

Министерство образования и науки Российской Федерации

**ВЕСТНИК  
ВОЛГОГРАДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО  
УНИВЕРСИТЕТА**

**Выпуск**      **Серия: Строительство и архитектура**      **2018**  
**53(72)**      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

|                                                                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Евтушенко С. И., Текутов Е. Г., Полторак М. Н., Кучумов М. А.</b> Использование геометрических пространственных данных при обследовании опор канатной дороги              | 5  |
| <b>Евтушенко С. И., ШUTOва М. Н., Калафатов Д. А.</b> Анализ сходимости результатов опытов и результатов расчета МКЭ на примере конструкций плитного фундамента              | 15 |
| <b>Кузнецова С. В., Махова С. И., Степанова Е. А.</b> Влияние инженерно-геологических и тектонических условий на сейсмичность строительных площадок на территории Волгограда | 25 |
| <b>Саламов А. М., Габибов Ф. Г.</b> Исследование оползневых процессов на склоне Биби-эйбатской брахиантиклинали в Баку методом ВЭЗ                                           | 34 |

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

|                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Евстафьева Н. Ю., Акчури Т. К., Стефаненко И. В.</b> Полимерные системы гидроизоляционной и антикоррозионной защиты строительных материалов и конструкций          | 43 |
| <b>Положнов А. В., Дьякова Е. А.</b> Подходы к формированию самоуплотняющейся бетонной композиции с использованием комплексных метакраиновых и кремнеземистых добавок | 53 |
| <b>Положнов А. В., Дьякова Е. А.</b> Самоуплотняющийся высокопрочный бетон с кремнеземистой добавкой и метакраином                                                    | 59 |

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

- Алексиков С. В., Русанов М. И., Фоменко Н. А., Болдин А. И., Лескин А. И.** Обеспечение сохранности региональных дорог посредством введения весового контроля 66
- Девятков М. М., Вилкова Е. М., Слободенюк П. Ю.** Теоретические основы проектирования искусственных препятствий, изменяющих траекторию движения транспортных средств, для принудительного воздействия на скорость движения 72
- Лескин А. И., Гофман Д. И., Катасонов М. В., Вовко В. В., Скоробогатченко Д. А.** Использование местных отходов химической промышленности в составленных вяжущих 83
- Тиратурян А. Н., Тихонов П. О., Асланян Г. В.** Применение модели пропорциональных рисков для оценки эффективности технических решений при проектировании дорожных одежд 92

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ  
И ОСВЕЩЕНИЕ

- Усачев А. П., Шурайц А. Л., Бирюков А. В., Хомутов А. О.** Разработка математической модели расчета динамики засорения двухступенчатых фильтрующих картриджей природного газа механическими примесями в зависимости от изменения в них газодинамических потерь 100

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

- Курмангалиева А. Р., Набиев Р. А.** Модернизация технологии переработки осадка на канализационных очистных сооружениях г. Астрахани 113
- Меренцов Н. А., Бохан С. А., Лебедев В. Н., Персидский А. В., Балашов В. А.** Система централизованного сбора, переработки и утилизации отработанных травильных и гальванических растворов и шламов 123

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА

- Азаров В. Н., Козловцева Е. Ю., Азаров А. В., Добринский Д. Р., Милохова В. И., Стрельева А. Б., Тertiшников И. В.** О применении ГОСТ Р 56929—2016 при мониторинге пылевого загрязнения атмосферного воздуха городских территорий 132
- Алаева С. Н., Соколов И. И., Колышев Ю. Б., Мельникова Е. И., Иванова О. В.** Методология развития зонирования природного парка «Щербаковский» Волгоградской области 141
- Мельникова Е. И., Антонова Н. Н., Иванова О. В., Алаева С. Н., Соколов И. И.** Экоприемы формирования водно-природных пространств острова Сарпинского 149

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. ТЕОРИЯ РАЗВИТИЯ ГОРОДА

- Етеревская И. Н., Сиренко Н. В.** Ландшафтно-градостроительная организация рекреационных зон в структуре приречной территории города 157
- Иванова Н. В., Ганжа О. А., Прокопенко В. В.** Методология планирования ландшафтно-экологической устойчивости природных компонентов в виртуальной модели городской среды 167
- Коростелева Н. В., Ястребов И. Р., Моломина Д. П.** Вопросы интеграции промышленных территорий в городскую среду (на примере г. Волгограда) 176
- Хадави Могаддам Мохаммад Казем.** Зависимость формирования рациональной концепции жилищного строительства с учетом региональных и местных условий Ирана 188
- Цапаев Н. И., Косицына Э. С.** Оценка качества и значимости спортивных объектов в структуре г. Волгограда 197
- Чернявская Т. А., Лиманская Т. Н.** Возможности реконструкции современных городских парков на примере г. Волгограда 205

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

- Мащенко Е. А.** Типологические особенности формирования европейских и американских отелей конца XIX — начала XX века 216

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

- Мельникова О. Г., Косицына Э. С., Мельникова Е. А.** Формирование научно-производственной и спортивно-оздоровительной базы ВолГТУ в период реорганизации университетов 226

## Content

### BUILDING STRUCTURES, BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS. BASEMENTS, FOUNDATIONS. UNDERGROUND STRUCTURES

- Evtushenko S. I., Tekutov E. G., Poltorak M. N., Kuchumov M. A.** The use of geometric spatial data in the survey supports the cable car 5
- Evtushenko S. I., Shutova M. N., Kalafatov D. A.** Analysis of the convergence of the results of experiments and calculation results of the finite element method on the example of slab foundation designs 15
- Kuznetsova S. V., Makhova S. I., Stepanova E. A.** Influence of engineering-geological and tectonic conditions for seismicity of the territory of Volgograd 25
- Salamov A. M., Gabibov F. G.** Research of landslide processes at the Bibieybat brachyanticline slope in Baku using electrical prospecting method 34

### BUILDING MATERIALS AND ARTICLES

- Evstaf'eva N. Yu., Akchurin T. K., Stefanenko I. V.** Polymer systems of waterproofing and corrosion protection of building materials and structures 43
- Polozhnov A. V., D'yakova E. A.** Approaches to the formation of self-compacting concrete compositions using complex metakaolin and siliceous additives 53
- Polozhnov A. V., D'yakova E. A.** Self-compacting high-strength concrete with silica supplement and metakaolinite 59

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

- Aleksikov S. V., Rusanov I. M., Fomenko N. A., Boldin A. I., Leskin A. I.** Ensuring the safety of regional roads by the introduction of weight control 66
- Devyatov M. M., Vil'kova I. M., Slobodenyuk P. Yu.** The theoretical basis for the design of artificial obstacles changing the trajectory of vehicles for forced impact on speed of movement 72
- Leskin A. I., Gofman D. I., Katasonov M. V., Vovko V. V., Skorobogatchenko D. A.** Use of local waste of chemical industry in composed binding materials 83
- Tiraturyan A. N., Tikhonov P. O., Aslanian G. V.** Application of a proportional risk model for assessing the effectiveness of technical decisions in designing road clothes 92

### HEAT SUPPLY, VENTILATION, AIR CONDITIONING, GAS SUPPLY AND ILLUMINATION

- Usachev A. P., Shuraits A. L., Biryukov A. V., Homutov A. O.** Development of mathematical model of calculation of the dynamics of clogging two-stage filter cartridge natural gas, mechanical impurities depending on the changes in them gas-dynamic losses 100

### WATER SUPPLY, SEWERAGE, CONSTRUCTIONS FOR WATER RESOURCES PROTECTION

- Kurmangalieva A. R., Nabiev R. A.** Modernization of sludge processing technology in sewage treatment facilities in Astrakhan 113
- Merentsov N. A., Bokhan S. A., Lebedev V. N., Persidskii A. V., Balashov V. A.** System for centralised collection, recycling and removal of waste pickling and galvanic solutions and sludge 123

### ENVIRONMENTAL ISSUES IN URBAN PLANNING

- Azarov V. N., Kozlov'tseva Ye. Yu., Azarov A. V., Dobrinskii D. R., Milokhova V. I., Strelyaeva A. B., Tertishnikov I. V.** About application of GOST R 56929—2016 in monitoring dust pollution of atmospheric air of urban territories 132
- Alaeva S. N., Sokolov I. I., Kolyshchev Yu. B., Mel'nikova E. I., Ivanova O. V.** Methodology for the development of the Shcherbakovskii nature park in the Volgograd region 141
- Mel'nikova E. I., Antonova N. N., Ivanova O. V., Alaeva S. N., Sokolov I. I.** Environmental techniques of formation water-natural spaces of the island Sarpinskii 149

### URBAN PLANNING. THEORY OF URBAN DEVELOPMENT

- Eterevskaya I. N., Sirenko N. V.** Landscape and urban organization of recreational zones in the structure of the riverside areas of the city 157
- Ivanova N. V., Ganzha O. A., Prokopenko V. V.** Methodology of planning of landscape ecological stability of natural components in virtual model of the urban environment 167
- Korosteleva N. V., Yastrebov I. R., Molomina D. P.** Questions of the integration of industrial areas into the urban environment (on the example of the city of Volgograd) 176

---

|                                                                                                                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Khadavi Mogaddam Mokhammad Kazem.</b> The dependence of the formation of a rational concept of housing taking into account regional and local conditions of Iran       | 188 |
| <b>Tsapaev N. I., Kositsyna E. S.</b> Evaluation of quality and importance of sports objects in the structure of Volgograd                                                | 197 |
| <b>Chernyavskaya T. A., Limanskaya T. N.</b> Possibilities of reconstruction of modern urban parks of the city of Volgograd                                               | 205 |
| THEORY AND HISTORY OF ARCHITECTURE, RESTORATION AND RECONSTRUCTION<br>OF HISTORICAL AND ARCHITECTURAL HERITAGE                                                            |     |
| <b>Mashchenko E. A.</b> The typological peculiarities of the formation of European and American hotels of the end of the XIX — the beginning of the XX century            | 216 |
| GENERAL ARCHITECTURE                                                                                                                                                      |     |
| <b>Mel'nikova O. G., Kositsyna E. S., Mel'nikova E. A.</b> Formation of scientific-production and sports-improving base of VSTU during the reorganization of universities | 226 |

УДК 69.059

**С. И. Евтушенко, Е. Г. Текутов, М. Н. Полторак, М. А. Кучумов**

**Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)  
им. М. И. Платова**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ОПОР КАНАТНОЙ ДОРОГИ**

Обобщен опыт использования геометрических пространственных данных при оценке технического состояния нескольких канатных дорог в окрестностях г. Большого Сочи. Приведены сведения по определению геометрических пространственных данных о положении опор канатной дороги. Описана методика проведения полевых работ и камеральной обработки данных. Приведены результаты обработки геометрических пространственных данных.

**Ключевые слова:** геометрическое моделирование, обработка информации в среде AutoCAD, геометрические пространственные данные, тахеометр, опорные точки, геодезическая сеть.

Обследование технического состояния строительных конструкций нескольких горнолыжных трасс и серии подъемников с объектами и сооружениями курортно-туристической, инженерно-транспортной, обслуживающей и сопутствующей инфраструктуры посталимпийского развития в окрестностях Сочи проведено в ранее выполненных работах [1] на основании апробированной методики [2—5]. Геометрические пространственные данные получены с использованием электронного тахеометра SOKKIA SET-310 и с последующей обработкой полученных данных в AutoCAD по методике, подробно описанной в [1].

Аналогичные работы с использованием электронных тахеометров проводились при измерении деформации тоннелей [6], зданий и сооружений [7], высотных сооружений [8], опор мостов [9], гидротехнических сооружений [10], железных дорог [11], резервуаров [12], котлованов [13] и других объектов.

Целью настоящей работы являлась проверка геометрического положения всех объектов и их соответствия проектной документации, а также определение действительного технического состояния строительных конструкций и получение количественной оценки показателей их качества.

Проектная документация на строительство разработана по заказу ООО «Обер-Хутор» австрийской фирмой «Доппельмайер» в соответствии с европейскими нормами, поэтому наиболее ответственные элементы были рассчитаны фирмой ООО «СКАДО Проект» на соответствие нормам РФ.

При обследовании были выполнены обмерные работы линейных опор и зданий операторских станций канатной дороги с целью выявления пространственно-высотного состояния объектов и оценки соответствия реализованных конструктивных решений проектной, исполнительной и нормативной документации. Выполнена фотофиксация дефектов.

Категория сложности инженерно-геологических условий — III (сложная) (в соответствии с СП 47.13330.2012). По климатическому районированию для строительства территория относится к подрайону III Б. Согласно

СП 20.13330.2011 территория строительства относится к V гололедному району (карта 4а), нормативная толщина гололедной стенки  $b$  составляет не менее 20 мм.

В местах заложения фундаментов опор обследуемой канатной дороги можно выделить делювиально-коллювиальные отложения, по возрасту относенные к голоценовой эпохе. Территория сложена с поверхности щебенистыми грунтами, мощность четвертичных отложений составляет от 10,3...11,3 м в верхней части изысканий до 12,2...13,0 м в нижней части. Ниже вскрыты коренные породы. Грунтовые воды на участке изысканий в период проведения работ горными выработками вскрыты не были.

На территории участка и на прилегающей территории развиты геологические процессы, обусловленные сейсмичностью территории и эрозийными факторами.

По результатам расчетов устойчивости склона можно сделать вывод, что в районе опоры № 1, нижней станции, опоры № 5 проектируемой канатной дороги *склон неустойчив* как в естественном состоянии, так и при особом сочетании нагрузок, а в остальных случаях склон устойчив даже и при сейсмическом воздействии в 9 баллов.

Нижняя станция расположена на выполаживании гребня на высоте 1256,5 м, верхняя — на отметке 1653 м. Средняя крутизна склона по трассе размещения канатной дороги около 16°. На отдельных участках трассы крутизна превышает 25...30°. При обследовании трассы канатной дороги признаков схода лавин на позиции опор выявлено не было. Селевая опасность на трассе пассажирской подвесной канатной дороги не выявлена.

Фундаменты линейных опор и станций запроектированы монолитными с армированием из бетона класса В20 и В25 соответственно. Под фундаменты станций и линейных опор запроектирована бетонная подготовка из бетона класса В10 ГОСТ 26633. Арматура для фундаментов принята по ГОСТ 5781 (сталь периодического профиля класса А-500). Сварка арматуры производится по ГОСТ 10922 и ГОСТ 14098 электродами Э-42А ГОСТ 9467. При бетонировании фундаментов выполнены молниезащита и заземление. Фундаменты под линейные опоры и станции выполнялись при непрерывном бетонировании и вибрировании. Производство бетонных работ выполнено в летний период.

Здания операторских предназначены для размещения шкафов управления ППКД и временного пребывания обслуживающего персонала. Принятыми планировочными решениями предусматриваются обособленные входы-выходы в здания операторских. За относительную отметку  $\pm 0,000$  принята отметка посадки-высадки пассажиров. Каркас зданий выполнен из металлических прокатных профилей, фундаменты — из монолитного железобетона.

В рамках проведения обследования пассажирской подвесной канатной дороги был выполнен геодезический контроль планово-высотного положения тягового каната на роликах балансиров на входе и выходе с опор канатной дороги. Требуемые параметры определялись по результатам проведения тахеометрической съемки электронным тахеометром SOKKIA SET-310. При съемке электронный тахеометр устанавливался на съемочных точках, а на пикетных точках — специальные вешки с отражателями, входящими в комплект тахеометра.

Геодезическая специальная планово-высотная сеть для проведения геодезического контроля планово-высотного положения канатной дороги создавалась с учетом положения опор канатной дороги на местности, геологических, температурных, динамических процессов и других воздействий в районе эксплуатации дороги, которые могут оказать неблагоприятное влияние на точность проводимых измерений. Точность построения принята в соответствии с требованиями СНиП и рекомендациями пособия по производству геодезических работ в строительстве.

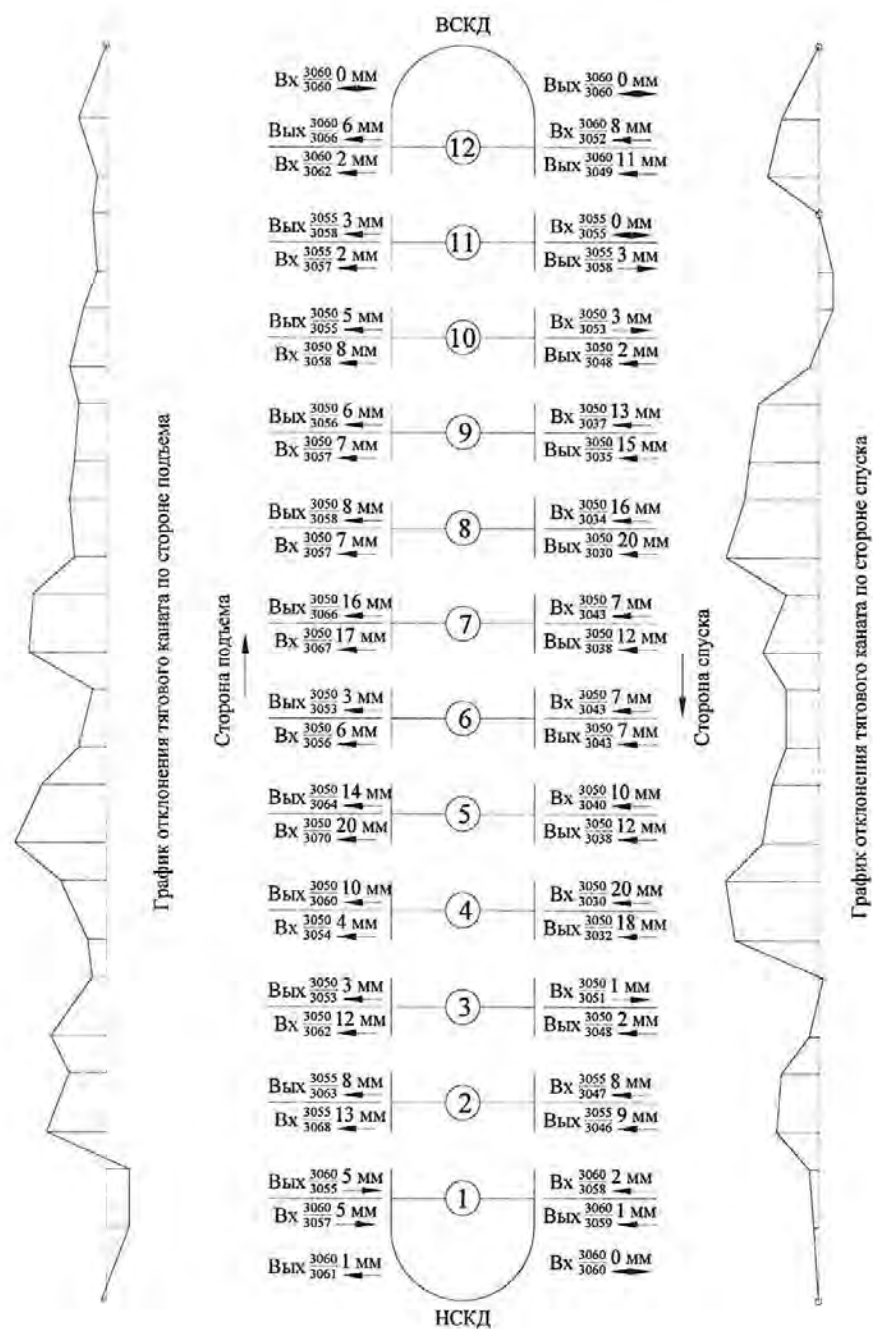
Электронный тахеометр SOKKIA SET-310 относится к высокоточным современным и высокопроизводительным геодезическим средствам измерений, позволяющим выполнять все измерения в автоматизированном режиме. Прибор снабжен встроенными вычислительными средствами и запоминающими устройствами, создающими возможность регистрации и хранения результатов измерений, дальнейшего их использования на ЭВМ для обработки в специально написанной программе. Обработка данных, полученных при измерениях, произведена с применением средств программных продуктов SOKKIA, поставляемых с прибором, специальной программы, написанной на языке высокого уровня для AutoCAD, а также программных средств Microsoft Office.

