализа риска. 1999. С. 80—97.

© Стрекалов С. Д., Стрекалова А. С., 2016

Поступила в редакцию
в мае 2016 г.

Ссылка для цитирования:

Стрекалов С. Д., Стрекалова А. С. Экологические риски использования нанотехнологий в городском строительстве // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 183—194.

Об авторах:

Стрекалов Сергей Дмитриевич — д-р техн. наук, профессор кафедры альтернативной энергетики и промышленной экологии, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолГАСУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, strekalov_sergey@mail.ru

Стрекалова Анастасия Сергеевна — канд. биол. наук, доцент кафедры маркетинга, Волгоградский государственный университет. Российская Федерация, 400062, г. Волгоград, пр-т Университетский, 100, strekalov_sergey@mail.ru

S. D. Strekalov, A. S. Strekalova

ENVIRONMENTAL RISKS OF USING NANOTECHNOLOGY IN URBAN DEVELOPMENT

The article presents the environmental risks of using nanotechnology in urban development. C60 fullerenes with the use of the method of pole models of elements and systems are referred to the objects of nano-materials. The authors justify the existence of other forms of fullerenes and nanowires. The necessity to study the toxicity of nano-materials used in construction is proven.

Key words: ecology, environmental risks, nano-materials, fullerenes, nanowires, toxicity of nano-materials.

REFERENCES

1. Zaporotskova I. V. *Uglerodnye i neuglerodnye nanomaterialy i kompozitnye struktury na ikh osnove: stroenie i elektronnye svoystva* [Carbon and noncarbon nanomaterials and composite structures based on them: structure and electronic characteristics]. Volgograd, VolSU Publishing House, 2009. 490 p.
2. Strekalov S. D. *Fizicheskaya khimiya: polyusnye modeli elementov i sistem* [Physical chemistry: Polar models of elements and systems]. Volgograd, VolSU Publishing House, 2011. 107 p.
3. Bochvar D. A., Gal'pern E. G. *Doklady AN SSSR* [Reports of the Academy of Sciences of the USSR]. Moscow, 1973.
4. Kroto H. W., Haultz J. R., O'Braien S. C., Curl R. F., Smalley R. E. C₆₀: Buckminsterfullerene. *Nature*, 1985, 318(14), pp. 162—163.
5. Sycheva L. P. [Evaluation of the mutagenic properties of nanomaterials]. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and Sanitation], 2008, no. 6, pp. 26—28.
6. Strekalov S. D. [Polar option of the development of the fullerene model]. *Materialy III Vserossiiskoi nauch.-tekhnich. konf. «Nanotekhnologii i nanomaterialy: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya v usloviyakh Volgogradskoi oblasti»* [Proc. of the III All-Russian Sci.-Pract. Conf. "Nanotechnologies and nanomaterials: current state and prospects of development under the conditions in Volgograd Oblast"]. Volgograd, VolSU Publ., 2010. Pp. 316—327.
7. Sidorov L. N., Yurovskaya M. A., Borshchevskii A. Ya. *Fullereny* [Fullerenes]. Moscow, Ekzamen Publ., 2005. 688 p.
8. Chiburaev V. I. [Prospects and directions for the development of Risk Assessment methodology in Russia]. *Voprosy analiza riska* [Issues of risk analysis], 1999, pp. 80—97.

For citation:

Strekalov S. D., Strekalova A. S. [Environmental risks of using nanotechnology in urban development]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 183—194.

About authors:

Strekalov Sergei Dmitrievich — Doctor of Engineering Science, Professor of Alternative Energy and Industrial Ecology Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, strekalov_sergey@mail.ru

Strekalova Anastasiya Sergeevna — Candidate of Biological Science, Docent of Marketing Department, Volgograd State University. 100, Universitetskii Prospect, Volgograd, 400062, Russian Federation, strekalov_sergey@mail.ru

УДК 711/08

А. В. Антюфеев^а, Г. А. Птичникова^б

^а *Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет*

^б *Волгоградский филиал Научно-исследовательского института теории и истории архитектуры и градостроительства Российской академии архитектуры и строительных наук*

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ТЕОРИИ РАЗВИТИЯ ГОРОДА

Синергетика представляет собой современное, активно развивающееся направление в научных исследованиях. Одной из целей синергетического подхода является выявление скрытых закономерностей порядка и хаоса, возникновения и эволюции различных систем. Синергетика использует методы, которые могут быть в равной степени применимы в различных областях, что позволяет рассматривать ее в качестве междисциплинарного языка. Рассматривается возможность применения законов синергетики к теории развития города для расширения возможностей прогнозирования развития городов, а также определения последствий воздействий на городскую структуру. Главным принципом синергетики, который важен для целей городского планирования, является принцип стратегического управления из будущего.

К л ю ч е в ы е с л о в а: синергетика, градостроительство, теория развития города, нелинейные градостроительные системы.

В настоящее время исследования развития города происходят на фоне быстрой смены господствовавшей в XX веке научной парадигмы, основанной на линейном детерминизме, новой парадигмой, связанной с «нелинейным мышлением» и идеями самоорганизации сложных систем, а именно с синергетическим подходом. Положения синергетики проникли во множество теоретических концепций, связанных с устойчивым развитием города, экологическим подходом в градостроительстве и другими направлениями [1—4].

Сегодня остро ощущается актуальность появления новых идей по созданию идеального города нашего времени. Востребованность идей и концепций архитектуры и градостроительства будущего — одна из главных тем современности [5—7]. В то же время происходит изменение формы, в которой профессиональный интерес к градостроительному прогнозированию обнаруживает себя. Традиционное описание идеального города в виде желаемой картины, одномоментного статического среза времени не удовлетворяет требованиям сегодняшнего дня. Содержание идеи развития города приходит в противоречие с формой его представления в виде архитектурного проекта. В XXI веке модели попеременно эволюционно-революционного развития, соответствовавшие ситуациям доинформационных эпох, не отвечают поставленным задачам. Изменения приобретают все более темпоральный характер. Экстремальность и катастрофичность, «жизнь на вулкане» становятся привычным состоянием нашего времени. Мир делается крайне неустойчивым, хрупким, происходит нарастание частоты экстремумов, их глубины и продолжительности. В этой связи усложнение градостроительных систем приобретает постоянный бифуркационный характер.

Структура города со временем от простой и понятной сетки улиц переходит в состояние сложного морфологического объекта, внутри которого постоянно происходят различного рода трансформации и переустройства [8].

Планировочная структура города — одна из простых форм представления (визуальная модель) этой сложной системы. Синергетика позволяет разработать описание протекающих в этой системе процессов, определить взаимосвязи отдельных ее элементов, рассмотреть ее в развитии и сделать ряд прогнозов о ее будущем. Начиная со второй половины XX века происходила эволюция профессионального мышления понимания города как сложной системы, что привело к новым формам его моделирования с использованием синергетических подходов.

Обсуждение возможностей применения синергетического подхода в теории градостроительства как нового инструмента в изучении проблем развития современного города является целью статьи.

В процессе исследования были применены: обобщение и анализ теории и практики решения градостроительных задач по созданию концепций «идеальных городов»; историко-генетический анализ, графоаналитический метод и системный подход при анализе города как открытой системы.

Термин «синергетика» (от греч. *synergeia* — сотрудничество, содействие, соучастие) буквально означает «совместный, согласованно действующий». В энциклопедическом словаре ему дается следующее определение: «обобщенное название научных направлений, в рамках которых исследуются процессы самоорганизации и эволюции, упорядоченного поведения сложных нелинейных систем»¹.

Быстрое развитие синергетики, ее междисциплинарный характер, «единство в разнообразии» методов и подходов к изучению структур и процессов саморазвития сложных систем определило стремительное внедрение синергетических идей в различные междисциплинарные прикладные исследования. Теория самоорганизации (синергетика) стала активно развиваться в 1970—80-е гг. отечественными и зарубежными специалистами разных областей научного знания (Г. Хакен, Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов, И. Пригожин, Г. Николис, И. Стенгерс, Г. Рузавин, К. Майнцер и др.).

Возможности применения синергетических законов для решения задач развития городов были с энтузиазмом восприняты современной теорией градостроительства. Например, присутствие идей синергетики можно обнаружить в работе у А. Э. Гутнова «Эволюция градостроительства», в которой в научный оборот в отечественной теории градостроительства были введены понятия «каркас» и «ткань» городской структуры [9].

Синергетический подход к городу как сложной градостроительной системе использовал известный советский и российский градостроитель И. М. Смоляр при исследовании развития городов, что позволило ему выделить три диалектические пары свойств городских систем, определяющие их динамику:

- 1) самоорганизация — управляемость;
- 2) инерционность — динамичность;
- 3) контринтуитивность — способность города давать неожиданные результаты на управляющее воздействие [10].

Идею о саморазвитии города выдвинул известный японский архитектор Кишо Курокава. Он подчеркивал, что «идеальный город XXI века — это от-

¹ Философия : энциклопедический словарь / Под ред. А. А. Ивина. М. : Гардарики, 2004. URL: http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_philosophy/1099/СИНЕРГЕТИКА (дата обращения : 30.10.2016)

крытый город, который никогда не остановится в росте. Нам нужна система, которая сможет гибко реагировать на перемены. Говоря о генеральном плане будущего, следует иметь в виду собственно генеральную систему» [7].

В США институтом СИНКОР был разработан проект синергетического поселения (1994). «Синергетический город», согласно этому проекту, представлял собой рассредоточенную систему из девяти образований, каждое из которых было рассчитано на 450 тыс. жителей и имело девять подсистем — «синергетических деревень». В «синергетической деревне» выделено урбанизированное ядро, окруженное парком и состоящее из общественного и торгового центров. Затем идут еще два «кольца» застройки. Первое кольцо составляют школы, деловые и коммерческие здания; второе — многоэтажные жилые дома. Американскими специалистами были сформулированы принципы функционирования «синергетического города»:

- 1) синергетическая экономика (информация, экономия времени);
- 2) стимулирование движения, здорового образа жизни;
- 3) изучение процессов синергетики, восстановление человека, общества и организационных форм [10].

Можно сделать вывод, что синергетические идеи присутствуют во многих градостроительных концепциях второй половины прошлого столетия. Однако методы синергетики, направленные на построение математических моделей, описать которые возможно с помощью нелинейных уравнений, в градостроительстве не получили распространения. Н. С. Старченкова отмечает: «Фактически нет синергетических разработок, подкрепленных расчетами. Возможно, это связано с недостаточным сотрудничеством специалистов в сферах урбанистики и математики или отсутствием целесообразности» [10]. Вместе с тем следует отметить научные работы Е. Ю. Витюк, в которых предлагается использование математических моделей с применением законов синергетики [4].

Тем не менее в начале XXI века эволюционно-синергетическая парадигма выдвигается на передний план современной теории градостроительства. Произошло это по ряду причин. Во-первых, усложнение градостроительных систем, их морфологического строения, связей, информационных обменов, времени реагирования на различные воздействия [11]. Во-вторых, происходит ускорение темпов развития градостроительных систем. Быстрые изменения социальных и стилевых стандартов, смена стереотипов — характерные черты нашего времени. Архитектурная форма и градостроительные образцы сегодняшнего дня должны быть способны к постоянному и быстрому пространственному преобразованию, в отличие от предыдущих эпох с длительным процессом стиле- и формообразования. Город, в котором не происходит изменений, превращается в захолустье, и этот постулат становится законом городского развития в наше все ускоряющееся время [12]. Быть готовым к постоянной мобильности, смене приоритетов, иметь способность адаптации к меняющимся социальным условиям, значительный запас прочности, умение приспосабливаться к постоянно меняющейся социальной действительности — требования к современным городам и градостроительству и архитектуре как виду деятельности. Учитывая ускоряющиеся темпы развития, укорачивание временных отрезков между точками бифуркации, «уплотнение» времени будет продолжаться.

Поэтому задачи современного градостроительства — адаптировать город к постоянным изменениям, вести мониторинг среды, иметь в арсенале множество сценариев и вероятностных прогнозов. Синергетика как интегрирующая наука выработала универсальные принципы самоорганизации сложных нелинейных открытых неравновесных систем. Поскольку градостроительные объекты и, прежде всего, система «город» относятся именно к такого рода системам [2], то, по нашему мнению, в градостроительной теории и практике возможно было бы рассмотреть приложение синергетических принципов.

Авторами была предпринята попытка такой систематизации, которая отражена в нижеследующей таблице (табл. 1), где намеренно формализованы как сами принципы синергетики, так и формы их гипотетического или практического приложения в градостроительной теории и практике.

Т а б л и ц а 1

Формы приложения синергетических принципов в градостроительстве²

Принципы синергетики	Градостроительные положения
Стратегическое управление из будущего	Построение идеальной модели территориальной организации на основе социокультурной доминанты, присущей данному этапу развития общества. Градостроительное прогнозирование как основа разработки стратегии развития территории. Генеральные планы городов как инструменты градостроительных мероприятий тактического характера
Нелинейность и динамическая неустойчивость	Усложнение пространственных взаимосвязей, обеспечивающих нелинейность развития системы «город»
Незамкнутость	Открытость системы «город»
Гомеостатичность (динамическое равновесие)	Определение параметров энтропии и стабилизации неравновесного состояния градостроительной системы
Самоорганизация	Социальная оптимизация городской среды. Оптимизация структурных взаимосвязей по принципу «ранг — размер»
Наблюдаемость	Преимущественное развитие центра города как основы устойчивого развития всей градостроительной системы. Мониторинг градостроительных решений как основа механизма обратной связи
Флуктуационное движение к порядку из хаоса	Прогноз — программа — проект как основа преемственности и непрерывности градостроительной деятельности
Разнообразие элементов	Функционально-пространственное разнообразие организации элементов городской среды
Моделирование альтернативных путей развития	Эволюционно-бифуркационное моделирование развития градостроительных систем. Сценарное градостроительство
Иерархичность	Самоидентификация — интеграция — связность

² В конкретных случаях речь может идти как об автономном, так и о совместном действии двух или нескольких принципов.

Рассмотрим возможности реализации принципа «стратегическое управление из будущего» как главного принципа при решении задач развития города.

В разные периоды развития общества синергетические принципы так или иначе проявлялись в градостроительстве. Формы проявления разнились и редко выступали в однозначно целостном виде. В то же время при всем разнообразии указанных форм проявления и их смешения основным принципом градостроительного проектирования всегда являлся принцип стратегического управления из будущего. Это объясняется прогнозной основой градостроительства как вида деятельности человека по конструированию своей среды обитания и использованию разнообразных ресурсов. Результаты градостроительной деятельности являются отсроченными во временном аспекте, и «плоды» градостроительных решений сегодняшнего дня «пожинают» последующие поколения. Однако в современном обществе информационных технологий возможные результаты градостроительной деятельности прогнозируются на стадии виртуальной реализации компьютерных программ [13—15]. Тем важнее и актуальнее выступает принцип стратегического управления из будущего в теории и практике градостроительства XXI века.

Градостроительное прогнозирование. В силу самой специфики профессии архитекторы и градостроители всегда стремились предвидеть будущее. Города и архитектурные произведения живут веками и тысячелетиями, поэтому наличие прогностического элемента является обязательным условием любого проектного решения в этой области. Архитекторы и градостроители занимаются средой обитания будущего в ее достаточно прогностических и обширных взаимосвязях. Вместе с тем в истории архитектуры и градостроительства существует особое направление творческих поисков. Оно, опираясь на решение задач сегодняшнего дня, устремлено на поиски новых форм социально-функциональной организации человеческой жизнедеятельности. Это направление представлено научным прогнозированием и является иллюстрацией в градостроительной практике принципа синергетики «стратегическое управление из будущего». Поисковое проектирование здесь выступает активным и целенаправленным орудием преобразования и формирования необходимых качеств среды. «Прогнозы позволяют активно и целесообразно формировать будущее», — пишут авторы известной книги «Прогностика в архитектуре и градостроительстве» [16, с. 63].

Прогностика дает достоверную теоретико-методологическую базу составления планов и проектов в сфере архитектуры и градостроительства. В градостроительном контексте под определением «прогноз» понимаются, как правило, долгосрочные разработки по определению стратегии развития города. Для этого разрабатывается программа, учитывающая различного рода ресурсы и координирующая действия участников ее реализации. Проектированием устанавливаются конкретные формы и параметры будущего объекта, сроки осуществления и расчет ресурсов. Цепочка составления проекта в данном случае является непрерывной: «прогноз — программа — проект». Прогноз предлагает различные альтернативы и варианты будущего развития. Вслед за выбором того или иного решения разрабатывается программа, которая с точки зрения стратегических целей определяет необходимый путь их достижения. Завершающим этапом является проект, представляющий собой

систему тактических мероприятий, определяющих средства, и устанавливающий механизмы его реализации в заданные сроки.

При прогнозировании используются различные методы. По классификации Е. Янча различаются прогнозы интуитивные, исследовательские, нормативные и прогнозы с обратной связью. Нормативный и исследовательский приемы можно представить на примере так называемого прогностического треугольника (рис.).



Прогностический треугольник

Вершина треугольника — это достигаемая цель, средний уровень — стратегические подцели, основание — тактические подцели. Нормативный прием представляет собой движение сверху вниз, от главной цели к более частным задачам. Исследовательский прием противоположен — это движение снизу вверх, иначе он называется «прием составления сценария». Нормативный прием аналогичен принципу «управления из будущего»: будущая цель диктует стратегические подцели, которые реализуются путем принятия тактических решений.

Использование нормативного приема рассмотрим на моделях «идеальных городов» прошлого, где основной целью была та или иная социально-культурная доминанта. Эта главная цель «управляла» конкретными образами, в которых авторы «идеальных городов» давали свое видение стратегических подцелей и тактических решений. В работе были исследованы тридцать моделей «идеальных городов» и «прогностических моделей», относящихся к разным историческим периодам от первых предложений, относящихся к XV—XVI вв., до объектов, предложенных в XX в.

Для каждого этапа развития общества были свойственны собственные ожидания от города, которые определяют требования к его пространственному построению и облику. Конструктивные творческие ориентации архитектурного мышления и архитектурной деятельности предопределили построение идеальных моделей городов. В этих моделях отражались экономические, социальные, экологические и эстетические ожидания духовных лидеров общества. В «идеальном городе» реализовывались идеи справедливого социального строя, защиты от нападений воинственных соседей, создания здоровых условий жизни без болезней и увечий. «Приоритеты в этих ожиданиях определялись уровнем развития общества. Каждая эпоха и каждое общество стихийно или сознательно преобразовывали и приспособляли к своим потребностям те города, кото-

рые получили в наследство от предшествующих эпох. Наряду с экономическими возможностями многое зависит от способности правильно понять, в каком направлении должны развиваться города и расселение в целом, а также от умения провести выработанные представления в жизнь. По существу все развитие теории градостроительства — это поиск ответа, проводимый каждый раз в новых условиях, иным обществом», — так писал известный европейский теоретик градостроительства И. Груза [17, с. 10].

На основе графоаналитического метода авторами были разработаны аналитические таблицы с классификацией «идеальных» городов по типу социально-культурных доминант (табл. 2 и 3).

Т а б л и ц а 2

*Типология социокультурных доминант моделей «идеальных городов»
и городов будущего. Модели 1 и 2*

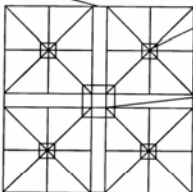
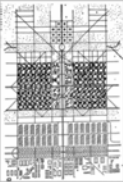
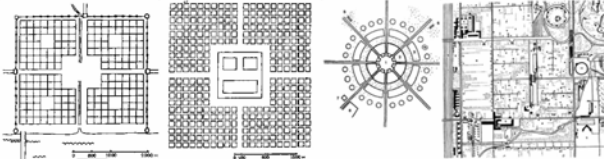
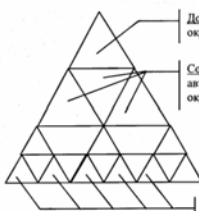
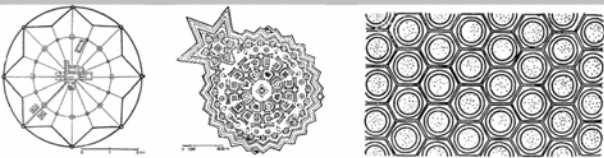
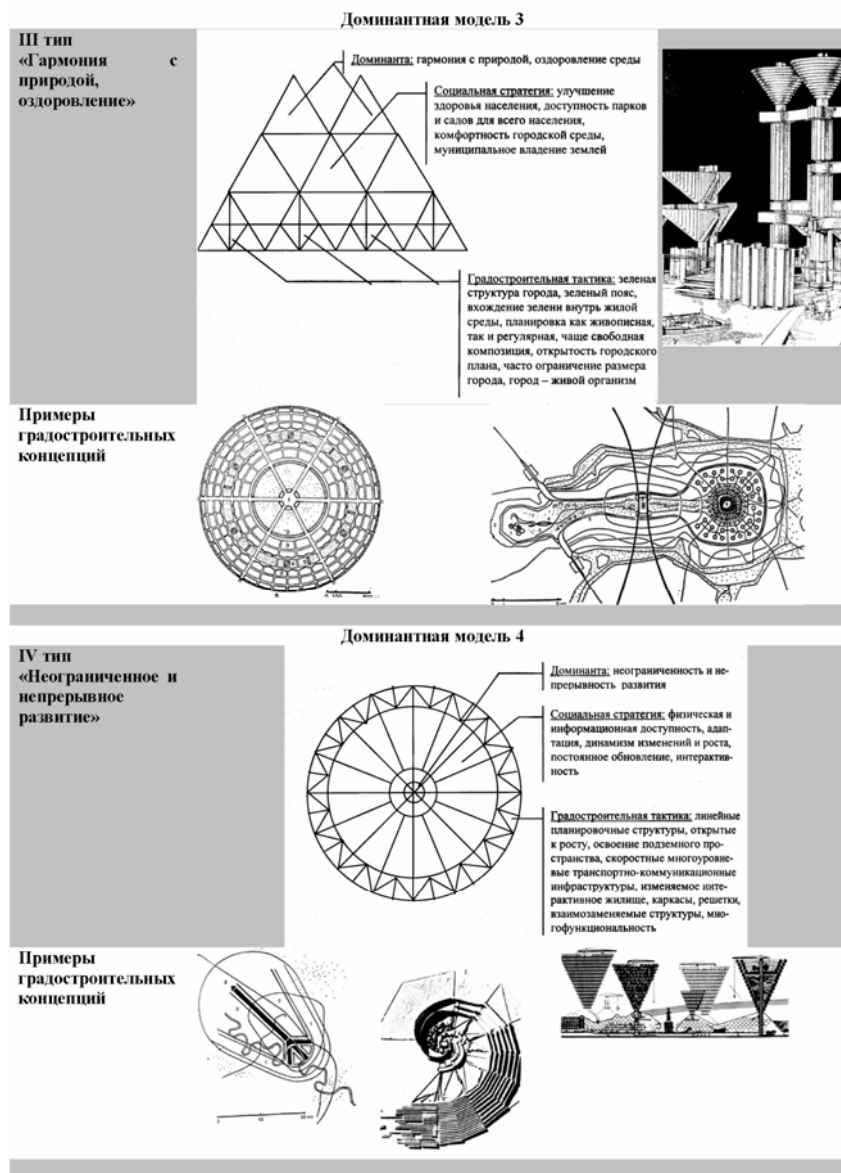
Доминантная модель 1		
I тип «Справедливое общественное устройство»	 Доминанта: справедливое общественное устройство Социальная стратегия: равенство, справедливое потребление и распределение, коллективизм, целесообразность Градостроительная тактика: регулярность планировки, обобществление ряда функций, зонирование территории, синтез искусств и озеленение в благоустройстве среды, дома-коммуны; разные виды расселения, чаще – поселки	
	Примеры градостроительных концепций 	
Доминантная модель 2		
II тип «Безопасность и контроль»	 Доминанта: безопасность и контроль над окружающим пространством Социальная стратегия: Изоляционизм, автономность, самодостаточность, контроль и окружением Градостроительная тактика: центричность, симметричность, радиальность и звездообразность планировки, симметрия; основной тип расселения: город-крепость	
	Примеры градостроительных концепций 	

Таблица 3

*Типология социокультурных доминант моделей «идеальных городов»
и городов будущего. Модели 3 и 4*



Таким образом, можно констатировать, что каждая эпоха выдвигала свои социокультурные доминанты развития города. Анализ большого количества исторического материала, связанного с разработкой моделей «идеальных городов»³, позволил выделить доминанты, которые определили форму и вид

³ Аналитическая работа проводилась авторами в процессе многолетнего преподавания дисциплины «История градостроительства» (2005—2015 гг.) для студентов направления «Архитектура» в ВолГАСУ.

теоретических моделей городов, разработанных в различные исторические периоды развития общества. Анализ исторического процесса разработки моделей «идеального города» и «городов будущего», предложенных архитектурной мыслью, позволил авторам объединить различные доминантные модели в четыре основных типа [6, с. 301]. Доминантно-целевые установки нами условно названы следующим образом:

- 1 тип — «справедливое общественное устройство»;
- 2 тип — «безопасность и контроль над окружающим пространством»;
- 3 тип — «гармония с природой, оздоровление среды»;
- 4 тип — «неограниченность и непрерывность развития».

Эти четыре социокультурные доминанты не выстраивались последовательно друг за другом во времени. Они проявляли себя на разных исторических этапах, в чем-то зачастую переплетаясь в своих стратегических целях и тактических решениях.

Наступивший XXI век ставит перед городом обновленные целевые установки, реализация которых обеспечивала бы для его жителей:

- безопасность городской среды;
- широкий выбор видов деятельности, мест приложения труда, разнообразия среды проживания;
- экологизацию города в природном и антропогенном аспектах;
- создание условий социокультурного развития, физическую и информационную доступность.

Особенность настоящего периода в том, что выявленные социально-культурные доминанты действуют одновременно. В этом находит свое проявление многополярность современного мира. Стратегии и тактики могут меняться, переходить из одной доминантной модели в другую. Социокультурные доминанты развития городов будут проявляться на определенных отрезках времени, в точках бифуркации, определяя все новые и новые цели и векторы развития. Для выживания городов в названных условиях ответственным за принятие решений нужно иметь в своем арсенале множество моделей, идеализированных схем развития, в том числе и намеренно формализованных. Таким образом, эволюционное градостроительство преобразуется в непрерывную социально-культурную комбинаторику, описывающую различные сценарии развития городов.