В рамках проведения обследования пассажирской подвесной канатной дороги был выполнен геодезический контроль планово-высотного положения тягового каната на роликах балансиров на входе и выходе с опор канатной дороги. Требуемые параметры определялись по результатам проведения тахеометрической съемки электронным тахеометром SOKKIA SET-310. При съемке электронный тахеометр устанавливался на съемочных точках, а на пикетных точках — специальные вешки с отражателями, входящими в комплект тахеометра. Для проведения съемки на горизонтальной поверхности фундамента каждой опоры канатной дороги были закреплены способом kernения точки, координаты  $X$  и  $Y$  которых были определены проложением теодолитного хода между созданными точками. Значение высоты  $H$  созданных точек было определено тригонометрическим нивелированием методом «из середины». Таким образом, вдоль канатной дороги была построена геодезическая специальная планово-высотная сеть технического класса точности.

Результаты определения фактического положения каната на роликах балансиров приведены на рис. и в табл.

С целью оценки технического состояния верхней и нижней станций пассажирской подвесной канатной дороги, опор ППКД и здания парковки было выполнено визуальное освидетельствование выявления дефектов и повреждений. Данные результатов обобщены в сводной ведомости дефектов в фотоотчете.

Прочность бетона в железобетонных конструкциях станций, опор и здания парковки определялась прибором для контроля прочности бетона «ОНИКС-2.6» в соответствии с требованиями ГОСТ 22690 «Бетоны. Определение прочности бетона неразрушающими методами» по методике [1]. Во всех случаях прочность бетона соответствует проектной и удовлетворяет требованиям СП 52-103—2007 «Железобетонные монолитные конструкции».



Смещение тросового каната на роликах балансира от проектного положения

*Результаты определения фактического положения каната  
на роликах балансиров*

| Опора |     | Положение<br>тягового каната от оси<br>ППКД, мм |                                              | Величина отклонения тягового<br>каната от оси ППКД, мм |       |                        |       |
|-------|-----|-------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------|------------------------|-------|
|       |     | Сторона<br>спуска,<br>мм,<br>проект<br>факт     | Сторона<br>подъема,<br>мм,<br>проект<br>факт | Сторона<br>спуска, мм                                  |       | Сторона<br>подъема, мм |       |
|       |     |                                                 |                                              | Вправо                                                 | Влево | Вправо                 | Влево |
| НСКД  | ВХ  | $\frac{3060}{3060}$                             |                                              | 0                                                      | 0     |                        |       |
|       | ВЫХ |                                                 | $\frac{3060}{3061}$                          |                                                        |       |                        | 1     |
| 1     | ВХ  | $\frac{3060}{3058}$                             | $\frac{3060}{3057}$                          |                                                        | 2     | 3                      |       |
|       | ВЫХ | $\frac{3060}{3059}$                             | $\frac{3060}{3055}$                          |                                                        | 1     | 5                      |       |
| 2     | ВХ  | $\frac{3055}{3047}$                             | $\frac{3055}{3068}$                          |                                                        | 8     |                        | 13    |
|       | ВЫХ | $\frac{3055}{3046}$                             | $\frac{3055}{3063}$                          |                                                        | 9     |                        | 8     |
| 3     | ВХ  | $\frac{3050}{3051}$                             | $\frac{3050}{3062}$                          | 1                                                      |       |                        | 12    |
|       | ВЫХ | $\frac{3050}{3048}$                             | $\frac{3050}{3053}$                          |                                                        | 2     |                        | 3     |
| 4     | ВХ  | $\frac{3050}{3030}$                             | $\frac{3050}{3054}$                          |                                                        | 20    |                        | 4     |
|       | ВЫХ | $\frac{3050}{3032}$                             | $\frac{3050}{3060}$                          |                                                        | 18    |                        | 10    |
| 5     | ВХ  | $\frac{3050}{3040}$                             | $\frac{3050}{3070}$                          |                                                        | 10    |                        | 20    |
|       | ВЫХ | $\frac{3050}{3038}$                             | $\frac{3050}{3064}$                          |                                                        | 12    |                        | 14    |
| 6     | ВХ  | $\frac{3050}{3043}$                             | $\frac{3050}{3056}$                          |                                                        | 7     |                        | 6     |
|       | ВЫХ | $\frac{3050}{3043}$                             | $\frac{3050}{3053}$                          |                                                        | 7     |                        | 3     |
| 7     | ВХ  | $\frac{3050}{3043}$                             | $\frac{3050}{3067}$                          |                                                        | 7     |                        | 17    |
|       | ВЫХ | $\frac{3050}{3038}$                             | $\frac{3050}{3066}$                          |                                                        | 12    |                        | 16    |

Окончание табл.

| Опора |     | Положение<br>тягового каната от оси<br>ППКД, мм |                                              | Величина отклонения тягового<br>каната от оси ППКД, мм |       |                        |       |
|-------|-----|-------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------|------------------------|-------|
|       |     | Сторона<br>спуска,<br>мм,<br>проект<br>факт     | Сторона<br>подъема,<br>мм,<br>проект<br>факт | Сторона<br>спуска, мм                                  |       | Сторона<br>подъема, мм |       |
|       |     |                                                 |                                              | Вправо                                                 | Влево | Вправо                 | Влево |
| 8     | ВХ  | $\frac{3050}{3034}$                             | $\frac{3030}{3057}$                          |                                                        | 16    |                        | 7     |
|       | ВЫХ | $\frac{3050}{3030}$                             | $\frac{3050}{3058}$                          |                                                        | 20    |                        | 8     |
| 9     | ВХ  | $\frac{3050}{3037}$                             | $\frac{3050}{3057}$                          |                                                        | 13    |                        | 7     |
|       | ВЫХ | $\frac{3050}{3035}$                             | $\frac{3050}{3056}$                          |                                                        | 15    |                        | 6     |
| 10    | ВХ  | $\frac{3050}{3053}$                             | $\frac{3050}{3058}$                          | 3                                                      |       |                        | 8     |
|       | ВЫХ | $\frac{3050}{3048}$                             | $\frac{3050}{3055}$                          |                                                        | 2     |                        | 5     |
| 11    | ВХ  | $\frac{3055}{3055}$                             | $\frac{3055}{3057}$                          | 0                                                      | 0     |                        | 2     |
|       | ВЫХ | $\frac{3055}{3058}$                             | $\frac{3055}{3058}$                          | 3                                                      |       |                        | 3     |
| 12    | ВХ  | $\frac{3060}{3052}$                             | $\frac{3060}{3062}$                          |                                                        | 8     |                        | 2     |
|       | ВЫХ | $\frac{3060}{3049}$                             | $\frac{3060}{3066}$                          |                                                        | 19    |                        | 6     |
| ВСКД  | ВХ  |                                                 | $\frac{3060}{3060}$                          |                                                        |       | 0                      | 0     |
|       | ВЫХ | $\frac{3060}{3060}$                             |                                              | 0                                                      | 0     |                        |       |

Состав и содержание исполнительной документации на выполненные работы по устройству насыпи из песчано-гравийной смеси под подошвами фундаментов нижней станции (ФМ-13) и операторской нижней станции не соответствуют требованиям СП 45.13330.2012 «Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87», а также СП 48.13330.2011 «Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004».

В исполнительной документации отсутствуют сведения о выполнении работ по устройству подушки из песчано-гравийной смеси под фундаментами ФМ-3, ФМ-4, предусмотренные составом работ согласно проектной документации.

В исполнительной документации в исполнительной схеме отклонения верха опоры № 12 допущена ошибка. Фактический наклон опоры к нижней станции указан неверно ( $5,1^\circ$ ). Результаты проведения натурных обмеров показали величину наклона  $19,8^\circ$ , что соответствует наклону  $20^\circ$ , предусмотренному проектом, и находится в пределах допуска  $0,5^\circ$ .

Таким образом, исполнительная документация нуждается в дополнении и исправлении сведений.

Здание операторской верхней станции канатной дороги (ВСКД) находится в работоспособном состоянии, а наличие дефекта одного сварного соединения оказывает влияние на работоспособность здания в целом.

Поверхности бетона фундаментов линейных объектов пассажирской подвесной канатной дороги не соответствуют требованиям, предъявляемым к конструкциям данного вида (А6 — лицевая поверхность под простую окраску), тем самым не отвечают требованиям СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции», но наличие данного дефекта не оказывает влияния на несущую способность и работоспособность объектов в целом.

Качество выполненных работ по устройству обмазочной гидроизоляции бетона фундаментов линейных объектов пассажирской подвесной канатной дороги не соответствует требованиям СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии», но наличие данного дефекта не оказывает влияния на несущую способность и работоспособность объектов в целом.

Качество выполненных работ по заливке колонн каркаса здания парковки в осях  $A \times 8$ ,  $B \times 8$ ,  $V \times 8$ ,  $A \times 7$  не соответствует требованиям СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции», п. 5, табл. 5.10. Допущенные дефекты оказывают влияние на развитие повреждений и снижают работоспособность колонн здания.

Качество выполненных работ по заливке балки покрытия здания парковки в осях  $V \times 2$ — $V \times 3$  не соответствует требованиям СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции», п. 5, табл. 5.10. Допущенные дефекты оказывают влияние на развитие повреждений и снижают работоспособность балки покрытия здания. Наличие данного дефекта влияет на работоспособность балки покрытия в целом, а также может привести к дальнейшему развитию повреждений.

Качество имеющейся отмостки вокруг здания парковки канатной дороги не соответствует требованиям СНиП III-10-75 «Правила производства и приемки работ. Благоустройство территории», п. 3.26. Наличие данного дефекта не оказывает влияние на снижение несущей способности, но может привести к замачиванию грунтов основания фундамента и развитию повреждения здания.

Техническое состояние объекта в целом, в том числе горнолыжные трассы и серия подъемников с объектами и сооружениями курортно-туристической, инженерно-транспортной, обслуживающей и сопутствующей инфраструктуры посталимпийского развития, оценивается как работоспособное, при котором некоторые из числа оцениваемых контролируемых параметров не отвечают требованиям проекта или норм, однако имеющиеся нарушения требований в конкретных условиях не приводят к нарушению работоспособности, и необходимая несущая способность конструкций и грунтов основания с учетом влияния имеющихся дефектов и повреждений обеспечивается.

**Выводы:**

Даже для объектов завершенного строительства в течение первых двух лет после начала эксплуатации необходимо проведение независимого технического обследования с фиксацией дефектов и отступлений от проекта.

Данные геометрического пространственного положения опор канатной дороги, обработанные с использованием авторизованной программы, задокументированы и могут быть использованы при последующих обследованиях. Исполнительная документация дополнена исправлением сведений об опоре № 12, имеющей на момент обследования отклонение в три раза больше, чем значение, зафиксированное в исполнительной документации.

Выявленные дефекты оказывают влияние на развитие повреждений и снижают работоспособность колонн здания.

Наличие дефекта балки покрытия влияет на работоспособность здания в целом и может привести к дальнейшему развитию повреждений.

Выявленные замечания, дефекты и повреждения должны быть устранены в согласованные сроки.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Контроль геометрических пространственных параметров опор канатной дороги / С. И. Евтушенко, Е. Г. Текутов, М. Н. Полторак, М. А. Кучумов // Информационные технологии в обследовании эксплуатируемых зданий и сооружений : материалы 17-й междунар. науч.-практ. конф., г. Новочеркасск, 20 ноября 2017 г. Новочеркасск : ЮРГПУ, 2017. С. 109—115.
2. Испытания материалов и конструкций : учеб. пособие / В. А. Волосухин, В. Б. Логвинов, С. И. Евтушенко, В. М. Игнатьев, И. А. Петров, А. Н. Тищенко. Новочеркасск : ЮРГТУ, 2007. 231 с.
3. Дефекты и повреждения строительных конструкций мостов на мелиоративных каналах Ростовской области : моногр. / В. А. Волосухин и др. Новочеркасск : ЮРГПУ (НПИ), 2013. 126 с.
4. Евтушенко С. И., Жадан М. П., Пихур В. Н. Современные системы автоматизированного контроля при обследованиях зданий и сооружений // Информационные технологии в обследовании эксплуатируемых зданий и сооружений : материалы VII междунар. науч.-практ. конф., г. Новочеркасск, 8 июня 2007 г. Новочеркасск : ЮРГТУ, 2007. С. 58—61.
5. Евтушенко С. И., Бабец Н. Н., Пихур В. Н. Использование связи между графическими и расчетными программными продуктами при проектировании // Информационные технологии в обследовании эксплуатируемых зданий и сооружений : материалы IX междунар. науч.-практ. конф., 11 сентября 2009 г., г. Новочеркасск. Новочеркасск : ЮРГТУ (НПИ), 2009. С. 22—24.
6. Афонин Д. А., Богомолова Н. Н., Брынь М. Я. Предрасчет точности геодезических измерений при организации мониторинга деформаций порталных частей транспортных тоннелей // Геодезия и картография. 2014. № 1. С. 7—11.
7. Казанцев А. И. Методика геодезического контроля деформаций сооружений в условиях уплотненной городской застройки // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. № 11(60—1). С. 108—117.
8. Вальков В. А., Мустафин М. Г., Макаров Г. В. Применение наземного лазерного сканирования для создания трехмерных цифровых моделей Шуховской башни // Записки Горного института. 2013. Т. 204. С. 58—61.
9. Азаров Б. Ф. Современные методы геодезических наблюдений за деформациями инженерных сооружений // Ползуновский вестник. 2011. № 1. С. 19—29.
10. Карлсон А. А. Измерение деформаций гидротехнических сооружений. М. : Недра, 1984. 245 с.
11. Суровяткина Н. Н. О создании высокоточных геодезических сетей на локальных участках железных дорог РФ // Сб. тез. докл. 7-й междунар. науч.-практ. конф. «Геопространственные технологии и сферы их применения». М. : Информационное агентство «ГРОМ», 2011. С. 102—104.

12. Середович В. А., Эхилятор-Ируге Р., Эхилятор М. О. Разработка методики исследования деформаций резервуаров в зависимости от их заполняемости // Геодезия и картография. 2012. № 5. С. 9—13.

13. Колыбин И. В. Уроки аварийных ситуаций при строительстве котлованов в городских условиях // Развитие городов и геотехническое строительство. 2008. № 12. С. 90—124.

© Евтушенко С. И., Текутов Е. Г., Полторак М. Н., Кучумов М. А., 2018

Поступила в редакцию  
в июне 2018 г.

Ссылка для цитирования:

Использование геометрических пространственных данных при обследовании опор канатной дороги / С. И. Евтушенко, Е. Г. Текутов, М. Н. Полторак, М. А. Кучумов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 5—14.

Об авторах:

**Евтушенко Сергей Иванович** — д-р техн. наук, профессор, Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М. И. Платова. Российская Федерация, 346421, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, evtushenko\_s@novoch.ru

**Текутов Евгений Геннадьевич** — Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М. И. Платова. Российская Федерация, 346421, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, e.tekutov@gmail.com

**Полторак Мария Николаевна** — канд. социол. наук, Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М. И. Платова. Российская Федерация, 346421, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, mar.ya.0506@mail.ru

**Кучумов Михаил Андреевич** — магистрант, Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М. И. Платова. Российская Федерация, 346421, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, m.kuchumov.1996@mail.ru

**Sergei I. Evtushenko, Evgenii G. Tekutov, Mariya N. Poltorak, Mikhail A. Kuchumov**

**Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI)**

## THE USE OF GEOMETRIC SPATIAL DATA IN THE SURVEY SUPPORTS THE CABLE CAR

The article summarizes the experience of using geometric spatial data in assessing the technical condition of several cable cars in the vicinity of the big city of Sochi. The article presents data on the definition of geometric spatial data on the position of the supports of the cable car. The method of field work and Desk data processing is described. The results of geometrical spatial data processing are presented.

**Key words:** geometric modeling, information processing in AutoCAD environment, geometric spatial data, total station, control points, geodetic network.

*For citation:*

Evtushenko S. I., Tekutov E. G., Poltorak M. N., Kuchumov M. A. [The use of geometric spatial data in the survey supports the cable car]. *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], 2018, iss. 53(72), pp. 5—14.

*About authors:*

**Sergei I. Evtushenko** — Doctor of Engineering Sciences, Professor, Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI). 132, Prosveshcheniya St., Novocherkassk, 346421, Russian Federation, evtushenko\_s@novoch.ru

**Evgenii G. Tekutov** — Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI). 132, Prosveshcheniya St., Novocherkassk, 346421, Russian Federation, e.tekutov@gmail.com

**Mariya N. Poltorak** — Candidate of Sociology, Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI). 132, Prosveshcheniya St., Novocherkassk, 346421, Russian Federation, mar.ya.0506@mail.ru

**Mikhail A. Kuchumov** — Master's Degree student, Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI). 132, Prosveshcheniya St., Novocherkassk, 346421, Russian Federation, m.kuchumov.1996@mail.ru

УДК 624.151.5

**С. И. Евтушенко<sup>а</sup>, М. Н. ШUTOва<sup>а</sup>, Д. А. Калафатов<sup>б</sup>**

<sup>а</sup> *Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)  
им. М. И. Платова*

<sup>б</sup> *Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского*

## **АНАЛИЗ СХОДИМОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЫТОВ И РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА МКЭ НА ПРИМЕРЕ КОНСТРУКЦИЙ ПЛИТНОГО ФУНДАМЕНТА**

Изложены результаты расчета в программном комплексе ANSYS конструкции железобетонного плитного фундамента (многослойного и монолитного) на песчаном основании и выполнено сравнение полученных данных с результатами испытания на моделях фундамента. Приведены сведения о напряжениях в бетоне по верхней поверхности конструкции фундамента, по подошве, осадке фундаментов. Кратко описана методика проведения опытов.

**Ключевые слова:** многослойный плитный фундамент, железобетонная модель, песчаное основание, комплекс ANSYS, нормальные напряжения по подошве, напряжения на верхней поверхности, анализ результатов.

Проблема использования расчетов с помощью метода конечных элементов (МКЭ) является одной из актуальнейших проблем при проектировании, расчетах и обосновании конструктива строительных элементов. В российской и зарубежной научной литературе тема расчетов МКЭ и сопоставления с результатами экспериментов является развивающейся и популярной темой.

Так, Н. Н. Некрасова, В. Л. Бурковский, В. М. Флавианов [1] проводят сравнительный анализ результатов математического моделирования фундаментных плит на упругом основании и данных, полученных в инструментальной системе на основе конечно-элементного моделирования. Сделан вывод о достаточном уровне адекватности математической модели. Разработанная математическая модель изгиба плит на упругом основании основана на гипотезах Кирхгофа — Лява. Авторы А. В. Ширко, А. Н. Камлюк, И. И. Полева, Н. В. Зайнудинова [2] рассмотрели прочностной расчет железобетонных плит в программной среде ANSYS. В своей работе А. И. Ивашкин [3] провел сравнение поведения моделей материала, в ходе чего определил абсолютные и относительные отклонения значений фиксируемых показателей (полная деформация и максимальные напряжения в рассматриваемой системе тел). Было установлено следующее:

при моделировании поведения реальной конструкции в условиях возможности возникновения пластической деформации рекомендуется применять мультилинейные модели материала;

при моделировании деформирования тела в программном комплексе ANSYS целесообразно применять «ручное» пошаговое нагружение;

при выполнении сравнительного анализа поведения той или иной конструкции применение билинейных моделей материала позволяет получать достоверные результаты.

Авторами Е. В. Марковой, О. В. Чегуа [4] была проанализирована возможность применения программы ANSYS для оценки конструкционной прочности изделий и конструкций. Были использованы два метода создания

конечно-элементной модели: геометрическое моделирование и прямая генерация узлов и элементов. Выявлено, что геометрическое моделирование является оптимальным.

Математическую модель для прочностного анализа пространственной системы «здание — фундамент — основание», основанную на МКЭ, применили также М. Л. Иванов, А. А. Добрынин [5].

Авторами статьи была исследована сходимость результатов при расчете конструкций в ПК ANSYS и при проведении натурных испытаний [6, 7]. Однако исследования авторов касались линейных задач разрушения строительных конструкций. В связи с этим для выявления применимости расчетов МКЭ для нелинейных задач при моделировании работы системы «основание — фундамент» потребовалось провести анализ сходимости результатов испытания фундаментов на грунтовом основании и их расчета.

В качестве моделей фундаментов и результатов эксперимента были выбраны два типа фундаментов под колонны, методика и результаты испытаний которых были проведены одним из авторов данной статьи [8—10].