Выбор социокультурных доминант, соответствующих стадии развития градостроительной системы. В информационную эпоху города вступили с разной степенью подготовленности, но в то же время оказались в условиях сильного взаимовлияния. Поэтому ни одна из доминант не может являться преобладающей в современном едином пространственно-временном континууме. Каждый город, регион, страна должны самоопределиться и в точке бифуркации сделать правильный выбор, отвечающий не только исходным условиям, но и параметрам развития, обеспечивающим устойчивость социально-экономической системы. Сами социокультурные доминанты, реализующиеся в стратегиях и тактиках развития градостроительных структур, вследствие интенсивного информационного обмена требуют, кроме идеологической направленности, и рассмотрения вопросов их конкурентоспособности. В конкурентной борьбе городов ставка на ту или иную доминанту стоит места в «табели о рангах городов мира». Идеи градостроительной организа-

ции, соответствующие тем или иным социокультурным доминантам, становятся видом конкурентоспособного товара на рынке информационно-идеологической конкуренции.

Наша страна, например, обладает огромными неосвоенными природными территориями, которые составляют более 60 % от всей ее площади. Для XXI века, в котором экологические проблемы сильно обострились, природно-территориальный ресурс имеет глобальную ценность. Признание этого факта позволяет в конкурентном развитии стран сделать ставку на развитие природно-экологической составляющей, в отличие от показателя градостроительной освоенности территорий, по которой до последнего времени оценивалась развитость европейских государств. Догнать развитые европейские страны и города не удастся, если выбрать ту же самую цель — доминанту развития, которой следуют, например, Германия, Франция или Швейцария. Уместно привести показательный пример скандинавских стран, в частности Швеции, где экология, защита окружающей среды, рациональное управление ресурсами стали целью градостроительного и архитектурного развития в рамках страны. Ресурсосберегающие технологии, экологический туризм, экодеревины, включенные в информационное пространство страны, ландшафтно-эстетическая организация среды стали конкурентоспособным товаром в пространстве единой Европы. В этой связи весьма показательно заявление основателя и главы западной школы современных исследований нелинейной динамики Ильи Пригожина: «Я убежден, что мы приближаемся к точке бифуркации, которая связана с прогрессом в развитии информационных технологий и всем тем, что к ним относится, как то: средства массовой информации, робототехника и искусственный интеллект. Это — „общество с сетевой структурой“ (networked society) с его мечтами о глобальной деревне» [2, с. 18].

Архитектурно-градостроительные объекты, обладающие синергетическим эффектом. Результатом любого строительства является в том числе и импульс (толчок) развития территории, качественные (пороговые), не эволюционные, а революционные изменения. Задача градостроительного проектирования состоит в поиске «синергетических объектов», вложение средств в которые обеспечит отдачу, многократно превышающую эти вложения. Какие функции могут обладать синергетическими свойствами? Ответить на этот вопрос поможет анализ градостроительных решений, реализация которых способствовала не только достижению конкретно поставленной цели, но и радикально повлияла на общее улучшение территории. Важным для нашего исследования является этот дополнительный результат от выполнения проекта. Попытаемся определить градостроительные решения, при которых срабатывает принцип синергетики — дважды два не четыре, а пять, десять...

Процесс изучения комплексного эффекта от создания различных объектов позволил определить ряд объектов градостроительной деятельности, обладающих синергетическими свойствами.

Уникальные объекты общественного назначения.

Масштабы объекта зависят от масштабов стоящих задач и от имеющихся средств. Выбор масштаба может изменяться от единичного объекта — здания — до городского района или целого поселения. Эти объекты — своего рода «локомотивы» экономического и территориально-пространственного

развития как участка городской территории, так и всего города. Строительство таких уникальных объектов можно рассматривать как одно из средств при разработке программы возбуждения источников саморазвития в обществе и поиск новых типов социальной организации общественной жизни. На всем протяжении истории именно в реализации уникальных архитектурных комплексов аккумулировались знания и интегрировались навыки, полученные в различных областях человеческой деятельности. Попытка прорыва в будущее, реализующаяся в строительстве уникальных архитектурных комплексов как культового, так и светского характера, общественного обслуживания и торговли, развлечений, как правило, характеризовала и отмечала очередную веху качественного перехода общества на следующую ступень развития. Вся история развития архитектуры и градостроительства является наглядной иллюстрацией этого тезиса. Такими точками роста могут быть объекты досуга и отдыха, общественного обслуживания и торговли, новые парки развлечений, технопарки. Для современных объектов подобного типа характерны:

смещение различного рода функций при явном доминировании развлекательной функции;

символизм форм, позволяющий посетителю на понятном ему языке «прочитать» культурно-пространственные характеристики сооружения;

интерактивность, являющаяся способностью объекта к побуждению посетителя к каким-либо действиям;

сценарность действия, подразумевающая разработку различных сценариев поведения посетителей в сложных, изменяющихся пространствах объекта;

остро ощущаемая новизна решения.

В 1980-х гг. президентом Франции Миттераном была провозглашена программа строительства серии «больших проектов» в Париже. Они были призваны создать облик Парижа XXI века на основе нового понимания общественных пространств и современных технологий. Осуществление на практике этих проектов придало новый синергетический импульс за счет проведения международных конкурсов на каждый из этих объектов, а также интеграции усилий по их возведению. В результате были получены не только новые, яркие архитектурные объекты, нужные городу в функциональном плане, но и возникли символы Новой Франции в пространстве объединенной Европы. Центр Дефанс является наиболее ярким образцом олицетворения взгляда в будущее через высотный комплекс «Дом-окно».

Знаменитый парк Ля Виллетт в Париже — манифест деконструктивизма в ландшафтной архитектуре — один из «больших проектов» Миттерана. Ощущение новизны в «Парке XXI столетия» достигается смешением развлекательных и образовательных функций и комбинацией форм. Купальни, кинотеатр, ресторан, клуб здоровья, музыкальный и научный центры располагаются среди небольших садов, соединенных трехкилометровой галереей. Парк площадью 50 га, созданный в 1987—1994 гг. на месте бывших скотобоев на северо-восточной окраине Парижа, стал местом паломничества миллионов туристов со всего мира. Он стал многофункциональным организмом постиндустриального района.

Московский международный деловой центр «Москва-Сити» — крупномасштабный проект настоящего времени. Высотный «даунтаун» столицы — символ экономической мощи города. Москва приобрела новый символ —

вместе с колокольней Ивана Великого в Кремле комплекс «Кристалл» и другие сооружения «Москва-Сити» олицетворяют столицу нового тысячелетия. Строительство башенных сооружений, если продолжать мысль о символизме архитектурных объектов, всегда дает эффект взаимодействия как функциональных, так и идеологических и социокультурных факторов. Возведение комплекса московских небоскребов говорит о принятии новой парадигмы градостроительного мышления и желании утвердить новые экономические достижения путем их пространственной материализации.

Объекты транспортно-коммуникационной инфраструктуры.

Наиболее ярко выраженными синергетическими свойствами в градостроительстве обладают различного рода транспортно-коммуникационные объекты, в том числе мосты, тоннели, линии общественного транспорта, дороги. Развитие транспортной инфраструктуры активизирует рост города. От организации и степени развитости транспортной инфраструктуры зависит сама возможность активной жизнедеятельности населения в современных условиях, когда территориальные границы города сильно расширены. Решающим фактором для жителей крупнейших городов становится не расстояние, а время, которое нужно потратить на его преодоление, поэтому урбанизированные территории развиваются вдоль транспортных направлений. Например, П. Мерлен указывает на тот факт, что в США строительство скоростной магистрали приводит к пятикратному увеличению численности населения в тяготеющем к ней районе менее чем за пять лет после ее открытия [18, с. 175].

Метро — вид скоростного внеуличного транспорта, который позволяет решить как социальные, транспортные проблемы, так и экономические. В крупнейших городах при прокладке линий метрополитена происходит интенсификация использования территорий за счет многоуровневых решений и повышения плотности застройки в зоне пешеходной и транспортной доступности. Станции метро как опорные узлы каркаса города являются одними из самых ценных городских территорий, обладающих повышенной инвестиционной привлекательностью. Происходит саморазвитие пристанционной территории, уплотнение и разнообразие функций. А. Гутнов рассматривал дальнейшее развитие городских территорий вдоль основных транспортных магистралей городов, прогнозируя перспективы размещения в полосе отвода железных дорог линейных многофункциональных комплексов обслуживания нового поколения [9].

Строительство моста всегда является важным событием в жизни города и относится к разряду пороговых явлений в его развитии. С одной стороны, мост является связью — коммуникацией, объединяющей разделенные какими-либо преградами территории и обеспечивающей единство городских территорий. С другой стороны, он является символом технических достижений и элементом, обеспечивающим синергетический эффект в территориальном развитии города.

Примером такого рода объектов является двухэтажный мост, соединивший Швецию и Данию через пролив Оресунн. Мост не только связывает две страны, но также и дает большой синергетический эффект, обеспечивая подъем шведской провинции Сконе. В результате этот регион постепенно изменяет свой облик от «задворок страны» на «южные ворота Швеции». Рас-

тет значение всего Оресуннского региона, а шведский город Мальме постепенно теряет облик промышленного центра. Вместе со своими городами-соседями Лундом и Хельсингборгом, а также «датской звездой» — столицей Копенгагеном — Мальме превращается в центр образования и науки. Как утверждают европейские эксперты, шведская провинция Сконе и датская Сьеланд, объединившись, станут одним из сильнейших экономических регионов в Европе. Сейчас в районе Оресунна проживает более 3 млн жителей, которые составляют огромный потенциал для рынка квалифицированной рабочей силы. Среди европейских университетских центров регион Оресунн занимает пятое место. Здесь имеется более десятка вузов, где обучается свыше 120 тыс. студентов. Градостроители Мальме готовят проекты реновации города с размещением в нем новых университетских кампусов и субурбий типа «город-сад».

Ярким примером синергетического влияния развития транспортной системы на весь городской организм является строительство Московского центрального кольца (МЦК). Эта новая коммуникация — существенный импульс преобразования всей планировочной структуры города. Крупный транспортно-коммуникационный коридор представлен Третьим транспортным кольцом, городским рельсовым электротранспортом и скоростной транспортной системой Шереметьево — ММДЦ «Москва-Сити». Кроме того, в состав коридора включен комплекс сооружений транспортной инфраструктуры. Эти мероприятия создают предпосылки для развития градостроительного потенциала территории. Транспортная доступность повысит привлекательность территорий, прилегающих к МЦК, для инвесторов и поможет провести ряд мероприятий по их функционально-планировочной реорганизации.

Реализация этой программы призвана обеспечить радикальное оздоровление окружающей среды на территории около 10 тыс. га, создание до 400 тыс. рабочих мест в деловой и производственной сферах, в сферах обслуживания и торговли, завершить формирование единой системы главных кольцевых и радиальных магистралей и узлов, сблизить деловые и жилые районы Москвы. Таким образом, активное транспортное строительство стимулирует изменения во всех подсистемах городского организма, повышает привлекательность городских территорий, способствует их экономическому подъему.

Модернизация, реконструкция и благоустройство городских территорий. Коренная функциональная реорганизация проблемных городских территорий, превращение из деградирующих, бросовых, функционально-ущербных зон в территории с ценной городской застройкой имеют чрезвычайно важные социально-экономические последствия для жителей города. Программы модернизации и реконструкции городских территорий изменяют систему ориентиров и понуждают городское сообщество по-новому взглянуть на окружающую среду, воспринимать город как постоянно изменяющийся живой организм. В таких проектах проявляется идея скачка, прорыва в градостроительной организации пространств современного города. На рубеже веков во многих странах практика реализации подобного рода реконструктивных программ стала повсеместной — изменение промышленных функций на общественные или жилые, создание на месте свалок садов и развлекательных комплексов. Это явление стало своего рода градостроительным

манифестом нашего времени. Успешными примерами в нашей стране стали программы реконструкции Москвы, Санкт-Петербурга, Казани, Сочи.

Для достижения синергетического эффекта необходимо средствами градостроительства и архитектуры создавать условия для интеграции, увеличения связности на основе выявления специфики места — его самоидентификации, которая лежит в основе построения муниципального мира XXI века. Выразить «дух места» средствами благоустройства и городского дизайна — задача архитектора и муниципальных властей. Хорошее благоустройство городской территории исторически связывается у человека с чувством безопасности и порядка, чувством процветания города. Таким образом, благоустройство является существенным фактором, направляющим экономическое поведение и потребителя и инвестора. Программа реконструкции Арбата в свое время сделала это место Москвы новым культурным центром столицы. Действия городских властей и градостроителей-проектировщиков должны быть направлены на создание условий самоорганизации, которая невозможна без самоидентификации по схеме: «моя квартира — мой дом — мой двор — моя улица — мой город».

Итак, синергетический подход в градостроительстве реализуется в том, что город рассматривается как сложная, самоорганизующаяся система, развитие которой носит вероятностный характер. Наиболее полезным, на наш взгляд, является применение синергетических принципов при разработке градостроительных прогнозов, определении вариантов или альтернатив городского развития, сценарном проектировании. Наилучший способ предсказать будущее — это его создать.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Haken H., Portugali J.* A synergetic approach to the self-organization of cities // *Environment and Planning B: Planning and Design*, B22. 1995. P. 35—46.
2. Синергетическая парадигма. Вып. 2. Нелинейное мышление в науке и искусстве / отв. ред. В. А. Копчик. М.: Прогресс-Традиция, 2002. 495 с.
3. *Portugali J.* Self-Organization and the City. Berlin: Springer-Verlag, 2000. URL: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/5/2/reviews/turner.html>
4. *Витюк Е. Ю.* Синергетический подход к изучению города // Приволжский научный журнал. 2009. № 1. С. 116—120.
5. Resource Architecture / UIA Berlin 2002. Programme and information, 2002. 195 p.
6. Россия: стратегия прорыва. Синергетические идеи развития / В. И. Атопов, А. В. Антюфеев, Н. М. Галиярова, В. Н. Кабанов; науч. ред. В. И. Атопов. Волгоград: ГУ «Издатель», 2003. 520 с.
7. *Мойзер Ф., Голдхоорн Б., Муратов А.* Кишо Курокава: Мегалополис XXI века никогда не остановится в росте // Проект Россия. № 30. С. 21—24.
8. *Птичникова Г. А., Антюфеев А. В.* Новые морфотипы архитектурного пространства современных городов // Социология города. 2014. № 2. С. 5—19.
9. *Гутнов А. Э.* Эволюция градостроительства. М.: Стройиздат, 1984. 256 с.
10. *Старченкова Н. С.* Формирование синергетического подхода в градостроительных теориях. URL: <http://www.taby27.ru/>
11. *Batty M.* Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals. Cambridge, MA: MIT Press, 2007. 542 p.
12. *Portugali J.* Self-organized cities // *Futures*. 1997. 29(4/5). P. 353—380.
13. *Форрестер Дж.* Динамика развития города. М.: Прогресс, 1974. 281 с.
14. *Schacter D., Addis D., Buckner R.* Episodic Simulation of Future Events: Concepts, Data, and Applications // *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2008. 1124. P. 39—60.
15. *Pumain D., Sanders L.* Theoretical Principles in Interurban Simulation Models: A Comparison. URL: <http://epn.sagepub.com/content/45/9/2243.abstract>

16. Рябушин А., Дворжак К. Прогностика в архитектуре и градостроительстве. М.: Стройиздат, 1983. 160 с.
17. Груза И. Теория города / пер. Л. Б. Мостовой. М.: Стройиздат, 1972. 247 с.
18. Мерлен П. Новые города. М.: Прогресс, 1975. 254 с.

© Антюфеев А. В., Птичникова Г. А., 2016

Поступила в редакцию
в июне 2016 г.

Ссылка для цитирования:

Антюфеев А. В., Птичникова Г. А. Синергетический подход в теории развития города // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 195—210.

Об авторах:

Антюфеев Алексей Владимирович — канд. арх., профессор, зав. кафедрой урбанистики и теории архитектуры, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолгГАСУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, antyufeev_a@mail.ru

Птичникова Галина Александровна — д-р арх., профессор, директор Волгоградского филиала Научно-исследовательского института теории и истории архитектуры и градостроительства Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИТИАГ РААСН). Российская Федерация, 400131, г. Волгоград, пр. Ленина, 26, vp_niitag@mail.ru

A. V. Antyufeev, G. A. Ptichnikova

A SYNERGETIC APPROACH TO THE THEORIES OF CITY

Synergetics is a contemporary actively developing area in scientific researches. One of its aims is to reveal latent laws of order and chaos, emergence and evolution of different systems. Synergetics relies on methods which can be equally applicable in various domains enabling it to be treated as an «interdisciplinary language». The article considers the possibility of applying the laws of synergetics to the theory of urban development in order to expand the capabilities of the prediction of urban development, as well as the impacts on the city structure. The main principle of synergetics that is important for the aims of urban planning is the principle of strategic management from the future.

Key words: synergetics, urban planning, urban development theory, non-linear town planning system.

REFERENCES

1. Haken H., Portugali J. A synergetic approach to the self-organization of cities. *Environment and Planning B: Planning and Design*, B22, 1995, pp. 35—46.
2. Koptsik V. A. (ed.). *Sinergeticheskaya paradigma. Vyp. 2. Nelineinoe myshlenie v nauke i iskusstve* [Synergetic paradigm. Issue 2. Nonlinear thinking in science and art]. Moscow, Progress-Traditsiya, 2002. 495 p.
3. Portugali J. *Self-Organization and the City*. Berlin, Springer-Verlag, 2000. URL: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/5/2/reviews/turner.html>
4. Vityuk E. Yu. [The synergetic approach to city studying]. *Privolzhskii nauchnyi zhurnal* [Privolzhsky Scientific Journal], 2009, no. 1, pp. 116—120.
5. *Resource Architecture. UIA Berlin 2002*. Programme and information, 2002. 195 p.
6. Atopov V. I., Antyufeev A. V., Galiyarova N. M., Kabanov V. N. *Rossiya: strategiya proryva. Sinergeticheskie idei razvitiya* [Russia: breakthrough strategy. Synergetic ideas of the development]. Volgograd, Izdatel Publ., 2003. 520 p.
7. Moizer F., Goldhoorn B., Muratov A. [Kisho Kurokava: metropolitan city of the XXI century will never stop growing]. *Proekt Rossiya* [Project Russia], no. 30, pp. 21—24.
8. Ptichnikova G. A., Antyufeev A. V. [New morphotypes of architectural space of modern cities]. *Sotsiologiya Goroda* [Sociology of City], 2014, no. 2, pp. 5—19.

9. Gutnov A. E. *Evolutsiya gradostroitel'stva* [Town planning evolution]. Moscow, Stroiizdat Publ., 1984. 256 p.
10. Starchenkova N. S. *Formirovanie sinergeticheskogo podkhoda v gradostroitel'nykh teoriyakh* [The development of synergetic approach in town-planning theories]. URL: <http://www.taby27.ru/>
11. Batty M. *Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*. Cambridge, MA, MIT Press, 2007. 542 p.
12. Portugali J. Self-organized cities. *Futures*, 1997, 29(4/5), pp. 353—380.
13. Forrester J. *Dinamika razvitiya goroda* [City development dynamics]. Moscow, Progress Publ., 1974. 281 p.
14. Schacter D., Addis D., Buckner R. Episodic Simulation of Future Events: Concepts, Data, and Applications. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2008, 1124, pp. 39—60.
15. Pumain D., Sanders L. *Theoretical Principles in Interurban Simulation Models: A Comparison*. URL: <http://epn.sagepub.com/content/45/9/2243.abstract>
16. Ryabushin A., Dvorzhak K. *Prognostika v arkhitekture i gradostroitel'stve* [Prognostics in architecture and town planning]. Moscow, Stroiizdat Publ., 1983. 160 p.
17. Gruza I. *Teoriya goroda* [Theory of a city]. Translated by L. B. Mostovaya. Moscow, Stroiizdat Publ., 1972. 247 p.
18. Merlen P. *Novye goroda* [New cities]. Moscow, Progress Publ., 1975. 254 p.

For citation:

Antyufeev A. V., Ptichnikova G. A. [A synergetic approach to the theories of city]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 195—210.

About authors:

Antyufeev Aleksei Vladimirovich — Candidate of Architecture, Professor, Head of the Urban Development Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, antyufeev_a@mail.ru

Ptichnikova Galina Aleksandrovna — Doctor of Architecture, Professor, Director of the Volgograd branch of the Research Institute of the Theory and History of Architecture and Town Planning of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences (NIITAG RAASN). 2b, Lenina Avenue, Volgograd, 400131, Russian Federation, vp_niitag@mail.ru

УДК 712:711(470,45)

И. Н. Етеревская

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЛАНДШАФТНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ РЕНОВАЦИИ ГОРОДСКИХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ (НА ПРИМЕРЕ г. ВОЛГОГРАДА)

Предложена концепция формирования взаиморасположенных и взаимодействующих градостроительных систем городских общественных пространств (на примере г. Волгограда) как средовых объектов трехчастной ландшафтно-градостроительной, пространственно-планировочной и социальной категории.

К л ю ч е в ы е с л о в а: городская среда, средовой объект, городское общественное пространство, градостроительная система, ландшафтно-градостроительная реновация.

В условиях современного развития городов все большую актуальность приобретают вопросы ландшафтного преобразования городской среды. Городская общественная среда является важнейшим компонентом городской культуры. Поэтому места для социального, политического и экономического общения, активного отдыха, т. е. общественные пространства города, должны стать достойным компонентом урбосреды, отвечающим современным требованиям градостроительства и экологии. Составные элементы городских общественных пространств традиционно рассматриваются как отдельно взятые градостроительные объекты (общественные центры, городские улицы и площади, элементы озеленения), оторванные от ландшафтной подосновы и общей экологической ситуации, что существенно снижает эффективность их использования и социальную привлекательность. В то же время данные городские территории обладают ценным градостроительным, архитектурным, ландшафтно-рекреационным и социальным потенциалом.

Среди основных проблемных ситуаций в среде городских общественных пространств г. Волгограда необходимо выделить следующие: нарушение природно-климатических условий, нарушение экологического равновесия, искажение пространственно-планировочного решения, несовершенство организации функций; проблемы визуально-художественного характера; недостатки коммуникационных функций. Все это требует активного ландшафтно-градостроительного вмешательства.

В связи с этим обоснована необходимость комплексного исследования урбанизированных и природных компонентов городской среды, влияющих на ее устойчивость в целом, разработкам формообразующих принципов ландшафтно-градостроительной реновации средовых характеристик городских общественных пространств. В данном случае работа с развивающимися структурами и «способность рассмотреть и понять сложность природной организации» является более востребованной для организации городской среды, чем практика традиционного градостроительства [1]. Данное комплексное исследование затрагивает пространственно-планировочные, функциональные, ландшафтные, социальные, эстетические вопросы с целью определения возможных способов объединения элементов общественных пространств и создания стабильных,

саморегулируемых градостроительных систем, гармонично взаимодействующих с природными и антропогенными ландшафтами.

С учетом из комплексности при исследованиях общественных пространств города важным условием видится рассмотрение общественных пространств как сложного целого, состоящего из совокупности взаимосвязанных элементов разных иерархических уровней (городские общественные пространства — районные — отдельный локальный объект местного значения), природных и антропогенных ландшафтов, архитектурных объектов. На основании этого в рамках реновации существующей структуры городских общественных пространств предлагается концепция формирования взаиморасположенных и взаимодействующих градостроительных систем общественных пространств. Данная концепция опирается на теоретические исследования [2—4], согласно которым городская среда рассматривается в качестве системы формальных и неформальных образований («узел», «место»).

В качестве исходных категорий совершенствования среды городских общественных пространств автором приняты положения эколого-ландшафтного подхода, т. е. совокупность элементов природного ландшафта и окружающей человека городской среды, действующих в системе экологических взаимосвязей, и принципы ландшафтного урбанизма, рассматривающие город как целостный ландшафт, пространственно-динамическую систему [5—8].

Ряд средовых проблем городских общественных пространств возможно решать с использованием ландшафтного дизайна, который в современной трактовке перестает быть только средством декоративного оформления локальных фрагментов среды и рассматривается как важнейший из экологических ресурсов, одно из средств предотвращения дальнейшей деградации городской среды, связывается с преодолением таких ее недостатков, как функциональная неупорядоченность и эстетическая невыразительность [6, 9].

С целью максимальной эффективности экологического, пространственно-планировочного, ландшафтного, социально-эстетического преобразования общественных пространств предлагается создание систем взаиморасположенных и взаимодействующих локальных и линейных пространств — градостроительных ландшафтно-градостроительных модулей, формируемых из узлов концентрации общественной активности (общественные центры города и планировочных районов; пространства, прилегающие к основным учреждениям культуры и их комплексам; пространства, представляющие образ города), линейных отрезков (пешеходные улицы, бульвары, набережные) и компонентов природного ландшафта (прибрежная полоса Волги и Волго-Донского судоходного канала, поймы малых рек, овраги, балки, зеленые массивы). При этом общественные пространства рассматриваются с позиций неоднородности среды, типологии, категории, экологической, социально-культурной и функциональной нагрузки составляющих элементов, динамики собственных параметров и устойчивости связей с другими компонентами городского ансамбля.

Понятие градостроительной системы общественных пространств вводится для удобства рассмотрения того или иного фрагмента городской среды в качестве единой трехчастной ландшафтно-градостроительной, пространственно-планировочной, социальной категории, выявленной на основе анализа и комплексной оценки общественных пространств города.

Формируемые в рамках реновации взаимосвязанные структуры предусматривают четкую организацию, дальнейшее продолжение, пространственные связи с прилегающими территориями и в результате создание «открытых систем, готовых к росту» («open source») [10].

Градостроительные системы рассматриваются как средовые объекты, в которых все составляющие выражены в той степени, которая является необходимой для данного пространства (пространства определенного функционального (социального) статуса). Именно потому, что все составляющие градостроительной структуры воспринимаются в комплексе, необходимо обеспечение их комплексной проработки в городском фрагменте любой категории сложности, что определит гармоничное восприятие и использование градостроительной системы в целом. Состав и характер градостроительных систем в городской среде служит показателем ее ландшафтно-градостроительной, структурной, социально-функциональной адекватности.

Градостроительные системы общественных пространств — это пространственные образования, объединяющие социум, природу и искусственную природу и при этом обладающие такими качествами, как:

сложность (составляемость из элементов, различных по типологии и градостроительной категории, посредством связей);

системность (взаимосвязанность элементов различных градостроительных уровней: городская система общественных пространств — районные системы — отдельный локальный объект);

целостность (объединенность различными способами);

эволюционность (преемственность социально-пространственной среды);

сосредоточенность-компактность (функций, элементов социума, архитектуры);

функциональность (средоточие множества свойств, функций, деятельности на ограниченном пространстве).

Кроме того, следует отметить, что градостроительные системы, состоящие из объектов концентрации общественных функций, являются территориями с интенсивным архитектурно-пространственным освоением пространства, что и формирует естественное многообразие архитектурных пространств внутри систем.

Таким образом, говоря о градостроительных системах общественных пространств как о ландшафтно-градостроительных, архитектурно-планировочных, социально-функциональных образованиях, т. е. объединяя все эти понятия в некое единство, мы имеем в виду организованное концентрирование в определенных зонах городского пространства означенных выше качеств среды.

Городские общественные пространства как сложные пространственно-планировочные и социальные образования находятся в процессе постоянного развития в пространстве и изменения во времени и формируются как из устойчивых, действующих длительное время частей, так и из элементов, подверженных быстрым изменениям. Так, относительно устойчивыми частями градостроительных систем являются исторические здания и сооружения, мемориальные комплексы, закрепившиеся в коллективном сознании. По степени завершенности формирования выделяются формирующиеся, обживаемые, стабильные системы и системы, подлежащие реконструкции, что требует индивидуального гибкого подхода к выработке принципов и методов их организации.

Кроме того, концепцией формирования градостроительных систем общественных пространств учитывается неоднородность развития среды городских общественных пространств, а также противоречия между сложившейся средовой действительностью и усовершенствованным функционированием среды. Исходя из этого, дифференциация общественных пространств города опирается на размерные и пространственные категории, а также на местоположение в планировочной структуре города, что позволяет выделить три типа градостроительных систем общественных пространств (на примере г. Волгограда) по признаку их пространственного формирования:

1) в центральной части территории города — открытые, формируемые присоединением смежных и территориально отдаленных пространств с последующим преобразованием в расчлененные системы; замкнутые (принадлежащие к сформировавшейся планировочной структуре с достаточно жесткими территориальными ограничениями), в структуре которых возможно только совершенствование отдельных фрагментов; частично замкнутые, преобразуемые за счет включения в систему ограниченного числа смежных пространств;

2) в периферийной части города — частично замкнутые и открытые, принадлежащие к территориям, подлежащим реконструкции с преобразованием планировочной структуры и изменением отдельных элементов, участков и структурных связей между ними, а также с возможностью нового строительства и возможностью развиваться в направлении природного ландшафта;

3) в непосредственной близости к природному ландшафту — открытые, связанные со структурой при помощи зеленых коридоров (характеризуемые возможностью территориального роста с последующим вхождением во «внешний зеленый пояс» города), формируются в прибрежной полосе Волги и Волго-Донского судоходного канала, а также включением в системы элементов ландшафта (поймы малых рек, овраги).

Предлагаемая схема построения градостроительных систем общественных пространств (на примере г. Волгограда) основана на методике комплексной оценки и преобразования городских общественных пространств [11], что позволяет охватить сущность явлений — органическую пространственно-временную связь стратегии вмешательства в городскую среду с гипотетическим результатом этого вмешательства — средовой реакцией. Составной частью схемы проектирования градостроительной системы является описание исходной средовой ситуации — локальной ограниченной пространственно-планировочной подсистемы городской среды. Оно завершается выявлением важнейших средовых ценностей (градостроительных, функциональных, эстетических и экологически комфортных) и целей преобразовательной деятельности. Таким образом, складывается трехчастная схема проектирования градостроительной системы: средовая ситуация — средовое вмешательство — средовая реакция.

Выделенные типы градостроительных систем (в центральной и периферийной части города, в непосредственной близости к природному ландшафту) предлагаются в качестве основы для разработки каркаса общественных пространств в планировочной структуре города.

Цель проектирования каркаса общественных пространств состоит в формировании в границах города (на примере г. Волгограда) целостной структу-

ры городских общественных пространств, озелененных и обводненных территорий с обязательным включением и развитием существующих исторически сложившихся градостроительных ансамблей (пр. Ленина, пр. Metallургов, ул. Дзержинского в Волгограде), природных и мемориальных комплексов (Мамаев курган, поймы рек Царицы и Мечетки).

Каркас общественных пространств города формируется на основе узлов социально-функциональной активности и ландшафтного каркаса приречного города (поймы малых рек, овраги, балки, крупные озелененные территории), что позволяет обеспечить сбалансированное соотношение природных и антропогенных элементов на уровне городских структур и предложить пути перспективного развития общественных пространств города. При этом в целях повышения экологической эффективности оптимизации городской среды рекомендуется соотношение открытых и застроенных городских территорий в границах городской черты 60/40 % соответственно.

Совершенствование планировочной структуры города с учетом включения градостроительных систем общественных пространств предполагает:

- создание экологического каркаса на основе единой системы общественных и озелененных пространств города, включающей наиболее социально и функционально значимые участки города (площади, улицы, бульвары, набережные, пешеходные зоны) и элементы природного ландшафта (овраги, поймы малых рек, зеленые массивы);

- развитие социально обусловленной информативной структуры — каркаса — на основе наиболее стабильных планировочных элементов городских общественных пространств — основных и второстепенных узлов концентрации общественной активности;

- упорядочение линейных поперечных связей и общественно-пешеходных зон с возможностью выхода к Волге;

- упорядочение функционального зонирования на основе критериев социальной привлекательности пространства (система общественно-торгового и культурно-рекреационного обслуживания).

Формирование единого каркаса общественных пространств города, учитывающего его ландшафтно-градостроительные особенности, происходит за счет:

- создания градостроительных систем на основе наиболее социально и функционально значимых участков города — его общественных пространств;

- создания единых благоустроенных общественных пространств прибрежной полосы города вдоль Волги и Волго-Донского судоходного канала;

- включения в структуру градостроительных систем общественных пространств зеленых клиньев природных и нарушенных ландшафтов;

- организации озелененных линейных связей (жилых улиц) между элементами природного ландшафта и городскими общественными пространствами.

Данное предложение сохраняет преемственность исторического развития градостроительной структуры и функционального зонирования г. Волгограда. Так, на основе наиболее стабильных и характерных для Волгограда планировочных элементов и сложившихся градостроительных ансамблей устанавливается основной каркас общественных пространств с модульной сеткой 3×3 км (согласно фактическим размерам в планировочной структуре) для открытых градостроительных систем и с модульной сеткой 2×2 км для замкнутых и частично замкнутых систем. На пересечениях основной модульной

сетки находятся основные узлы концентрации общественной активности: общественные центры города и планировочных районов, основные учреждения культуры, торговли и их комплексы (въездная площадь микрорайона Спартановка, площадь Дзержинского, площадь ДК им. Ленина, площадь администрации Советского района). Кроме основной модульной сетки предполагается применение дополнительной внутри градостроительных систем общественных пространств со стороной квадрата 300×300 м, исходя из условий пешеходной доступности, а также визуальной и территориальной связи между отдельными локальными пространствами. На пересечениях дополнительной модульной сетки предлагается формирование второстепенных узлов концентрации общественной активности (местных площадок отдыха и полифункционального общения).

Таким образом, предлагаемый каркас градостроительной системы общественных пространств формируется исходя из условий исторически сложившейся планировочной структуры города, его общественных центров и других узлов концентрации общественной активности, а также из возможностей включения элементов природного и рукотворного ландшафта, в особенности главной природной доминанты — реки — в единую систему взаимодействующих городских общественных пространств.

Приемы ландшафтно-градостроительной реновации городских общественных пространств зависят от их типологии по степени завершенности и по признаку пространственной организации, а также от особенностей геометрии, способов соединения элементарных ячеек в целостные пространственные образования. Общеизвестно, что в архитектурной теории «целостность» — понятие, представляющее градостроительный объект как единую систему, где каждый элемент отражает свойства или часть свойств целого, существование и развитие этого элемента есть условие существования и развития целого, а его деформация ведет к серьезному ущербу или даже к разрушению всей системы. При этом градостроительный элемент должен отвечать требованиям ограниченности, связанности и компактности, помогающим выделить его из окружения. Исходя из этого целостность пространственных и визуальных характеристик градостроительной системы достигается при соблюдении следующих пяти признаков формирования единой архитектурной среды [12]:

1) повторяемость свойств целого в его частях (введение признаков целого — узнаваемой формы, детали, цвета — в его главные элементы);

2) соподчиненность частей в целом — выделение в нем главных, второстепенных и дополнительных элементов, упорядочивающих структуру и ее восприятие;

3) соразмерность частей в целом, основанная на сопоставлении метрических и ритмических рядов, члениющих элементы целого;

4) уравновешенность частей целого, прежде всего относительно осей композиции, допускающих разные степени этого качества — от полной симметрии до динамических сопоставлений (предполагающих равновесие данной системы объектов с их продолжением «за кадром» восприятия);

5) единство визуальной организации системы (повторяемость как единство целого по ведущему признаку, соподчиненность как единство связей, уравновешенность как единство противоположностей).

Так, в системах, сформированных в центральной части города, объединение обусловлено либо обстройкой, либо силой тяготения к центральному ядру. Соотношение этих полюсов композиции подсказывает приемы закрепления равновесия центростремительных и центробежных сил. Специфика других геометрических форм модифицирует эти положения общего закона композиции — ориентированность элементов на доминанты структуры.

Элементы природных и рукотворных ландшафтов имеют равноценное значение в процессе формирования геометрии, размеров, основной композиционной формы, типа и категории городских общественных пространств и являются средством создания непрерывного целостного архитектурного пространства, развивающего ансамбль города. Так, основным условием гармонии зданий с ландшафтом является сохранение и развитие пластических свойств участка — пластической целостности и своеобразия его рельефа и зеленых форм. А. Н. Тетиор предложил пять условий гармоничной связи архитектурных форм с ландшафтом [13]:

1) сохранение природных «емкостей»: в ландшафт можно ввести столько новых архитектурных объемов, сколько допустимо с точки зрения сохранения размеров и конфигурации пространства;

2) сохранение масштаба визуальной пространственной единицы ландшафта: учет соотношения масштабной росту человека высоты зданий и высоты зрительных барьеров;

3) сохранение замкнутости визуальной единицы ландшафта;

4) сохранение естественной конфигурации зрительных объектов;

5) сохранение зрительных фокусов (точек, обладающих особым интересом для обзора).

Природные элементы — рельеф, вода, насаждения — неразрывно связаны с архитектурой общественного пространства [14]. В связи с этим все большую актуальность приобретает поиск вариантов включения компонентов природы в структуру архитектурных объектов.

В процессе преобразования среды общественных пространств, сохранения ее положительных качеств необходимо учитывать индивидуальные особенности рельефа территории. При этом, в зависимости от градостроительной ситуации, застройка может обогащать ландшафт, подчеркивая основные его формы пропорциями сооружений, ритмом их постановки и многоплановостью, или занимать подчиненное положение по отношению к рельефу, вписываясь в ландшафт, не нарушая целостности его восприятия.

Решающее значение в структуре ландшафтно-градостроительных систем отводится озелененным пространствам с включением уникальных ландшафтных доминант, которые становятся композиционными осями и центрами в процессе развития систем. Для системы озеленения характерно сочетание природных и рукотворных ландшафтов разной категории и назначения, обеспечивающих комфортность передвижения и непрерывность контакта с природными элементами. Озеленение общественных пространств должно формироваться с позиций обоснования специфики пространственного построения территории, установления базы экологического равновесия коммуникаций города, определения условий эстетической выразительности и индивидуализации среды. С этой целью в структуру систем необходимо включение аэрационных коридоров, раскрытие визуальных окон во фронте

зелени; создание курдонеров в узлах общественной активности (зонах отдыха, остановках общественного транспорта, торговых и рекламно-информационных точках, примыкающих карманов и параллельно расположенных бульваров и аллей для общения и отдыха).

Неотъемлемой природной доминантой ландшафтно-градостроительных систем общественных пространств должны стать естественные и искусственные водоемы, водные элементы ландшафтного дизайна (городские приречные территории, фонтаны, декоративные бассейны, каскады, каналы), служащие улучшению микроклиматических и эстетических характеристик среды.

Необходимо подчеркнуть, что целью реновации городских общественных пространств является выработка основ ландшафтно-градостроительного проектирования с учетом постоянного взаимодействия градостроительных структур (начиная от внутреннего пространства зданий до значительных территорий общественных пространств) с окружающими природными компонентами, направленных на совершенствование среды, повышение функциональной, эстетической и социальной эффективности территорий с учетом градостроительной и исторической роли каждого отдельно взятого пространства, оздоровления среды обитания и повышения комфорта проживания горожан.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Lussault M. Grand (Le) Pari(s) Consulatation Internationale sur l'avenir de le metropole parisienne // Le Moniteur Architecture AMC. avril 2009. Hors-serie. P. 260.
2. Бархин М. Г. Город. Структура и композиция. М.: Наука, 1986. 264 с.
3. Каганов Т. З. К методологической проблематике средовых исследований // Средовой подход в архитектуре и градостроительстве / под ред. А. А. Высоковского. М.: ВНИИТАГ Госкомархитектуры, 1989. С. 14—22.
4. Линч К. Совершенная форма в градостроительстве / пер с англ. В. Л. Глазычева; под ред. А. В. Иконникова. М.: Стройиздат, 1986. 264 с.
5. Красильникова Э. Э. Ландшафтный урбанизм. Теория — Практика. Волгоград: ООО «ИАА “Областные вести”», 2015. 156 с.
6. Corner James. Terra Fluxus // The Landscape Urbanism. New York: Princeton Architectural Press, 2006.
7. The Landscape Urbanism Reader / Waldheim C. ed. New York: Princeton Architectural Press, 2006. 295 p.
8. Masbouni A., Gravelain F. Penser la ville par le paysage. Paris: Edition de La Villette, 2002. 96 p.
9. Нефедов В. А. Городской ландшафтный дизайн. СПб.: Любавич, 2012. 320 с.
10. Maumi C. Usonia ou le mythe de la ville-nature amiricaine. Paris: Edition de la Villette, 2008. 225 p.
11. Етеревская И. Н. Принципы эколого-ландшафтного проектирования городских общественных пространств (на примере г. Волгограда): дис.. канд. арх. СПб., 2004. 256 с.
12. Шимко В. Т. Архитектурное формирование городской среды. М., 1990.
13. Тетиор А. Н. Городская экология. Учебное пособие для вузов. М.: Академия, 2006. 336 с.
14. Забелина Е. В. Поиск новых форм в ландшафтной архитектуре. М.: Архитектура-С, 2005. 160 с.

© Етеревская И. Н., 2016

Поступила в редакцию
в декабре 2015 г.

Ссылка для цитирования:

Етеревская И. Н. Основные направления ландшафтно-градостроительной реновации городских общественных пространств (на примере г. Волгограда) // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 211—219.

Об авторе:

Етеревская Ирина Николаевна — канд. арх., доцент кафедры урбанистики и теории архитектуры, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолгГАСУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, eterevskaya_irina@mail.ru

I. N. Eterevskaya

MAIN FIELDS OF LANDSCAPE AND URBAN RENOVATION OF CITY PUBLIC SPACES IN VOLGOGRAD

The concept of formation of interpositioned and interacting urban planning systems of city public spaces (by the example of Volgograd) is offered as environmental objects of a three-part landscape and urban planning, spatial planning and social category.

Key words: urban environment, environmental object, city public space, urban planning system, landscape and urban renovation.

REFERENCES

1. Lussault M. Grand (Le) Pari(s) Consultation Internationale sur l'avenir de le metropole parisienne. *Le Moniteur Architecture AMC*. avril 2009. Hors-serie. P. 260.
2. Barkhin M. G. *Gorod. Struktura i kompozitsiya* [City. Structure and composition]. Moscow, Nauka Publ., 1986. 264 p.
3. Kaganov T. Z. [Towards methodological issues of environmental researches]. Vysokovskii A. A. (ed.). *Sredovoi podkhod v arkhitekture i gradostroitel'stve* [Environmental approach in architecture and urban planning]. Moscow, VNIITAG Goskomarkhitektura, 1989. Pp. 14—22.
4. Lynch K. *Sovershennaya forma v gradostroitel'stve* [A perfect form in urban planning]. Moscow, Stroiizdat Publ., 1986. 264 p.
5. Krasil'nikova E. E. *Landshaftnyi urbanizm. Teoriya — Praktika* [Landscape urbanism. Theory — Practice]. Volgograd, "IAA Oblastnye Vesti" LLC, 2015. 156 p.
6. Corner James. *Terra Fluxus. The Landscape Urbanism*. New York, Princeton Architectural Press, 2006.
7. Waldheim C. (ed.). *The Landscape Urbanism Reader*. New York, Princeton Architectural Press, 2006. 295 p.
8. Masbouni A., Gravelain F. *Penser la ville par le paysage*. Paris, Edition de La Villette, 2002. 96 p.
9. Nefedov V. A. *Gorodskoi landshaftnyi dizain* [City landscape design]. Saint Petersburg, Lyubavich Publ., 2012. 320 p.
10. Maumi C. *Usonia ou le mythe de la ville-nature americaine*. Paris, Edition de la Villette, 2008. 225 p.
11. Eterevskaya I. N. *Printsipy ekologo-landshaftnogo proektirovaniya gorodskikh obshchestvennykh prostranstv (na primere g. Volgograda)* [Principles of environmental and landscape design of city public spaces in Volgograd. Diss. Cand. Arch.]. Saint Petersburg, 2004. 256 p.
12. Shimko V. T. *Arkhiturnoe formirovanie gorodskoi sredy* [Architectural development of the urban environment]. Moscow, 1990.
13. Tetior A. N. *Gorodskaya ekologiya. Uchebnoe posobie dlya vuzov* [Urban ecology. Study guide for Institutions of Higher Education]. Moscow, Akademiya Publ., 2006. 336 p.
14. Zabelina E. V. *Poisk novykh form v landshaftnoi arkhitekture* [Search for new forms in landscape architecture]. Moscow, Arkhitekura-S Publ., 2005. 160 p.

For citation:

Eterevskaya I. N. [Main fields of landscape and urban renovation of city public spaces in Volgograd]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 211—219.

About author:

Eterevskaya Irina Nikolaevna — Candidate of Architecture, Docent of Urban Development Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, eterevskaya_irina@mail.ru

УДК 712: 791-056.24

Н. В. Иванова, Н. Н. Антонова

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

ЛАНДШАФТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ АДАПТИВНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ В РЕКРЕАЦИОННЫХ ПРОСТРАНСТВАХ ГОРОДА

Приводятся результаты анализа ландшафтных мероприятий при формировании адаптивной среды для маломобильных групп населения в городских рекреационных пространствах и других местах отдыха. Представлены материалы по проектированию озеленения, подбору дендросостава, колористических приемов в организации древесно-кустарниковых композиций, цветочных групп, партеров рекреационных пространств города с учетом их эффективного воздействия на психоэмоциональное состояние человека, в том числе на инвалидов и других маломобильных групп населения. Рассмотрены этапы проведения дендроэкспертизы, подведены итоги визуального обследования рекреаций (на примере г. Волгограда).

К л ю ч е в ы е с л о в а: маломобильные группы населения, адаптивная среда, ландшафтные мероприятия, эффективные воздействия, дендротерапия, ландшафтотерапия, дендроэкспертиза, обследование рекреаций.

Создание доступной для маломобильных групп населения среды жизнедеятельности становится одним из приоритетных направлений государственной социальной и градостроительной политики, практические результаты которой направлены на обеспечение равных с другими гражданами возможностей во всех сферах жизни. По данным Министерства труда и социальной защиты (Минтруд), на сегодняшний день инвалиды составляют почти 10 % от населения России (12,9 млн человек). Это примерно соответствует доле инвалидов в общей численности населения стран Европы и Северной Америки¹. В соответствии с нормативными документами Российской Федерации к маломобильным группам населения кроме инвалидов (с поражением опорно-двигательного аппарата, нарушением зрения и слуха) относится большое количество социальных групп (лица преклонного возраста; временно нетрудоспособные; беременные женщины; люди с детскими колясками и дети дошкольного возраста). Поэтому все, что делается удобным для инвалидов, является крайне удобным и для граждан, даже не имеющих физических ограничений. В широком смысле безбарьерная или доступная среда — это среда, которая создает наиболее легкие и безопасные условия для наибольшего числа людей².

Согласно Конвенции ООН о правах инвалидов от 13 декабря 2006 г., ратифицированной Федеральным законом от 03.05.2012 г. № 46-ФЗ «О ратификации Конвенции о правах инвалидов», государства-участники Конвенции ООН должны принимать надлежащие меры для обеспечения инвалидов дос-

¹ Дверь в мир [Электронный ресурс]. URL: <http://doorinworld.ru/stati/807-nedostupnaya-dlya-invalidov-sreda>

² Адаптация среды для передвижения маломобильных групп населения [Электронный ресурс]. URL: <http://ecowars.tv/info/9596-adaptaciya-sredy-dlya-perevizheniya-malomobilnyh-grupp-naseleniya.html>

тупной средой к физическому окружению человека в повседневной жизни, включающего объекты материальной архитектуры и ландшафтной среды, транспорта, информации и связи, оборудованные с учетом потребностей, возникающих в связи с инвалидностью, что позволит людям с ограниченными физическими возможностями вести независимый образ жизни.

Мероприятия по формированию безбарьерной среды начали действовать в городах Российской Федерации сравнительно недавно. С 2011—2015 гг. в нашей стране реализуется государственная программа «Доступная среда», одной из целей которой было формирование к 2016 г. условий для беспрепятственного доступа к наиболее значимым для инвалидов объектам и услугам в основных сферах жизнедеятельности³.

В странах Европы и США подобные программы внедряются давно: в Великобритании действующий закон об инвалидах был принят в 1944 г.; в США с 1961 г. действует стандарт о доступности зданий для инвалидов⁴. Этот документ положил начало нормативно-законодательной базе построения безбарьерной среды, которая в дальнейшем совершенствовалась и расширялась. В 1975 г. ООН приняла Декларацию о правах инвалидов, а затем появилось еще несколько документов: Всемирная программа действий в отношении инвалидов (1982), Конвенция о правах инвалидов (2006) и др.

Законодательные инициативы в развитых странах успешно воплощались в жизнь, на сегодняшний день инвалиды-колясочники в Европе и США чувствуют себя комфортно, что достигается за счет строгого соблюдения принципа непрерывности безбарьерной среды. Доступная среда максимально приспособлена для нужд инвалидов и маломобильных групп населения; можно обнаружить разнообразные приспособления, помогающие людям вести полноценный образ жизни (пандусы, лифты в домах и подъемники в метро, специально оборудованные автобусы, стоянки для инвалидов, тактильные дорожки и т. п.) [1].

В Великобритании усилия государства направлены на вовлечение инвалидов в общественную жизнь (музеи оборудованы подъемными механизмами); создаются условия комфортности передвижения на городских автодорогах (мало подземных переходов, наземные переходы — «зебра» и светофоры — оборудованы звуковыми сигналами); помощь в многоэтажных домах («говорящие» лифты, помогающие инвалидам по зрению ориентироваться в пространстве); условия активного перемещения по городу (городские автобусы оснащены пандусами для поднятия в салон). В странах Европы уровень помощи людям с ограниченными возможностями очень высок: например, в Германии автомобилисты не занимают место на парковке, предназначенное для инвалида. В Испании, Китае и многих других странах в метро помимо эскалаторов действуют лифты для спуска и подъема граждан, которым трудно ходить⁵.

³ Опыт создания безбарьерной среды [Электронный ресурс]. URL: <http://pandus.su/opyt-sozdaniya-bezbarernej-sredy-v-razvityh-stranah/>

⁴ Там же.

⁵ Дверь в мир [Электронный ресурс]. URL: <http://doorinworld.ru/stati/807-nedostupnaya-dlya-invalidov-sreda>

Опыт зарубежного обустройства городской среды дает примеры того, как важно следовать принципу непрерывности доступных безбарьерных зон на тех территориях, где жителям приходится бывать наиболее часто (тротуары и пешеходные дорожки во дворах, подходы к общественным зонам и зданиям, аллеи в парках и скверах, транспортно-пешеходные развязки) [1].

В России проектирование доступной среды определяется правовыми отношениями, которые регулируются нормативными правовыми актами и основополагающими документами, регламентирующими свободы и права инвалидов, а также требования по обеспечению свободного передвижения, доступа маломобильных граждан и их пользования объектами социальной, транспортной и инженерной инфраструктур. К таковым относятся:

Конституция Российской Федерации;
Гражданский кодекс Российской Федерации;
Градостроительный кодекс Российской Федерации;
Федеральный закон «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации»;
Федеральный закон «Об обслуживании инвалидов»;
Декларация прав и свобод человека и гражданина;
Декларация прав инвалидов ООН;
Стандартные правила обеспечения равных возможностей для инвалидов ООН;

постановление Совета Министров — Правительства Российской Федерации от 19.11.1993 г. № 1188 «Об утверждении перечня категорий инвалидов, для которых необходимы модификации средств транспорта, связи и информатики»;

постановление Правительства Российской Федерации от 07.12.1996 г. № 1449 «О мерах по обеспечению беспрепятственного доступа инвалидов к информации и объектам социальной инфраструктуры»;

Градостроительные нормативы и правила (СНиП: 2.07.01—89, 2.08.02—89, 2.09.02—85, 2.09.04—87; ВСН 62—91; РДС 35-201—98;

Рекомендации по проектированию окружающей среды, зданий и сооружений с учетом потребностей инвалидов и других маломобильных групп населения, выпуски 1, 2, 3, 7, 10, 12, 13, 14, 19, 20 и т. д.⁶

В настоящее время на основе вышеуказанных документов выполняется государственная программа по Волгоградской области «Формирование доступной среды жизнедеятельности для инвалидов и маломобильных групп населения в Волгоградской области» на 2014—2016 гг., в рамках которой на кафедре ландшафтной архитектуры и ПК были проведены исследования озелененных территорий Центрального и Ворошиловского районов Волгограда для организации участков рекреационных зон, наиболее эффективно положительно влияющих на инвалидов и маломобильных жителей города.

Практика формирования безбарьерной среды показала, что повсеместное проведение отдельно взятого мероприятия, например установки пандусов,

⁶ РДС 35-201—99 «Порядок реализации требований доступности для инвалидов к объектам социальной инфраструктуры», принятый и введенный в действие совместным постановлением Госстроя РФ и Минтруда РФ от 22.12.1999 г. № 74/51 взамен РДС 35-201—98.

является начальным этапом комплексного архитектурно-ландшафтного оснащения городских открытых объектов, обеспечивающим доступность и эксплуатацию разными категориями инвалидов (по слуху, зрению, с нарушениями опорно-двигательных функций), маломобильными группами населения в передвижении, общении, выполнении других функций, среди которых важное место занимает реализация оздоровительных и рекреационных потребностей населения. В связи с этим возрастает значимость решения ландшафтных задач в проектировании доступной среды, учитывающей дендрологические особенности насаждений, используемых в озеленении путей следования и мест отдыха маломобильных жителей.