К первой серии моделей ФПс1-N относятся две модели железобетонных плитных фундаментов под четыре опоры (рис. 1). Модели были выполнены в виде прямоугольной в плане плиты с размерами  $1,4 \times 1,0$  м и высотой 0,06 м. Четыре колонны сечением  $0,1 \times 0,1$  м и высотой 0,1 м были размещены с шагом 1,0 м и 0,6 м в продольном и поперечном направлении соответственно. Первая модель серии ФПс1-1 выполнена в виде однослойной конструкции из бетона класса В15, в нижней зоне армирована сеткой С1 из  $\varnothing 4$  В500 с ячейкой  $130 \times 130$  мм. Вторая модель ФПс1-2 выполнена в виде двухслойной конструкции: зона 1 — из бетона класса В15, зона 2 — из бетона класса В25. Модель армирована, так же как и ФПс1-1, сеткой С1. Форма зоны 2 — прямоугольная, с размерами в плане  $0,27 \times 0,27$  м (вылет  $l_{m1} = 1,5h_0$ ), высота 0,023 м.

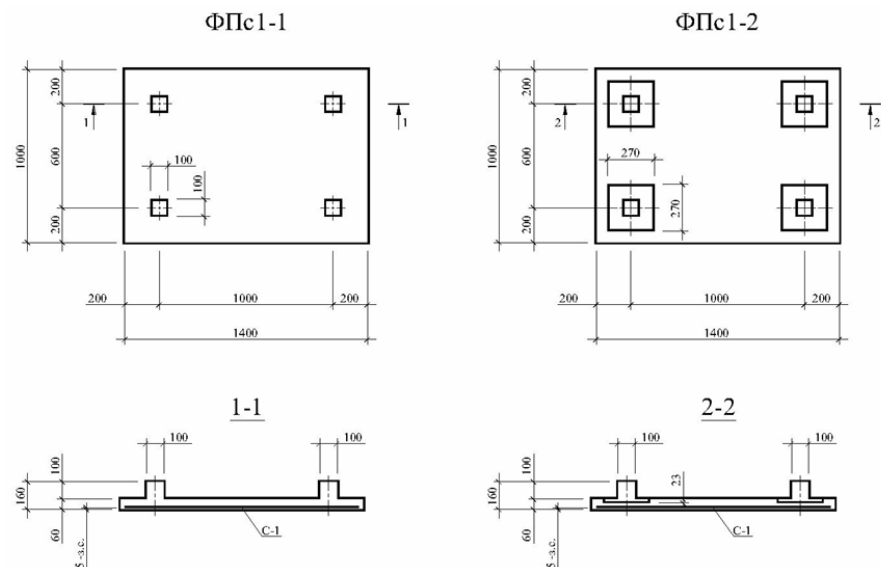


Рис. 1. Геометрические размеры модели железобетонных плитных фундаментов

Изготовление моделей серий ФПс1-N выполняли в лаборатории кафедры Академии строительства и архитектуры ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского» (г. Симферополь). В качестве крупного заполнителя использовали гранитный щебень фракции 5...10 мм. Мелким заполнителем служил кварцевый песок с модулем крупности 1,44. Процесс изготовления моделей конструкций однослойных плитных фундаментов ФПс1-1 включал следующие технологические процессы: установка горизонтальной и вертикальной деревянной опалубки индивидуального изготовления; закрепление в проектном положении арматурной сетки; укладка послойно бетонной смеси (рис. 2).



Рис. 2. Изготовление модели ФПс1-1

Процесс изготовления моделей конструкций двухслойных плитных фундаментов состоял из следующих этапов: установка горизонтальной опалубки основания слоя, установка вертикальной формообразующей пенопластовой опалубки и поперечного армирования, заполнение подготовленной опалубки бетонной смесью, выдерживании бетона в опалубке в течение 7 сут, разопалубливание бетонных прочных вкладышей, подготовка контактной поверхности под бетонирование, установка вертикальной деревянной опалубки, закрепление в проектном положении арматурной сетки и бетонных прочных вкладышей, заполнение опалубки бетоном класса В15.

Экспериментальные исследования моделей конструкций железобетонных плитных фундаментов серий ФПс1-N проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 8829—94. Экспериментальная установка состояла из силовой рамы и стального прямоугольного лотка жесткой конструкции. Размеры лотка —  $3,0 \times 1,9 \times 1,3$  м. Грунтом основания для испытываемых моделей служил мелкий речной кварцевый песок средней плотности.

Нагружение модели конструкции фундамента производили равными ступенями.

В процессе экспериментальных исследований с помощью измерительных приборов на каждой ступени нагружения фиксировали следующие параметры: деформации в арматурной сетке (ФПс1); деформации по верхнему и нижнему основанию модели (ФПс1); прогиб конструкции (ФПс1-N); осадка конструкции (ФПс1); нормальные контактные напряжения в грунтовом основании под подошвой модели конструкции плитного фундамента (ФПс1-N). Разрушение модели однослойного железобетонного фундамента ФПс1-1

произошло при нагрузке 149,6 кН, модели двухслойного железобетонного фундамента ФПс1-2 — при нагрузке 204 кН. Напряжения замерялись в нескольких точках (рис. 3).

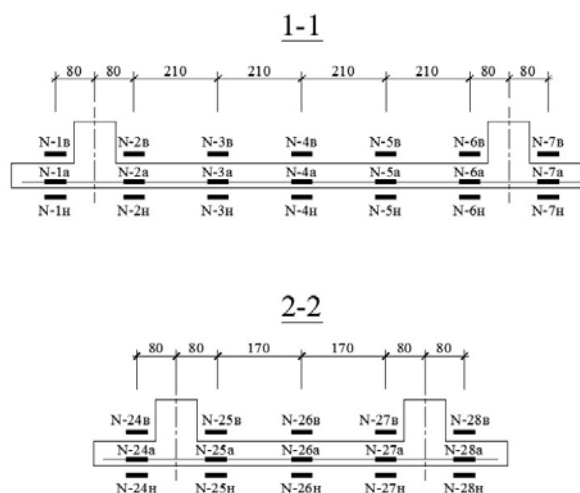


Рис. 3. Рассматриваемые поперечные сечения 1—1 и 2—2

Значения напряжений в соответствующих точках приведены на рис. 4 для моделей сплошных фундаментов и на рис. 5 для двуслойных фундаментов.

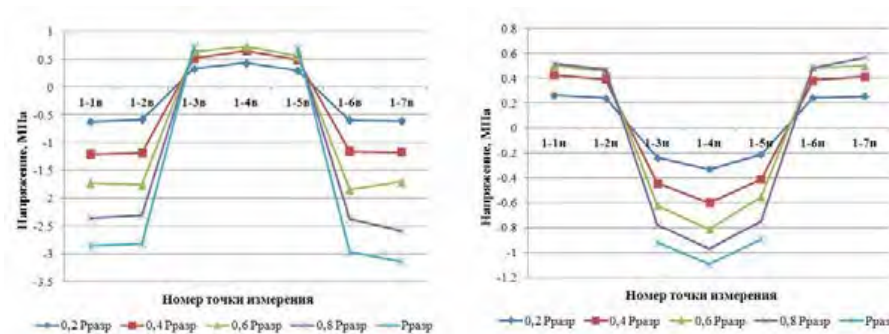


Рис. 4. Значения напряжений по верхней и нижней грани сплошных фундаментов

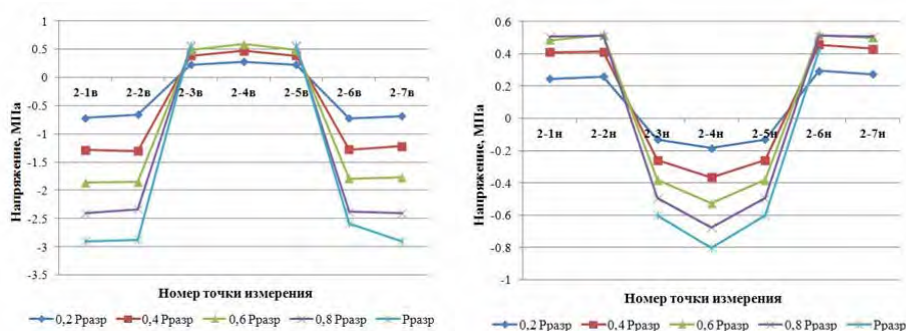


Рис. 5. Значения напряжений по верхней и нижней грани многослойных фундаментов

Максимальная осадка модели ФПс1-1 составила 7,7 мм, модели ФПс1-2 — 10,2 мм, что на 36 % и 48 % соответственно больше контрольной.

Для анализа сходимости результатов эксперимента и расчета МКЭ был проведен расчет указанных типов фундаментов в ПК ANSYS 17.2. Расчет проведен в Южно-Российском государственном политехническом университете (НПИ) имени М. И. Платова (г. Новочеркасск).

Было построено два типа моделей (сплошной и многослойный фундамент), опирающихся на массив грунтового основания (рис. 6).

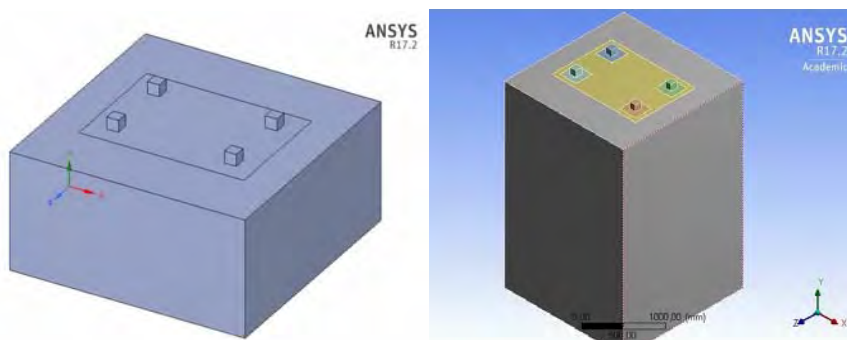


Рис. 6. Конечно-элементные модели сплошного и многослойного фундамента на массиве грунта

При моделировании инженерных данных геомеханических систем в программном комплексе ANSYS 17.2 существует возможность выбора из пяти моделей:

- модель Sam-Clay позволяет провести прямое моделирование деформационного упрочнения или размягчения для переуплотненных грунтов, выполнить расчет нелинейной зависимости объемной деформации от эффективных средних напряжений и определить предельные условия идеальной пластичности;

- модель Друкера — Прагера (Drucker — Prager), определяющая поведение или разрушение некоторых материалов под влиянием пластической деформации;

- модель сочлененных скальных масс (jointed rock);

- широко распространенная модель Мора — Кулона (Mohr — Colomb), описывающая зависимость касательных напряжений материала от величины приложенных нормальных напряжений;

- модель с учетом пористой эластичности (porous elasticity).

При расчете в качестве оптимальной была выбрана модель Друкера — Прагера. В ПК ANSYS исходными данными для моделирования оснований являются:

- одноосная прочность на сжатие (uniaxial compressive strength);

- одноосная прочность на растяжение (uniaxial tensile strength);

- двуосная прочность на сжатие (biaxial compressive strength).

Нагрузка в модели передается в качестве давления (опция Pressure) на оголовки колонн (рис. 7). Для расчета МКЭ массив грунта закрепляется по внешним граням (опция Fixed Support).

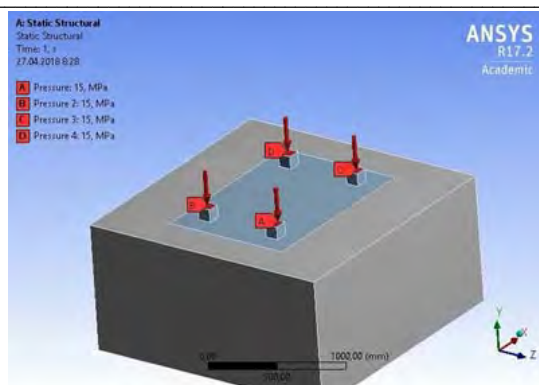


Рис. 7. Расчетная схема модели в программе ANSYS 17.2

Значения давления нагрузки на фундамент задаются для всех стадий нагружения реальной модели (табл. 1).

В результате были получены следующие картины перемещений для сплошного и для многослойного фундамента (рис. 8).

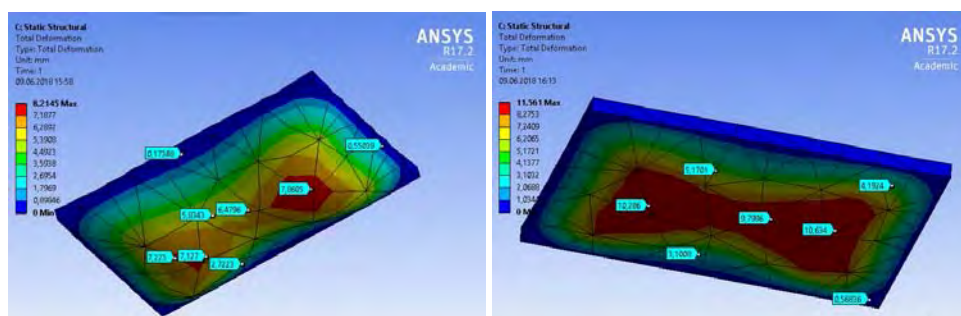


Рис. 8. Перемещения по вертикальной оси для сплошного и многослойного фундамента

Также были рассчитаны напряжения (Von Mises Stress), показаны для сплошного (рис. 9) и многослойного (рис. 10) фундамента. Приведенные на рисунках значения получены при нагружении конечно-элементной модели максимальной нагрузкой.

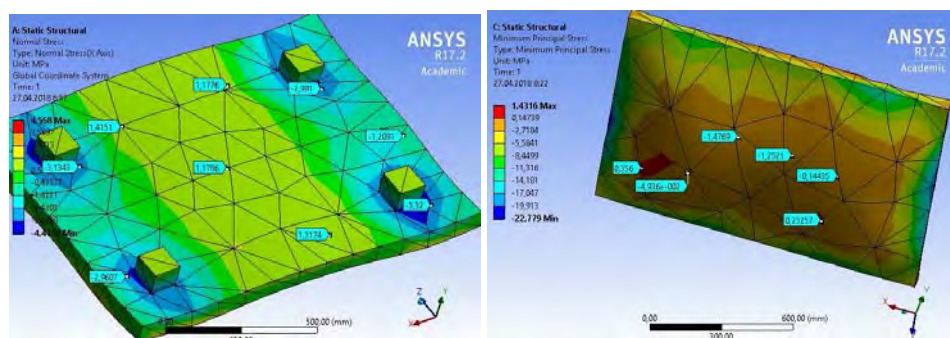


Рис. 9. Напряжения по верхней и нижней грани сплошного фундамента, МПа

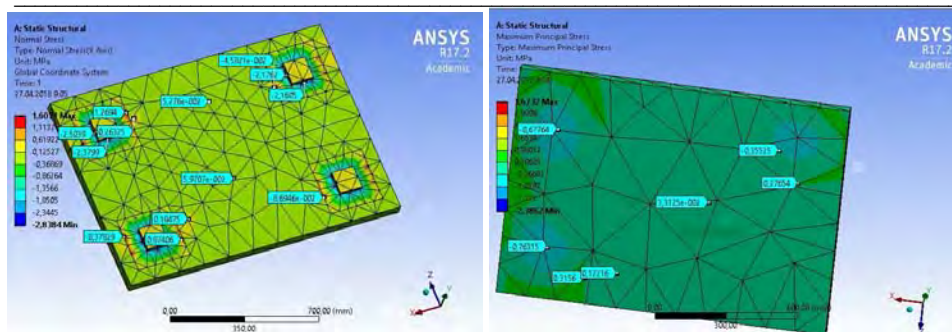


Рис. 10. Напряжения по верхней и нижней грани многослойного фундамента, МПа

Результаты расчетов были сведены в таблицы для нижней и верхней грани фундаментов, для сплошных и многослойных фундаментов. Расчет сходимости результатов для верхней грани сплошного фундамента в качестве примера приведен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

*Расчет сходимости результатов для верхней грани сплошного фундамента*

| Сечение                  | Напряжение по опыту, МПа | Напряжение по расчету, МПа | Разность напряжений, МПа | Разность напряжений, % | Среднее значение разности напряжений |
|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Нагрузка 0,2 Р; 29,92 кН |                          |                            |                          |                        |                                      |
| 1—1В                     | -0,62                    | -0,59                      | 0,03                     | 4,83871                | 5,414734                             |
| 1—2В                     | -0,58                    | -0,56                      | 0,02                     | 3,448276               |                                      |
| 1—3В                     | 0,32                     | 0,34                       | 0,02                     | 6,25                   |                                      |
| 1—4В                     | 0,41                     | 0,44                       | 0,03                     | 7,317073               |                                      |
| 1—5В                     | 0,32                     | 0,35                       | 0,03                     | 9,375                  |                                      |
| 1—6В                     | -0,58                    | -0,56                      | 0,02                     | 3,448276               |                                      |
| 1—7В                     | -0,62                    | -0,6                       | 0,02                     | 3,225806               |                                      |
| Нагрузка 0,4 Р; 59,84 кН |                          |                            |                          |                        |                                      |
| 1—1В                     | -1,22                    | -1,18                      | 0,04                     | 3,278689               | 4,610971                             |
| 1—2В                     | -1,18                    | -1,13                      | 0,05                     | 4,237288               |                                      |
| 1—3В                     | 0,5                      | 0,52                       | 0,02                     | 4                      |                                      |
| 1—4В                     | 0,62                     | 0,67                       | 0,05                     | 8,064516               |                                      |
| 1—5В                     | 0,5                      | 0,53                       | 0,03                     | 6                      |                                      |
| 1—6В                     | -1,18                    | -1,13                      | 0,05                     | 4,237288               |                                      |
| 1—7В                     | -1,22                    | -1,19                      | 0,03                     | 2,459016               |                                      |
| Нагрузка 0,6 Р; 89,76 кН |                          |                            |                          |                        |                                      |
| 1—1В                     | -1,72                    | -1,69                      | 0,03                     | 1,744186               | 5,580543                             |
| 1—2В                     | -1,75                    | -1,72                      | 0,03                     | 1,714286               |                                      |
| 1—3В                     | 0,52                     | 0,58                       | 0,06                     | 11,53846               |                                      |
| 1—4В                     | 0,64                     | 0,69                       | 0,05                     | 7,8125                 |                                      |
| 1—5В                     | 0,52                     | 0,58                       | 0,06                     | 11,53846               |                                      |
| 1—6В                     | -1,76                    | -1,71                      | 0,05                     | 2,840909               |                                      |
| 1—7В                     | -1,6                     | -1,57                      | 0,03                     | 1,875                  |                                      |

Окончание табл. 1

| Сечение                                                        | Напряжение по опыту, МПа | Напряжение по расчету, МПа | Разность напряжений, МПа | Разность напряжений, % | Среднее значение разности напряжений |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Нагрузка 0,8 Р; 119,68 кН                                      |                          |                            |                          |                        |                                      |
| 1—1в                                                           | -2,34                    | -2,26                      | 0,08                     | 3,418803               | 5,853889                             |
| 1—2в                                                           | -2,25                    | -2,16                      | 0,09                     | 4                      |                                      |
| 1—3в                                                           | 0,58                     | 0,62                       | 0,04                     | 6,896552               |                                      |
| 1—4в                                                           | 0,66                     | 0,73                       | 0,07                     | 10,60606               |                                      |
| 1—5в                                                           | 0,58                     | 0,63                       | 0,05                     | 8,62069                |                                      |
| 1—6в                                                           | -2,25                    | -2,16                      | 0,09                     | 4                      |                                      |
| 1—7в                                                           | -2,62                    | -2,53                      | 0,09                     | 3,435115               |                                      |
| Нагрузка Р; 149,6 кН                                           |                          |                            |                          |                        |                                      |
| 1—1в                                                           | -2,81                    | -2,68                      | 0,13                     | 4,626335               | 7,537706                             |
| 1—2в                                                           | -2,77                    | -2,65                      | 0,12                     | 4,33213                |                                      |
| 1—3в                                                           | 0,62                     | 0,66                       | 0,04                     | 6,451613               |                                      |
| 1—4в                                                           | 0,72                     | 0,77                       | 0,05                     | 6,944444               |                                      |
| 1—5в                                                           | 0,62                     | 0,66                       | 0,04                     | 6,451613               |                                      |
| 1—6в                                                           | -3                       | -2,68                      | 0,32                     | 10,66667               |                                      |
| 1—7в                                                           | -3,16                    | -2,74                      | 0,42                     | 13,29114               |                                      |
| Среднее значение разности напряжений независимо от нагрузки, % |                          |                            |                          |                        | 5,799                                |

Результаты расчета разности напряжений для всех сечений и типов фундаментов показаны в табл. 2.