К объектам, подлежащим оснащению специальными приспособлениями для маломобильных граждан и требующим внимательного отношения к подбору ассортимента насаждений, относятся городские открытые пространства, такие как места отдыха, парки, сады, лесопарки, пляжи и находящиеся на их территории объекты и сооружения оздоровительного и рекреационного назначения, аллеи и пешеходные дорожки. Общеизвестно, что обеспечение доступности городской среды для инвалидов с опорно-двигательными ограничениями достигается устройством пандусов; для инвалидов по зрению необходимо оснащение территории специальным комплексом рельефных плоско-выпуклых изделий, обеспечивающих слабовидящим и незрячим людям тактильную доступность важной информации — тактильные изделия, выполненные в соответствии с ГОСТами, СНиПами и сводами правил для проектирования и оборудования учреждений с учетом доступности для маломобильных групп населения: знаки доступности, информационные пиктограммы [2]. Решение вопросов формирования доступной среды объектов для отдыха и спорта на открытом воздухе связано с проведением ландшафтных мероприятий, основанных на озеленении и благоустройстве рекреационных зон, подборе адаптированного дендросостава, благотворно влияющего на психоэмоциональное состояние человеческого организма и колористическое решение пространства.

Рекреационные зоны (парки, сады, городские леса, лесопарки, пляжи и иные объекты), связанные с отдыхом горожан и маломобильных групп людей, проектируются для выполнения основного назначения — восстановления физических и моральных сил организма. За последние годы все больше внимания уделяется озеленению городов, расширению парковых зон, возрастает значение ландшафтной архитектуры в градостроительстве. В связи с последними тенденциями развития городского пространства все больше внимания уделяется социальной интеграции людей с ограниченными возможностями. Усиление внимания к проблемам охраны окружающей среды, профилактике здоровья молодого поколения, восстановления жизненных сил инвалидов и маломобильного населения нашло отражение в проектной практике при организации рекреационных зон в отечественном и зарубежном градостроительстве и ландшафтной архитектуре.

Так, для США достаточно распространенным стал вариант города, где жилая застройка занимает 30...32 % от общей площади, уличные пространства — 18...20 %, рекреационные зоны — 5 %. Соотношение земель различного использования варьируется в пределах отдельных частей города. Например, в пределах г. Милуоки (США) в одном из микрорайонов селитебной части го-

рода жилая застройка занимает 65 % и парки — 30 %, тогда как в микрорайоне промышленной части города предприятиям принадлежит 50 % площади и паркам — только 5 %⁷.

При озеленении городских садов, парков, скверов и других рекреационных зон открывается широкий простор для использования приемов ландшафтной архитектуры и фитодизайна. Основная функция зеленых насаждений в рекреационных зонах — декоративно-эстетическая, также они призваны благотворно воздействовать на нервную систему человека. Поэтому при подборе деревьев необходимо использовать естественное разнообразие древесно-кустарниковой растительности в сочетании с газонами. Следует также использовать декоративные виды, акклиматизировавшиеся в условиях Волгограда, такие как липа серебристая, пихта сибирская, можжевельник виргинский и др.⁸

На территории полупустынь и степей, к которым относится территория Волгограда, условия для организации мест отдыха крайне ограничены. Это предопределяет необходимость создания искусственной природной среды для целей отдыха в пределах города. Создание искусственного рекреационного ландшафта становится неотъемлемой частью и обязательным условием для организации отдыха маломобильных групп населения (искусственные рекреационные водоемы и водотоки, устройство пляжей, озеленение территорий, благоустройство — укрепление грунтов и берегов и пр.). Также учет природно-климатических условий требует проведение сложной лесомелиорации и мелиорации почв, создание ветрозащитных лесных полос⁹.

Исследование озелененных участков рекреационных зон Волгограда для создания эффективных территорий по воздействию на организм маломобильных групп граждан учитывало и психологическое влияние зеленых насаждений, основная цель которого — положительное воздействие и коррекция измененного функционального и психологического состояния человека. На первый план выступает преодоление отрицательных эмоций, переживаний, воздействие на умственную и физическую работоспособность, стимуляция творческой активности, устранение психологического дискомфорта. Научно доказано, что любование видами природы (деревьями, кустами, цветами) способствует быстрейшему выздоровлению пациентов после операций и травм; прогулки в массивах деревьев, парке помогают лучше справиться с депрессией и стрессом. Важное значение занимает дендрология, основанная на целебных свойствах деревьев. Дерево в мифах, сказках наделялось способностью общения с человеком, обладало доброй душой, готовой помочь в трудную минуту.

Одушевление деревьев далеко не случайно. Еще древние люди познали уникальные свойства деревьев благодаря интуиции и высокому уровню чувствования, а современная наука подтверждает эти данные на базе многочисленных исследований. Известно множество фактов, подтверждающих, что деревья и другие растения могут обмениваться энергией, общаться, чувство-

⁷ Экология : справочник [Электронный ресурс]. URL: <http://ru-ecology.info/annot/>

⁸ Рекомендации по озеленению города Волгограда. Волгоград : ВНИАЛМИ, 1975. 39 с.

⁹ Рекреационная зона [Электронный ресурс]. URL: <http://ru-ecology.info/term/10451/>

вать. Так, пребывание в парке, сквере всегда оказывало на человека позитивное воздействие: поднимало настроение, избавляло от недугов.

Деревья, кустарники, цветы украшают нашу жизнь, оказывая экологическое, эстетическое и реабилитационное воздействие на любого здорового человека, а тем более человека с ограниченными возможностями. При правильном подборе ассортимента адаптированных к природно-климатическим условиям деревьев и кустарников, выющихся растений, цветов и газонных покрытий на территории рекреационных зон города можно искусственно создать разнообразные цветовые гаммы, утонченно выразительные сочетания растений по их формам, очертанию, структуре, объему. Определенные виды деревьев, их колорит, формы кроны, выделяемые ими летучие ароматические вещества — фитонциды — оказывают существенное лечебно-терапевтическое воздействие на организм любого человека.

На сегодняшний день влияние растений на человека изучено достаточно хорошо. В частности, установлено, что физические свойства растений используются в качестве дендротерапии и ландшафтотерапии. Некоторые виды растений способствуют снижению внутриглазного давления, уменьшают утомляемость глаз, повышают эмоциональное состояние человека и защитные силы организма, нормализуют процессы возбуждения и торможения нервной системы, увеличивают работоспособность и выносливость при физических нагрузках. Решение использовать методы ландшафтотерапии для улучшения эффекта реабилитации граждан пожилого возраста, инвалидов и ветеранов войны и труда было принято во многих здравницах России.

Уникальность этого метода заключается в том, что он может практиковаться самостоятельно. Общение с деревьями снимает головные боли, избавляет от стресса, активизирует метаболизм, стимулирует работу сердца и т. д. Согласно китайской народной медицине дерево является одним из первоэлементов (дает человеку творческие способности, импульс к росту и развитию).

Позитивное влияние на человека зависит от пород деревьев. К деревьям-донорам относятся сосна, дуб, береза, акация, клен, рябина, яблоня; к деревьям, забирающим отрицательную энергию, — тополь, осина, ель, пихта, можжевельник. Известно, что береза помогает при гриппе, простудных заболеваниях. Дуб способствует излечению хронических заболеваний, нормализует артериальное давление. Лиственница незаменима при лечении психических расстройств, депрессий. Акация нормализует сон и дарит хорошее настроение. Вяз дает силы для преодоления жизненных трудностей. Для снятия усталости рекомендуют общение с сосной, яблоней, ясенем. Осина, ива и тополь хорошо забирают негативную энергию¹⁰.

Ландшафтные мероприятия в городской рекреационной среде, будь то парк, сквер, сад или другое место отдыха горожан, обладают определенной степенью организации и обогащения визуального облика этого социального пространства. Особая роль в этих мероприятиях отводится колористическим особенностям зеленых насаждений.

Адаптированные к местным условиям насаждения обладают неограниченным многообразием цветовых оттенков, изменяющихся во времени и про-

¹⁰ Компания «Альтернатива Здоровья». Дендротерапия [Электронный ресурс]. URL: www.natural-news

странстве. Цвет и форма растений могут эффективно воздействовать на человека, формируя его психоэмоциональное состояние. С помощью этих двух средств можно создать у людей настроение, соответствующее той или иной функциональной зоне. При этом функциональные характеристики зоны будут раскрыты более полно.

Организовать пространство в соответствии с определенной функцией можно с помощью разнообразных приемов: цвета, света и формы. Каждый цвет и его оттенок определенным образом воздействует на человека. Действие цветовых факторов обусловлено, с одной стороны, непосредственным влиянием их на организм с точки зрения физиологии, а с другой — ассоциативными впечатлениями, которые цвета вызывают на основе предшествовавшего опыта [6]. Некоторые агрессивные цвета возбуждают, другие, напротив, успокаивают нервную систему. Еще И. В. Гете отмечал действие цветов на настроение и делил с этой точки зрения цвета на две категории:

- 1) возбуждающие, оживляющие, бодрящие;
- 2) порождающие печально-беспокойное настроение.

К первой группе он относил красно-желтые (теплые оттенки), ко второй — сине-фиолетовые (холодные оттенки). Промежуточное место он отводил зеленому цвету, который способствует, по мнению Гете, состоянию спокойной умиротворенности. Известную роль в этом эмоциональном воздействии цветов играют, по-видимому, и ассоциации: голубой цвет ассоциируется с цветом голубого неба, зеленый — с зеленью, голубо-зеленый — с водою, оранжевый — с пламенем и т. д.¹¹ Цвета производят определенное физиологическое воздействие на человеческий организм.

Свет и цвет по своей сути едины. Сильное излучение воспринимается нами как свет, а относительно слабое — как цвет. Поэтому освещенность во многом определяет видимый облик предметов и цвет растений, оказывая непосредственное влияние на дизайн сада. Вблизи, ориентировочно на расстояниях, равных высоте дерева, особое значение приобретают декоративные детали: листва, цветки и плоды, текстура коры. Например, листва характеризуется размером листовой пластинки, ее формой, оттенком, фактурой, подвижностью, цветовой динамикой в различные времена года.

Одна из задач ландшафтных мероприятий заключается в наполнении парков такими растениями, чтобы до самого снега можно было любоваться яркими красками.

В зимнем пейзаже основную роль играют хвойные и вечнозеленые породы, но эстетическое воздействие листопадных пород деревьев и кустарников может быть не меньшим: архитектура кроны, изгибы ветвей, рисунок коры летом маскируются листвой, зимой же особенности кроны, фактура и окраска коры выявляются более живописно и четко, особенно на фоне снега. Особую динамичность, например, имеет вяз, ветви которого в молодом возрасте приподняты и устремлены вверх. Уравновешенность крон древовидных ив создает настроение покоя. К таким деревьям всегда тянутся люди с повышенной нервной возбудимостью.

¹¹ Специфика и интенсивность эстетического воздействия ландшафтов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.construction-technology.ru/landiz/2/1.php>

В ландшафтной практике композиционные приемы оформления рекреационных объектов сводятся к хорошо продуманной с точки зрения профессионала-ландшафтника посадке древесно-кустарниковых растений, привлекательной форме партера или газона и, наконец, разумно подобранной цветочной композиции. Наиболее распространенный в пейзажных и регулярных стилях ландшафтный прием — это посадка древесно-кустарниковых форм в группах, который используется на практике для создания эстетически привлекательного зеленого фона, заполнения открытого пространства полян, рощ, куртин, партеров.

В зависимости от назначения группы она может как формироваться только из деревьев или кустарников одного вида или сорта (чистые группы), так и включать в состав деревья и кустарники, причем разных видов и сортов (смешанные группы) (рис. 1). По плотности посадки различают плотные и ажурные группы. Важной характеристикой группы является ее красочность, которая определяется окраской составляющих ее растений: неброские, одно-тонные, неконтрастные или, наоборот, эффектно цветущие, с цветной или контрастирующей листвой.

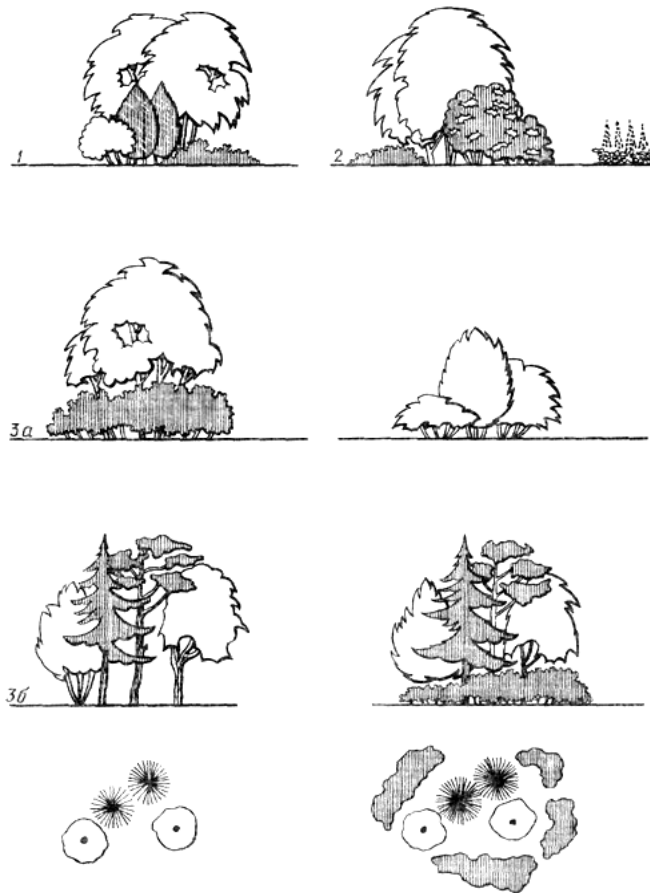
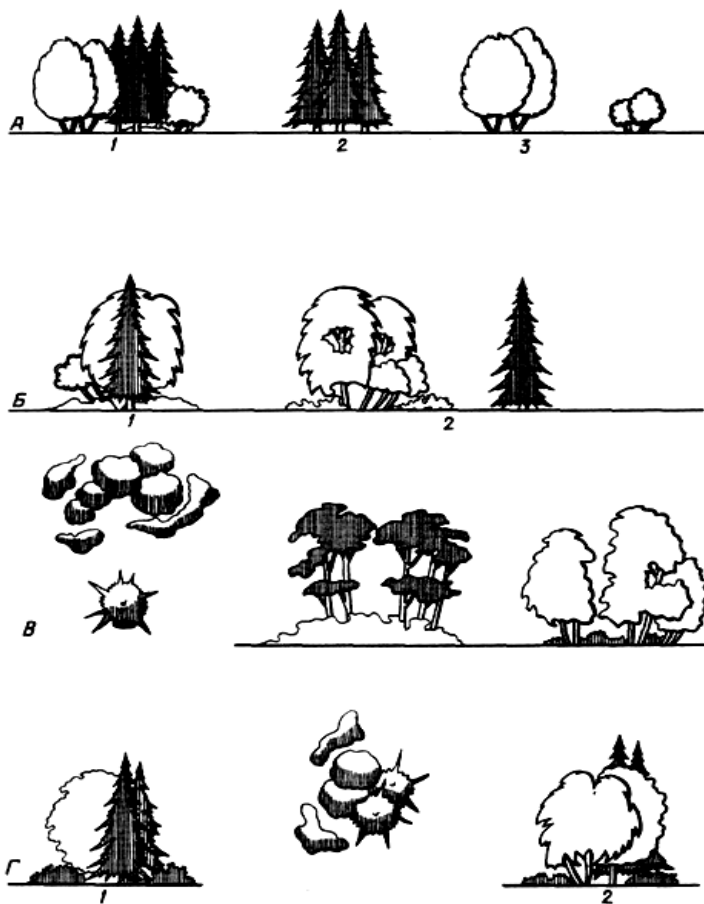


Рис. 1. Кустарники и деревья в смешанных группах: 1 — обогащение цвета, фактуры; 2 — длительность цветения; 3 — создание монолита: а — при освоении новых территорий, б — при реконструкции старых

посадка растений в сочетании с выделяющимися солитерами.



просветов; Γ (видовые точки 1 и 2) — ель, липа и ива на первом плане

сивой кроной.

ственница сибирская, тополь черный, кедр сибирский (диаметр поляны не

менее 100...120 м); каштан конский, клен остролистный, ель обыкновенная и ель голубая, тсуга, сосна обыкновенная, ива плакучая, липа сердцелистная, скумпия (диаметр поляны 50 м), береза вишневая, абрикос маньчжурский, алыча краснолистная, декоративные формы яблонь, ива шаровидная, клен татарский, боярышник махровый (диаметр 20 м). Совсем крохотные рекреационные объекты может украсить одиночно посаженный куст штамбовой розы или сирени, сортового рододендрона, волчеягодника смертельного, туи западной, ели канадской.

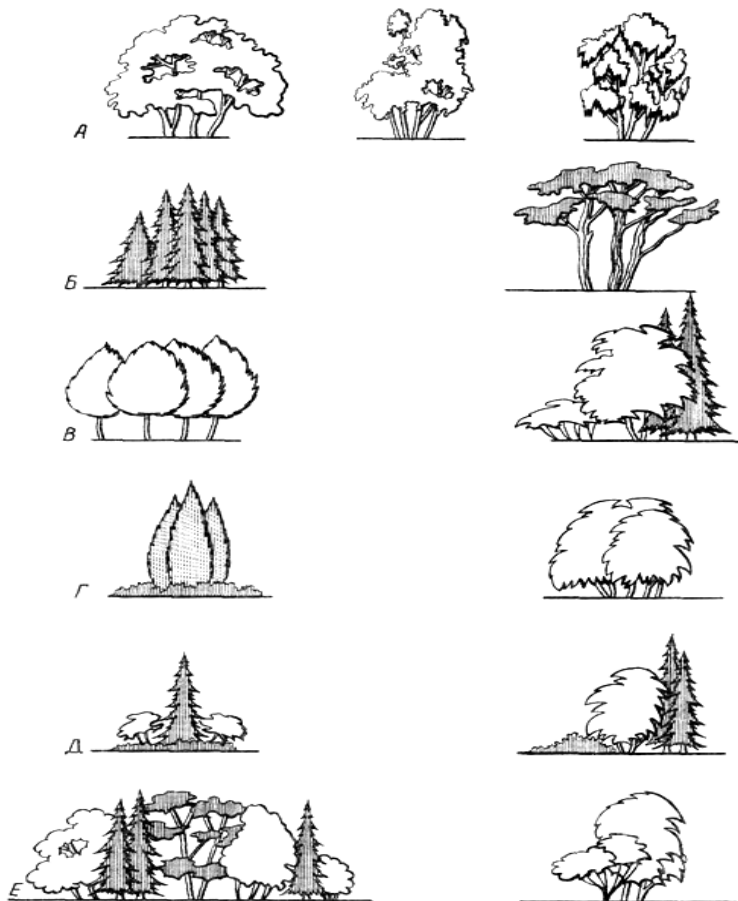


Рис. 3. Внешние признаки групповых посадок: А — структура: грубая, средняя, тонкая; В — сомкнутость: 0,8, 0,3; В — форма насаждений: простая, сложная; Г — цвет: темная, светлая; Д — габитус: симметричная, асимметричная; Е — величина: большая площадь проекции крон, малая

Для усиления эффекта растение можно стричь, придавая кроне геометрические формы (шар, пирамида, колонна и т. д.) (рис. 4). Если стиль сада ландшафтный, форма кроны солитера может быть более естественной, свободной.

Особый эффект придает зонам отдыха и спорта живая изгородь, выполняющая роль своеобразных зеленых стен, ширм или перегородок. Чаще всего зеленые заборы являются дополнительной защитой от посторонних взоров и

несанкционированных посещений, декорируют ограждения или разделяют территорию участка на функциональные зоны, выполняют чисто декоративную роль, окаймляя газон или подчеркивая садовые дорожки или тропинки.

Почти на всех озелененных объектах нужны открытые пространства большей или меньшей величины, на которых размещают газоны партерного или обыкновенного характера. Партерным газонам можно уделить особое внимание. Это декоративная композиция, расположенная на горизонтальной плоскости, выполняемая из растений, инертных материалов и воды. Партер может состоять из одного, двух, четырех и более элементов, иметь строгую геометрическую форму. В рисунке партера используют растительные мотивы: стилизованные ветви, листья, цветы растений, скомпонованные в различных сочетаниях (рис. 5). Фоном для рисунка в большинстве случаев служит песок, щебень различных инертных материалов.

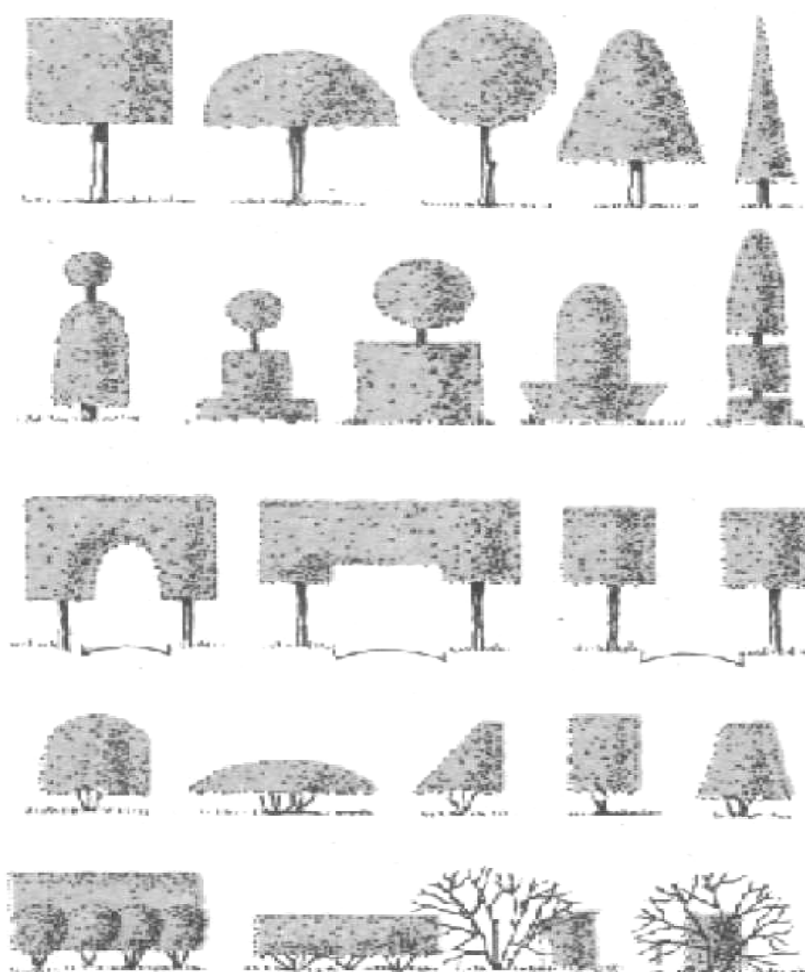


Рис. 4. Виды формовки крон

В ландшафтной практике применяют различные типы цветочного оформления. Здесь можно увидеть цветники, клумбы, рабатки, бордюры, ленты, модульные цветники и многое другое. Кроме перечисленных групп,

существуют и специальные типы цветочного оформления. К ним относятся посадки из различных видов и сортов одной культуры, например георгины (георгинарий), розы (розарий), сирени (сиренгарий), горные цветущие растения (альпинарий).

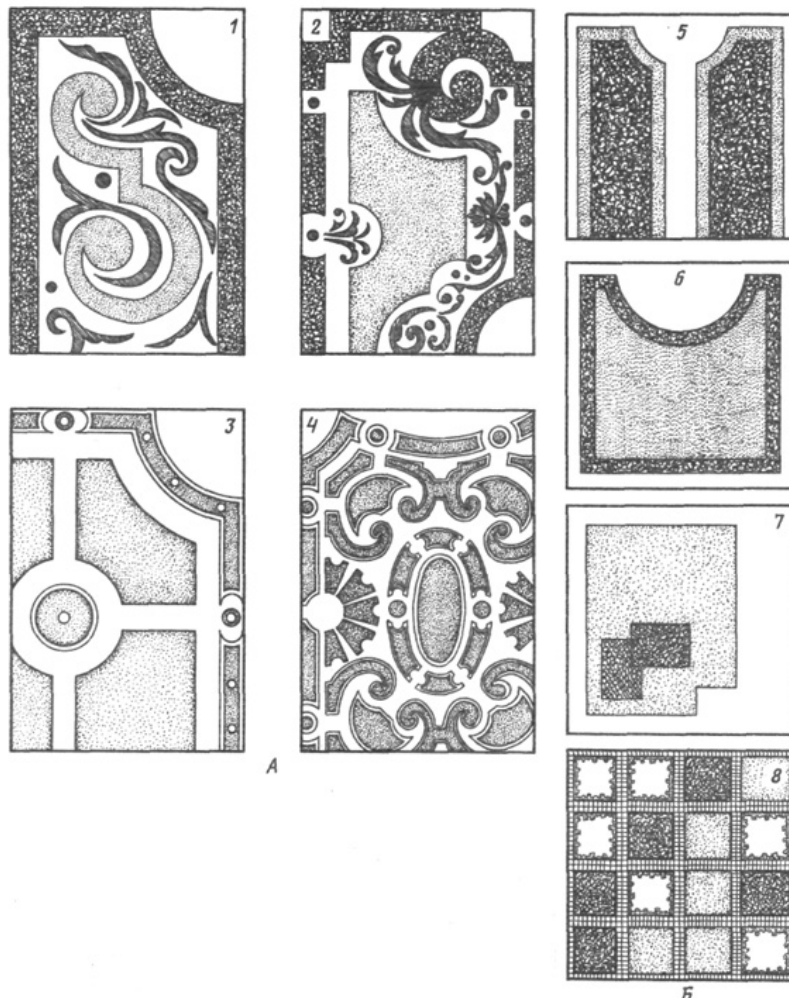


Рис. 5. Типы партеров: *А* — в исторических парках: 1 — кружевной; 2 — наборно-орнаментный; 3 — английский; 4 — разрезной; *Б* — современные партеры: 5 — площадь партера занята цветником; 6 — площадь партера занята газоном; 7 — асимметричный партер с цветниками; 8 — модульный партер

Использование многолетних или однолетних растений определяется видом цветочного оформления и его художественным решением. Выбор вида композиционного оформления зависит от целого ряда условий. В одних случаях цветочное оформление — центр всей композиции, например в сквере перед крупным общественным зданием; в других — цветы обрамляют памятники, пленэрные скульптуры, водоемы. Очень часто цветы используют в группе растений из деревьев и кустарников, иногда составляют группы из кустарников и цветов.

При выборе вида цветочного оформления в целой композиции или в каждом отдельном случае тщательно изучают и учитывают все архитектурно-планировочные и художественные задачи.

Самое важное в композиционном решении цветочного оформления любого вида — это подбор сорта, вида и размещение растений. При этом приходится определять рисунок отдельных элементов и всей композиции в целом, а также устанавливать размеры ее компонентов.

Прежде всего надо установить перечень растений данной композиции, решив, будут в ней использоваться красивоцветущие кустарники и деревья, одни однолетние цветы, либо, наоборот, одни многолетние, либо те и другие.

Надо также подобрать растения по времени и срокам цветения. В каждом отдельном случае важно найти правильные и наиболее эффектные цветовые сочетания (с учетом сроков цветения) — нюансные или контрастные.