Таблица 2

*Результаты расчета разности напряжений для всех сечений и типов фундаментов*

| Месторасположение                      | Разность напряжений, % | Среднее значение разности напряжений, % |
|----------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|
| Верхняя грань сплошного фундамента     | 5,799                  | 6,107                                   |
| Нижняя грань сплошного фундамента      | 6,432                  |                                         |
| Верхняя грань многослойного фундамента | 5,876                  |                                         |
| Нижняя грань многослойного фундамента  | 6,321                  |                                         |

**Вывод:** в результате проведенного сравнительного анализа сходимости результатов натурного опыта и численного эксперимента при помощи МКЭ выявлена сходимость результатов 6,1 %, что является применимым для инженерных расчетов и позволяет использовать метод конечных элементов для расчета нелинейных задач системы «основание — фундамент».

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Некрасова Н. Н., Бурковский В. Л., Флавианов В. М. Анализ адекватности математической модели изгиба фундаментных плит на основе инструментальной системы ANSYS // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. № 6. С. 15—17.
2. Прочностной расчет железобетонных плит при пожаре с использованием программной среды ANSYS / А. В. Ширко, А. Н. Камлюк, И. И. Полевода, Н. В. Зайнудинова // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2014. № 1(19). С. 48—58.

3. *Ивашкин А. И.* Анализ деформационного поведения моделей материалов в ANSYS // Математические методы и модели: теория, приложения и роль в образовании. 2014. № 3. С. 79—92.
4. *Маркова Е. В., Чечуга Е. В.* Использование программы ANSYS для анализа работоспособности конструкций // Известия Тульского государственного университета. Сер. : Технические науки. 2016. № 8. С. 45—54.
5. *Иванов М. Л., Добрынин А. А.* Разработка и численная реализация математической модели пространственной системы «здание — фундамент — основание» // Интеллектуальные системы в производстве. 2001. № 1. С. 24—35.
6. The comparative analysis of different computations methods of strength of materials by the example of calculations of the axle beam / S. I. Evtushenko, I. A. Petrov, M. N. Shutova, A. S. Alekseeva // IOP Conf. Series : Materials Science and Engineering. 2017. No. 177. 012023.
7. Structural optimization of stationary plates of industrial and technological equipment / S. I. Evtushenko, I. A. Petrov, S. A. Alekseev, A. S. Alekseeva // 3rd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2017, Chelyabinsk, Russian Federation; 16 May 2017 through 19 May 2017. Chelyabinsk : Institute of Electrical and Electronics Engineers Conference Publications, 2017.
8. *Калафатов Д. А.* Планирование экспериментальных исследований работы двухслойных железобетонных плитных фундаментов // Строительство и техногенная безопасность : сб. науч. тр. Симферополь : НАПКС, 2014. Вып. 50. С. 94—99.
9. *Калафатов Д. А.* Методика проведения экспериментальных исследований моделей конструкций двухслойных железобетонных плитных фундаментов // Строительство и реконструкция. 2016. № 2(64). С. 23—28.
10. *Калафатов Д. А.* Результаты экспериментальных исследований моделей двухслойных железобетонных плитных фундаментов каркасных зданий на грунтовом основании // Строительство и реконструкция. 2016. № 5(67). С. 16—22.

© *Евтушенко С. И., Шутова М. Н., Калафатов Д. А., 2018*

*Поступила в редакцию  
в июне 2018 г.*

*Ссылка для цитирования:*

*Евтушенко С. И., Шутова М. Н., Калафатов Д. А.* Анализ сходимости результатов опытов и результатов расчета МКЭ на примере конструкций плитного фундамента // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 15—24.

*Об авторах:*

**Евтушенко Сергей Иванович** — д-р техн. наук, профессор, Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М. И. Платова. Российская Федерация, 346421, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, [evtushenko\\_s@novoch.ru](mailto:evtushenko_s@novoch.ru)

**Шутова Марина Николаевна** — канд. техн. наук, Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М. И. Платова. Российская Федерация, 346421, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, [pretty\\_marry@mail.ru](mailto:pretty_marry@mail.ru)

**Калафатов Джафер Амительевич** — аспирант, Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского. Российская Федерация, Республика Крым, 295051, г. Симферополь, ул. Павленко, 3, [jafer90@mail.ru](mailto:jafer90@mail.ru)

**Sergei I. Evtushenko<sup>a</sup>, Marina N. Shutova<sup>a</sup>, Djafer A. Kalafatov<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> *Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI)*

<sup>b</sup> *Vernadsky Crimean Federal University*

# **ANALYSIS OF THE CONVERGENCE OF THE RESULTS OF EXPERIMENTS AND CALCULATION RESULTS OF THE FINITE ELEMENT METHOD ON THE EXAMPLE OF SLAB FOUNDATION DESIGNS**

The article presents the result of calculation of the design of reinforced concrete slab foundation on a sandy base on the ANSYS software complex and is compared with the results of the test on the

foundation models. The article presents data on stresses in concrete on the upper surface of the foundation structure, on the sole. The method of experiments is briefly described.

**Key words:** slab foundation, reinforced concrete model, sand foundation, ANSYS complex, normal stress on the sole, stress on the upper surface, analysis of the results.

*For citation:*

Evtushenko S. I., Shutova M. N., Kalafatov D. A. [Analysis of the convergence of the results of experiments and calculation results of the finite element method on the example of slab foundation designs]. *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], 2018, iss. 53(72), pp. 15—24.

*About authors:*

**Sergei I. Evtushenko** — Doctor of Engineering Sciences, Professor, Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI). 132, Prosveshcheniya St., Novocherkassk, 346421, Russian Federation, evtushenko\_s@novoch.ru

**Marina N. Shutova** — Candidate of Engineering Sciences, Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI). 132, Prosveshcheniya St., Novocherkassk, 346421, Russian Federation, pretty\_marry@mail.ru

**Djafer A. Kalafatov** — Postgraduate student, Vernadsky Crimean Federal University. 3, Pavlenko St., Simferopol', 295051, Republic of Crimea, Russian Federation, jafer90@mail.ru

УДК 624.131.2:550.348.091.64 (470.45)

**С. В. Кузнецова, С. И. Махова, Е. А. Степанова**

*Волгоградский государственный технический университет*

### **ВЛИЯНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕКТОНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА СЕЙСМИЧНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛГОГРАДА**

Анализ изменения инженерно-геологических условий, физико-механических свойств грунтов Волгограда позволил выявить грунты, влияющие на сейсмичность территории. К таким грунтам относятся широко распространенные специфические грунты: набухающие глины, просадочные суглинки, слабые глины и др., при обводнении которых увеличиваются влажность, консистенция. В соответствии со СНиП II-7—81\* такие грунты относятся к грунтам III категории сейсмичности. Следовательно, для зданий и сооружений повышенного уровня ответственности, строящихся в Волгограде в районах с сейсмичностью 6 баллов на площадках с грунтами категории III по сейсмическим свойствам, расчетную сейсмичность следует принимать равной 7 баллам.

Ключевые слова: инженерно-геологические и тектонические условия, сейсмичность, специфические грунты, разлом, опасные природные процессы и явления.

Поддержание стабильности геологической среды урбанизированных территорий является необходимым условием обеспечения экологического комфорта для населения. До недавнего времени геологическая среда рассматривалась как консервативный элемент окружающей среды. Однако на современном этапе интенсивное воздействие техногенных объектов на геологическую среду, в которой они располагаются, ничуть не меньше, чем на атмосферу, поверхностные воды и растительный мир, и неизбежно вызывает массовое развитие опасных геологических процессов, приносящих громадный экологический и экономический ущерб [1—3].

В Волгограде, как и во всем мире, в последние годы наблюдается строительный бум. Здания устремились ввысь, их количество непрерывно возрастает. Такие здания относятся к зданиям и сооружениям повышенного уровня ответственности, отнесенным в соответствии с Градостроительным кодексом Российской Федерации к особо опасным, технически сложным или уникальным. В связи с этим особое внимание при проектировании и строительстве зданий и сооружений должно уделяться детальному изучению инженерно-геологических условий строительных площадок.

Территория Волгограда достаточно типична по своим климатическим и инженерно-геологическим условиям для юго-востока Европейской части России и в то же наиболее сильно подвержена воздействию опасных геологических процессов. Характерной особенностью территории Волгограда, вызванной засушливостью климата, низкой увлажненностью грунтов, является высокая чувствительность глинистых и лессовых грунтов к изменению влажности [4, 5].

Кроме того, значительная часть территории, расположенная в пределах Прикаспийской солянокупольной впадины, испытывает активное влияние соляной тектоники. В пределах Волгоградской городской агломерации выделено

несколько соляных куполов. Наиболее известные из них Паромненский, расположенный севернее Волжского, Красноармейский и Светлоярский на юге, осложненные рядом разломов в надсолевом комплексе. По результатам изучения вертикальных перемещений земной поверхности над куполами установлено, что скорость движения может достигать от 3...4 мм (на Светлоярском куполе) и до 14...18 мм (на Паромненском куполе) [3, 4, 6—8].

В соответствии со схемой типологического инженерно-геологического районирования Нижнего Поволжья Волгоград находится на юго-востоке Русской равнины, в месте сочленения крупных морфоструктур, генетические типы которых представлены аккумулятивной морской равниной раннехвалынского возраста, денудационной равниной Приволжской возвышенности и Ергеней плиоценового возраста и эрозионно-аккумулятивной долиной р. Волги [2, 3, 9].

В пределах этих областей на территории города выделено семь типов инженерно-геологических районов, различающихся по геологическому строению, рельефу, гидрогеологическим условиям, составу и физико-механическим свойствам пород, геодинамическим процессам [2].

Немаловажное значение на геологическое строение территории города оказывают тектонические разломы в различных по возрасту геологических образованиях, которые представляют разрывы сплошности крупных геологических тел и способны влиять на сейсмическую обстановку. Отдельные разломы были детально изучены при изысканиях по трассе проектируемого Волго-Донского канала, Волжской ГЭС и других объектов [9—12].

Основные черты геологического строения территории Волгограда определены крупным сбросом с амплитудой более 190 м, проходящим в левобережной части долины реки Волги и скрытым под современным аллювием. Сброс делит долину Волги на западную и восточную части, отличающиеся по геологическому строению. Западная, приподнятая часть, включающая правобережье, русло реки и низкую пойму, сложена породами палеогена. Восточная, опущенная часть приурочена к левому борту долины, сложенной четвертичными отложениями, которые подстилаются майкопскими глинами мощностью более 80 м. Четвертичные отложения выстилают дно и слагают левобережную террасу Волги [9—12].

Наиболее молодыми отложениями, затронутыми сбросом, являются среднечетвертичные хазарские отложения, т. е. время его активизации — менее 100 тыс. лет назад. Четвертичные отложения выстилают дно и слагают левобережную террасу Волги [12, 9]. По тем же данным, Отраденский сброс в балке Отрадной у пос. Бекетовка с амплитудой 80 м пересекает олигоцен-миоценовые майкопские глины, возраст которого менее 7 млн лет [9].

Аналогичными сбросами в пределах города и на прилегающей территории нарушены среднепалеогеновые, олигоцен-миоценовые, а также плиоценовые отложения (сбросы с амплитудой более 40 м Бекетовский, Андреевский, Сарпинский, Татьянский, Красноармейским над солянокупольными структурами и др.); сбросы с амплитудой до 25 м: у пос. Винновка, Рынок, Орловка, у г. Городище; на р. Царице, в овраге Банном, Береславском и др., сбросы на пойме левого берега Волги, а также грабены и поднятия: Андреевский грабен, Громославский грабен, Волго-Донской грабен, Громославское

поднятия, Красноармейское поднятие, Мариновское поднятие и др., Солянская мульда. Каждая из названных структур представляет ослабленную зону земной коры, способную активизироваться под влиянием природных и техногенных факторов. По последней классификации активности разломов [9, 11—13], Волгоградский сброс и многие другие разломы среднечетвертичного времени относятся к активным разломам. По данным Г. И. Горещкого, тектонические подвижки в зоне опущенного крыла Волгоградского сброса возникали неоднократно: вплоть до голоцена (10 тыс. лет назад) [12]. Однако район строительства Волгоградского гидроузла известен как один из самых спокойных в сейсмическом отношении участков Русской платформы. Доказательством этому служит отсутствие проявлений тектонических процессов в настоящее время.

Результаты повторных точных нивелировок показывают, что в Нижнем Поволжье земная кора испытывает медленные колебательные движения различных знаков. Одни участки ее поднимаются со скоростью не более 1 мм в год (так называемое Высокое Поволжье), другие опускаются на такую же незначительную величину (максимум до 2...3 мм в год). Эти движения, направленные в противоположные стороны, естественно, вызывают напряжения в земной коре, которые в будущем могут разрешиться возобновлением разрывных дислокаций.

Следует иметь в виду, что период относительного тектонического покоя, начавшийся с хвалынского века, в геологическом масштабе времени представляет чрезвычайно малую величину и, следовательно, никак не может служить доказательством того, что движения по основному Волгоградскому сбросу закончились и не возобновятся в будущем. Но в то же время вероятность возобновления сколько-нибудь значительных подвижек по основному сбросу в ближайшие 100—200 лет слишком мала [11].

Волжская ГЭС введена в эксплуатацию в 1963 г. Еще до ввода гидроузла в постоянную эксплуатацию Гидропроект проводил регулярные наблюдения за осадкой и деформациями всего комплекса сооружений. С 1963 г. коллектив кафедры геодезии ВолГИСИ проводил инструментальные наблюдения за устойчивостью сооружений гидроузла. Зафиксированные повторным нивелированием разнонаправленные перемещения крупных блоков земной коры по обе стороны от Волжского сброса могут оказать влияние на его активность вследствие накапливающихся напряжений в плоскости сброса [3, 8].

Сложность инженерно-геологических условий территории Волгограда обусловлена также широким распространением специфических грунтов, изменением физического состояния которых при обводнении также влияет на сейсмичность территории. Среди них выделяются набухающие глины, просадочные суглинки, слабые глины, илы и др. Широко распространены и геологические процессы, осложняющие строительство и эксплуатацию зданий, — это овражная эрозия, оползни, подтопление, заболачивание.

В связи с инженерно-хозяйственным освоением территории Волгограда происходит подъем УГВ, образование верховодки и новых водоносных горизонтов в насыпных и намывных отложениях, в лессовых породах, хвалынских глинах, ергенинских песках, майкопских глинах, палеогеновых отложениях, не редко с глубиной залегания вблизи дневной поверхности [4, 8].

Следует отметить, что в Волгограде произошли значительные изменения рельефа. Наибольшей техногенной перестройке подвергается рельеф застроенных территорий на эродированном Волжском склоне и в долинах рек и оврагов. Например, на территории Волгограда и Волжского суммарный объем перемещений грунта составляет, млн м<sup>3</sup>: выемки и срезки грунта — 8,2; крупные дамбы и насыпи — 6,1; откосы на берегоукрепительных работах — 9,1; замывы и засыпанные овраги — 28; карьеры местных строительных материалов — 22; земляные работы при сооружении Волжской ГЭС — 146,3 [10, 14, 15]. К началу 1980-х гг. коэффициент горизонтальной эрозионной расчлененности для застроенной части Волгограда уменьшился в сравнении с первоначальным с 1,5 до 0,8 км на км<sup>2</sup> [9]. За последние пятьдесят лет в зоне городской застройки полностью ликвидировано более 100 км оврагов. Вместе с уменьшением линейной эрозионной расчлененности уменьшилась и глубина врезов овражно-балочной сети. В настоящее время продолжается накопление техногенных грунтов в результате засыпки оврагов и планировки территории на участках строительства крупных жилых и торговых комплексов, автодорог.

Сейсмичность территории Волгограда для зданий и сооружений повышенного уровня ответственности в соответствии со сводом правил СП 14.13330.2011 «Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7—81\*» должна определяться по требованиям п. 1.4\* этого документа на основании сейсмического микрорайонирования, а в районах, для которых отсутствуют карты сейсмического микрорайонирования, допускается определять сейсмичность площадки по данным табл. 1 СНиП II-7—81\*.

Карты сейсмического микрорайонирования территории Волгограда отсутствуют. В связи с этим в Волгограде для каждого здания и сооружения повышенного уровня ответственности (и не только) в отчетных материалах об инженерно-геологических изысканиях приводится категория грунтов по сейсмическим свойствам в соответствии с прогнозируемым подъемом уровня грунтовых вод и обводнением грунтов в процессе эксплуатации зданий и сооружений. Наиболее чувствительными к изменению влажности, консистенции и механических свойств являются широко распространенные специфические грунты: морские нижнехвалыньские набухающие глины, суглинки, лесовые просадочные породы ательского горизонта; лесовые просадочные породы валдайского горизонта; набухающие глины майкопской серии олигоцен-миоцена, которые нередко служат основанием сооружений. В водонасыщенном состоянии эти грунты в соответствии с табл. 1\* СНиП II-7—81\* относятся к III категории грунта по сейсмическим свойствам. Следовательно, для объектов Волгограда повышенного уровня ответственности зданий и сооружений, строящихся в районах с сейсмичностью 6 баллов на площадках строительства с грунтами категории III по сейсмическим свойствам, расчетную сейсмичность следует принимать равной 7 баллам.

При освоении городских территорий довольно часто первым от поверхности горизонтом являются техногенные грунты, по преимуществу насыпные и намывные. Вследствие высокой неоднородности в качестве естественного основания для плитных фундаментов они не используются. При свайном ва-

рианте фундаментов они полностью прорезаются сваями и опираются на слабосжимаемые грунты [16].

Морские нижнехвалынские глины относятся к усадочно-набухающим. Залегая выше УГВ, они характеризуются небольшой влажностью и пористостью, имеют твердую или тугопластичную консистенцию, высокие значения показателей прочностных и деформационных свойств. При повышении УГВ влажность их увеличивается, консистенция становится пластичной, мягкопластичной или даже текучепластичной, показатели прочностных и деформационных свойств резко снижаются: угол внутреннего трения — до двух раз, сцепление — до четырех раз, модуль общей деформации — до пяти раз. Это приводит к деформациям зданий и сооружений, возведенных с использованием всех типов фундаментов, в том числе свайных. Испытания статическими нагрузками показали, что сваи длиной 8 м в нижнехвалынских глинах тугопластичной консистенции выдерживали нагрузку в 400...500 кН, но при переходе их в мягко- или текучепластичную консистенцию несущая способность свай снижалась до 300...350 кН, т. е. на 20...30 %. При эксплуатации сооружений с горячими технологическими процессами (под горячими цехами некоторых производств, заводскими трубами, горячими водоводами) нередко происходит противоположное явление — не набухание, а усадка, что также вызывает деформации зданий и сооружений. Причиной усадки или набухания глин являются и сезонные изменения влажности, неравномерная транспирация влаги древесной и другими видами растительности, тепловлагоперенос и некоторые другие факторы, обычно не учитываемые при проектировании и эксплуатации зданий и сооружений.

Глины содержат значительное количество кристаллического и мучнистого гипса. Выщелачивание его при замачивании глин приводит к образованию агрессивных вод с содержанием сульфат-иона до 10 000 мг/л. Поскольку при строительстве многих сооружений, особенно тонкостенных бетонных трубопроводов, возможность образования агрессивных грунтовых вод не была учтена, это вызвало многочисленные аварии коммуникаций. Высокая минерализация грунтовых вод активизирует также агрессивное воздействие на бетон и металл блуждающих токов.

К просадочным грунтам относятся в первую очередь покровные лессовые породы  $LQ_{III}$ , широко распространенные на водораздельных пространствах и склонах Приволжской возвышенности. Кроме того, просадочными являются погребенные лессовые породы ательского горизонта  $LQ_{IIIat}$ . Оба типа грунтов проявляют просадочность при замачивании. Лессовые породы в пределах незастроенных территорий города не обводнены до глубины 15...20 м и весьма чувствительны к дополнительному замачиванию, которое приводит к резкому снижению показателей прочности и сжимаемости, а также к просадочным деформациям. Например, средняя величина модуля деформации лессовых пород валдайского и ательского горизонтов при увлажнении снижается соответственно в 7 и 10 раз. Сопротивление сдвигу этих пород также зависит от влажности. Испытания на сдвиг при естественной влажности ательских суглинков и супесей дали следующие значения: при влажности 0,08  $\tau = 0,65$ , а при влажности 0,22  $\tau = 0,21$ ; удельное сцепление снижается при этом с 0,6 до 0,2 МПа.

Существенно снижается при обводнении несущая способность свай. По результатам полевых испытаний свай статическими нагрузками с замачиванием было установлено, что в лессовых породах ательского и валдайского горизонтов несущая способность свай длиной 7...9 м, составляющая в грунтах природной влажности 600...700 кН, при замачивании продолжительностью около месяца снижается до 350...400 кН. Минерализация спорадически распространенных вод лессовых пород изменяется от 0,4 до 11,5 г/л. По составу это преимущественно сульфатные натриевые воды с содержанием сульфат-иона до 4000 мг/л. Воды обладают сульфатной агрессивностью [8, 16].

К слабым грунтам относятся озерно-аллювиальные глины и суглинки бекетовского горизонта, образовавшиеся около 10 тыс. лет назад и вследствие этого обладающие высокой пористостью, влажностью, сжимаемостью и крайне низкой прочностью [16].

Вполне понятно, что все перечисленные выше специфические грунты не могут использоваться в качестве оснований плитных фундаментов без искусственного укрепления грунтов.

Таким образом, наиболее сильно реагируют на замачивание и обводнение в результате инженерно-хозяйственного освоения морские нижнехвалынские глины и лессовые породы валдайского и ательского горизонтов.

Изменения, происходящие в подземной гидросфере под влиянием инженерно-хозяйственного освоения территории, являются важнейшей причиной образования новых и активизации старых оползней: ими вызваны 95 из 117 зафиксированных в Волгограде оползней [8, 16]. Часть из них образовалась в результате увлажнения глин при подтоплении; по механизму это оползни-потоки и оползни сдвига; другие связаны с подрезкой склона, сложенного глинами небольшой мощности.

*Дочетвертичные глинистые породы* в активной зоне распространены в пределах Приволжской возвышенности и Ергеней. Среди них наиболее распространенными являются *глины майкопской серии олигоцена-миоцена*. В северной части города эти глины залегают почти с поверхности или перекрыты толщей лессовых и неогеновых пород. Мощность их здесь не превышает 20...30 м. Сверху они, как правило, выветрены, трещиноваты, с включением вторичных минералов — гипса, ярозита, гидроокислов железа. Южнее б. Отрада мощность глин увеличивается до 90...100 м, увеличивается и глубина их залегания. В естественных условиях консистенция их твердая и полутвердая. Майкопские глины относятся к набухающе-усадочным грунтам. При увлажнении глин отмечается снижение прочностных и деформационных характеристик [8, 14].

*Опоковидные глины волгоградской свиты эоцена (ельшанские слои)* залегают под толщей глин майкопской серии, и только в северной части города (Краснооктябрьский район, незначительно Дзержинский, Ворошиловский) на склонах балок и оврагов они выходят на поверхность или перекрыты небольшим чехлом лессовых пород. Как правило, глины ненабухающие, но в единичных случаях при увеличении влажности отмечается слабое их набухание.

*Оливково-зеленые глины волгоградской свиты эоцена (мечеткинские слои)* слоистые, трещиноватые, ожелезненные по трещинам. Мощность их изменяется в пределах 0,1...2,9 м. В нижней части глины опесчанены. В естественном состоянии глины имеют твердую и полутвердую консистенцию. Оливково-зеленые глины относятся к набухающе-усадочным грунтам.

Вполне понятно, что все перечисленные выше специфические грунты не могут использоваться в качестве оснований плитных фундаментов без искусственного укрепления грунтов.

Анализ результатов 235 натурных испытаний свай статическими нагрузками в различных инженерно-геологических условиях, выполненный на кафедре инженерной геологии и геоэкологии, позволил сделать следующие выводы [16].

Важнейшим в Волгограде опорным слоем для свай являются песчано-алевритовые породы мечеткинской свиты палеогена. Толща этих пород имеет своеобразный вещественный состав и относится к типу пород с жесткими связями. По существу они представляют разновидности, промежуточные между песками и песчаниками разнообразной прочности. Причем песчаники играют среди них подчиненную роль и залегают в виде караваев или маломощных пластов.

Пески ергенинской свиты неогена обеспечивают несущую способность свай длиной 3,0...4,5 м в диапазоне 75...90 т. Сваи длиной 5 м в хазарских песках имеют несущую способность 80 т, длиной 13 м — 125 т.

Буронабивные сваи диаметром 0,6...0,8 м; 1 м; с уширением до 1,5 м и глубиной погружения 16...30 м испытывались на четырех различных объектах, но в сходных инженерно-геологических условиях: опорными слоями во всех опытах были скальные и полускальные породы мечеткинской и царицынской свит палеогена.

#### *Выводы:*

Для зданий и сооружений повышенного уровня ответственности, строящихся в Волгограде в районах с сейсмичностью 6 баллов на площадках с грунтами категории III по сейсмическим свойствам, расчетную сейсмичность следует принимать равной 7 баллам. Проектирование и строительство необходимо выполнять в соответствии с требованиями СНиП II-7—81\*.

Среди изученных грунтов в качестве опорных слоев для свай предпочтительны рассмотренные в качестве свай-стоек: глины киевской свиты палеогена, пески ергенинской свиты неогена, пески хазарской свиты и в особенности песчано-алевритовые породы мечеткинской и царицынской свит палеогена.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сияков В. Н., Кузнецова С. В. Характер и распространение природных и инженерно-геологических процессов и явлений в лессовых породах Нижнего Поволжья // Проблемы лессовых пород в сейсмических районах : тез. докл. Всесоюз. совещания. Ташкент : Фан, 1980. С. 200—202.
2. Сияков В. Н., Кузнецова С. В. Инженерно-геологическое районирование Нижнего Поволжья и прилегающих территорий // Инженерная геология. 1981. № 4. С. 26—37.
3. Сияков В. Н. О роли соляной тектоники в формировании инженерно-геологических условий крупных солянокупольных бассейнов // Инженерная геология. 1984. № 2. С. 61—72.

4. *Синяков В. Н., Кузнецова С. В.* Прикаспийский и Гурьевский районы // Инженерная геология СССР. Т. 2. Платформенные регионы Русской равнины. М. : Недра, 1992.
5. *Синяков В. Н., Кузнецова С. В.* Природные и техногенные процессы в геологической среде и методы защиты от их воздействия : учеб. пособие. Волгоград: ВолгГАСУ, 1995. 84 с.
6. *Синяков В. Н.* Полевые исследования несущей способности забивки свай в инженерно-геологических условиях Волгоградского региона // Вопросы инженерной геологии, проектирования и строительства оснований и фундаментов в Нижнем Поволжье. Волгоград, 1973. С. 101—106.
7. *Синяков В. Н., Бражников О. Г.* Современные движения земной коры в солянокупольных областях и их влияние на условия захоронения жидких отходов // Поволжский экологический вестник. 1996. № 3. С. 106—117.
8. Инженерная геология и геоэкология Волгограда / В. Н. Синяков, С. В. Кузнецова, С. В. Честнов, С. И. Махова, А. П. Долганов. Волгоград, 2007. 150 с.
9. *Синяков Н. П.* Особенности тектоники // Геология района сооружений Волго-Дона. М., 1960. С. 54.
10. *Брылев В. А., Самусь Н. А.* Геоморфология и геология Волгоградской агломерации и некоторые аспекты их антропогенных изменений // Природные условия и ресурсы Нижнего Поволжья : межвуз. сб. науч. тр. Волгоград, 1981. С. 65—79.
11. Волжская ГЭС им. XXII съезда. М. : Энергия, 1965. Т. 1.
12. *Горецкий Г. И.* Формирование долины реки Волги в раннем и среднем антропогене. М. : Наука, 1966. 411 с.
13. Геология СССР. Т. XLVI. Ростовская, Волгоградская, Астраханская области и Калмыцкая АССР. М. : Недра, 1970. С. 515—578.
14. *Кузнецова С. В., Махова С. И.* Инженерно-геологические условия строительства на майкопских глинах Волгограда // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Сер.: Стр-во и архит. 2017. Т. 8. № 1. С. 134—147.
15. *Махова С. И., Долганов А. П., Синяков В. Н.* Современные представления о физико-механических свойствах песчано-алевритовых пород мечеткинской свиты палеогена // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Стр-во и архит. 2008. Вып. 12(31). С. 29—33.
16. *Синяков В. Н., Долганов А. П., Махова С. И.* Оптимизация устройства фундаментов многоэтажных зданий в сложных инженерно-геологических условиях Волгоградского мегаполиса // Инновационные организационно-технологические ресурсы для развития строительства доступного и комфортного жилья в Волгоградской области : материалы Междунар. науч.-практич. конф., г. Волгоград, 1—3 декабря 2008 г. Волгоград : ВолгГАСУ, 2008. С. 300—305.

© Кузнецова С. В., Махова С. И., Степанова Е. А., 2018

*Поступила в редакцию  
в мае 2018 г.*

*Ссылка для цитирования:*

*Кузнецова С. В., Махова С. И., Степанова Е. А.* Влияние инженерно-геологических и тектонических условий на сейсмичность строительных площадок на территории Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 25—33.

*Об авторах:*

**Кузнецова Светлана Васильевна** — д-р геол.-минерал. наук, профессор, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru

**Махова Светлана Ивановна** — канд. геол.-минерал. наук, доцент, доцент кафедры гидротехнических и земляных сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru

**Степанова Екатерина Александровна** — старший преподаватель кафедры гидротехнических и земляных сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

---

**Svetlana V. Kuznetsova, Svetlana I. Makhova, Ekaterina A. Stepanova**

**Volgograd State Technical University (VSTU)**

## **INFLUENCE OF ENGINEERING-GEOLOGICAL AND TECTONIC CONDITIONS FOR SEISMICITY OF THE TERRITORY OF VOLGOGRAD**

An analysis of the changes in the engineering-geological conditions, physical and mechanical properties of the Volgograd soils made it possible to reveal the soils affecting the seismicity of the territory. Such widespread soils include widespread specific soils: swelling clays, subsidence loams, weak clays, etc., in the case of watering, moisture and hygiene increase. In accordance with SNiP II-7—81\*, these soils are classified as Category III soils of seismicity. Consequently, for Volgograd's facilities, the increased level of responsibility for buildings and structures under construction in areas with seismicity of 6 points on seismic properties of Category III soils should be taken as 7 points.

**Key words:** engineering-geological and tectonic conditions, seismicity, specific soils, fault, dangerous natural processes and phenomena.

### *For citation:*

Kuznetsova S. V., Makhova S. I., Stepanova E. A. [Influence of engineering-geological and tectonic conditions for seismicity of 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], 2018, iss. 53(72), pp. 25—33.

### *About authors:*

**Svetlana V. Kuznetsova** — Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, info@vgasu.ru

**Svetlana I. Makhova** — Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Docent, Docent of Hydraulic and Earthwork Structures Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, info@vgasu.ru

**Ekaterina A. Stepanova** — Senior Lecturer of Hydraulic and Earthwork Structures Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, info@vgasu.ru

УДК 624.131.543

**А. М. Саламов<sup>а</sup>, Ф. Г. Габиев<sup>б</sup>**

<sup>а</sup> Академия наук Азербайджана

<sup>б</sup> Азербайджанский научно-исследовательский институт строительства и архитектуры

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ НА СКЛОНЕ БИБИ-ЭЙБАТСКОЙ БРАХИАНТИКЛИНАЛИ В БАКУ МЕТОДОМ ВЭЗ**

**Данная работа выполнена при финансовой поддержке Фонда развития науки  
при Президенте Азербайджанской Республики — грант № EIF-2013-9(15) — 46/25/2**

Методом вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) исследован оползнеопасный участок на восточном крыле Биби-эйбатской брахиантиклинали в западной части г. Баку (Азербайджан). Геологические разрезы изучены до глубины 40 м: описаны мощность и состав отдельных слоев горных пород, определены положения разрывных нарушений. Выявлена глубина залегания предполагаемой плоскости скольжения, мощность оползневого тела и ряд физических параметров оползневой массы.

**Ключевые слова:** оползень, грунт, сопротивление, брахиантиклиналь, объемный вес, слой, плоскость скольжения.

**Введение.** Развитие оползневых процессов на территории городов наносит огромный ущерб городскому хозяйству и экономике, а также создает экологические проблемы для региона. Оценить оползневую опасность исходя из геолого-структурного строения района и физических характеристик грунтов на выбранном участке позволяют геофизические исследования методом вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) (рис. 1).



Рис. 1. Вид участка оползневого склона

В настоящей работе методом ВЭЗ изучен один из активных оползней (рис. 2) на восточном крыле Биби-эйбатской брахиантиклинали вблизи поселка Патамдар в западной части г. Баку (Азербайджан). Площадь оползня составляет около 2,1 га. Ранее совместные инженерно-геологические и геофизические исследования на данном участке не проводились, поэтому полученные результаты и выводы представляют практический и научный интерес.

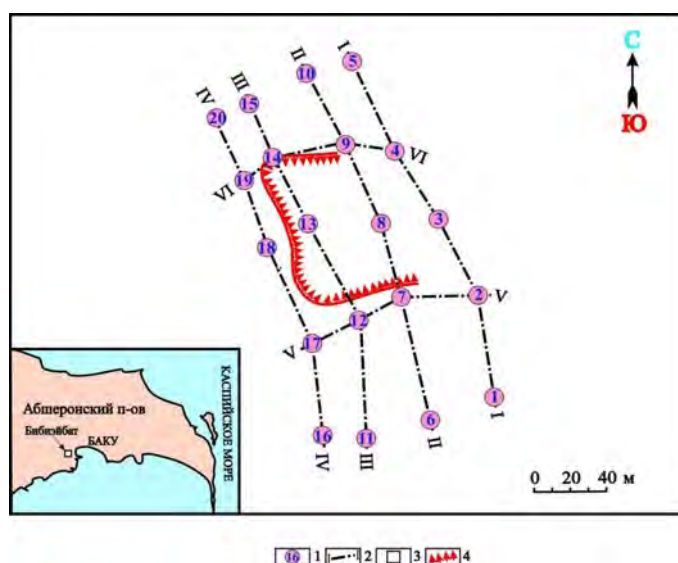


Рис. 2. Район исследования и план расположения геофизических профилей: 1 — номера точек ВЭЗ; 2 — линии геофизических профилей; 3 — участок исследования; 4 — бровка срыва оползня 2014 г.

Изучение геологического строения оползневого массива заключается в определении внешних границ оползня и границ между его отдельными блоками, а также в фиксации глубины залегания поверхности скольжения [1]. В нашем случае метод ВЭЗ позволил провести детальное расчленение геологического разреза до глубины 40 м, выявить и проследить разрывные нарушения и определить глубины залегания предполагаемой плоскости скольжения оползня. Измеренные физические параметры оползневого тела (в частности, предполагаемый объемный вес грунтов в естественном состоянии и плотность грунта под водой) позволили сделать выводы о возможном развитии оползней на изученном участке.

Под удельным весом (плотностью) грунта под водой имеется в виду удельный вес породы (грунта) под водой. У горных пород, находящихся ниже уровня поверхностных и подземных вод, минеральные частицы испытывают взвешивающее действие воды, и поэтому их вес соответственно уменьшается. Плотность или удельный вес породы (грунта) под водой определяется по формуле [2, 3]

$$\gamma^I = (\gamma_c - \gamma_v)(1 - n),$$

где  $\gamma_c$  — удельный вес минеральных частиц (скелета) грунта;  $\gamma_v$  — удельный вес воды, равный  $1 \text{ т/м}^3$ ;  $n$  — пористость в долях единицы.

**Краткое описание района исследования.** При изучении и прогнозе оползневых процессов приходится учитывать сочетание климатических факторов, гидрогеологических условий, геолого-геоморфологических и тектонических особенностей территории.

**Климат.** Район развития оползня расположен на высоте 130...145 м над уровнем моря (см. рис. 2) в аридной зоне с преобладанием умеренно теплого климата полупустынь и сухих степей с сухим летом. Годовая испаряемость в

несколько раз превышает годовое количество атмосферных осадков (220 мм). Среднегодовая температура составляет +14,6 °С. В летнее время почвенный покров нагревается до 46...47 °С. Зима мягкая и малоснежная. Скорость северных ветров на Апшеронском полуострове составляет в среднем 20...25 м/с, порою до 30...40 м/с. Склоны подвержены интенсивным процессам эрозии круглый год, а сильные ветры увеличивают их разрушительное воздействие. Активизации оползневых процессов на склонах способствует и антропогенный фактор — периодический полив зеленых насаждений.

*Геологическое строение.* Для исследуемой проблемы оползневой опасности интересно геологическое строение самой верхней части разреза. На поверхности исследуемой площади широко развиты четвертичные отложения различного генезиса: а) морские плейстоценовые; б) коллювиальные и элювиально-делювиальные голоценовые.

В восточной части Апшеронского полуострова в пределах синклинальных прогибов морские четвертичные отложения залегают согласно на апшеронских слоях (эоплейстоцен), тогда как на антиклинальных поднятиях они лежат несогласно на размытой поверхности плиоценовых, а местами даже миоценовых пород. Низы четвертичных морских отложений представлены двумя фациями: песчаной на юго-западе и глинистой на востоке. На западе угловые несогласия между апшеронскими слоями и низами четвертичных отложений достигают 15°, а сами четвертичные слои дислоцированы под углом 10° (на крыле Патамдарской синклинали). Выше с угловыми несогласиями и следами размыва лежат песчанистые глины, пески и глинистые ракушечники [4].

*Тектоника.* В системе юго-восточного Кавказа Апшеронский полуостров представляет собой область периклинального погружения аллохтонных и паравтохтонных структур Загатала-Ковдагской зоны южного склона. Значительную роль в тектонике апшеронской зоны играют предпонтическое (время образования Ковдаг-Сумгаитского шарьяжа), предпродуктивное, предбакинское и предгюргянское несогласия, тогда как несогласия перед акчагылом, средним и верхним апшероном слабее и незаметнее.

Анализ распределения литофаций и мощностей плиоцен-четвертичного комплекса отложений показывает, что в формировании современной структуры рассматриваемой области определяющее значение имели нарушения субмеридионального (СЗ—ЮВ, ССЗ—ЮЮВ) и субширотного (З—В, ЗСЗ—ВЮВ) направлений, с которыми связаны наиболее контрастные вертикальные и горизонтальные смещения, а также разломы северо-восточного простирания (ЮЗ—СВ, ЗЮЗ—ВСВ). Эти нарушения в значительной степени перекрыты позднеплейстоцен-голоценовыми образованиями, но проявлены в обнажениях более древних пород [5].

*Гидрогеология.* С физико-географическими и геолого-геоморфологическими особенностями Апшеронского полуострова тесно связаны его гидрогеологические условия. Полуострову свойственно отсутствие собственного поверхностного стока, скудность атмосферных осадков и высокая испаряемость. В геологическом разрезе преобладают глинистые отложения. Низкая водопроницаемость отложений сочетается с высокой засоленностью пород.

Для горных пород-коллекторов подземных вод характерна невыдержанность в плане и разрезе; они изменчивы по литологическому составу. Мелкие

бассейны подземных вод присутствуют на полуострове в замкнутых синклиналях и мульдах, характерных для данной территории, чем объясняется спорадическое распространение подземных вод.

В Бакинской мульде подземные воды, приуроченные ко всем стратиграфическим ярусам, образуют единый радиальный поток, направленный от бортов мульды в сторону Каспийского моря. Уровни безнапорных вод на местах их площадного распространения залегают на глубинах 0,0...13,4 м. Глубина залегания подошвы зоны активного водообмена закономерно уменьшается от нагорной части к морю. Мощность зоны активного водообмена не превышает 20 м, а на значительной части она колеблется от 4...5 до 8...10 м. Максимальная (60...80 м) мощность зоны наблюдается в районе Патамдарского плато [6].

Все перечисленные особенности препятствуют формированию значительных запасов пресных и слабоминерализованных подземных вод на территории полуострова. В Бакинской мульде величина минерализации безнапорных вод варьируется в очень широких пределах. Здесь встречаются воды с минерализацией от 0,5...0,7 до 100 г/л и более. Значительная часть территории занята безнапорными водами с минерализацией  $\geq 20$  г/л, по химическому составу принадлежащими к хлоридно-сульфатно-натриевому и сульфатно-гидрокарбонатно-натриевому типу.