Довольно часто фоном цветочного оформления служит земля условного черного цвета. На этом фоне все краски воспринимаются более ярко. Для создания нужного фона грунт нередко посыпают так называемыми мертвыми, или инертными, материалами (песком различных расцветок, гранитной или мраморной крошкой, толченым кирпичом, крашеной щепой) или покрывают плиткой разнообразной расцветки.

В последнее время благодаря западным тенденциям в России стали уделять особое внимание изучению повышения комфортных качеств как архитектурной, так и рекреационной среды города по принятым критериям доступности, безопасности, удобства и информативности для нужд инвалидов без ущемления соответствующих возможностей остальных граждан. Наиболее актуален в широком рассмотрении аспект безопасного доступа маломобильных групп населения к различным городским объектам. Под безопасностью понимается возможность посещения мест обслуживания, отдыха, трудовой деятельности без риска быть травмированным. Основные критерии безопасности: возможность избежать травм, ранений, увечий, излишней усталости и т. п. Поэтому создание наиболее эффективно выполняющей свои функции рекреационной зоны и ее комфортных качеств для маломобильных групп населения невозможно без проведения дендрологической экспертизы. Экспертиза деревьев является надежным способом определения состояния существующих деревьев или определения причин их гибели (комплекс изысканий, направленных на выявление различных изъянов, пороков древесины и адекватная характеристика древостоя). При исследовании рекреационных зон г. Волгограда была проведена дендрологическая экспертиза существующих деревьев, которая определяла следующие факты (оценивала риски):

фактическое расположение дерева (параметры дерева, местоположение);
вероятность падения дерева (исходя из конкретного состояния древесного ствола);

характеристика дерева (исходя из уровня безопасности для прохожих);
возможные причины падения дерева (нарушение целостности ствола).

Методика дендрологической экспертизы включала анализ вида древостоя:
здоровые деревья (деревья не подлежат рубке, могут срезаться ветви, которые чрезмерно разрослись и угрожают повредить инфраструктуру);

ослабленные (или больные) деревья (рекомендуется комплекс мероприятий, направленных на укрепление деревьев, устранение опасных процессов);

сухостой (требуется оперативная вырубка);
аварийные деревья (немедленное устранение).

Дендрологическая экспертиза направлена на определение параметров и кондиций деревьев (конкретного дерева и массива деревьев). В экспертизе отдельного дерева учитывается его всесторонний анализ; анализ массива деревьев касался индивидуального анализа дерева и общих характеристик массива. Данные экспертизы используются для мониторинга деревьев (выявление древостоя, подлежащего удалению; оценка рисков падения деревьев).

Экспертиза проводится в несколько этапов¹². Первый этап — анализ первичной документации (проверка документов на данные зеленые насаждения, составление первичных выводов); затем проводится полевая проверка состояния дерева или деревьев (оценка соответствия дерева заявленным в документации параметрам; выявление заболеваний; оценка риска падения). В заключительном этапе выполняются камеральные изыскания (расчеты по результатам полевого этапа и общая характеристика по дереву или древесному массиву).

Проведенная дендрологическая экспертиза и визуальный анализ рекреаций в Ворошиловском и Центральном районах города выявили некоторые недостатки. Многие ландшафтные участки жилых и общественных зон города отличаются как однообразием растительности, так и недостаточностью или отсутствием благоустройства городских рекреационных пространств по созданию доступной среды жизни и отдыха инвалидов, что, без сомнения, неблагоприятно воздействует на их физическое и эмоционально-психическое состояние.

Если в качестве обязательного мероприятия формирование комфортной рекреационной среды, приспособленной для нужд инвалидов, предполагается прежде всего создание для них непрерывной коммуникационной инфраструктуры, охватывающей все элементы рекреационной зоны¹³, то можно считать организацию транспортной и пешеходной доступности до мест každодневногo отдыха на природе первостепенной (с созданием доступной системы информации и связи с транспортными узлами). Проведенные исследования рекреационных зон показали, что подобное положение осуществляется еще не повсеместно. Анализ результатов обследования территории позволил произвести отбор ландшафтных объектов и участков для отдыха, адаптация которых под потребности инвалидов представляется возможной исходя из природной, исторической и культурной специфики нашего края и города, причем отдых с целью посещения историко-культурных мест стал возможен при разработке специальных маршрутов и транспортного обеспечения. Таковыми маршрутами стали «Исторические объекты Ворошиловского района», «История организации парков и садов Центрального района», Мамаев курган (вершина и волжские склоны кургана) и др.

Основу комплексного плана благоустройства и озеленения рекреационной территории города при формировании доступной для инвалидов среды

¹² Дендрологическая экспертиза [Электронный ресурс]. URL: http://kons.ru/dendrologicheskaya_expertiza

¹³ СП 140.13330.2012. Городская среда. Правила проектирования для маломобильных групп населения. М. : Госстрой, 2013. 55 с.

жизнедеятельности составляет безбарьерный каркас, направленный на создание условий самостоятельного передвижения и осуществления основных жизненных потребностей в отдыхе, занятии спортом, общении. Принципами формирования безбарьерного каркаса в проекте стали основные принципы ландшафтного проектирования и дизайна, обеспеченности в равенстве использования рекреационной городской среды всем населением; гибкость в выборе способов передвижения; простота и легкость понимания информации об обслуживающих объектах и рекреационных территориях.

В проекте были определены основные элементы безбарьерного каркаса зон рекреаций. Ими стали: пешеходные коммуникации, организованные по принципам непрерывности и доступности рекреационных территорий; средства визуальной информации и ориентации (указатели улиц, домовые знаки, щиты с рельефным или графическим изображением), световые элементы, светофоры; обустройство пандусов и элементов предупреждения на пересечениях пешеходных коммуникаций; наличие подъемных устройств (подъемники, поручни); элементы информационной системы (локальные, линейные по пути движения и информационные узлы, размещаемые у входов в рекреационные зоны, на пересечении путей движения и на местах, воспринимаемые как комплексные ориентиры; обеспечение доступности остановок общественного транспорта).

Особое внимание в проекте уделялось организации кратковременного отдыха инвалидов в городских районах с природными привлекательными составляющими регионального ландшафта (река Волга — набережная, пляж, дубрава, возвышенности и др.). План обследования и ход проектных работ ландшафтных объектов включал следующие направления:

обеспечение доступности этих зон для инвалидов;

реконструкцию и новое строительство дорожно-тропиночной сети, позволяющей инвалидам совершать различные виды прогулок (пешие, водные, лыжные и велосипедные);

обустройство территории природных элементов, прокладку прогулочных маршрутов.

Прогулочные маршруты планировались кольцевыми, которые считаются наиболее предпочтительными для инвалидов, так как их трасса позволяет вернуться в начальную точку, используя кратчайший путь. Длина маршрута варьировалась в зависимости от категорий инвалидов: до 200 м для инвалидов с нарушением зрения и инвалидов с нарушением опорно-двигательного аппарата, передвигающихся на креслах-колясках; до 1500 м — для остальных категорий инвалидов и групп маломобильного населения.

Маршруты охватывали различные зоны лесопарков и природные объекты (Чапурниковская и Григорова балки, рекреации г. Волгограда), проектировались по сравнительно ровной местности с устойчивым и твердым поверхностным слоем почвы или гравия, обеспечивающим их незатопляемость во время сильных дождей. Дорожки и тропы оборудовались указателями с осветительными лампами, опознавательными отметками, маркерами с контрастной краской (для инвалидов с нарушением зрения). Ширина дорожек и троп маршрутов принята не менее 1,6 м (гравийное покрытие).

Вдоль троп запроектировано расположение площадок для отдыха с навесами, видовые площадки, туалеты, устройства вызова спасательной службы.

На площадках инвалиды также могут пользоваться визуальными, звуковыми, тактильными средствами ориентации, информации и сигнализации, при необходимости — средствами вертикальной коммуникации (подъемники). В проекте учитывалось, что площадки для отдыха на маршруте обычно размещают через 100...150 м¹⁴.

Формирование комфортной рекреационной среды, приспособленной для нужд инвалидов, предполагает создание непрерывной коммуникационной инфраструктуры, охватывающей все элементы рекреационной зоны и путепроводы к ним [4]. Дополненные специальным мощением, пандусами, поручнями, подъемниками, сигнальными устройствами для инвалидов с нарушением зрения, визуальными ориентирами для инвалидов с дефектами слуха, специальными объектами «попутного» обслуживания, позволяющими получить услугу без выхода из автомобиля, местами для парковки, туалетами для инвалидов на креслах-колясках, таксофонами, расположенными на удобной для инвалида высоте, рекламой и др.

Организация рекреаций удовлетворяет условиям доступности для инвалидов на территориях, непосредственно связанных с их местами проживания: придомовая и внутриквартальная территория; участки озеленения при общественных зданиях; скверы, сады и парки районного значения; специализированные объекты для инвалидов (центры социальной помощи, учреждения социального обслуживания); культурно-зрелищные учреждения, торговые точки и другие объекты городского значения; городские парки.

Проведенное обследование рекреационных территорий Волгограда и архитектурно-ландшафтное проектирование пространства для свободного передвижения инвалидов позволили организовать территории, доступные для маломобильных групп населения во время ежедневных прогулок, общения, контакта с природными элементами, их личностного духовного развития, проведения любительских и физкультурно-оздоровительных занятий на свежем воздухе. В проекте комплексного благоустройства предусматривалось выделение участков с оборудованными площадками и защитным озеленением для отдыха и развлечений; создание пешеходной тропиночно-дорожной системы, предназначенной для круглогодичного использования; рациональное размещение стоянок и гаражей [5].

Проектирование трасс пешеходных путей и разработка композиционных приемов озеленения рекреационных территорий проводились с учетом смены впечатлений от природного окружения, взаимосвязи насаждений с силуэтами застройки города; дендрологического подбора древесно-кустарниковых посадок растительности контрастной по цвету, форме, необходимых для восприятия во время отдыха маломобильными жителями города.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Скрипкин П. Б., Шаманов Р. С., Михеева Н. А. Существующие проблемы доступной среды маломобильных групп населения в России и странах мира и мероприятия по их устранению // Молодой ученый. 2014. № 20. С. 217—220.

¹⁴ СП 35-105—2002. Реконструкция городской застройки с учетом доступности для инвалидов и других маломобильных групп населения [Электронный ресурс]. URL: http://gostrf.com/norma_data/10/10148/

2. Хачатрянц К. К. Об архитектурной среде для маломобильных групп населения // Бюллетень Национального объединения строителей. 2011. № 7. С. 92—106.
3. Саймондс Дж. О. Ландшафт и архитектура. М.: Издательство литературы по строительству, 1965. 193 с.
4. Иванова Н. В. Реальное проектирование озеленения улиц при подготовке бакалавров ландшафтного профиля // Новые идеи нового века — 2015: материалы Пятнадцатой международной научной конференции = The new Ideas of New Century — 2015: в 3 т. Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. Т. 3. С. 376—382.
5. Соколов И. И., Соколов А. И. Система рекреационных территорий — основа экосистемы городов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2009. Вып. 15(34). С. 234—239.

© Иванова Н. В., Антонова Н. Н., 2016

Поступила в редакцию
в июне 2016 г.

Ссылка для цитирования:

Иванова Н. В., Антонова Н. Н. Ландшафтные мероприятия при формировании адаптивной среды для маломобильных групп населения в рекреационных пространствах города // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 220—237.

Об авторах:

Иванова Нина Васильевна — канд. арх., профессор, зав. кафедрой ландшафтной архитектуры и профессиональных коммуникаций, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолгГАСУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, ivanovaninav@mail.ru

Антонова Наталья Николаевна — доцент кафедры ландшафтной архитектуры и профессиональных коммуникаций, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолгГАСУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, antonovann.nata@mail.ru

N. V. Ivanova, N. N. Antonova

LANDSCAPE ACTIONS IN THE FORMATION OF AN ADAPTIVE ENVIRONMENT FOR PEOPLE WITH LIMITED MOBILITY IN THE RECREATIONAL SPACES OF THE CITY

The article shows the analysis of the landscape actions in the formation of an adaptive environment for people with limited mobility in the urban recreational spaces and other leisure areas. The authors provide the submissions for the design of landscaping, the selection of stand composition, coloristic techniques in the arrangement of tree and shrub compositions, floral groups, the parterre of the recreational spaces of the city with regard to their effective impact on the psycho-emotional state of a person in general, and in particular disabled people with limited mobility. The stages of carrying out the dendro-examination are considered, the results of the visual inspection of recreation areas are summed up (by the example of Volgograd).

Key words: people with limited mobility, adaptive environment, landscape actions, effective impact, dendro-therapy, landscape therapy, dendro-examination, examination of recreations.

REFERENCES

1. Skripkin P. B., Shamanov R. S., Mikhcheva N. A. [Current problems of the available environment for people with limited mobility in Russia and the countries across the world and actions for their elimination]. *Molodoi uchenyi* [Young Scientist], 2014, no. 20, pp. 217—220.
2. Khachatryan K. K. [Architectural environment for people with limited mobility]. *Byulleten' Natsional'nogo ob"edineniya stroitelei* [Bulletin of the National Union of Builders], 2011, no. 7, pp. 92—106.

3. Symonds J. O. *Landshaft i arhitektura* [Landscape and architecture]. Moscow, Publishing house of literature on construction, 1965. 193 p.

4. Ivanova N. V. [Real design of street greening when training bachelors of a landscape profile]. *The new Ideas of New Century — 2015. Proc. of the Fifteenth int. sci. conf.* Khabarovsk, Publishing House of Pacific National University, 2015, vol. 3, pp. 376—382.

5. Sokolov I. I., Sokolov A. I. [The system of the recreation area is the base of the ecosystem of the city]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2009, iss. 15(34), pp. 234—239.

For citation:

Ivanova N. V., Antonova N. N. [Landscape actions in the formation of an adaptive environment for people with limited mobility in the recreational spaces of the city]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 220—237.

About authors:

Ivanova Nina Vasil'evna — Candidate of Architecture, Professor, the Head of Landscape Architecture and Professional Communications Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, ivanovaninav@mail.ru

Antonova Natal'ya Nikolaevna — Docent of Landscape Architecture and Professional Communications Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, antonovann.nata@mail.ru

УДК 725.945(470.45)

С. А. Болгов, И. И. Соколов, А. А. Каралев, Е. И. Мельникова, А. И. Соколов

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

**ГЕРОИКО-ПАТРИОТИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ
«МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПАНТЕОН ПАМЯТИ» В с. РОССОШКА**

Анализируется героико-патриотический проект в районе с. Рассошка Волгоградской области. Рассмотрена международная и региональная особенность «Международного Пантеона памяти» и предлагается проект сохранения и увековечивания Сталинградской битвы на части территории области.

К л ю ч е в ы е с л о в а: пантеон, Рассошка, сталинградское кольцо, мемориальный проект.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью решения проблемы определения историко-градостроительных приоритетных районов размещения архитектурно-мемориальных центров, совершенствования их архитектурно-планировочных структур на уровне проектирования, строительства и эксплуатации, совершенствования нормативной градостроительной законодательной базы [1, 2].

Цель исследования заключается в разработке приемов и принципов формирования архитектурно-градостроительных структур мемориальных центров, их размещения в системе расселения Волгоградской области, а также устойчивое пространственное развитие части территории области путем взаимоувязки и согласования федеральных, региональных, межрегиональных и межотраслевых приоритетов стратегического развития территории, позволяющих выстроить механизм наиболее эффективного использования имеющихся в области ресурсов.

В связи с этим решаются следующие задачи:

- 1) выделить на территории области зоны, где ведение строительства мемориальных центров целесообразно с точки зрения транспортной доступности, экологии, охраны природы и охраны памятников истории и культуры;
- 2) разработать принципы проектирования новых архитектурно-мемориальных центров и реконструкции существующих, содержащие в себе решение таких вопросов, как улучшение транспортной и инженерной инфраструктуры, бытового и медицинского обслуживания, целевой дифференциации, размещения относительно исторических антропогенных ландшафтов на части территории Волгоградской области.

Объектами исследования являются архитектурно-мемориальные комплексы, их типология, планировочные структуры и принципы их формирования.

Границы исследования — часть территории Волгоградской области и зоны размещения архитектурно-мемориальных центров, местоположение и границы, которые требуют уточнения.

Победа под Сталинградом вошла в мировую историю как символ стойкости, мужества и непревзойденного героизма советского народа и его армии в борьбе за свободу и независимость Родины, за избавление человечества от фашистского рабства. Разгром крупнейшей группировки Вермахта на берегах

Волги имел огромное военно-политическое и международное значение. Был внесен решающий вклад в коренной перелом Великой Отечественной и всей Второй мировой войны.

«Сталинградское кольцо (котел)» — это реально существующее пространство, ограниченное жилыми поселками и степной территорией. Город Сталинград стал твердыней и непреодолимой преградой для врага.

Выездной Госсовет при бывшем президенте РФ Д. А. Медведеве постановил создать в городе Волгограде «Центр патриотизма» в РФ.

Этой цели может служить проект архитектурно-мемориального комплекса «Сталинградское кольцо (котел)», соединяющий в себе единой системой все важнейшие моменты защиты сталинградской земли, выраженные в памятниках, музеях, в местах сражений и захоронений (рис. 1). Создается инфраструктура вокруг каждого памятника, отличающаяся объемом и уровнем комфортабельности пребывания в зависимости от значимости памятных мест [3—6].



Рис. 1. Схема архитектурно-мемориального комплекса «Сталинградское кольцо (котел)»

На сегодняшний день существует ряд известных архитектурно-мемориальных комплексов и монументов советской эпохи. Проект архитектурно-мемориального комплекса «Сталинградское кольцо (котел)» призывает мир взглянуть на важные героические события Великой Отечественной войны в районе Сталинграда по-новому благодаря современному решению архитектурно-планировочного объема и ландшафтного дизайна. Памятник на Мамаевом кургане «Родина-мать» всегда останется символом нашего города, но, на наш взгляд, этого недостаточно для целого региона. Проект «Сталинградское кольцо (котел)» продолжает выявлять на территории области те героические места сражений, о которых должен знать весь мир.

В нескольких километрах от Волгограда находится необычное кладбище. Мало кто слышал о нем, а те, кому удалось побывать в этом месте, надолго запомнят его. Военно-мемориальное кладбище Россошки было образовано в 1992 г. на месте двух деревень — Малых и Больших Россошек [7—9]. Во время Сталинградской битвы деревни Россошки стали полем боя, на котором было пролито немало крови немецких и русских солдат. Построено военно-мемориальное кладбище Россошки на средства Народного союза Германии по уходу за военными захоронениями (рис. 2).



Рис. 2. Фрагмент мемориального кладбища в с. Россошка

За период 1999—2012 гг. Россошинское военно-мемориальное кладбище посетило около 50 000 человек из России, стран СНГ, Германии, Великобритании, Дании, Испании, США, Японии, Италии, Австрии, Австралии, Канады. Среди посетителей много людей, потерявших в той войне близких, которые до сих пор считаются пропавшими без вести. Сироты, дети войны надеются на чудо: вдруг еще найдется их отец-герой.

Авторами разработан проект архитектурно-мемориального и туристического комплекса «Сталинградское кольцо» в память о павших воинах с обеих сторон в грандиозном историческом сражении — в Сталинградской битве. В с. Россошка планируется возвести «Международный Пантеон памяти» (рис. 3), в котором выделяются отдельные объемы или секции для каждой европейской страны и стран независимых государств (СНГ) или бывших советских республик с размещением в них музейных экспонатов, информационных материалов, кинолектория, пресс-центра, зала скорби, памятных плит и стелл со списками участвовавших или погибших в «Сталинградском котле» [10—12]. Вблизи Международного Пантеона памяти размещаются гостиница, административно-обслуживающий корпус, кафе-ресторан, инженерная инфраструктура и другие сооружения.

Основная цель историко-патриотической экспозиции — не просто вспомнить о сражении, но и сосредоточить свое внимание на том факте, что в Сталинградской битве с обеих сторон принесены беспрецедентные жертвы. Со стороны СССР здесь отдавали свои жизни за Отчизну люди совершенно

разных национальностей: русские, казахи, грузины, армяне, азербайджанцы, туркмены, таджики, киргизы, узбеки, украинцы, белорусы, литовцы, латыши, эстонцы, молдаване и др.

Со стороны фашистов — это не только немцы, но и итальянцы, хорваты, венгры, румыны, болгары, чехи и другие национальности, не малая часть которых воевала отнюдь не по доброй воле. В этом жестком «Сталинградском котле» в общей сложности навечно остались лежать более 2 миллионов только солдат и офицеров с обеих сторон сражения. История больше не знает примеров, когда в жертву было принесено такое огромное число человеческих жизней.



Рис. 3. Схема генерального плана проекта Международного Пантеона памяти в с. Россошка

Проектируемый Международный Пантеон памяти — это архитектурно-мемориальное сооружение, где специалисты различного профиля (экскурсоводы, архивоведы, поисковики, музейеведы, киноведы, психологи и др.) оказывают своего рода помощь туристам. Помощь заключается в проведении экскурсий, диспутов, семинаров, конференций, курсовых, поисках пропавших воинов и гражданского населения, международного диалога с аналогичными организациями и общественными сообществами других стран.

Пантеон памяти (рис. 4) запроектирован как единый архитектурно-мемориальный и туристический комплекс зданий, блоков различного функционального назначения с благоустройством прилегающей территории и включает:

- музейно-мемориальную зону (выставочный комплекс, монументы);
- зону отдыха и проживания туристов (гостиница, кемпинг);
- зону обслуживающего персонала;
- информационную зону (библиотека, кинолекторий);
- зону административных помещений;
- наземную автостоянку;
- научно-архивный центр;
- парк техники;
- зону культурных мероприятий;
- парковую зону [13—15, 16].



Рис. 4. Фрагмент проекта Международного Пантеона памяти в с. Россошка

Гостиница представляет собой комплекс из трех функций. Первая — общественное пространство с наличием помещений административных функций, вторая — непосредственно помещения проживания туристов и третья — кафе-ресторан.

На территории комплекса предусмотрен кемпинг с обустроенными стоянками для личных автомобилей.

Гостиница и кемпинг объединены зоной культурных мероприятий, что позволит людям разных стран, интересов и возможностей найти общий язык.

От места приезда и зоны проживания туристов развитие инфраструктуры происходит вглубь комплекса по центральной оси, ведя нас к центральному во всех аспектах, как композиционно, так и функционально, сооружению — Международному Пантеону памяти. Здесь можно найти stelлы стран-участниц Сталинградской битвы, имена погибших, библиотеку военной литературы, есть возможность проведения различного рода форумов (рис. 5).

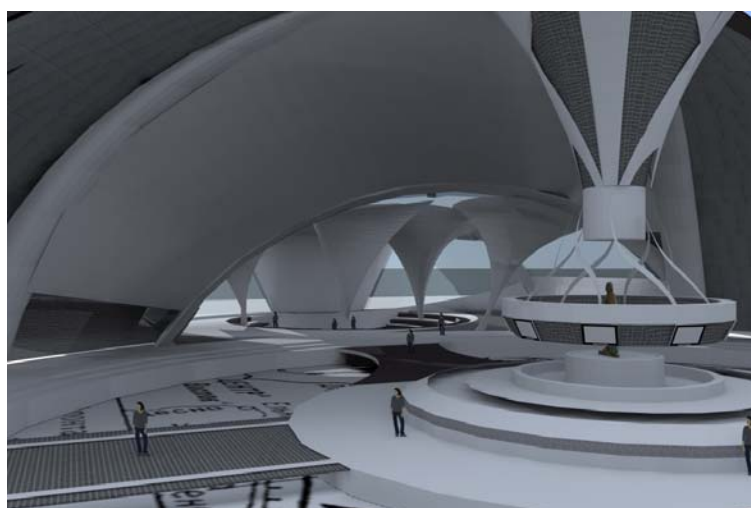


Рис. 5. Интерьер Международного Пантеона памяти

Международный Пантеон памяти станет источником перспективных туркомпаний и инвестиционных проектов, площадкой для проведения обучающих семинаров и презентаций.

Развитие инфраструктуры в процессе проектирования заключалось в формировании функциональных зон и развития туристического маршрута от центральной оси. Таким образом мы получили удобную инфраструктуру с равномерно распределенными функциональными зонами, включающими в себя объекты разного назначения и прилегающее благоустройство [17, 18].

В их число входят:

комплексное сооружение, включающее в себя парк военной техники в южной части здания и рабочее пространство в северной. Рабочее пространство центра подразделено на пространственные зоны коворкинга, различные по конфигурации и назначению кабинеты, кабинки для индивидуальной работы, кинолекторий и конференц-зал на 300 человек;

памятник Неизвестному Солдату;

смотровая вышка с обзором на весь комплекс;

зона тихого отдыха и чтения литературы;

выставочный комплекс, который представлен несколькими залами, создающими определенную атмосферу для каждой выставочной экспозиции в каждом из них; их идея — максимально передать настроение;

цветочное поле: десятки цветов формируются клумбами в виде географических границ стран-участниц Сталинградской битвы по цветам их флагов;

искусственный водоем с площадками для прогулок и отдыха;

активные навесы, создающие тень в зависимости от расположения солнца (рис. 6);

парковые зоны с местами для активного отдыха и фонтанами.

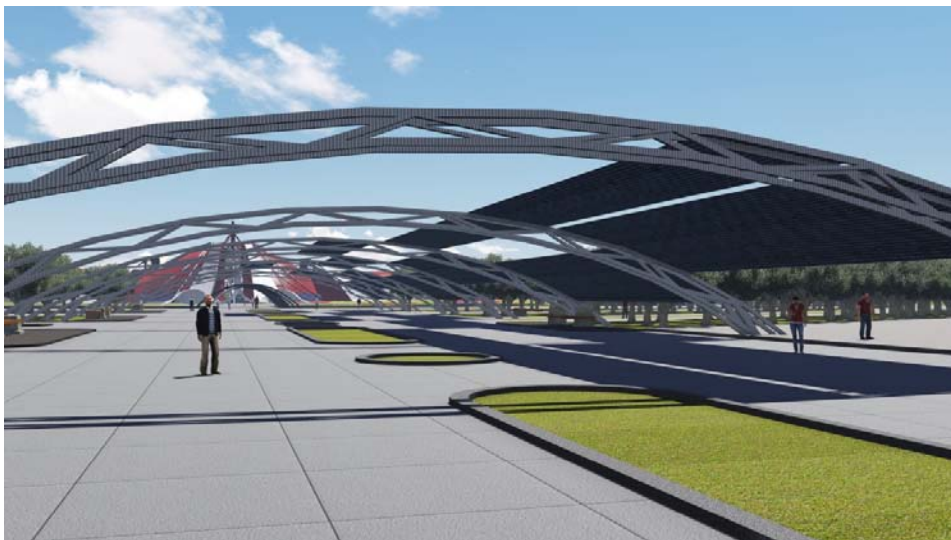


Рис. 6. Активный солнцезащитный навес центральной аллеи

Проект принесет много пользы: во-первых, даст возможность посетить памятные места туристам и проникнуться духом истории; во-вторых, жители населенных пунктов области получат возможность найти работу, обслуживая

туристические потоки, а область — экономическую выгоду от увеличения объема въездного туризма.