**Методика и результаты исследований.** Геофизические работы выполнены методом ВЭЗ [7] по четырем поперечным и двум продольным профилям (см. рис. 2) с помощью четырехэлектродной симметричной установки АМНВ с разносами АВ / 2 = 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 10; 12; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24; 24; 26; 26; 28; 30; 32; 34; 36; 36; 38; 38; 40, а также MN / 2 = 0,3; 0,3; 0,3; 0,3; 0,3; 0,3; 0,3; 0,3; 0,3; 0,3; 1; 0,3; 1; 1; 1; 1; 1; 1; 1; 2; 1; 2; 2; 2; 2; 2; 2; 3; 2; 3; 3. Для измерений использовалась электроразведочная аппаратура ЭРА-В-ЗНАК с рабочей частотой 4,88 Гц [8].

Расстояние между профилями составило около 20...30 м, а между точками наблюдения ВЭЗ — 40...60 м. Измерительная установка ориентирована по направлению профилей. С целью детального расчленения разреза и более точного определения глубины плоскости скольжения по результатам опытных исследований была использована дополнительная сеть со сгущением интервала разносов АВ/2: до 10 м шаг по разносам составлял 1 м, далее до 40 м — 2 м.

В результате проведенных исследований по шести профилям были построены разрезы кажущегося электрического сопротивления  $\rho_{к.э.с}$  и геоэлектрические разрезы, построенные по удельным электрическим сопротивлениям  $\rho_{у.э.с}$ , которые затем были преобразованы в геолого-геофизические разрезы (рис. 3). По результатам интерпретации ВЭЗ установлено, что электрическое сопротивление горных пород, слагающих геологическую среду, меняется в интервале 1...65 Ом·м. В предполагаемых геолого-геофизических разрезах прослеживается шесть слоев, мощности которых меняются в интервале 1,5...25,0 м.

Верхний слой мощностью 1,5...7,0 м покрывает всю исследуемую территорию и представлен обломками песчаников, супесями и разнообразными антропогенными отложениями. Удельное сопротивление этого слоя меняется в интервале 8...65 Ом·м. Глубже геологический разрез представлен в основном

отложениями глинистого состава. Геофизические данные позволяют выделить слои глинистых песчаников, глин с прослойками песков, увлажненных и неувлажненных глин.

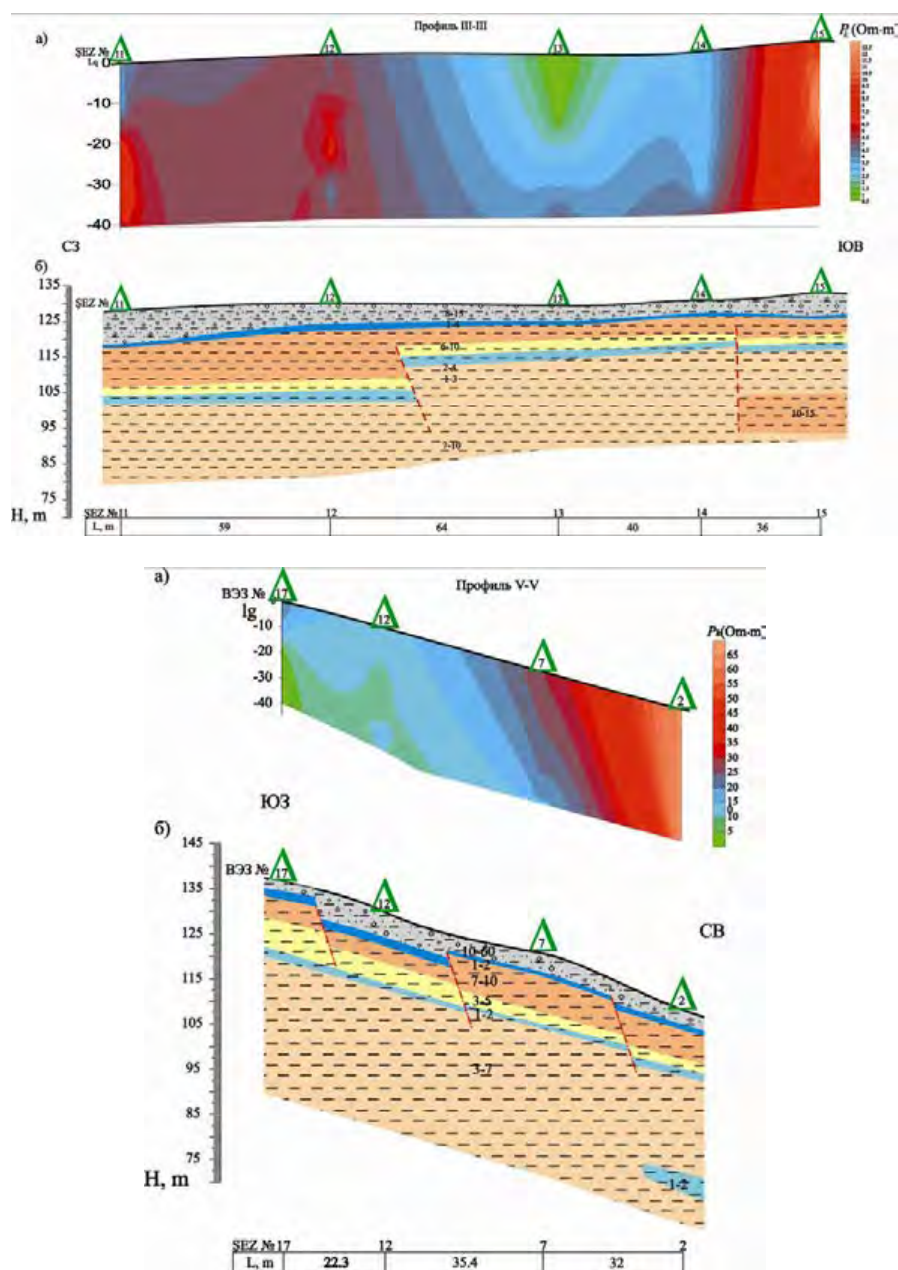


Рис. 3. Разрезы кажущегося электрического сопротивления (а) и предполагаемые геолого-геофизические разрезы (б) по профилям II—III и V—V по результатам интерпретации данных метода ВЭЗ: 1 — номера точек ВЭЗ; 2 — удельное электрическое сопротивление слоев; 3 — элювиально-делювиальные отложения; 4 — глинистые песчаники; 5 — глины с прослойками песков; 6 — увлажненные глины; 7 — глины; 8 — предполагаемая плоскость скольжения оползня; 9 — бровки предполагаемых древних оползней, выявленных по данным геофизических исследований; 10 — предполагаемые разрывные нарушения

Предполагаемое оползневое тело обладает относительно высоким удельным сопротивлением (представлено обломками песчаников, супесями) и повышенной пористостью, за счет чего в нем создаются благоприятные условия для аккумуляции вод разного происхождения. Эти воды по трещинам проникают к плоскости скольжения. Длительное увлажнение грунта в зоне плоскости скольжения оползня приводит к активизации оползневых подвижек исследуемого склона.

На изученном участке выявлены ранее неизвестные разрывные нарушения широтного простирания, которые ограничивают оползень с северо-запада и юго-востока. Угол падения плоскостей разрывных нарушений меняется с глубиной: от крутого падения у поверхности земли до падения в северо-западном и юго-восточном направлениях с увеличением глубины (см. рис. 3, рис. 4, з).

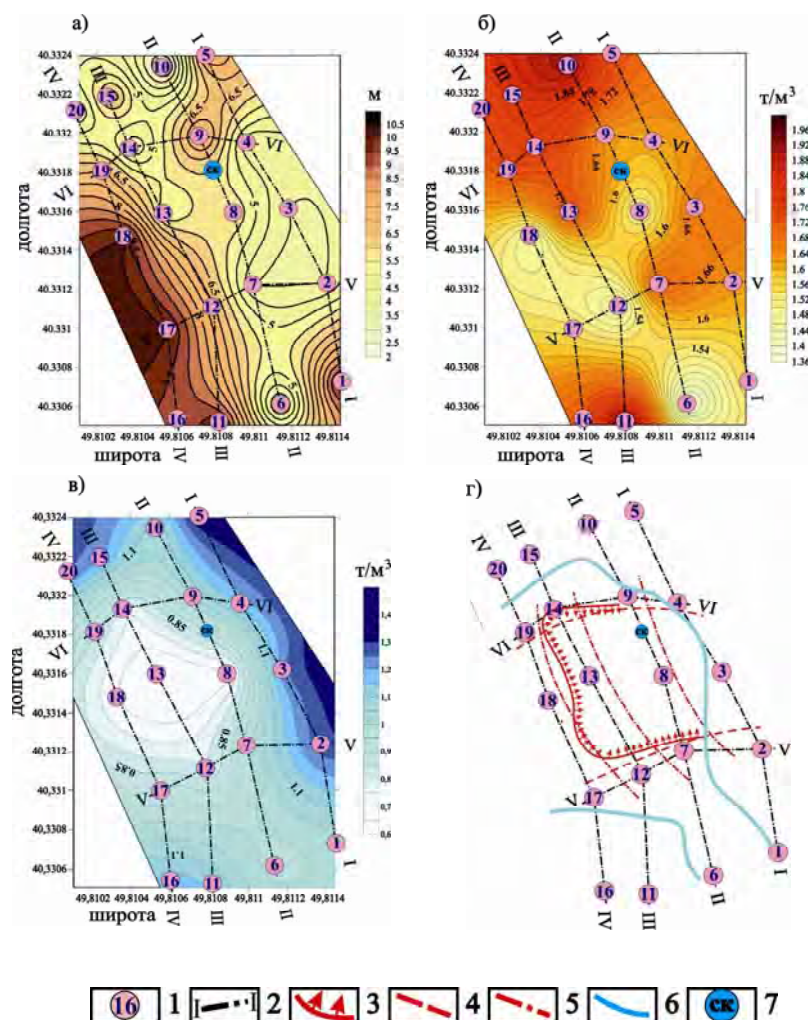


Рис. 4. Карты различных исследованных параметров оползневого тела: а — мощности оползневого тела, м; б — плотности грунтов в естественном состоянии,  $\text{т/м}^3$ ; в — плотности грунтов под водой,  $\text{т/м}^3$ ; г — карта результатов геофизических исследований: 1 — номера точек ВЭЗ; 2 — линии геофизических профилей; 3 — бровка срыва оползня 2014 г.; 4 — предполагаемые разрывные нарушения; 5 — предполагаемые бровки срывов древних оползней; 6 — предполагаемая граница плотности грунтов под водой со значением  $0,95 \text{ т/м}^3$ ; 7 — инженерно-геологическая скважина

**Обсуждение результатов исследований.** По данным геофизических исследований были построены карты предполагаемых изомощностей тела оползня (рис. 4, а), плотностей грунтов оползневого тела в естественном состоянии (рис. 4, б) и плотностей грунта под водой (рис. 4, в), а также карта результатов (рис. 4, г) геофизических работ.

На глубине 4...9 м практически повсеместно по площади исследования прослеживается слой с удельным сопротивлением 1...2 Ом · м. Этот слой мощностью 1...2 м рассматривается нами как зона формирования разрушений контактов между частицами грунта, которая реализуется как предполагаемая сложная плоскость скольжения оползня. Мощность оползневого тела в юго-западной части участка (у бровки) составляет 9,5 м, уменьшаясь до 4 м в восточной — северо-восточной языковой части (см. рис. 4, а).

Плоскость скольжения оползня пересекает слои разного литологического состава, а также пересекается разрывными нарушениями. Такие оползни относятся к инсеквентному типу. Выявленные бровки оползней имеют направление СЗ—ЮВ. В районе бровки уклон стенки отрыва оползня, произошедшего в 2014 г., составляет около 75...80°.

Для сравнительных исследований в рассматриваемом участке было пробурено четыре скважины. В районе ВЭЗ № 9 в теле оползня пробурена инженерно-геологическая скважина до плоскости скольжения, которая составляет 6 м, отобрано два монолита. По лабораторным данным, средние физические и физико-механические параметры этих монолитов следующие: пластичность 15 %, естественная влажность 17 %, плотность скелета грунта 1,95 т/м<sup>3</sup>, плотность грунта 1,7 т/м<sup>3</sup>, пористость 35 %.

По данным ВЭЗ № 9, физические и физико-механические параметры грунтов, слагающих тело оползня, следующие: пластичность средней 14,3 %, естественная влажность 17,5 %, плотность скелета грунта 2,005 т/м<sup>3</sup>, плотность грунта 1,75 т/м<sup>3</sup>, пористость 29,5 %, плотность грунта под водой 1,26 т/м<sup>3</sup>. Как видно, полученные результаты имеют надежную сходимость.

Предполагаемая плотность грунтов оползневой массы в естественном состоянии по площади исследования меняется в пределах от 1,36 до 2,08 т/м<sup>3</sup> (см. рис. 4, б). По карте (см. рис. 4, в) предполагаемая плотность грунтов оползневого тела под водой меняется в интервале 0,6...1,46 т/м<sup>3</sup>. Изолиния со значением 0,95 т/м<sup>3</sup> оконтуривает на карте (см. рис. 4, в) внешние границы площади прогнозируемого оползня. Полученные данные позволяют прогнозировать зону развития оползневых процессов (см. рис. 4, г). В центральной части площади исследования предполагается оседание тела оползневой массы и дальнейшее развитие оползневых процессов в юго-восточном направлении. Поскольку юго-западная бровка срыва оползня имеет угол падения около 80°, в этой части большая вероятность перехода оползня в обвал.

**Заключение.** В результате исследования методом ВЭЗ оползня на восточном крыле Биби-эйбатской брахиантиклинали вблизи п. Патамдар в западной части г. Баку (Азербайджан) получен целый ряд новых данных, как по самому оползню, так и по инженерной геологии района в целом.

Мощность оползневого тела по площади меняется в интервале 1,5...9,0 м. Плоскость скольжения пересекает слои разного литологического

состава. Кажущееся электрическое сопротивление оползневой массы изменяется в пределах площади исследования. Принимая во внимание эти изменения, можно выделить наиболее увлажненные и сильно раздробленные участки оползневой массы. Оползневое тело сложено элювиально-делювиальными отложениями и обладает коллекторными свойствами.

Выявлены и прослежены ранее неизвестные разрывные нарушения в зоне оползневого склона направлениях СЗ—ЮВ и СВ—ЮЗ.

Геоморфологически на исследуемом склоне прослеживаются ступенчатые террасы, на границах которых по геофизическим данным выявлены разрывные нарушения. Предположительно эти разрывные нарушения являются бровками древних оползней, через которые вода атмосферных осадков попадает в тело оползневого склона, увлажняя его. Питание оползневого тела подземными водами в основном происходит с западного направления за счет природных осадков и техногенного увлажнения.

По данным построенных карт с показателями плотности грунтов в естественном состоянии и плотности грунтов под водой, выявлена прогнозируемая площадь развития оползня.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Огильви А. А.* Основы инженерной геофизики. М. : Недра, 1990. 501 с.
2. *Добров Э. Д.* Механика грунтов. М. : Академия, 2008. 272 с.
3. *Ломтадзе В. Д.* Инженерная геология. Инженерная геодинамика. Л. : Недра, 1977. 479 с.
4. Геология четвертичных отложений Азербайджана / С. А. Али-заде, А. А. Байрамов, А. В. Мамедов, Н. Ш. Ширинов. Баку : ЭЛМ, 1978. 166 с.
5. Геология Азербайджана. Т. IV. Тектоника. Баку : Nafta-Press, 2005. 506 с.
6. Геология Азербайджана. Т. VIII. Гидрогеология и инженерная геология. Баку : Nafta-Press, 2008. 380 с.
7. Исследование оползня в Хызынском районе Азербайджана методом вертикального электрического зондирования / А. М. Саламов, А. Г. Кадыров, Ф. А. Саламов, Т. Р. Пашаев // Инженерные изыскания. 2015. № 5—6. С. 50—56.
8. *Якубовский Ю. В., Ренард И. В.* Электроразведка. М. : Недра, 1991. 359 с.

© Саламов А. М., Габиев Ф. Г., 2018

Поступила в редакцию  
в июне 2018 г.

Ссылка для цитирования:

Саламов А. М., Габиев Ф. Г. Исследование оползневых процессов на склоне Биби-эйбатской брахи-антиклинали в Баку методом ВЭЗ // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 34—42.

Об авторах:

**Саламов Аваз Махмуд оглы** — д-р геол.-минерал. наук, доцент, руководитель отдела инженерной геофизики Института геологии и геофизики, Академия наук Азербайджана. Азербайджан, г. Баку, Ясамальский район, пр-т Джавида Гусейна, 29А AZ1143, avazsalamov@yandex.ru

**Габиев Фахраддин Гасан оглы** — канд. техн. наук, старший научный сотрудник, академик РАЕН, заведующий лабораторией оснований, фундаментов и механики грунтов, Азербайджанский научно-исследовательский институт строительства и архитектуры, Азербайджан, г. Баку, ул. Д. Алиева, 251, farchad@yandex.ru

---

**Avaz M. ogly Salamov<sup>a</sup>, Fakhraddin G. ogly Gabibov<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> *Academy of Sciences of Azerbaijan*

<sup>b</sup> *Azerbaijan R&D Institute of Civil Engineering and Architecture*

## **RESEARCH OF LANDSLIDE PROCESSES AT THE BIBIEYBAT BRACHYANTICLINE SLOPE IN BAKU USING ELECTRICAL PROSPECTING METHOD**

The method of vertical electric sounding (VES) was applied to investigate the eastern part of the Bibieybat brachyanticline at the western part of Baku, Azerbaijan. Geological sections were described to the depths of 40 m, including thickness and composition of individual rock layers and locations of faults. A depth of the supposed sliding plane, thickness of the landslide body and a number of its physical parameters were detected. Obtained data of expected volume weight of underwater soils allow forecasting what areas will be subjected to exogenous geological processes at the studied territory.

**Key words:** landslide, ground, resistance, brachyanticline, volume weight, layer, sliding plane.

### *For citation:*

Salamov A. M., Gabibov F. G. [Research of landslide processes at the Bibieybat brachyanticline slope in Baku using electrical prospecting 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], 2018, iss. 53(72), pp. 34—42.

### *About authors:*

**Avaz M. ogly Salamov** — Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Docent, the Head of Geophysics Engineering Department of Institute of Geology and Geophysics, Academy of Sciences of Azerbaijan. 29AAZ1143, Dzhavid Gusein Prospect, Yasamal'skii district, Baku, Azerbaijan

**Fakhraddin G. ogly Gabibov** — Candidate of Engineering Sciences, Senior Research Scientist, Academic of Russian Natural Sciences Academy, Head of the Laboratory of Bases, Foundations and Soil Mechanics, Azerbaijan R&D Institute of Civil Engineering and Architecture. 251, Alieva St., Baku, Azerbaijan

УДК 691.327.666

**Н. Ю. Евстафьева, Т. К. Акчурин, И. В. Стефаненко**

*Волгоградский государственный технический университет*

## **ПОЛИМЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННОЙ И АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ**

При воздействии агрессивных сред и воды на строительные конструкции последние в силу своей структуры практически всегда проницаемы для жидкостей и газов и подвержены разрушению во времени. Полимерные материалы используются в качестве защитных покрытий для устранения вышеперечисленных недостатков. Разработанный полимерный состав наполненной двухкомпонентной полимерной системы (НДПС) представляет собой тонкодисперсный порошкообразный материал, который в смеси с растворителем обладает антикоррозионными и гидроизоляционными свойствами. Эффект «самозалечивания» обеспечивается путем заполнения и блокирования пор и трещин в поверхностном слое образца. Снижение коэффициента химической стойкости в растворе соляной кислоты составило более 10 %, в растворе аммиака химическая стойкость покрытия снизилась в полтора раза, в растворе едкого натрия процент снижения химической стойкости равен пяти. Теоретическое обоснование повышения химической стойкости композиционных материалов на основе полимерных отходов и их экспериментальное подтверждение обуславливает актуальность поставленных цели и задач исследовательской работы.

**Ключевые слова:** полимерные отходы, эпоксидная композиция, коррозионная и гидроизоляционная стойкость.

Создание принципиально новых и более эффективных технологий и конструкционных материалов в строительстве является современной тенденцией, ведущей к ускорению технического прогресса в строительной отрасли. Внедрение новых конструкционных материалов и строительных технологий позволит существенно сократить трудозатраты и сроки строительства, повысить качество и долговечность строительных конструкций и сооружений. Железобетонные конструкции и сооружения промышленного и гражданского строительства в широких условиях их эксплуатации сталкиваются с воздействием агрессивных сред, что обуславливает необходимость поиска, разработки и внедрения эффективных и экономичных антикоррозионных защитных материалов и покрытий, которые позволят обеспечить как коррозионную стойкость конструкций, так и долговечность зданий и сооружений в целом.

В процессе эксплуатации со временем практически каждый строительный материал разрушается в силу воздействия внешних климатических условий, воды и агрессивных сред. Отличаясь многими положительными эксплуатационными свойствами, бетон при соблюдении условий проектирования, изготовления и эксплуатации обладает в том числе определенной коррозионной стойкостью. До 75 % строительных конструкций подвергаются воздействию различных агрессивных сред, эксплуатационные характеристики бетона ухудшаются, снижается долговечность конструкций [1—3]. Воздействия грунтовых вод вблизи промышленных предприятий с определенным содержанием в них химических веществ, морские, речные, сточные воды в траншеях и трубах наиболее опасны для бетонов [2, 4]. Для развития современной строительной науки и практики

вопросы обеспечения коррозионной стойкости бетона при эксплуатации в агрессивных средах являются наиболее актуальными.

В бетоне как композиционном материале наименее прочной составляющей является цементный камень, который наиболее подвержен коррозионному процессу. Восприимчивость цементного камня к воздействию агрессивной среды обусловлена наличием гелевых и кристаллических продуктов гидратации цемента и многочисленных включений в виде негидратированных зерен клинкера. Новообразования в своей массе при взаимодействии цемента с водой имеют гелевидную структуру из субмикрорекристаллических частичек гидросиликата кальция  $\text{Ca}(\text{HSiO}_3)_2$ , которая пронизана относительно крупными кристаллами гидроксида кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Соотношение количества воды и цемента наиболее важно для процессов формирования структуры бетона, его прочности и плотности, что, в свою очередь, обуславливает коррозионную стойкость бетона [2, 5, 3]. Поэтому во время оценки коррозионной стойкости бетонных и железобетонных конструкций при контроле качества строительства характеристики плотности и пористости бетона должны находиться в центре внимания.

Ряд факторов влияет на развитие коррозии бетонных и железобетонных конструкций. Эти факторы можно подразделить на группы. К первой группе относятся воздействия на бетон, связанные со свойствами внешней среды (например, атмосферные и грунтовые воды). Факторы второй группы связаны со свойствами грунтов и конструкционных материалов строительства (например, цемента, песка, щебня, воды и т. п.).

В зависимости от факторов выбираются и методы защиты бетона от их воздействия. Первичная защита от коррозии обеспечивается введением добавок различной природы (стабилизирующих, гидроизоляционных, пластифицирующих, биоцидных и др.) в состав бетонной смеси в процессе его приготовления, что изменяет состав бетонной композиции и позволяет повысить ее коррозионную стойкость, исходя от условий эксплуатации бетонного сооружения. К наиболее распространенным химическим добавкам можно отнести сульфатно-дрожжевую бражку, мылонафт, кремнийорганическую жидкость, противоморозные, воздухопоглощающие, уплотняющие соединения, а также замедлители схватывания [4, 5].

Вторичные методы защиты от коррозии заключаются в защитном покрытии верхнего слоя цементного камня лакокрасочными материалами и уплотняющей пропиткой. Такие мероприятия сводят к минимуму разъедание и разрушение бетонных сооружений. Антикоррозионные и гидроизоляционные покрытия осуществляются красками на полимерной основе, защитными мастиками, оклеиванием пластинами [1, 3, 6]. Комплексный подход, использующий первичную и вторичную антикоррозионную защиту цементного камня от возникновения необратимых разрушительных процессов, считается наиболее эффективным, позволяющим сохранить строительные изделия от разрушения и обеспечить им длительный срок службы.

В последние годы в строительной отрасли в области гидроизоляции и антикоррозионной защиты материалов и конструкций наблюдается смена приоритетов, которая происходит под влиянием новых отечественных разработок и исследований на фоне импортозамещения рынка строительных материалов.

Приоритеты отдаются двухкомпонентным (многокомпонентным) полимерным системам на базе эпоксидных, полиуретановых и других смол, которые гарантируют надежную долгосрочную защиту окрашенных конструкций и объектов на срок 10—15 лет. Однако такие системы требуют тщательной дорогостоящей подготовки поверхности, высококвалифицированного персонала и дорогого оборудования. Потребители и заказчики строительной отрасли требуют сейчас не просто некоего общего улучшения антикоррозионных свойств предлагаемых материалов, а разработок систем гидроизоляции и антикоррозионной защиты, которые гарантируют надежную долгосрочную защиту бетонных материалов и конструкций на протяжении всего срока службы. Причем современные полимерные системы должны, с одной стороны, обеспечивать антикоррозионную защиту, а с другой стороны, быть экономически приемлемыми и обеспечивать производительность процесса окраски и обслуживания. Такие задачи могут быть решены разработкой и созданием новых композиционных материалов за счет оптимального комбинирования и применения уже имеющихся и посредством использования вторичного сырья на основе промышленных отходов предприятий регионов. При этом работа по оптимизации состава полимерных систем для гидроизоляции и антикоррозионного покрытия, замена дорогостоящих материалов более дешевыми и простыми в работе является настолько важной в быстрорастущем секторе рынка, что может быть выделена как дополнительная точка роста рынка материалов и покрытий в различных отраслях промышленности и строительства.

На сегодняшний момент наибольшее распространение в промышленности и строительстве получили двухкомпонентные системы антикоррозионной защиты. Основным тенденциям развития современной антикоррозионной защиты соответствуют системы покрытий, не требующие тщательной подготовки поверхности и однокомпонентные и двухкомпонентные системы покрытий на водной основе.

Эпоксидные составы для гидроизоляции и антикоррозионной защиты строительных конструкций широко используются в России и за рубежом для повышения их износостойкости. Для полимерных систем определяющими при их выборе в качестве покрытий или добавки в бетонную или растворную смесь при перемешивании, пропитке полимерами готовых изделий строительных материалов являются характеристики их химической стойкости, адгезии покрытия с защищаемой поверхностью, термостабильности, водостойкости, водонепроницаемости, истираемости и ряд других свойств. Для защиты поверхностей строительных материалов и конструкций используются: модифицированные эпоксидные, фенолформальдегидные, фурановые мастики, арзамит, фаизол; фурановые, эпоксидные, полиэфирные полимеррастворы и полимербетоны; бутилкаучуковые, полисульфидные, наиритовые, кремнийорганические мастичные герметики, к которым относятся термоэластопласты и компаунды. Применяются системы защиты на основе эпоксидных смол, представляющие их смеси с другими органическими материалами-модификаторами (пековым дистиллятом, фурфуроловыми смолами, сланцевыми фенолами и др.). В эти системы композиций входят растворители (ацетон, сольвент) и микронаполнители, такие как тонкомолотый песок, цемент, кислотоупорный цемент, маршалит, пылевидный кварц, железный сурик. Композиции состоят из двух

компонентов — полимерной составляющей и отвердителя. Модификация эпоксидных композиций производными фенола, которые являются антиоксидантами и защищают полимеры от окислительной деструкции, наиболее востребованы в качестве защитных полимерных покрытий бетонных поверхностей. Серьезным сдерживающим фактором широкого использования модифицированных эпоксидных композиций является дефицит и дороговизна исходных материалов для их производства, для минимизации которых можно использовать техногенные отходы полимерного и минерального состава.

Научно-практический интерес и экономическую целесообразность представляют исследования возможности использования отходов порошкообразной эпоксидной смолы при ее модификации фенолоформальдегидными смолами, наполнении минеральными и органическими материалами техногенной природы. Порошкообразный полимерный материал состоит практически на 99,5 % из эпоксидной смолы, которую в сочетании с модификатором и наполнителями можно характеризовать как наполненную двухкомпонентную полимерную систему (НДПС) для комплексной защиты строительных материалов и конструкций. При нанесении эпоксидного порошкового материала в качестве антикоррозионного покрытия на металлические поверхности в системе аспирации производственных помещений скопление на фильтрах аспирационной системы дисперсного полимера является неизбежной технологической потерей. Дисперсная эпоксидная смола, пройдя технологический предел нанесения на поверхность, не теряет своих термореактивных свойств и может быть использована как вторичное сырье.

Модификатор фенолоформальдегидной смолы (тип наволака) используется в абразивной промышленности в качестве связующего, содержащего в своем составе отвердители уротропин. Невостребованный материал с истекшим сроком годности не теряет своей способности к полимеризации. Состав наполненной двухкомпонентной полимерной системы (НДПС) для комплексной защиты строительных материалов и конструкций проектировался, исходя из свойств дисперсной эпоксидной смолы и ее модификатора. Эпоксидные олигомеры относятся к классу термореактивных полимеров, в которых при полимеризации происходит пространственная трехмерная «сшивка» молекул, исключающая возможность вторичной термической переработки. Модификация эпоксидных смол позволяет управлять процессом полимеризации композиции. Для повышения прочности и модуля упругости, снижения хрупкости в состав НДПС вводилась модифицирующая добавка в виде дисперсной фенолоформальдегидной смолы.

Для холодного отверждения термореактивной эпоксидной смолы используют полиаминные отвердители. При отверждении образуется полимер с большим количеством пространственных связей [4]. Именно трехмерная структура обеспечивает высокие физико-химические свойства полимера. Выбор отвердителя для НДПС влияет на время отверждения эпоксидной смолы. Время желатинизации НДПС определяет время обращения в твердое. Время работы с НДПС составляет примерно 75 % от ее времени желатинизации, но этим фактором можно управлять за счет вязкости смеси и площади нанесения. Оптимизация компонентного состава НДПС позволит управлять процессами полимеризации композиции с учетом факторов, влияющих на скорость их протекания.

Был также подобран разбавитель для композиции. Разбавителями эпоксидных смол являются эфиры: крезил-, бутил-, фенил-, фурилглицидиловые эфиры и глицидиловые эфиры  $\alpha$ -разветвленных синтетических жирных кислот. Но их высокая токсичность ограничивает их широкое применение. Наилучшими разбавителями для эпоксидных смол и композиций на их основе считаются кетоны, способные растворять большое количество сополимера. Такие растворы имеют низкую вязкость, стабильны при хранении и не разрушаются при добавлении больших объемов разбавителей. Кетоны не обладают корродирующим действием и относительно нетоксичны, поэтому они были рекомендованы к использованию при работе с НДПС [2, 4].

Целесообразность выбора наполнителей НДПС оценивалась по доступности и стоимости ингредиентов, отношению их к вторичным материальным ресурсам промышленных предприятий региона. Наполнение полимерных композиций материалами органической и минеральной природы является важнейшим способом создания современных композиционных материалов с заданным комплексом свойств, используемых для защиты строительных изделий и конструкций от воздействия воды и агрессивных сред.

Вторым аспектом действия наполнителя в составах полимерных композиций является их способность к усилению конструкций. Рассматривая виды усиления, выделяют высоконаполненные системы, в которых полимер служит для обволакивания армирующих волокнистых элементов, занимающий в композиции меньший объем (20...50 %). Малонаполненные системы по своим свойствам ближе к свойствам полимерной основы, а в качестве усиливающей фазы вводят небольшие количества коротких волокон или дисперсных частиц (5...25 %) [7, 1]. В этой связи научно-практический интерес представляют исследования возможности использования в качестве наполняющего компонента НДПС дисперсных частиц абразива (ДЧА) и дискретных углеродных волокон (ДУВ). Малое наполнение НДПС (5...25 %) позволит в полной мере использовать свойства полимерной основы композиции НДПС в виде модифицированной эпоксидной смолы. Следует отметить, что наполнители ДЧА и ДУВ являются отходами производства.

Исследования проводились в условия лаборатории кафедры СМиСТ. В основу научно-исследовательских работ, проводимых авторами, положены испытания возможности использования в качестве комплексной защиты строительных материалов от воздействий воды и агрессивных сред ненаполненной и наполненной двухкомпонентной системы (НДПС) на основе отходов производств промышленных предприятий. Компоненты (порошок эпоксидной смолы и фенолоформальдегидная смола) разработанного ненаполненного состава НДПС смешивались в сухом виде. Композиция представляет собой тонкодисперсный порошкообразный материал, который в смеси с растворителем, вводимым непосредственно перед работой, обладает пропиточными свойствами, что позволяет значительно снизить дефектность цементного камня и приводит к повышению коррозионной стойкости, снижению водопоглощения, росту прочности бетонных конструкций [1, 2, 6—10].

Образование полимерного покрытия происходит по механизму химического отверждения. Покрытие ненаполненной НДПС формируется за счет химической реакции отверждения модифицированной эпоксидной смолы с

использованием отвердителя гексаметиленetetрамина (уротропина), продолжающегося во времени. Реакции отверждения являются одним из видов реакций сшивания ненаполненной НДПС за счет содержания в линейных полимерах эпоксидной смолы и фенолоформальдегидной смолы, которые имеют в своей молекулярной структуре реакционно-способные функциональные группы, двойные связи. Отверждение приводит к образованию сшитой твердой полимерной массы покрытия. Оптимальная степень сшивки полимера достигается при температуре выше +10 °С. Процессы смачивания и адгезии проходят на границе раздела «полимерное покрытие — поверхность защищаемого материала», в результате чего заполняются капилляры, поры и микротрещины поверхности (рис. 1, а).

Выявлены закономерности пленкообразования и структуры покрытия ненаполненной НДПС на поверхности бетона, которые обеспечивают сохранение основных свойств бетона при различных внешних воздействиях и внутренних изменениях. Микроскопические исследования пленок НДПС показывают структуру пленкообразования, обеспечивающую требуемые характеристики защитной пленки и высокую адгезию к бетону. Основными адгезионными характеристиками полимерного покрытия являются поверхностное натяжение жидкости относительно твердой поверхности, краевого угла смачивания, связанные между собой уравнением Дюпре — Юнга [6]. Под действием капиллярного давления может происходить самопроизвольная пропитка поверхности материала. За счет капиллярных сил происходит перекачка жидкости из широких капилляров в узкие. Этот процесс обуславливает перемещение пропитывающей жидкости в пористом строительном материале из крупных пор в мелкие и наоборот. Метод счета капель считается самым простым способом измерения поверхностного натяжения с технической точки зрения. Для расчета поверхностного натяжения НДПС использовалась формула

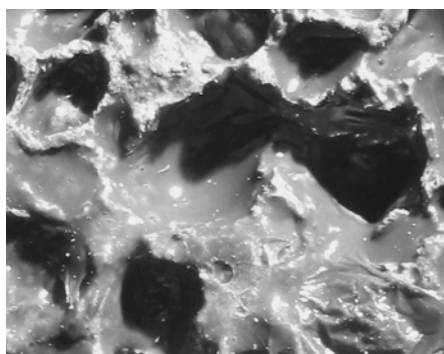
$$m = F2\pi R\sigma / g, \quad (1)$$

где  $F$  — поправка, равная 0,2482 (справочное значение).

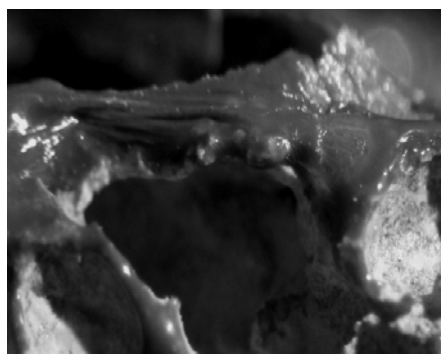
Объем капли раствора НДПС в метилэтилкетоне равен 0,5мл, масса — 0,0136 кг. Формула (1) для расчетов позволяет определить поверхностное натяжение раствора НДПС с точностью до 0,1...0,2 %, которое равно 42,18 мДж/м<sup>2</sup>. Краевые углы смачивания определяли методом проектирования капли на экран, для данной системы НДПС краевой угол смачивания равен 23,59 град. Толщина покрытия составляет 300...350 мкм. Покрытие ненаполненной НДПС обладает химической стойкостью в различных средах, водостойкостью. При нанесении ненаполненной НДПС на поверхность бетона (рис.) структура пленкообразования обеспечивает эффект «самозалечивания» путем заполнения и блокирования пор и трещин в поверхностном слое образца, что обуславливает гидроизоляционные и антикоррозионные свойства НДПС [2, 4—6, 11]. Исследования структуры поверхности проводились методами оптической микроскопии (МБС-9, 10).

На основании методических рекомендаций по определению антикоррозионных свойств защитных покрытий бетона и методик проведения лабораторных испытаний проводилась оценка химической стойкости разработанных составов ненаполненных НДПС [12—15]. В условиях лаборатории ка-

федры СМиСТ растворы химических реактивов имитировали агрессивную среду при эксплуатации. Оценивались изменения массы образцов и их химическая стойкость в результате воздействия на них агрессивных сред. Агрессивная среда при контакте с полимерным покрытием оказывает влияние на его структуру и свойства без нарушения целостности материала [16, 17]. Действие среды при этом можно разделить на физическое и химическое. Первое характеризуется проникновением молекул среды между макромолекулами полимера, носящим обратимый поверхностный и объемный характер. При этом поверхностная энергия на границе «композиция — среда» в результате адсорбции уменьшается, что влечет за собой образование и развитие трещин в покрытии. Объемное действие среды приводит к значительному ухудшению химической стойкости, которая зависит от изменения прочностных показателей образцов, с одной стороны, а с другой, — к увеличению гибкости полимерных цепей и пластификации композиции. Проникновение физически активных сред в тело осуществляется через микропоры и мелкие капилляры материалов, что влияет на изменение химической структуры полимерных материалов за счет необратимых процессов, ухудшающих основные физико-механические свойства композиции.



*a*



*б*

Микроскопическое изображение поверхности высокопористого бетона, обработанной ненаполненной композицией НДПС: *a* — однослойное покрытие поверхности бетона; *б* — боковой срез образца с покрытием

Выбор агрессивной среды обоснован распространенностью их в сфере промышленного производства, а также возможностью создания условий деградации полимерных композитов с целью изучения ее протекания. В качестве агрессивных сред были взяты: 5%-й раствор соляной кислоты, 25%-й водный раствор аммиака, 10%-й раствор едкого натрия, насыщенный раствор хлорида натрия, а также вода. Продолжительность экспонирования — 360 суток. Результаты испытаний представлены в табл. Снижение коэффициента химической стойкости в растворе соляной кислоты составило более 10 %, в растворе аммиака химическая стойкость покрытия снизилась в полтора раза, в растворе едкого натрия процент снижения химической стойкости — около пяти. Таким образом, по результатам первичных испытаний можно сделать вывод о стойкости ненаполненного полимерного покрытия НДПС на образцах бетона в условиях воздействия агрессивных сред.

*Изменение показателей химической стойкости ненаполненной НДПС  
в различных агрессивных средах*

| Показатели                        | Время экспонирования, сут |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                   | 0                         | 30    | 60    | 90    | 180   | 270   | 360   |
| 5%-й раствор соляной кислоты      |                           |       |       |       |       |       |       |
| $\Delta m, \%$                    | 0                         | 0,060 | 0,071 | 0,082 | 0,121 | 0,138 | 0,139 |
| $K_{xc}$                          | 1                         | 0,920 | 0,921 | 0,871 | 0,831 | 0,812 | 0,810 |
| 25%-й водный раствор аммиака      |                           |       |       |       |       |       |       |
| $\Delta m, \%$                    | 0                         | 0,073 | 0,115 | 0,151 | 0,230 | 0,275 | 0,292 |
| $K_{xc}$                          | 1                         | 0,972 | 0,939 | 0,920 | 0,869 | 0,859 | 0,841 |
| 10%-й раствор едкого натрия       |                           |       |       |       |       |       |       |
| $\Delta m, \%$                    | 0                         | 0,061 | 0,132 | 0,144 | 0,184 | 0,261 | 0,241 |
| $K_{xc}$                          | 1                         | 0,974 | 0,953 | 0,951 | 0,928 | 0,905 | 0,885 |
| Вода                              |                           |       |       |       |       |       |       |
| $\Delta m, \%$                    | 0                         | 0,017 | 0,019 | 0,021 | 0,032 | 0,032 | 0,031 |
| $K_{xc}$                          | 1                         | 0,997 | 0,998 | 0,996 | 0,998 | 0,991 | 0,991 |
| Насыщенный раствор хлорида натрия |                           |       |       |       |       |       |       |
| $\Delta m, \%$                    | 0                         | 0,033 | 0,030 | 0,061 | 0,099 | 0,100 | 0,098 |
| $K_{xc}$                          | 1                         | 0,987 | 0,988 | 0,895 | 0,898 | 0,890 | 0,890 |

Изменение стойкости ненаполненной НДПС объясняется химической структурой композиции. Наличие активных групп в цепях молекул полимера (карбоксильных, гидроксильных, аминных, кетонных) предполагает образование новых соединений в макромолекуле композиции при воздействии агрессивной среды за счет присутствия двойных связей [2, 3, 18, 19]. При воздействии на НДПС агрессивных сред в ее структуре могут происходить химические процессы, аналогичные тем, что имеют место и в других полимерах. Химические процессы, вызывающие повреждение полимерных композитов в агрессивных средах, охватывают практически все виды деструкции. Это и процессы вымывания, когда из композита десорбируют компоненты, растворимые в воде, и процессы химического взаимодействия реакционно-способных компонентов полимерного композита и электролита с образованием растворимых солей и других продуктов, растворимых в воде, и образование в композите нерастворимых соединений, уплотняющих структуру полимера на начальной стадии за счет их кристаллизации в порах композиции, а затем разрушающих ее с увеличением объема сверхкритического предела [12—14].