Научная новизна заключается в разработке планировочной структуры архитектурно-мемориального комплекса в различных природных и социально-экономических условиях периода становления новых рыночных форм хозяйствования.

Практическая значимость предлагаемого проектного решения заключается: во-первых, в повышении значимости Сталинградской битвы в мире и в России; во-вторых, в существенном увеличении притока туристов в г. Волгоград; в-третьих, в улучшении качества межпоселковых автомобильных дорог, что сократит время транспортной доступности большинства отдаленных поселков к районному и областному центрам. Повышение качества жизни населения станет возможным за счет расширения услуг культурно-бытового обслуживания в отдельных наиболее крупных и мелких поселках.

Апробация результатов работы. Основные положения работы были представлены на IV Международном форуме «Россия — Азербайджан: межрегиональный диалог-2013» в г. Волгограде 5—6 июня 2013 г.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Антюфеев А. В.* Агломеративное развитие городов: архитектурно-градостроительные идеи и их реализация (на примере Волгограда) // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2009. Вып. 15(34). С. 179—183.
2. Архитектурно-ландшафтная среда рекреационных территорий / В. Ф. Сидоренко, И. И. Соколов, Е. И. Мельникова, А. И. Соколов, Д. Р. Муслимова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2014. Вып. 37(56). С. 219—225.
3. *Vreeland E. B., Sullivan R.* New parks for New York by New York // Landscape Architecture. 1984. Vol. 74. No. 2. P. 58—64.
4. *Hubbard W.* Reassessing the art of landscape design: Central Park as a case Study // Architectural Record. 1984. Vol. 17. No. 10. P. 69—75.
5. *Птичникова Г. А.* Изменения урбандиафтов крупнейших российских городов под влиянием глобализации. Проблемы формирования ландшафтной архитектуры урбанизированных территорий: материалы V науч.-практ. конф. Нижний Новгород: НГСАУ, 2009. С. 3—7.
6. The prediction of scenic beauty from landscape content and composition / M. R. Patsfall, N. F. Feimer, G. J. Buhoff, J. D. Wellman // Journal of Environmental Psychology. 1984. Vol. 4. No. 1. P. 7—26.
7. Экотуристическая система г. Волгограда (на примере о. Сарпинский) / И. И. Соколов, А. И. Соколов, Е. И. Капустина, В. Ф. Сидоренко, Е. И. Горюнова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2012. Вып. 29(48). С. 218—223.
8. *Птичникова Г. А.* Архитектура и потребитель: метаморфозы города под влиянием глобального туризма // Социология города. 2010. № 3. С. 10—15.
9. Организация архитектурно-ландшафтной среды рекреационных территорий / И. И. Соколов, В. Ф. Сидоренко, Е. И. Мельникова, А. И. Соколов, Д. Р. Муслимова // Строительство в прибрежных курортных регионах: сборник материалов Восьмой Международной науч.-практ. конф., посвященной итогам Олимпийского строительства в г. Сочи, г. Сочи, 19—23 мая 2014 г. / под ред. К.Н. Макарова. Сочи: РосИнновации, 2014. 522 с. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
10. *Антюфеев А. В.* Устойчивое развитие города и социальные аспекты градостроительной политики // Социология города. 2010. № 3. С. 5—9.
11. *Boon J.* “Couperusolwin”, der Haag: Siedlungs – und Erholungsgrün über Tiefgaragen in chemals bewaldeter Dünenlandschaft // Garten – Landschaft. 1984. № 6. S. 40—42.

12. Дюжев С. А., Соколов И. И. Система как механизм воплощения топоформ действительности расселения // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. 2008. Вып. 1(5). Ст. 2. URL: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=51&coverno=25>
13. Jacques D., Whitton M. Computers in Landscape Practice: Applications in a landscape office // Landscape Design. 1984. Vol. 17. No. 152. Pp. 49—50.
14. Greater London Landscape // Landscape Design. 1985. No. 153. P. 29—50.
15. Smyth B. Slowing up the pace of London's greening // Town and Country Planning. 1984. Vol. 53. No. 12. P. 356—358.
16. Иванова Н. В. Озеленение придомовых территорий // Новые идеи нового века-2015: материалы 15 Международной науч. конф. ФАД ТОГУ = The new ideas of New Century-2015: The fifteenth international scientific conference proceedings: в 3 т. Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2015. Т. 3. С. 34—40.
17. Оценка рекреационного потенциала Волгоградской области / И. И. Соколов, Г. В. Павлов, Е. И. Горюнова, А. И. Соколов, И. И. Соколов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2012. Вып. 28(47). С. 343—349.
18. Milchert J. Der Balkon // Standart. 1984. No. 1. S. 38—41.

© Болгов С. А., Соколов И. И., Каралев А. А., Мельникова Е. И., Соколов А. И., 2016

Поступила в редакцию
в июне 2016 г.

Ссылка для цитирования:

Героико-патриотический проект «Международный пантеон памяти» в с. Россoshка / С. А. Болгов, И. И. Соколов, А. А. Каралев, Е. И. Мельникова, А. И. Соколов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 238—247.

Об авторах:

Болгов Сергей Александрович — доцент кафедры архитектуры зданий и сооружений, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолгГАСУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, 93Kok@mail.ru

Соколов Иван Иванович — канд. арх., профессор, профессор кафедры ландшафтной архитектуры и профессиональных коммуникаций, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолгГАСУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, 93Kok@mail.ru

Каралев Андрей Александрович — студент, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолгГАСУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, 93Kok@mail.ru

Мельникова Елена Игоревна — технический редактор, Информационный музейно-выставочный центр «Инновации в архитектуре, строительстве и ЖКХ», Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолгГАСУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, 93Kok@mail.ru

Соколов Антон Иванович — канд. арх., кафедра ландшафтной архитектуры и профессиональных коммуникаций, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолгГАСУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, 93Kok@mail.ru

S. A. Bolgov, I. I. Sokolov, A. A. Karalev, E. I. Mel'nikova, A. I. Sokolov

HEROIC PATRIOTIC PROJECT "INTERNATIONAL PANTHEON OF MEMORY" IN ROSSOSHKA VILLAGE

The authors analyze the heroic patriotic project in Rossoshka village in Volgograd Oblast. They consider the international and regional peculiarity of the "International Pantheon of Memory" and provide the project on preservation and memorialization of the battle of Stalingrad in the region.

Key words: pantheon, Rossoshka, Stalingrad ring, memorial project.

REFERENCES

1. Antyufeev A. V. [Agglomerative development of cities: ideas of architecture and town-planning and their realization (by the example of Volgograd)]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2009, iss. 15(34), pp. 179—183.
2. Sidorenko V. F., Sokolov I. I., Mel'nikova E. I., Sokolov A. I., Muslimova D. R. [Architectural and landscape environment of recreational areas]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2014, iss. 37(56), pp. 219—225.
3. Vreeland E. B., Sullivan R. New parks for New York by New York. *Landscape Architecture*, 1984, 74(2), pp. 58—64.
4. Hubbard W. Reassessing the art of landscape design: Central Park as a case Study. *Architectural Record*, 1984, 17(10), pp. 69—75.
5. Ptichnikova G. A. [Changes in urban landscapes of the largest Russian cities caused by globalization]. *Problemy formirovaniya landshaftnoi arhitektury urbanizirovannykh territorii* [Problems of formation of landscape architecture of urbanized territories. Proc. of V Sc.-Pr. Conf.]. Nizhniy Novgorod, NSAU Publ., 2009. Pp. 3—7.
6. Patsfall M. R., Feimer N. F., Buhyoff G. J., Wellman J. D. The prediction of scenic beauty from landscape content and composition. *Journal of Environmental Psychology*, 1984, 4(1), pp. 7—26.
7. Sokolov I. I., Sokolov A. I., Kapustina E. I., Sidorenko V. F., Goryunova E. I. [Ecotourist recreation in Volgograd (in the example of Sarpinsky Island)]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2012, iss. 29(48), pp. 218—223.
8. Ptichnikova G. A. [Architecture and the consumer: metamorphoses of city under influence of global tourism]. *Sotsiologiya Goroda* [Sociology of City], 2010, no. 3, pp. 10—15.
9. Sidorenko V. F., Mel'nikova E. I., Sokolov A. I., Muslimova D. R., Sokolov I. I. [The arrangement of architectural and landscape environment of recreation territories]. K. N. Makarov (ed.). *Stroitel'stvo v pribrezhnykh kurortnykh regionakh: sbornik materialov Vos'moi Mezhdunarodnoi nauch.-praktich. konf., posvyashchennoi itogam Olimpiiskogo stroitel'stva v g. Sochi, g. Sochi, 19—23 maya 2014 g.* [Construction in coastal resort regions. Set of proceedings of the Eighth Int. Sci.-Pract. Conf. devoted to the results of the Olympic construction in Sochi, Sochi, May 19—23, 2014]. Sochi, RosInnovatsii Publ., 2014. 522 p., 1 electronic optical disk (CD-ROM).
10. Antyufeev A. V. [Sustainable development of city and social aspects of planning urban policy]. *Sotsiologiya Goroda* [Sociology of City], 2010, no. 3, pp. 5—9.
11. Boon J. "Couperusolwin", der Haag: Sied-lungs – und Erholungsgrün über Tiefgaragen in chemals bewaldeter Dünenlandschaft. *Garten – Landschaft*, 1984, no. 6, s. 40—42.
12. Djushew S. A., Sokolov I. I. [System as a mechanism of realizing topo-forms of settlement actuality]. *Internet-Vestnik VolGASU*, 2008, iss. 1(5), paper 2. URL: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=51&coverno=25>
13. Jacques D., Whitton M. Computers in Landscape Practice: Applications in a landscape office. *Landscape Design*, 1984, 17(152), pp. 49—50.
14. Greater London Landscape. *Landscape Design*, 1985, no. 153, pp. 29—50.
15. Smyth B. Slowing up the pace of London's greening. *Town and Country Planning*, 1984, 53(12), pp. 356—358.
16. Ivanova N. V. [Gardening adjoining areas]. *Novye idei novogo veka-2015: materialy 15 Mezhdunarodnoi nauch. konf. FAD TOGU = The new ideas of New Century-2015: The fifteenth international scientific conference proceedings*. Khabarovsk, Pacific National University Publ., 2015. Vol. 3. Pp. 34—40.
17. Sokolov I. I., Pavlov G. V., Sokolov A. I., Goryunova E. I., Sokolov I. I. [Estimation of recreational potential of Volgograd oblast]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2012, iss. 28(47), pp. 343—349.
18. Milchert J. Der Balkon. *Standart*, 1984, no. 1, s. 38—41.

For citation:

Bolgov S. A., Sokolov I. I., Karalev A. A., Mel'nikova E. I., Sokolov A. I. [Heroic patriotic project "International pantheon of memory" in Rossoshka village]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 238—247.

About authors:

Bolgov Sergei Aleksandrovich — Docent of Architecture of Buildings and Constructions Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, 93Kok@mail.ru

Sokolov Ivan Ivanovich — Candidate of Architecture, Professor, Professor of Landscape Architecture and Professional Communications Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, 93Kok@mail.ru

Karalev Andrei Aleksandrovich — Student, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, 93Kok@mail.ru

Mel'nikova Elena Igorevna — Technical editor, Information museum exhibition center "Innovations in Architecture, Construction and Housing and Public Utilities", Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, 93Kok@mail.ru

Sokolov Anton Ivanovich — Candidate of Architecture, Department of Landscape Architecture and Professional Communications, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, 93Kok@mail.ru

УДК 72.10 + 378

Т. В. Киреева

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ КОММЕРЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ФРАНЦИИ XIX В.

Рассмотрено и впервые в отечественной теории дается описание архитектуры коммерческих учебных заведений Франции XIX в. — Высших школ коммерции, имеющих свою характерную архитектурную модель — клуатр — как традиционную форму образовательного здания Франции. Показаны основные направления развития архитектуры учебного здания в русле общей тенденции развития архитектуры позднего ренессанса и раннего французского барокко.

Ключевые слова: архитектура зданий коммерческого образования, Высшая школа коммерции, клуатр, архитектурно-планировочная модель объекта образования.

Современное бизнес-образование в своем развитии прошло несколько этапов становления, первым из которых является коммерческое образование, повсеместно возникшее в начале XIX в. и имеющее «целью дать знания, полезные для торговой деятельности»¹.

Обычно считают, что бизнес-образование появилось в университете Пенсильвании, где благодаря усилиям бизнесмена Джозефа Уортона в 1881 г. была организована программа по коммерции для бакалавров. Однако Дж. К. Спендер в работе о происхождении коммерческого образования утверждает, что первыми в этой области стали прусские школы бюрократического государственного управления [2], и в дальнейшем коммерческое образование стало распространяться по всей Европе.

Великая французская революция положила начало нового этапа в развитии государства, который характеризовался развитием промышленного производства, науки, образования, торговли и коммерции.

Во Франции первыми учебными заведениями, которые ставили своей целью подготовку кадров для хозяйственной деятельности, были коммерческие школы (*ecoles de commerce*) времен Третьей республики, появившиеся в середине XIX в. Коммерческие школы были частью системы образования, ведущей свою историю от первых университетов, монастырских школ и колледжей практической направленности [3].

Система образования Франции к началу XIX в. уже имела сложившуюся архитектурно-планировочную модель в виде клуатра, идущую от средневековых католических монастырей, характеризующуюся замкнутой, обособленной формой внутреннего двора и сада, окруженного по периметру строениями с галереями. Так, один из францисканских монастырей XIII в. впоследствии стал медицинским факультетом Сорбонны (рис. 1). Замкнутость, закрытость системы отвечала изначально принципу безопасности, а также соответствовала избранному положению науки и защищала от ложного обвинения в колдовстве. Это была общеевропейская модель образовательного учреждения

¹ Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: в 86 т. (86 т. и 4 доп.). СПб., 1890, 1907.

того времени (университета, колледжа, школы), что подтверждают здания университетов Болоньи, Синены, Сорбонны, Кракова, колледжей Оксфорда, Кембриджа, Кракова, Славяно-греко-латинской академии Заиконоспасского монастыря в России (1687 г.) [4].

Вход в Высшую школу коммерции Парижа на бульваре Мальзерб приведен на рис. 2.



Рис. 1. Францисканский монастырь Людовика Святого (1793 г.)



Рис. 2. Вход в Высшую школу коммерции Парижа на бульваре Мальзерб (фото конца XIX в.)²

Планировку и архитектуру клуатра можно рассмотреть на проекте Высшей коммерческой школы Парижа (арх. Лишь) (Ecole commerciale a Paris, rue Trudaine, arh. Lisch) [6]. Объемно-планировочное решение представлено разновеликими двухэтажными зданиями, симметрично расположенными относительно главного, более высокого здания в глубине двора (рис. 3).

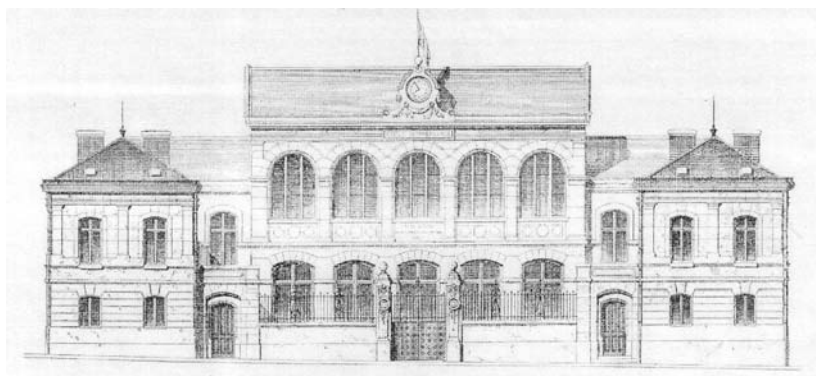


Рис. 3. Высшая школа коммерции г. Парижа, арх. Лишь (Lisch), середина XIX в. [6]

Здесь располагался вестибюль и амфитеатр главного зала школы. В боковых крыльях здания разместились учебные аудитории, непосредственно выходящие в крытую галерею внутреннего двора. По главной улице клуатр замыкался высокой оградой с воротами и двумя калитками. С обеих сторон от главного вестибюля были устроены арки с выходом во второй внутренний двор (рис. 4). Здание имело подвал для хозяйственных нужд.

² ESCP Europe. URL: http://www.wikiwand.com/it/ESCP_Europe.

Архитектура здания носит следы позднего ренессанса. Декор здания отличается строгостью и простотой: высокие арочные окна актового зала и вестибюля украшают здание, где по главной оси фронтона установлены декорированные изысканной пластикой часы. Основным мотивом фасада выступает ритм междуоконных пилястр и горизонтальные русты первого этажа. Главные ворота акцентированы столбами с развитыми фестонами.

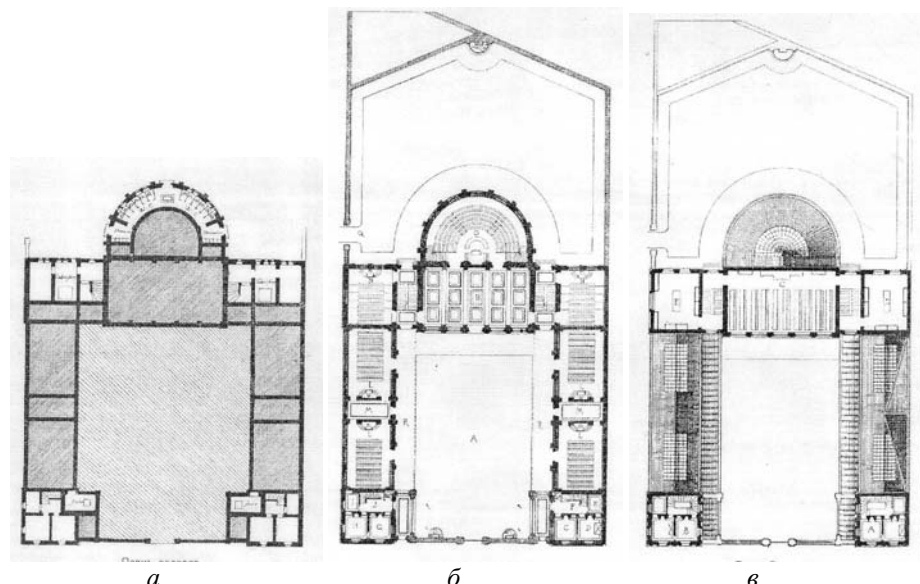


Рис. 4. Планы Высшей школы коммерции: *а* — план цокольного этажа; *б* — план первого этажа; *в* — план второго этажа. Арх. Лишь (Lisch) [6]

Внутренний двор с обводными галереями служил местом отдыха, прогулок и общения, где устраивались декоративные сады, а позднее стали устраивать площадки для занятия физкультурой и играми на свежем воздухе.

Начало коммерческого образования во Франции было положено открытием в 1819 г. частной Специальной школы торговли и промышленности. Это старейшая школа коммерции в мире [7], которая в дальнейшем была преобразована в Высшую школу коммерции Парижа (ESCP Europe) и успешно работает по сей день. Инициаторами создания школы была группа энергичных исследователей, сторонников экономического либерализма: Жан Батист Сей (Jean Baptiste Say), который ввел в обиход понятие «предприниматель» (1800 г.), и Витал Рэй (Vital Roux), разработавший Кодекс предпринимательства (1807 г.). Школа действовала 10 лет и прекратила работу в 1830 г. в период всеобщей регрессии, однако позднее была восстановлена Адольфом Бланки (Adolphe Blanqui), профессором истории торговли и политической экономии, принесшим всемирную известность школе, которая изначально была задумана как «мировая» школа, о чем говорят цифры: в 1824 г. из 118 учащихся 36 были иностранцами³.

³ History of ESCP Europe Business School. URL: <http://www.escpeurope.eu/escp-europe/history-of-escp-europe-business-school/>

Первоначально школа размещалась в арендованных помещениях особняка герцога Сюлли — министра финансов эпохи Генриха IV⁴. Особняк был построен в 1624—1627 гг. по проекту архитектора Андре де Серсо (Androuet du Cerceau) в виде клуатра с выходом на одну из главных городских улиц Сан-Антоние (Saint-Antoine) и представлял собой типичную городскую усадьбу с подъездным двором и спрятанным в глубине садом, своей стеной примыкающей к Королевской площади (пл. Вогезов) (рис. 5). Такое важное расположение школы свидетельствовало о ее престижности и высоком положении в системе образования. Архитектурный стиль здания находится на стыке позднего ренессанса и зарождающегося барокко, но, несомненно, в нем присутствуют черты именно французского стиля: высокие, усеченные крыши, люкарны, лучковые фронтоны и крестообразные переплеты прямоугольных окон.



Рис. 5. Особняк герцога Сюлли на ул. Сан-Антоние, где располагалась Специальная школа торговли и промышленности (1819—1838 гг.) (фото 2014 г.)

Известный искусствовед XIX в. Г. К. Лукомский так описывал особняк Сюлли [9]: «Это архитектурное великолепие дремлет и по сей час в своем величии в глубине обширного, всегда тихого двора, кажущегося еще более тихим от близости шумной толпы на улице...» и далее о самой постройке: «...тяжелая орнаментация, массивные части, солидные детали говорят о порядке и серьезности; серый импонирующий своим благородством фасад напоминает величественную фигуру Сюлли, погруженную в спокойное раздумье. Изгибы, богатейшие обрамления окон верхнего этажа, люкарны и пышные консоли декорируют фасад. Фасад, выходящий на лицо Saint-Antoine, очень скромен в своей отделке. Между двумя большими павильонами, снабженными широкими фронтонами и громадными окнами, помещен входной портал с проездом, украшенным кессонами. Некогда портал украшала терраса, весь фасад полон изящества, не лишённого, впрочем, некоторой холодности и печали».

Фасады внутреннего двора украшены барельефом «Времена года» знаменитого Жана Гужона. Сад имеет регулярную планировку и заканчивается оранжереей. Великолепие архитектурного ансамбля было высоко оценено как современниками, так и последующими поколениями, сохранившими это здание в его первоначальной красоте.

Основными предметами изучения были: иностранные языки, арифметика, география, бухгалтерия, бухгалтерский учет, правила торговли. Програм-

⁴ ESCP Europe. URL: http://www.wikiwand.com/it/ESCP_Europe.

мы были составлены по принципам экономики, политики, коммерческой свободы и носили прогрессивный характер, что определило ее положение школы, и она получает новое название — Высшая школа коммерции Парижа — ESCP и переезжает в 1838 г. на улицу Амелот (Rue Amelot 102), где будет находиться до 1898 г.⁵ Активная деятельность школы и последующие экономические изменения способствовали тому, что в 1869 г. школу выкупает Торгово-промышленная палата Парижа (CCIP) [10]. Дальнейшее развитие коммерческого образования во Франции связано с деятельностью Торгово-промышленной палаты, созданной еще в 1803 г. Наполеоном, как преемницей гильдий цехов для решения вопросов развивающейся промышленности и обеспечения ее новыми кадрами.

Успешное развитие школы ESCP потребовало строительства нового здания, и в 1898 г. школа переехала в специально построенное для нее здание на улице Республики, которое она занимает и по сей день. Проект здания был результатом конкурса, проведенного под эгидой Торгово-промышленной палаты Парижа в 1896 г. Сложный градостроительный участок исторического плана на пересечении ул. Республики и ул. Блюэ был интенсивно заполнен периметром здания сложившейся замкнутой схемы клуатра, принявшей форму участка с правым изгибом (рис. 6).

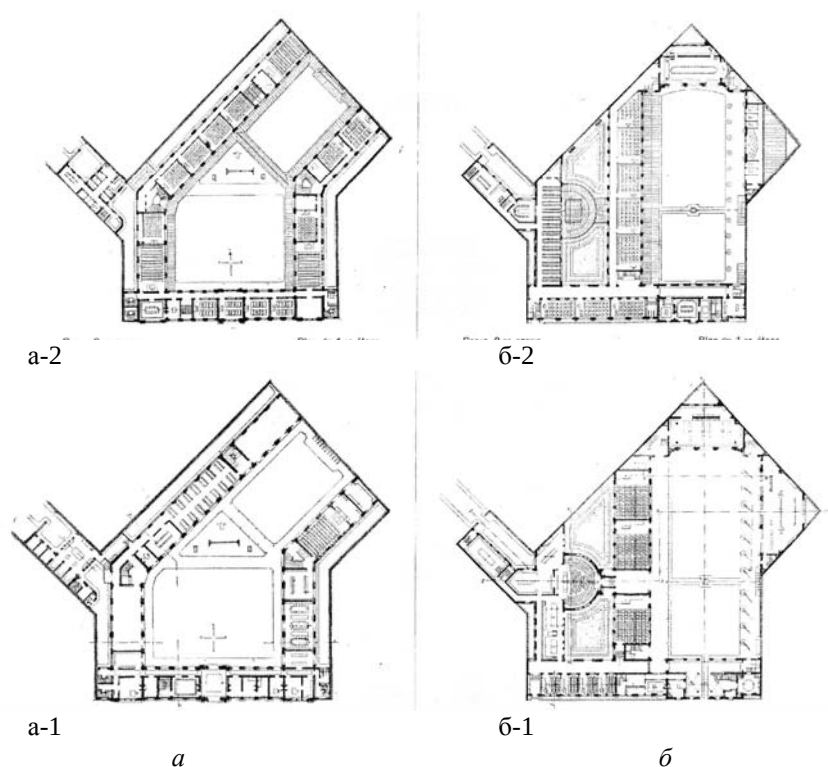


Рис. 6. Высшая коммерческая школа Парижа (ESCP), 1896 г.: *а* — арх. И. Бернард, Е. Роберт (J. Bernard, E. Robert) — первое место; *б* — арх. Е. Дуранд (J. Durand). План первого этажа а-1, б-1. План второго этажа а-2, б-2 [6]

⁵ History of ESCP Europe Business School. URL: <http://www.escpeurope.eu/escp-europe/history-of-escp-europe-business-school/>

Первое место в конкурсе было присуждено авторам И. Бернарду и Е. Роберту (J. Bernard, E. Robert). Объемно-планировочное решение представлено главным двухэтажным зданием по ул. Республики и двумя симметричными четырехэтажными зданиями-ризалитами, уходящими в глубь двора, соединенными обводной галереей (рис. 7, 8).

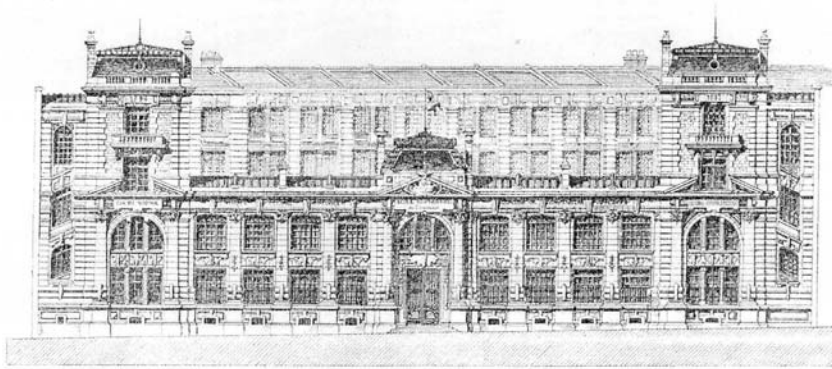


Рис. 7. Высшая коммерческая школа Парижа. Конкурсный проект 1896 г. Арх. И. Бернард, Е. Роберт (J. Bernard, E. Robert) — первое место [6]

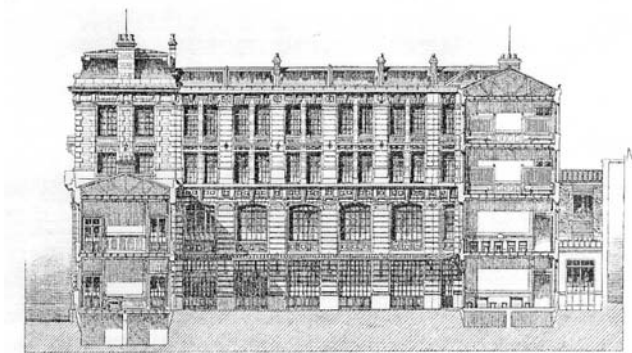


Рис. 8. Поперечный разрез здания Высшей коммерческой школы [6]

Архитектура здания выполнена в стиле смешения строгости классической композиционной схемы с барочными декоративными элементами и характерным объемно-планировочным решением клуатра с симметричной расстановкой боковых четырехэтажных зданий-ризалитов — основных учебных корпусов — и двухэтажной соединяющей постройкой с выделением портала главного входа на композиционной оси.

Высокие арочные окна на два этажа акцентируют основные здания-ризалиты и портал главного входа, который дополнен фронтоном с богатой орнаментикой тимпана и фризом с надписью «Высшая коммерческая школа» (рис. 7). Широкие окна аудиторий занимают значительную площадь фасада, ритмически разделенного пилястрами, украшенными фестоном. Декоративную пластику имеют поля подоконных парапетов, а также фриз, прорезанный декором высокого замкового камня. Балюстрада соединяет боковые ризалиты и главный портал, которые имеют традиционное для французской архитекту-

ры завершение — мансардную кровлю с несколькими вальмами, акцентированными симметричными башенками и осевыми шпилями. Богатый пластический декор, а также балконы ризалитов верхнего этажа придают зданию городской характер.

Планировочное решение учебных корпусов выполнено по коридорной схеме с односторонним расположением классов в сторону двора (рис. 6, а), что соответствует традиционной схеме обособленности колледжей. Лестницы располагаются на торцах и в местах «перегиба» плана. Главный вестибюль имеет выход в обширный двор, окруженный традиционной крытой галереей.

Архитектор Е. Дуранд (J. Durand) представил и предложил другое планировочное решение с формальным делением всей территории на два участка, с расширением обучающей функции левой части территории и акцентированием горизонтальной оси перегиба участка (рис. 6, б). Предполагалось создание парадного, «тайного» сада вокруг амфитеатра и основного, вытянутого двора левой части. Но в результате конкурса был выбран более простой и рациональный план с обширным двором.



Рис. 9. Европейская школа менеджмента ESCP на ул. Республики и ее внутренний двор (фото 2015 г.)

Высшая школа коммерции, существующая почти двести лет, сегодня располагается в том же здании на ул. Республики и носит теперь название Европейской школы менеджмента — ESCP (рис. 9). Это школа международного уровня, имеющая кампусы в Лондоне, Берлине, Мадриде, Турине и Варшаве. Архитектура здания прекрасно сохранилась и свидетельствует о том, что основные объемно-планировочные решения конкурсных проектов были использованы, но многие декоративные элементы были заменены на более простые классические: фасад стал более плоскостным за счет замены пилястр на широкие простенки при сужении окон уличного фасада первого этажа; главные арочные окна заменены на прямоугольные, портал главного входа практически не выступает из плоскости фасада, более спокойный; классический фриз не прерывается над главным входом, где акцентом служит тройное прямоугольное окно с осевой пластикой и вертикали оконных классических наличников с низкоопущенными «ушками».

Дворовый фасад основного здания соответствует конкурсному предложению, большие окна впускают потоки света в главный вестибюль и поддерживают нынешнюю идею «открытости» коммуникационного пространства двора, играющего активную роль в жизни международной школы (рис. 9).

Во второй половине XIX в. происходят значительные изменения в коммерческом образовании, связанные с закончившимся промышленным переворотом: фабричное производство охватило все отрасли промышленности, и развивалась не только традиционная текстильная промышленность, но и горное дело, возникшая химическая промышленность, строились железные дороги, ширилось банковское дело.

В этот период для успешного развития экономики повсеместно стали открываться практические и коммерческие школы свободного образования [11]: Свободный колледж предпринимательства и промышленности Руана (1871 г.), Высшая школа торговли и управления Лиона (1872 г.), Коммерческая школа Гавра (1871 г.), Марсельская коммерческая школа (1872 г.), Школа коммерции и промышленности Бордо (1874 г.) [12].

Коммерческие школы Франции работали по одной и той же модели: обучение начиналось с 16 лет и продолжалось в течение трех лет. Первый год (подготовительный) изучались основы профессии, следующие два года — практические занятия и специальные предметы [10]. Уровень получаемого образования хотя и не был университетским, но приближался к высшему разряду, отсюда и название высших школ коммерции, которые содержались на средства различных обществ, городов, частных лиц, Торгово-промышленных палат. Так Торгово-промышленная палата Марселя, важнейшего торгового порта Франции, была создана по указу короля Генриха IV в 1599 г. «для обучения французскому языку и развития торговых отношений с южными соседями». В дальнейшем именно по инициативе и деятельному участию Торгово-промышленной палаты в Марселе была открыта Высшая коммерческая школа Марселя-Прованса (1872 г.).

К концу века коммерция получает дальнейшее теоретическое, научное и юридическое обоснование: принятие Закона от 11 декабря 1880 г., где описаны «Школы обучения ручному труду и первоначальные высшие профессиональные школы», а также Закон 1892 г. «Практические торгово-промышленные школы» [12] заложили основы для дальнейшего прорыва коммерческого образования. За короткий срок повсеместно были открыты еще 6 школ коммерции: школа Высших коммерческих наук в Париже (1881 г.), Коммерческий институт в Париже (1884 г.), коммерческие школы Лиля (1892 г.), Нанси (1896 г.), Монпелье (1897 г.), Высшая школа торговли Джиона (1899 г.) [12]. К этому времени были опубликованы научные труды Лоренса фон Штейна «Учение об управлении» (1860 г.), Ф. Персико (понятие о административной организации, финансовом управлении), Эжена Леоте, Д. Бернардо (управление коллективом), Дж. Ваккелли (единая теория управления), а также работы Т. Дюкрот, М. Гориу, М. Сперанского, В. Гольцева и пр. [13]. Таким образом коммерция получала теоретические научные исследования, тем самым подготавливая следующую ступень своего развития — бизнес-образование.

Школы чаще всего находились в частных руках, и для размещения школ в основном использовали существующие здания различного архитектурного стиля. Так, коммерческая школа Руана размещалась в здании, построенном в стиле Людовика III: краснокирпичное здание с высокой шипковой кровлей и богато декорированным люнетом и белокаменной отделкой являлось украшением города, а прилегающий сад дополнял ансамбль (рис. 10).



Рис. 10. Национальный колледж предпринимательства и промышленно-сти Руана (1878 г.) (фото 2014 г.)



Рис. 11. Арка главного входа в Высшую школу коммерции Парижа НЕС (1881—1964 гг.) на бульваре Мальзерб (фото 2014 г.)

В 1886 г. в Америке была образована первая школа бизнеса — Уортонская школа бизнеса Филадельфийского университета. А в Европе, в Париже, в 1881 г. была создана Высшая школы коммерции НЕС (Hautes Etudes Commerciales) для обучения и исследования в области коммерции. Взятый курс на исследования первоначально не одобрялся в широких слоях общества, где с презрением относились к купцам и торговцам, так как гражданская служба имела более престижный профессиональный и социальный статус. Но либералы и горстка экономистов верили в прогресс.

И в настоящее время НЕС является лидером мирового бизнес-образования. Инициатором создания школы в 1879 г. был председатель Торгово-промышленной палаты Парижа Густав Рой.

Школа была открыта на бульваре Мальзерб (Malesherbes, 1863 г.), который был частью градостроительного плана Османа по переустройству города в период Второй империи (рис. 11).

Первоначально школа вмещала всего 4 класса на 57 человек, куда допускались мальчики 16 лет на 2 года обучения. Внутренний двор школы окружали здания, построенные в новом парижском стиле, с 4—6-этажными зданиями с мансардами и простыми лукарнами, строгой элегантной пластикой фасадов, с ритмом высоких окон с лучковыми сандриками и крестообразными переплетами; горизонтальные поэтажные карнизы дополняли композицию. Аудитории первого этажа имели традиционный выход непосредственно во двор. Здание школы, находясь в общей застройке улицы, имеет арку для входа во внутренний двор клуатра. Оно на долгие годы стало местом расположения школы, которая только в 1964 г. переехала за город в деревню Жуи-Аи-Жоза для дальнейшего развития по новой «американской» кампусной системе [14].

Выводы. В течение XIX в. Франция прошла путь активного социального и экономического развития, результатом чего стала промышленная революция, которая изменила состояние экономики страны и с первых десятилетий заявила о необходимости практического обучения многочисленных работников сферы торговли, производства и банковского дела. Возникшие в этот период школы коммерции прошли путь от торговых школ, Высших школ коммерции и школ коммерции с исследовательской направленностью, подгото-

вив приход нового бизнес-образования на Европейский континент. Становление коммерческого образования шло с формированием архитектуры нового типа общественного здания, но в длительной сложной экономической ситуации школы были вынуждены использовать существующие здания, приспособивая их под нужды образования. К концу XIX в. появляются специализированные учебные здания для коммерческих школ, которые, используя традиционную планировку клуатра, развивали ее, обогащая объемно-планировочное решение. Являясь важными градостроительными акцентами, они создавали новый городской облик. Архитектура зданий коммерческого образования Франции соответствовала основным тенденциям ее развития и формировала неподражаемый образ французского стиля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Spender J. C. Underlying Antinomies and Perpetuated Problems: An Historical View of The Challenges Confronting Business Schools Today // Working Paper. 1997.
2. Киреева Т. В. Университетский кампус — история возникновения и градостроительного развития (X—XIX в.) // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2012. Вып. 28(47). С. 263—269.
3. Киреева Т. В. Архитектура зданий коммерческого образования Российской империи. Н. Новгород: ННГАСУ, 2014. 166 с.
4. Барановский Г. В. Архитектурная энциклопедия второй половины XIX в. Том А. Просветительские учреждения. Университеты. СПб. Типография журнала «Строитель», 1904. 431 с.
5. Renouard A. Histoire de l'École supérieure de commerce de Paris // Raymond Castell éditions. 1999. № 1. P. 3—17.
6. Лукомский Г. К. Прогулки по старым кварталам Парижа. СПб.: Издательство Г. К. Лукомский, 1916. 146 с.
7. Жан-Ги Диего. Ранние работы Эжена Леоте — теоретика бухгалтерского учета // История финансов и учета / пер. с англ. Д. А. Львовой. 2011. С. 280—295.
8. Cimaud L. Histoire de l'liberte d enseignement en France. Paris, 1946. 413 p.
9. Бризон П. История труда и трудящихся. Петербург, 1921. 447 с.
10. Бизнес-образование: программы, технология, организация / под общ. ред. С. Р. Филоновича. М.: Изд. Дом ГУ ВШЭ, 2004. С. 17.
11. Hottin C. Les Dilices di Campus. Tpoes grandes scoles parisiennes fase a leur transfert (1950—1980). Paris, 2004. P. 267—293.

© Киреева Т. В., 2016

Поступила в редакцию
в июне 2016 г.

Ссылка для цитирования:

Киреева Т. В. Архитектура зданий коммерческого образования Франции XIX в. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 248—258.

Об авторе:

Киреева Татьяна Валентиновна — канд. филос. наук, доцент, доцент кафедры ландшафтной архитектуры, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ). Российская Федерация, 603950, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65, tkireeva2005@yandex.ru

T. V. Kireeva

ARCHITECTURE OF BUILDINGS OF BUSINESS EDUCATION IN FRANCE IN XIX CENTURY

The author considers and for the first time describes in the domestic theory the architecture of French commercial schools in XIX century – Higher School of Commerce, which has its characteris-

tic architectural model — cloister as a traditional form of educational buildings in France. The main directions of the development of the architecture of educational building in line with the common trend of the development of the architecture of the late Renaissance and early Baroque French are shown.

Key words: architecture of buildings of business education, ESCP Europe, cloister, architectural and planning model for the formation of the object.

REFERENCES

1. Spender J. C. Underlying Antinomies and Perpetuated Problems: An Historical View of The Challenges Confronting Business Schools Today. *Working Paper*. 1997.
2. Kireeva T. V. [University campus — the history of its creation and city-planning development (X—XIX centuries)]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2012, iss. 28(47), pp. 263—269.
3. Kireeva T. V. *Arkhitektura zdaniy kommercheskogo obrazovaniya Rossiiskoi imperii* [Architecture of commercial education buildings in the Russian Empire]. Nizhniy Novgorod, NNSUACE Publ., 2014. 166 p.
4. Baranovskii G. V. *Arkhitekturnaya entsiklopediya vtoroi poloviny XIX v. Tom A. Prosvetitel'skie uchrezhdeniya. Universitety* [Architectural encyclopedia of the second half of XIX century. Volume A. Educational institutions. Universities]. Saint Petersburg, Printing House of the "Stroitel" magazine, 1904. 431 p.
5. Renouard A. Histoire de l'École supérieure de commerce de Paris. *Raymond Castell éditions*, 1999, no. 1, pp. 3—17.
6. Lukomskii G. K. *Progulki po starym kvartalam Parizha* [Walks in old residential quarters of Paris]. Saint Petersburg, Publishing house of G. K. Lukomskii, 1916. 146 p.
7. Jean-Guy Diego. Early works by Eugène Leote — a theorist of financial accounting. *Istoriya finansov i ucheta* [History of finance and accounting]. 2011. Pp. 280—295.
8. Cimaud L. *Histoire de l'enseignement en France*. Paris, 1946. 413 p.
9. Brizon P. *Istoriya truda i trudyashchikhsya* [The history of labor and workers]. Saint Petersburg, 1921. 447 p.
10. Filonovich S. R. (ed.). *Biznes-obrazovanie: programmy, tekhnologiya, organizatsiya* [Business education: programmes, technology, organization]. Moscow, GU VShE Publishing House, 2004. P. 17.
11. Hottin C. *Les Dilices di Campus. Tpoes grandes scoles parisiennes fase a leur transfert (1950—1980)*. Paris, 2004. P. 267—293.

For citation:

Kireeva T. V. [Architecture of buildings of business education in France in XIX century]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 248—258.

About author:

Kireeva Tat'yana Valentinovna — Candidate of Philosophy, Docent, Docent of Landscape Architecture Department, Nizhnii Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering. 65, Il'inskaya st., Nizhnii Novgorod, 603950, Russian Federation, tkireeva2005@yandex.ru

УДК 728.3(470.45)

И. В. Черешнев, Н. В. Черешнева

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА г. ВОЛГОГРАДА

Исследуется эволюция развития многоэтажного жилища г. Волгограда. Внимание акцентируется на аспектах планировочной организации жилой застройки.

К л ю ч е в ы е с л о в а: жилище, застройка, эволюция, планировочная структура.

Эволюция развития городского жилища дает много как положительных, так и отрицательных примеров организации жилой среды. Примером становления и развития многоэтажного жилища города может служить г. Волгоград. Выбор Волгограда в качестве поля исследования обусловлен существованием исторически сложившейся структуры функционально-пространственных зон, где представлены самые разнообразные типы жилой застройки. Волгоград является классическим примером линейной планировочной композиции. Он проектировался как архитектурно-пространственная система, состоящая из пяти комплексных планировочных районов. Все они расположены вдоль берега Волги с зелеными разрывами между собой, формированием вокруг крупных промышленных узлов. Протяженность городской территории с севера на юг в последние годы достигла почти 90 км. Протяженность городской застройки с востока на запад значительно меньше.

Исследуя современное состояние функционально-планировочной структуры Волгограда можно выделить пять основных этапов ее формирования, заложивших основу типологии жилых образований (рис. 1, 2, 3).

Первый этап (1900—1942 гг.) характерен формированием жилых кварталов центральной части города и рабочих поселков, получивших свое развитие при создании новых промышленных зон [1, 2].

Сегодня, оценивая жилую среду многоэтажного жилого фонда этого периода, можно констатировать, что лишь незначительная часть жилой застройки сохранилась до наших дней. Главным образом это восстановленные в послевоенный период отдельные здания, ставшие опорой для формирования новой планировочной структуры жилых кварталов. Немногочисленные сохранившиеся архивные материалы позволяют создать картину жилого фонда, относящегося к этому периоду. Анализ этих материалов позволяет выделить две формы организации жилой среды.

В центральной части, сформировавшейся в дореволюционный период, преобладала квартальная застройка, территория которой заполнялась участками частного землевладения. Исследования, проведенные в работе [3], показывают, что одним из признаков, объединяющих квартальную застройку конца XIX — начала XX века, является принцип формирования жилой застройки на основе сохранения границ первоначальных дворовых мест. В качестве основного планировочного модуля использовался городской квартал прямоугольной формы 130 × 260 м (60 × 120 саженей). Застройка кварталов делилась на дворовые места граждан с размерами в плане 10 × 64; 21,3 × 64; 43 × 64 м. Площади и конфигурация дворовых мест формировались за счет

деления квартала вдоль длинной стороны пополам, а затем поперек, перпендикулярно к улицам. Большая часть частных домовладений размещалась вдоль длинных сторон. Застройка дворового участка происходила постепенно. Вначале возводились каменные или деревянные жилые дома, которые выносились на красные линии, затем застраивалось остальное дворовое пространство — сооружались сараи, мастерские, погреба, флигели и т. п. Участки частного домовладения делились, уплотнялись, к ним присоединялись соседние участки, которые покупались и продавались.



Рис. 1. Структурно-типологический анализ массовой жилой застройки г. Волгограда: а — схема функционального зонирования; б — схема зонирования жилой территории по времени застройки

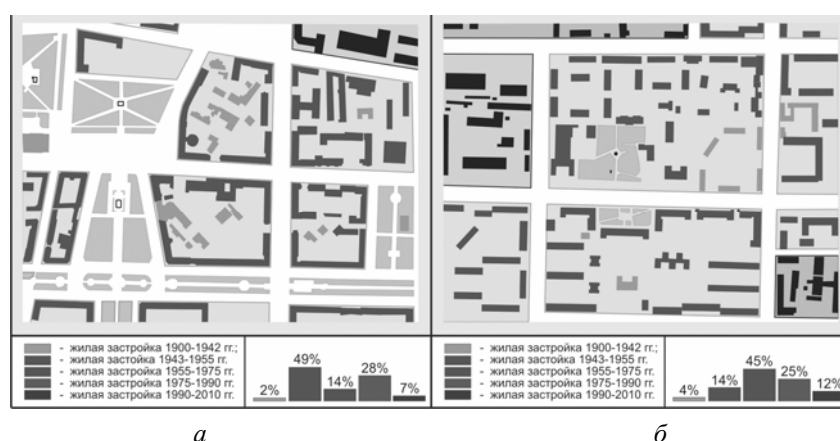


Рис. 2. Анализ историко-градостроительной структуры фрагмента жилой застройки Центрального (а) и Ворошиловского (б) районов г. Волгограда



Рис. 3. Анализ развития архитектурно-планировочной структуры многоэтажной жилой застройки г. Волгограда

Характер жилой застройки в Царицыне этого периода отличался социальными контрастами. Жилая застройка делилась на привилегированную и общую. Кварталы привилегированной жилой территории застраивались благоустроенными кирпичными особняками, принадлежавшими гражданам различных сословий, но в основном купеческой и заводской аристократии, а также домами для сдачи в наем одному или нескольким квартиросъемщикам. Планировочная структура жилых зданий основана на применении анфиладных и заль-

ных схем. Общая территория, в которой проживали рабочие городских промышленных предприятий, застраивалась деревянными бараками, с полным отсутствием какого-либо благоустройства [1, 2]. Средняя этажность застройки не превышала двух этажей. Величина кварталов колебалась от 1 до 6 га и отличалась высокой плотностью — 6000 м²/га, которая достигалась главным образом высоким процентом застройки участка землевладения, доходившим до 45 %. Все это создавало определенные трудности санитарно-гигиенического характера — ухудшение инсоляции и аэрации жилых пространств.

В периферийных районах планировочная структура жилых территорий складывалась под влиянием развития промышленности Царицына. Прохождение через Царицын основных транспортных торговых путей спровоцировало в конце XIX века строительство многих промышленных предприятий, повлекшее за собой развитие территорий к югу и северу от центра города. Застройка территорий осуществлялась комплексно. Одновременно с возведением основных цехов строили жилые и общественные здания. Примером развития жилых территорий этого периода может служить поселок завода ДЮМО (с 1921 г. — завод «Красный Октябрь») [4].

В 20—30-е гг. XX в. развитие жилых поселений осуществляется на основе воплощения принципов социалистического расселения. Концепция «соц-город» подразумевала создание компактных жилых комбинатов (коммун) при крупных промпредприятиях. Сталинград стал городом, в котором были на практике реализованы основные принципы социалистического расселения. Наиболее эффективными для применения оказались схемы функционально-поточной системы Н. Милютина, разработанные для создания поселка при Сталинградском тракторном заводе [4—7]. Территория кварталов рабочего поселка застраивается жилыми домами, предназначенными для массового заселения и коммунального проживания в квартирах. В некоторых районах площадь кварталов достигает до 13 га, как например в сохранившемся до нашего времени Нижнем поселке ВГТЗ. Плотность застройки составляет 7000 м²/га. Средняя этажность достигает трех этажей при общем снижении процента застройки территории квартала до 20 %. В годы первых пятилеток социалистического строительства разрабатываются основные принципы решения комплексной застройки квартала. Появляется возможность увеличения площади общественного дворового пространства и, как следствие этого, улучшения экологического и социального состояния данной территории. Большая часть довоенной застройки сохранилась в центральной и северной частях города. Многие из сохранившихся зданий представляют собой архитектурно-художественную и градостроительную ценность и находятся под охраной государства.

Второй этап (1943—1955 гг.) — восстановление сохранившихся отдельных многоэтажных жилых зданий довоенной постройки и формирование нового планировочного каркаса жилой застройки как в центральных районах, так и в периферийных. На втором этапе жилищного строительства применялась застройка нескольких типов, отличающихся друг от друга временем постройки, этажностью, характером расселения жильцов, технологией возведения. С 1948 по 1952 гг. были выпущены первые типовые проекты двух-, трехэтажных кирпичных жилых домов, которые в настоящий момент определяют квартальную застройку многих мест города. Сегодня этот тип застройки имеет наибольшую

степень физического и морального износа и требует замены на современные более экономичные и комфортабельные типы многоэтажного жилища [1, 8].

В эти же годы идет активная реконструкция и восстановление центра города. Меняется планировочная структура, увеличивается площадь кварталов (1...12 га), средняя этажность (4—7 эт.), а также процент застройки (35 %). Плотность застройки в некоторых кварталах достигает 14 500 м²/га. При формировании кварталов центральной части города применялась главным образом периметральная застройка. Этот тип застройки характерен тем, что жилые и общественные здания размещаются вдоль красных линий улиц, ограничивающих квартал. Жилые и общественные здания, формирующие эту застройку, создавались по индивидуальным проектам, выполненным по классическим канонам архитектурной композиции. Планировочная структура жилых квартир позволяла осуществлять как поквартирное проживание, так и коммунальное расселение жильцов. Архитектурно-конструктивные параметры жилых домов этого периода — площадь и высота жилых помещений позволили достигнуть высокого уровня комфортабельности.

Жилая застройка центра города объединила в себе основные градостроительные ансамбли, ставшие впоследствии визитной карточкой Волгограда. Примерами могут служить ансамбль Аллеи Героев, комплекс застройки улицы Советской, комплекс жилой застройки улицы Мира.

Третий этап (1955—1975 гг.) характеризуется развитием индустриальной жилой застройки с активным внедрением сборного железобетона. В этот период осуществляется переход от застройки улиц жилыми домами, выполненными по индивидуальным проектам, к комплексной застройке кварталов пятиэтажными кирпичными и панельными домами, построенными по типовым сериям. Главным критерием формирования многоэтажной жилой застройки этого периода является экономическая эффективность архитектурно-планировочных решений и технологий производства объектов жилищного строительства.

Экономический аспект типового проектирования состоял в снижении стоимости строительства отдельной квартиры до уровня, соответствующего средним затратам при покомнатном заселении семьи в ранее строившихся полнометражных квартирах, площадь которых принималась преимущественно по верхним пределам действующих нормативов. Планировочные решения квартир первого этапа типового домостроения (1959—1963 гг.) определялись жестким нормированием соотношения жилой и полезной площади: в однокомнатных квартирах 18 и 30 м²; в двухкомнатных 27 и 40 м²; в трехкомнатных 36 и 50 м². В основу функционально-планировочных решений зданий были приняты четырехквартирные унифицированные секции с различной номенклатурой однокомнатных, двухкомнатных и трехкомнатных квартир (серии 1-464, 1-335, 1-447 и др.). Второй этап развития типового жилищного строительства (1964—1970 гг.) осуществлялся по типовым проектам второго поколения. С 1964 г. были проведены корректировки типовых проектов и разработаны улучшенные серии с увеличенной площадью жилых помещений. Изменилась планировка квартир, было сокращено число проходных комнат, увеличена площадь подсобных помещений, применены санитарные узлы раздельного типа во всех квартирах. В этих проектах номенклатура квартир увеличилась до восьми типов и была разделена на две группы — большие и ма-

лые. Все это позволило улучшить расселение семей различного состава, учитывая демографические показатели регионов строительства [9, 10, 11].

В первые годы применения типовых жилых зданий началась перестройка всей градостроительной системы. Уменьшение комфортности проживания при жестком нормировании площади квартир в домах пятиэтажной типовой застройки предполагало, что недостающее жилое пространство в доме житель получит в виде благоустроенной территории, которая станет продолжением квартирного пространства. Для реализации намеченных планов было решено увеличить площадь кварталов от 7...8 до 12...16 га и провести разделение их территорий по функциональному назначению. При общем увеличении средней этажности до 5...9 этажей процент застройки территории квартала составлял 20 %, а плотность застройки в некоторых кварталах доходила до 9000 м²/га.

Для удовлетворения новых градостроительных требований в период становления индустриального жилищного строительства получает широкое применение «строчная» застройка. Строчная застройка возникла из стремления поставить все жилые дома в одинаковые условия в отношении инсоляции, проветривания и взаимосвязи с внутриквартальными пространствами и транспортными магистралями. Однако, обладая определенными гигиеническими преимуществами, появление строчной застройки создало некоторые трудности в архитектурном решении улицы, на которую в этом случае выходят торцы домов. Дворовые пространства, открытые на магистрали с общегородским транзитным движением, были подвержены повышенному шумовому воздействию, что создавало условия для излишней утомляемости жителей. Кроме того, определенных нареканий заслуживает созданная система внутриквартальных проездов и пешеходного движения. Ширина и протяженность проездов, площадь разъездных площадок и автостоянок, отсутствие тротуаров — все это сегодня создает большие проблемы как для внутриквартального движения автотранспорта, так и для безопасности пешеходов. Кварталы строчной застройки получили развитие во многих районах города, но к наиболее характерным примерам можно отнести застройку кварталов № 103 и 104 Ворошиловского района.

Четвертый этап (1975—1990 гг.) жилищного строительства можно рассматривать как новый качественный период застройки города. В этот период осваиваются новые приемы проектирования на основе использования не типовых домов, а разнообразных типовых блок-секций. Блок-секционная система методически обеспечивала вариантную компоновку индивидуальных жилых образований, отличающихся протяженностью, конфигурацией, этажностью. Планировочные решения квартир этого периода типового домостроения становятся более комфортными для горожан. Улучшение качества жилой среды проявляется прежде всего в увеличении номенклатуры квартир. Появляются различные типы четырех-, пятикомнатных квартир. Наибольшее распространение получили типовые проекты серии 90. В составе серии запроектировано более 180 типовых проектов домов и блок-секций. В номенклатуру были включены блок-секции различной конфигурации — рядовые, торцевые, поворотные и угловые с внутренними или внешними углами поворота 135 и 90° [9, 13].

С 1970 гг. основным структурно-планировочным элементом городской застройки становится микрорайон. Его принципиальным отличием от тради-

ционных приемов квартальной застройки стало укрупнение планировочного модуля застройки с одновременной минимизацией транспортных магистралей и предпочтительным размещением их исключительно по периметру проектируемого участка. С повышением этажности до девяти, шестнадцати этажей соответственно увеличилась площадь жилых образований с 15 до 45 га. Микрорайон, представляя собой модель градостроительной организации пространства, построен на сочетании двух систем: оптимального жилища и эффективного обслуживания. Пространство микрорайона разделялось по функциональному принципу. Жилые дома объединялись в группы различной конфигурации с примыкающими площадками для отдыха, детских игр, занятий спортом и хозяйственных нужд. В зависимости от площади внутригруппового пространства и этажности жилых домов выделялись территории для размещения детских дошкольных учреждений и школ. Наряду со всеми экономическими и социальными достоинствами подобных жилых образований многоэтажная застройка создавала определенный дискомфорт для жителей этих микрорайонов. Прежде всего критика касалась вопросов масштабности созданной жилой среды. Утрата «человеческого» масштаба привела к тому, что все задуманные открытые озелененные пространства так и остались бесхозными пустырями, приведшими к социальной бесконтрольности, равнодушию и беспорядку [1, 12]. С учетом изложенных принципов была осуществлена застройка микрорайонов № 101 и 102 в Центральном районе, крупных жилых массивов поселков Спартановка, микрорайонов Красноармейского и Дзержинского района.

Пятый этап (1990—2010 гг.) стал периодом адаптации нормативных требований и всей инфраструктуры жилищного строительства к политическим и социальным переменам в стране. Комфортность жилья становится той категорией качества, которая определяется видом финансирования, а превышение нормативных стандартов зависит от возможностей заказчика. В итоге произошло сокращение строительства домов типовых серий и переход к разработке индивидуальных проектов, учитывающих экономическую составляющую в появлении новых социальных групп и слоев. Критерии качества жилой среды начинают размываться в ходе усложнения планировочной структуры жилых зданий. Активно развивается процесс расширения типологии жилых зданий, изменяется их функциональная и архитектурно-конструктивная структура. Появляются многофункциональные жилые комплексы с развитой системой обслуживания. Жилые дома строят переменной этажности с большими террасами и фасадами со сплошным остеклением. Появление новых высотных жилых комплексов сопровождается применением различных систем монолитного домостроения. Развитие прогрессивных методов возведения зданий позволило расширить номенклатуру типов применяемых квартир, отдавая предпочтение квартирам со свободной планировкой и многоуровневым зонированием.

Начиная с середины 1990 гг. появляются первые многоэтажные объекты элитного жилья. Именно в эти годы появился рынок недвижимости, квартиры стали свободно продаваться и покупаться, начали разворачиваться первые частные строительные проекты. В этот период жилая застройка формировалась в условиях спада темпов жилищного строительства девяностых годов XX века, связанного с распадом плановой экономики и развитием рыночных

механизмов строительства городского жилища [6]. Основная часть жилого фонда возводилась в уже сложившихся жилых образованиях — кварталах и микрорайонах центра города. Новое жилищное строительство осуществляется путем внедрения в междомовое пространство существующих жилых образований точечных высотных жилых зданий. В этих условиях идет процесс нарушения или упрощения требований строительного нормирования. Так, свободное расстояние между многоэтажными домами, а соответственно и площадь дворового пространства значительно сократились. Высота домов возросла до 20...25 этажей. Процесс уплотнения жилой застройки города привел к ухудшению условий инсоляции существующих зданий и территорий, уменьшению озелененных пространств, увеличению количества автотранспорта, загрязнению среды и чрезмерной скученности населения.

В эти годы начинается застройка прибрежных территорий города и геологически опасных зон, которые ранее исключались из строительства, т. е. застраиваются овраги и природные балки, их склоны. Все это негативным образом сказывается на гидрологическом состоянии этих территорий. В результате в жилых и общественных зданиях, расположенных рядом с высотными, наблюдаются трещины. С течением времени эти дома переходят в разряд аварийного жилого фонда и требуют значительных материальных затрат на их ремонт или демонтаж.

В результате проведенного функционально-пространственного анализа типологии многоэтажного жилища г. Волгограда было выявлено, что несмотря на эпоху создания многоэтажной жилой застройки, здания и жилые образования — кварталы, микрорайоны — имеют различные показатели качества. Их всесторонняя оценка показала, что наряду с положительными примерами планировочной композиции жилых массивов во многих случаях градостроительное качество архитектурно-планировочных решений жилых зданий и застройки остается малоудовлетворительным. Меняются социальные и экономические условия, но, увы, критерии оценки качества жилых пространств, отвечающих за безопасность и комфортность проживания, остаются неизменными. Поэтому именно многоэтажное жилище должно стать индикатором социального и экономического развития города, так как только качественная архитектура жилых зданий и застройки сможет пройти экспертизу времени и стать в перспективе устойчивой к меняющимся условиям развития городской среды, а главное остаться доступной для горожан, являющимися основными потребителями всех тех благ, которые мы вкладываем в понятие «современная урбанизация».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атопов В. И., Масляев В. Е., Липявкин А. Ф. Волгоград. М.: Стройиздат, 1985. 215 с.
2. Свод историко-архитектурного наследия Царицына-Сталинграда-Волгограда (1589—2004 гг.) / С. А. Аргасцева, Л. В. Гуренко, Е. П. Жорова, П. Е. Захаров, Р. Г. Исакова, И. А. Омельченко, И. В. Полуэктова, Е. А. Стяжкова, А. И. Фридрихсон. Волгоград: Панорама, 2004. 240 с.
3. Перехоженцев А. Г., Дроботов Г. В. Архитектурно-планировочные возможности реконструкции жилых пятиэтажных кирпичных домов серии I-447 // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2005. Вып. 5(17). С. 165—168.
4. Донцов Д. Г., Игнатьев В. А., Юшкова Н. Г. Концепции регулирования использования и застройки территории Царицына — Сталинграда — Волгограда. М.: Стройиздат, 2003. 488 с.

5. Антюфеев А. В., Птичникова Г. А. Рождение соцгорода: проект планировки Сталинграда 1929—1933 гг. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2013. Вып. 33(52). С. 184—193.
6. Lavrov L., Semencov S. Globalization in architecture: three examples from Saint-Petersburg // World Applied Sciences Journal. 2013. Т. 23. № 13. С. 25—30. DOI: 10.5829/idosi.wasj.2013.23.pac.90006.
7. Олейников П. П. Архитектурное наследие Сталинграда. Волгоград: Издатель, 2012. 560 с.
8. Меерович М. Г. Государственная расселенческая и градостроительная политика. 1917 — начало 1930-х гг. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2013. Вып. 31(50). Ч. 1. Города России. Проблемы проектирования и реализации. С. 284—290.
9. Жданова И. В. Методы повышения качества многоквартирного жилья эпохи позднего социализма // Интернет-Вестник ВолГАСУ. 2013. Вып. 1(25). Ст. 5. URL: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=4&coverno=90>
10. Орельская О. В. Архитектура г. Балахны 20—30-х гг. XX в. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2013. Вып. 31(50). Ч. 1. Города России. Проблемы проектирования и реализации. С. 291—299.
11. Самогоров В. А., Рыбачева О. С. Реконструкция исторической части Самары с учетом сложившихся границ участков землепользования (дворовых пространств) // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2013. Вып. 31(50). Ч. 1. Города России. Проблемы проектирования и реализации. С. 300—304.
12. Черешнев И. В. Применение альтернативных систем энергообеспечения при реконструкции индустриальных жилых зданий первых массовых серий // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2005. Вып. 5(17). С. 183—187.

© Черешнев И. В., Черешнева Н. В., 2016

Поступила в редакцию
в сентябре 2014 г.

Ссылка для цитирования:

Черешнев И. В., Черешнева Н. В. Этапы развития жилищного фонда г. Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 259—268.

Об авторах:

Черешнев Игорь Владимирович — канд. арх., доцент, профессор кафедры дизайна и монументально-декоративного искусства, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолГАСУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, tchereshnev@rambler.ru

Черешнева Нурия Варисовна — доцент кафедры урбанистики и теории архитектуры, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолГАСУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, tchereshnev@rambler.ru

I. V. Chereshev, N. V. Cheresheva

THE STAGES OF THE DEVELOPMENT OF MULTISTOREY DWELLING IN VOLGOGRAD

The evolution of the development of multistorey dwelling in Volgograd is studied. The attention is focused on the aspects of space planning of residential development.

Key words: dwelling, residential development, evolution, space planning.

REFERENCES

1. Atopov V. I., Maslyayev V. E., Lipyavkin A. F. *Volgograd* [Volgograd]. Moscow, Stroiizdat Publ., 1985. 215 p.
2. Argastseva S. A., Gurenko L. V., Zhorova E. P., Zakharov P. E., Iskakova R. G., Omel'chenko I. A., Poluektova I. V., Styazhkova E. A., Fridrikhsen A. I. *Svod istoriko-arkhitekturnogo naslediya Tsaritsyna-Stalingrada-Volgograda (1589—2004 gg.)* [Code of historical and architectural heritage of Tsaritsyn-Stalingrad-Volgograd (1589—2004)]. Volgograd, Panorama Publ., 2004. 240 p.
3. Perekhzhentsev A. G., Drobotov G. V. [Architectural and design potential of reconstructing residential five-storied brick buildings of series I-447]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2005, iss. 5(17), pp. 165—168.
4. Dontsov D. G., Ignat'ev V. A., Yushkova N. G. *Kontseptsii regulirovaniya ispol'zovaniya i zastroyki territorii Tsaritsyna — Stalingrada — Volgograda* [Concepts of regulation of use and development of the territory of Tsaritsyn — Stalingrad — Volgograd]. Moscow, Stroiizdat Publ., 2003. 488 p.
5. Antyufeyev A. V., Ptichnikova G. A. [The creation of a social city: development plan of Stalingrad in 1929—1933]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2013, iss. 33(52), pp. 184—193.
6. Lavrov L., Semencov S. Globalization in architecture: three examples from Saint-Petersburg. *World Applied Sciences Journal*, 2013, 23(13), pp. 25—30. DOI: 10.5829/idosi.wasj.2013.23.pac.90006.
7. Oleinikov P. P. *Arkhitekturnoe nasledie Stalingrada* [Architectural heritage of Stalingrad]. Volgograd, Izdatel' Publ., 2012. 560 p.
8. Meerovich M. G. [State settlement and urban development policy. 1917 — the early 1930s]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2013, iss. 31(50), part. 1, pp. 284—290.
9. Zhdanova I. V. [Methods of improvement of quality of urban multifamily dwelling built in the period of late socialism]. *Internet-Vestnik VolGASU*, 2013, iss. 1(25), paper. 5. URL: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=4&coverno=90>
10. Orejskaya O. V. [The architecture of the city of balakhna in 1920—1930s]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2013, iss. 31(50), part. 1, pp. 291—299.
11. Samogorov V. A., Rybacheva O. S. [Reconstruction of the historical part of Samara taking into account the developed borders of sites of land tenure (domestic spaces)]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2013, iss. 31(50), part. 1, pp. 300—304.
12. Chereshev I. V. [The application of alternative power-supplying systems while reconstructing industrial residential buildings of “the first series”]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2005, iss. 5(17), pp. 183—187.

For citation:

Chereshev I. V., Cheresheva N. V. [The stages of the development of multistorey dwelling in Volgograd]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2016, iss. 46(65), pp. 259—268.

About authors:

Chereshev Igor' Vladimirovich — Candidate of Architecture, Docent, Professor of Design and Monumental and Ornamental Art Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, tchereshev@rambler.ru

Cheresheva Nuriya Varisovna — Docent of Urban Development Department, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering (VSUACE). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, tchereshev@rambler.ru

ОТ РЕДКОЛЛЕГИИ

«Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета» со второго полугодия 2007 г. временно выходит в одной серии «Строительство и архитектура», по 4 выпуска ежегодно.

Журнал включен в Перечень ведущих научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук, утвержденный ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации.

Библиографические сведения о публикациях в журнале, пристатейные списки литературы и полные тексты статей представлены в **Российском индексе научного цитирования (РИНЦ)** на сайте Научной электронной библиотеки www.elibrary.ru.

«Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия «Строительство и архитектура» входит в базу данных **Ulrich's Periodicals Directory** американского издательства Bowker, являющуюся самой крупной базой, описывающей мировой поток сериальных (периодических и продолжающихся) изданий. Активно используется научными учреждениями для анализа мирового потока сериальных изданий.

Серия включена в базу данных **DOAJ — Directory of Open Access Journals** (Директория журналов открытого доступа) научной библиотеки университета г. Лунд (Швеция), www.doaj.org, обеспечивающую открытый доступ к полнотекстовым материалам научных и академических журналов на различных языках, поддерживающих систему контроля качества публикуемых статей.

Требования к оформлению статей и сопроводительных материалов. Статью необходимо представить на электронном носителе и в распечатанном виде (2 экз.) в сопровождении заполненного автором *лицензионного договора* (2 экз.) (скачать бланк по адресу <http://www.vgasu.ru/attachments/ld-blank.pdf>), *анкеты* согласия автора на доступ к его персональным данным неограниченного круга лиц (скачать бланк по адресу <http://www.vgasu.ru/attachments/pdsog.pdf>), *выписки из протокола* заседания кафедры и одной *рецензии*. К статьям прилагается экспертное заключение о возможности опубликования в открытой печати. Все сопроводительные документы представляются на бумажных носителях в оригинале.

В *отдельном файле* помещаются сведения об авторах на русском и английском языках, а также кириллицей и латиницей в полном соответствии с данными в заполненном бланке *анкеты* (см. выше): фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, звание, должность, место работы; наименование и код научной специальности (по Номенклатуре), по которой автор проводит диссертационное исследование; почтовый адрес, телефон и адрес электронной почты.

В статье приводятся: *индекс УДК*; на *русском и английском языках*: фамилия и инициалы автора, заглавие, аннотация (на русском языке до 500 знаков, на английском — от 500 знаков до целой страницы), *ключевые слова*. Текст статьи завершается личной подписью автора (соавторов).

Объем статьи — от 10 с. установленного формата «Вестника» (см. ниже), включая название, аннотации, ключевые слова, текст, таблицы, рисунки, библиографический список. Последняя страница считается полной независимо от фактического заполнения.

Оригинал статьи должен быть набран с помощью пакета программ *Microsoft Office (Word 2003)*; шрифт *основного текста* — Times New Roman (Сур) № 11 (11 пунктов). Параметры страницы — поля, см: верхнее — 3,7; нижнее — 4,5; левое — 2,0; правое — 6,0; переплет — 0, поля зеркальные. Расстояние от края до верхнего колонтитула, см — 3,0, от края до нижнего колонтитула — 3,7. Абзацный отступ равен 0,75 см. Межстрочный интервал одинарный. Автоматически устанавливаются переносы (не более 4 подряд в одном абзаце). Автоматически устанавливается запрет висячих строк.

Для *набора формул* используется редактор формул *Microsoft MathType 5*; по умолчанию устанавливаются размеры шрифта для одно- и двухстрочных формул: обычного — 11 пт, крупного и мелкого индекса — соответственно 8 и 6 пунктов, крупного и мелкого символа — соответственно 16 и 11 пунктов. Греческие и русские буквы набираются прямым шрифтом, латинские — курсивом. Если написание в формулах отличается от традиционного, автор должен сделать соответствующие пометки на полях распечатанной статьи, при этом греческие буквы обводятся красным карандашом, готические — синим. Формулы выключаются в левый край с абзацным отступом. Запись формулы выполняется автором с использованием всех возможных способов упрощения и не должна содержать промежуточные преобразования.

Векторные рисунки, сохраненные в формате WMF, *растровые* — в TIF или BMP; *графики и диаграммы*, построенные в *Microsoft Excel*, а также *рисунки*, созданные в *Corel Draw 12* или *AutoCAD 2006* и сохраненные в оригинальном формате, дополнительно помещаются на электронный носитель отдельными файлами. Имя файла должно соответствовать наименованию или номеру рисунка в тексте статьи. Кроме того, *иллюстрации* обязательно присылаются распечатанными на отдельных листах формата A4 в масштабе 1:1, в пригодном для сканирования виде. Размер шрифта текста в рисунках — 9-10 пт. *Подписи к рисункам* выполняются непосредственно в тексте статьи шрифтом Times № 10 (10 пт), экспликация в подрисунковой подписи — Times № 9 (9 пт). Для сжатия больших файлов использовать архиваторы *Arj* и *WinZip*, *WinRAR*.

Цветные и черно-белые фотографии присылать в оригинальном виде с подписями на обороте. Цифровые фотографии выполнять с разрешением не менее 300...600 dpi, присылать в электронном виде в любом графическом формате, кроме .jpg.

Текст *таблиц* набирается шрифтом Times New Roman (Сур) № 10 (10 пунктов).

Пристатейные *библиографические списки* размещаются после основного текста статьи.

В библиографическом списке приводится только цитируемая в статье литература. Библиографический список должен состоять не менее чем из 15 статей в научных журналах, из них 8 — иностранные. Источники группируются в списке в порядке упоминания в тексте. Ссылки на источники приводятся в тексте в квадратных скобках (запрещается использовать ссылки-сноски для указания источников). В библиографическую запись включаются только основные элементы библиографического описания (ГОСТ 7.0.5–2008). Разделительные знаки «тире» между областями опускаются. Шрифт Times New Roman (Сур) № 9 (9 пунктов). Язык библиографических записей соответствует языку описываемых источников.

Библиографический список приводится дважды. Во втором варианте все русскоязычные библиографические записи приводятся в переводе на английский язык, записи на других языках просто повторяются.

Авторы статей несут всю полноту ответственности за содержание статей и за сам факт их публикации. Редакция журнала не несет никакой ответственности перед авторами и/или третьими лицами и организациями за возможный ущерб, нанесенный публикацией статьи. Редакция исходит из того, что, в соответствии с законодательством в части авторского права, автор, направляя статью в редакцию, полностью соглашается с условиями редакции и, следовательно, только сам лично несет ответственность за использование в тексте статьи материалов третьих лиц и соблюдение их авторских прав. Все права автора и вся полнота его ответственности сохраняются и после публикации статьи в журнале.

Статьи проверяются на оригинальность с помощью системы «Антиплагиат». Требуемая оригинальность — не менее 80 %.

Порядок рецензирования. Статьи обсуждаются редколлегией, рецензии, поступившие в сопроводительных материалах, учитываются. Статьи могут быть направлены редакцией на дополнительную внутреннюю или внешнюю экспертизу (рецензирование) и опубликованы только при положительном заключении. Имена авторов и рецензентов друг другу не сообщаются. Копия заключения предоставляется автору.

Статьи, не отвечающие изложенным требованиям, редколлегией не принимаются. Материалы, не принятые к опубликованию, авторам не высылаются.

Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения текста. Корректур статей авторам не предоставляется. Согласование редакционных и авторских изменений текста статьи (переписка, тел. переговоры) производится за счет автора.

Гонорар за опубликование статьи не выплачивается, плата за публикацию статей с аспирантов не взимается.

КОМПЛЕКТОВАНИЕ ОЧЕРЕДНОГО НОМЕРА ЗАВЕРШАЕТСЯ ЗА 3 МЕСЯЦА ДО ПЛАНИРУЕМОГО ВЫХОДА В СВЕТ.

Примерный график выпуска серии «Строительство и архитектура» — март (прием статей до 1 декабря); июнь (прием статей до 1 марта); сентябрь (прием статей до 1 июня); декабрь (прием статей до 1 сентября).

Тематические рубрики

Строительные конструкции, здания и сооружения. Основания, фундаменты, подземные сооружения. Строительная механика. Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение. Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов. Строительные материалы и изделия. Гидротехническое строительство. Гидравлика и инженерная гидрология. Технология и организация строительства. Безопасность жизнедеятельности и охрана труда в строительстве. Инновации в строительном производстве, интенсификация, энергосбережение и энергоэффективность. Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия. Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности. Градостроительство. Теория развития города. Управление инвестиционно-градоостроительной деятельностью. Экологические проблемы градостроительства. Информационные технологии в строительстве и архитектуре. Научно-методический раздел. Организация высшего образования в области строительства и архитектуры. Методика преподавания дисциплин строительного и архитектурного направлений в вузе. Хроника.

Подробная информация о журнале представлена на сайте ВолгГАСУ www.vgasu.ru, в разделе *Наука / Научные журналы / Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета* (сразу после подписания выпуска в печать на сайте публикуются титул и содержание; через месяц со дня выхода очередного номера из печати на сайте размещается его полнотекстовый файл).

Статьи направлять по адресу: 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, ком. Б-314а. (8442)-96-98-46. E-mail: vorobiov_51_vi@list.ru (ответственный секретарь журнала Владимир Иванович Воробьев).

Уточнить условия публикации статей и приобретения очередного номера журнала можно по тел. (8442)-96-98-46 у ответственного секретаря редсовета журнала Владимира Ивановича Воробьева.

За консультацией по вопросам подготовки авторского оригинала статьи к печати обращаться по адресу: 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, ком. В-210, редакционно-издательский отдел ВолгГАСУ. Тел. (8442)-96-98-28. E-mail: mariaapes@mail.ru.

Вниманию читателей и авторов!
«Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета»
временно выходит в одной серии

«СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА» (4 выпуска в год).

Подписной индекс по каталогу «Пресса России» 85343,

на Интернет-сайте агентства «Книга-Сервис» — E85343

(по электронному каталогу можно подписаться и на текущие номера).

По вопросу приобретения ранее вышедших номеров журнала
обращаться по тел. 8-(844-2)-96-98-46 к отв. секретарю редсовета *В.И. Воробьеву*

Продолжается прием статей в очередные выпуски
серий **«Политематическая»** и **«Строительная информатика»**

электронного сетевого научно-технического журнала **«ИНТЕРНЕТ-ВЕСТНИК ВолгГАСУ»**.

*Журнал включен в **Перечень** ведущих научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации,
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций
на соискание ученой степени доктора и кандидата наук,*

***утвержденный ВАК** Министерства образования и науки Российской Федерации.*

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства
в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия, свидетельство Эл № **ФС77-26286 от
17.11.06**, Международным центром ISSN, **ISSN 1994-0351**, перерегистрирован ФГУП НТЦ «Информре-
гистр», свидетельство № **594 от 20.10.11**, номер гос. рег. **0421200065** (на 2012 г.), включен в базу РИНЦ
(www.elibrary.ru).

Подробная информация на сайте журнала www.vestnik.vgasu.ru

«Интернет-вестник ВолгГАСУ» не является электронной версией печатного журнала.
Оба журнала содержат оригинальные публикации.

По вопросам публикации статей в научно-теоретическом журнале

«СОЦИОЛОГИЯ ГОРОДА»

обращаться к гл. редактору Б.А. Навроцкому по тел. 8-8442-96-99-25.

Подписаться на журнал можно по каталогу «Пресса России», подписной индекс **29507**

и по Интернет-каталогу на сайте агентства «Книга-Сервис», подписной индекс **E 29507**.

*Журнал включен в **Перечень** ведущих научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации,
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций
на соискание ученой степени доктора и кандидата наук,*

***утвержденный ВАК** Министерства образования и науки Российской Федерации.*

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства
в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия, свидетельство Эл № **ФС77-26286 от
17.11.06**, Международным центром ISSN, **ISSN 1994-0351**, включен в базу РИНЦ (www.elibrary.ru).

Подробная информация о журнале на сайте ВолгГАСУ по адресу: www.vgasu.ru
в разделе Наука / Научные журналы.

Научное издание

**ВЕСТНИК
ВОЛГОГРАДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

Научно-теоретический и производственно-практический журнал

**Серия: Строительство и архитектура
2016. Вып. 46(65)**

Редакторы *О. А. Шипунова, Н. Э. Фотина*
Перевод на английский язык *О. Ю. Юшко*
Компьютерная правка и верстка *А. Г. Сиволобова*
Компьютерный дизайн обложки *О. Ю. Мелешин*

Подписано в печать 30.08.2016. Формат 70 × 108/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.
Уч.-изд. л. 10,0. Усл. печ. л. 23,8. Тираж 500 экз. Заказ № 36

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет»
Редакционно-издательский отдел
Отдел оперативной полиграфии
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1