Предварительные результаты испытаний позволяют дать оценку химической стойкости разработанных составов ненаполненной НДПС в условиях воздействия агрессивных сред. Надежная защита бетонных поверхностей при эксплуатации изделий с полимерным покрытием НДПС в условиях воздействия агрессивных сред обуславливается значением коэффициента химической стойкости, которое не вышло за рамки значения 0,80 [15, 8—10]. Теоретическое обоснование химической стойкости композиционных материалов НДПС на основе полимерных отходов и ее экспериментальное подтверждение обуславливает актуальность поставленных цели и задач исследовательской работы.

Создание современных систем защиты строительных материалов и конструкций от коррозии путем использования вторичных ресурсов характеризует стремление разработчиков не только сохранить антикоррозионные свойства уже зарекомендовавших себя материалов, но и за счет создания новых материалов, за счет оптимального комбинирования и применения уже имеющихся уменьшить стоимостные затраты на создание новых полимерных систем, что должно гарантировать надежную долгосрочную защиту на протяжении всего срока службы конструкций.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каблов Е. Н., Старцев О. В. Фундаментальные и прикладные исследования коррозии и старения материалов в климатических условиях // *Авиационные материалы и технологии*. 2015. № 4. С. 48—49. DOI: 10.18577/2071-9140-2015-0-4-38-52.
2. Оудиан Дж. Основы химии полимеров / Под ред. З. Г. Роговина. М. : Химия, 1976. 326 с.
3. Кармова Р. А., Тлехусеж М. А. Антикоррозионная защита бетонных конструкций // *Международный студенческий научный вестник*. 2018. № 3—7. URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=18729>
4. Зайцев А. А., Максимовских А. В., Калошина С. В. Вторичная защита бетона от коррозии // *Современные технологии в строительстве. Теория и практика*. 2016. № 1. С. 266—272.
5. Защита конструкций зданий и сооружений от агрессивных воздействий. Ленинград : ГПИ Ленпроектстройпроект, 1987. 96 с.
6. Батаев А. А., Батаев В. А. Композиционные материалы. Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2002. 384с.
7. Зарубина Л. П. Гидроизоляция конструкций, зданий и сооружений. СПб. : Изд-во БВХ, 2011. 272 с.
8. Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. 2015. URL: <http://kraska.guru/specmaterialy/drugie-pokrytiya/korroziya-betona.html>
9. Защита от коррозии бетона // *POBETONU.RU*. 2014. URL: <http://1pobetonu.ru/remont/korroziya-betona.html>
10. Защита бетона от коррозии. 2018. URL: <http://kladembeton.ru/poleznoe/korroziya-betona.html#>
11. Соломатов В. И., Добрыщев А. Н., Химпер Г. К. Полимерные композиционные материалы в строительстве. М. : Стройиздат, 1988.
12. Debska B., Licholai L. A study of the effect of corrosive solutions on selected physical properties of modified epoxy mortars // *Construction and Building materials*. 2014. Vol. 65. Pp. 604—611.
13. Steinberg M. The Preparation and Characteristics of Concrete — Polymer Composites // *Multicomponent Polymer Systems*. American Chemical Society, *Advances in Chemistry*. Washington : N.A.J. Platzer, 1971. No. 9. Pp. 547—561.
14. Furr H. L. Moisture penetration in concrete with surface coatings and overlays // *Highway Res. Rec.* 1973. No. 423. Pp. 17—26.
15. Spiratos N. Superplasticizers for concrete. Fundaments, technology and practice. Quebec, 2006. 323 s.
16. Комплексный подход при сравнительных исследованиях химической стойкости полимерного композиционного материала / Ю. И. Ладыгин, В. А. Башара, А. Н. Луговой, М. А. Титова, О. Г. Силюнская // *Строительные материалы*. 2005. № 5. С. 52—53.
17. Защита строительных конструкций промышленных зданий от коррозии / Под ред. Ф. М. Иванова и Ю. А. Савиной. М. : Стройиздат, 1973. 174 с.
18. Журков С. Н., Куксенко В. С., Слущер А. И. Микромеханика разрушения полимеров // *Проблемы прочности*. 1971. № 2. С. 45—50.
19. Зубов П. И., Сухорева Л. А. Структура и свойства полимерных покрытий. М. : Химия, 1982. 256 с.

© Евстафьева Н. Ю., Акчурун Т. К., Стефаненко И. В., 2018

Поступила в редакцию  
в июне 2018 г.

*Ссылка для цитирования:*

Евстафьева Н. Ю., Акчурин Т. К., Стефаненко И. В. Полимерные системы гидроизоляционной и антикоррозионной защиты строительных материалов и конструкций // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 43—52.

*Об авторах:*

**Евстафьева Наталья Юрьевна** — помощник директора Института архитектуры и строительства, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, n16121976@yandex.ru

**Акчурин Талгат Кадимович** — канд. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой строительных материалов и специальных технологий, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru

**Стефаненко Игорь Владимирович** — д-р техн. наук, профессор, первый проректор — директор Института архитектуры и строительства, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru

**Natal'ya Yu. Evstaf'eva, Talgat' K. Akchurin, Igor' V. Stefanenko**

**Volgograd State Technical University (VSTU)**

**POLYMER SYSTEMS OF WATERPROOFING AND CORROSION PROTECTION  
OF BUILDING MATERIALS AND STRUCTURES**

Under the influence of aggressive media and water on building structures, due to their structure, they are almost always permeable to liquids and gases and are subject to destruction in time. Polymeric materials are used as protective coatings to eliminate the above-mentioned deficiencies. The developed polymer composition of the filled two-component polymer system (NDPC) is a fine powder material, which, in mixture with the solvent, has anti-corrosion and waterproofing properties. The effect of “self-healing” is provided by filling and blocking pores and cracks in the surface layer of the sample. Decrease in the coefficient of chemical resistance in a solution of hydrochloric acid was more than 10 %, in the solution of ammonia the chemical resistance of the coating decreased by one and a half times, in a solution of caustic sodium, the percentage of reduction in chemical resistance is five. The theoretical substantiation of the issues of increasing the chemical resistance of composite materials based on polymer waste and their experimental confirmation determines the relevance of the goals and objectives of the research work.

**Key words:** polymer waste, epoxy composition, corrosion and waterproofing resistance.

*For citation:*

Evstaf'eva N. Yu., Akchurin T. K., Stefanenko I. V. [Polymer systems of waterproofing and corrosion protection of building materials and 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], 2018, iss. 53(72), pp. 43—52.

*About authors:*

**Natal'ya Yu. Evstaf'eva** — Assistant Director of Institute of Architecture and Civil Engineering, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, n16121976@yandex.ru

**Talgat' K. Akchurin** — Candidate of Engineering Sciences, Professor, the Head of Construction Materials and Special Technologies Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, info@vgasu.ru

**Igor' V. Stefanenko** — Doctor of Engineering Sciences, Professor, First Vice-Principal — Director of Institute of Architecture and Civil Engineering, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, info@vgasu.ru

УДК 666.972

**А. В. Положнов, Е. А. Дьякова**

*Волгоградский государственный технический университет*

## **ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ САМОУПЛОТНЯЮЩЕЙСЯ БЕТОННОЙ КОМПОЗИЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСНЫХ МЕТАКАОЛИНОВЫХ И КРЕМНЕЗЕМИСТЫХ ДОБАВОК**

Приведены сведения о принципах формирования самоуплотняющегося высокопрочного бетона как высококачественного строительного материала и строительной композиции. Показано, что высокая физико-химическая активность метакалинит и кремнеземистых добавок влияет на процессы гидратации и структурообразования самоуплотняющейся бетонной композиции. Приведены экспериментальные данные о прочности цементной матрицы самоуплотняющейся бетонной композиции при введении комплексных метакалиновых и кремнеземистых добавок.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** самоуплотняющийся высокопрочный бетон, формирование, композиция, пластификатор, добавки-модификаторы, кремнезем, метакалинит.

Факторами расширения объемов производства самоуплотняющегося высокопрочного бетона, исходя из обобщенных сведений о современных строительных материалах, можно считать:

положительный опыт использования самоуплотняющегося бетона как в европейских странах, так и в России (сокращение сроков строительства, высокое качество бетонной поверхности, снижение трудоемкости и др.);

применение в составе дисперсных промышленных отходов (рисовая шелуха, микрокремнезем, зола-унос и др.).

Принципы формирования самоуплотняющегося бетона как высококачественного строительного материала и строительной композиции были предложены японскими специалистами-практиками в конце 80-х гг. XX века [1—3].

Определяющую роль в развитии технологии высокоподвижных бетонных смесей, в частности самоуплотняющейся бетонной композиции, сыграли сформированные в результате многочисленных исследований и подтвержденные практикой научные основы модифицирования бетонов добавками-модификаторами [4, 5].

Создание самоуплотняющихся высокопрочных бетонов стало возможным благодаря внедрению в технологии бетонов суперпластификаторов и добавок-модификаторов [6, 7].

Эффект самоуплотнения достигается за счет снижения контактных взаимодействий между зернами крупного и мелкого заполнителя, что обеспечивается высоким объемным содержанием цементной матрицы бетонной композиции. Однако повышение расхода цемента нежелательно не только по экономическим причинам. Бетоны с высоким содержанием вяжущего характеризуются высокими значениями деформаций усадки и ползучести, кроме того, повышенным тепловыделением при твердении, что может вызвать возникновение дефектов структуры бетона. Формирование смесей самоуплотняющейся бетонной композиции с большим содержанием цементной матрицы при умеренном расходе цемента возможно при замещении части вяжущего

высокодисперсными минеральными материалами — микрокремнеземом, золой-уносом, метакеином, каменной мукой или другими дисперсными минеральными промышленными отходами [8, 9].

Ученными-исследователями [10] отмечено, что комплекс из двух или трех добавок обладает высокой эффективностью для повышения свойств самоуплотняющейся бетонной композиции.

В работах Н. М. Зайченко и А. К. Халюшева [9, 11] показана эффективность комбинирования в составах высокопрочного бетона (бетонных композиций) комплекса минеральных добавок, включающего золу-унос, микрокремнезем, шамотно-каеиновую пыль, а также молотые доменный гранушак, шлак ТЭС, известняк.

По данным [12], в зависимости от дисперсности добавки-модификаторы подразделяют на добавки-разбавители цемента, близкие по своему гранулометрическому составу к цементу, — зола-унос ТЭС, молотый доменный гранулированный шлак и др., и на добавки-уплотнители, например микрокремнезем, метакеин, размер частиц которых примерно в 100 раз меньше зерен цемента, удельная поверхность 20...30 м<sup>2</sup>/г.

На структурном уровне добавки микрокремнезема и метакеина выполняют также физико-химическую структурообразующую функцию [13].

По мнению профессоров Ю. М. Баженова, Е. М. Чернышова, Д. Н. Коротких [13], основная структурная роль добавок-модификаторов как микронаполнителей и состоит в уплотнении системы твердеющей цементной матрицы самоуплотняющейся бетонной композиции.

Минеральные добавки являются неотъемлемым компонентом современных бетонов. Их применение позволяет снизить содержание клинкерного цемента, модифицировать состав новообразований камня вяжущего, повысить плотность структуры и, как следствие, прочность, долговечность и стойкость бетона в агрессивных условиях эксплуатации. Например, по данным Та Ван Фан [14], введение в состав бетона микронаполнителей в виде метакеина и золы от сжигания рисовой шелухи в сочетании с эффективным для данного цемента гиперпластификатором обеспечивает повышение предела прочности бетона.

При этом все большее внимание исследователей привлекает такая активная минеральная добавка, как метакеинит — метастабильный продукт дегидратации кеинита, получаемый направленным обжигом при 650...850 °С.

Введение метакеинита в состав вяжущего бетонной композиции позволяет активизировать гидратационные процессы за счет его высокой пуццолановой активности.

На основе изучения и обобщения теоретических исследований, экспериментальных данных и опыта производства и применения самоуплотняющихся высокопрочных бетонов как самоуплотняющейся бетонной композиции можно сделать вывод о том, что поиск комплексных добавок, оказывающих эффективное влияние на свойства бетонных смесей и бетонов, является актуальным направлением в формировании самоуплотняющейся бетонной композиции.

В настоящее время можно считать установленным, что высокая физико-химическая активность метакеинита и кремнеземистых добавок влияет на процессы гидратации и структурообразования самоуплотняющейся бетонной композиции.

Известным и неоспоримым фактом является то, что прочность переходной зоны между цементным раствором и крупным заполнителем меньше прочности самого раствора. Именно поэтому переходная зона и является самым слабым звеном в бетонной композиции. Введение метаксаолинита и кремнеземистых добавок даже в количестве до 6 % приводит к уплотнению структуры переходной зоны за счет заполнения свободных пространств.

В процессах физического и химического воздействия происходит благоприятное изменение микроструктуры цементной матрицы, связанное со значительным уменьшением пористости в зоне капиллярных пор.

Как и все пуццолановые материалы, микрокремнезем вступает в реакцию с гидроксидом кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , освобождаемой при гидратации портландцемента для образования вяжущих соединений. Микрокремнезем может обеспечить прочность на сжатие, намного превышающую прочность обычных бетонов, и здесь ограничивающим фактором является только прочность заполнителя.

Метаксаолинит обладает значительно большей реакционной способностью, чем любая синтетическая смесь из глинозема и кремнезема, особенно если последний добавляется в виде кварца.

Метаксаолинит является высокоэффективной добавкой-ускорителем гидратации и твердения, а также модификатором структуры, приводит к формированию плотной и однородной структуры цементной матрицы, что улучшает физико-механические и химические свойства самоуплотняющейся бетонной композиции.

Полученные нами данные о влиянии метаксаолинита (МК) на свойства самоуплотняющейся бетонной композиции показали реальную возможность экономии цемента до 30 % при сохранении прочностных характеристик (рис. 1).

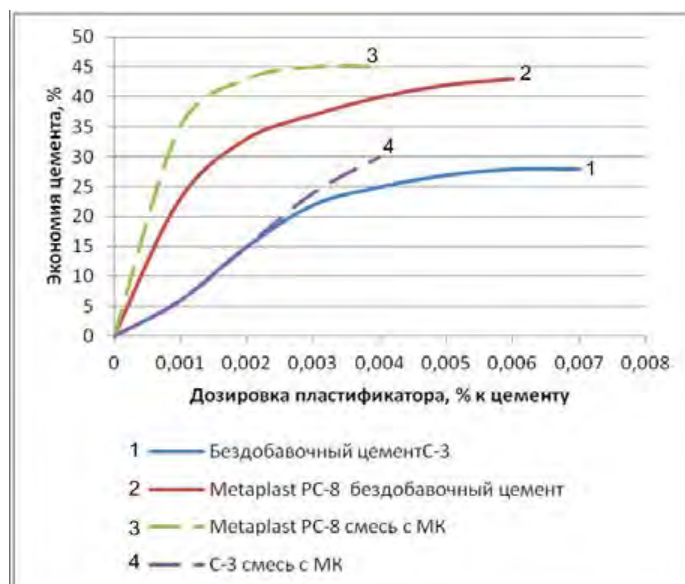


Рис. 1. Техничко-экономические показатели (экономиа цемента) при введении метаксаолинита (МК) с пластификатором в самоуплотняющуюся бетонную композицию

Нами исследовались образцы цементной матрицы самоуплотняющейся бетонной композиции различного состава по количеству комплексных метаксаолиновых и кремнеземистых добавок (табл.).

*Комплексные добавки-модификаторы цементной матрицы  
самоуплотняющейся бетонной композиции*

| Добавка-модификатор       | Содержание, масс. % |            |            |            |            |
|---------------------------|---------------------|------------|------------|------------|------------|
|                           | 1-й состав          | 2-й состав | 3-й состав | 4-й состав | 5-й состав |
| Метаксаолинит             | —                   | 3,0        | 6,0        | —          | 6,0        |
| Пластификатор             | 1,5                 | 1,5        | 1,5        | 1,5        | 1,5        |
| Кремнеземистая добавка    | —                   | —          | —          | 4,0        | 4,0        |
| Прочность при сжатии, МПа | 41,8                | 51,3       | 52,5       | 49,8       | 54,5       |

На рис. 2 мы можем наблюдать, что наибольшей прочностью при сжатии (53,9 МПа) характеризуется состав № 5, содержащий 6,0 масс. % метаксаолинита и 4,0 масс. % кремнеземистой добавки.

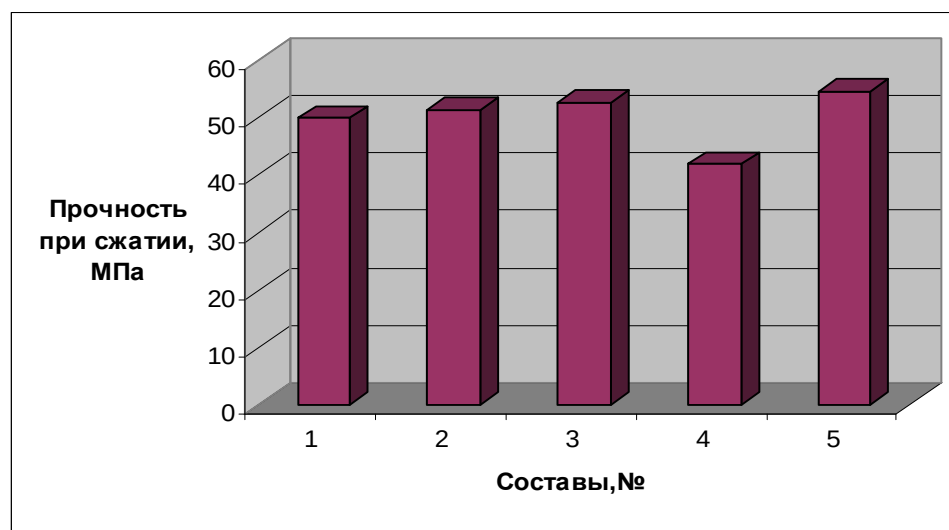


Рис. 2. Прочность цементной матрицы самоуплотняющейся бетонной композиции

Таким образом, добавки-модификаторы в настоящее время являются обязательными компонентами бетонных композиций, позволяя получать строительные материалы с заданными технологическими свойствами.

На основании анализа литературных источников и собственных исследований показано, что сочетание пластификаторов и комплексных метаксаолиновых и кремнеземистых добавок позволяет модифицировать структуру и прогнозировать свойства при формировании самоуплотняющейся бетонной композиции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Kodama Y. Current condition of self-compacting concrete // Cement Shimbun. 1997. No. 2304.
2. Оучи М. Самоуплотняющиеся бетоны: разработка, применение и ключевые технологии // Бетон на рубеже третьего тысячелетия : тр. 1-й Всерос. конф. по бетону и железобетону. М., 2001. С. 209—215.
3. Mix-design for self-compacting concrete / H. Okamura et al. // Concrete Library of JSCE. 1995. No. 25. Pp. 107—120.
4. Батраков В. Г. Модификаторы бетона: новые возможности и перспективы // Строительные материалы. 2006. № 10. С. 4—7.
5. Батраков В. Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. М. : Технопроект, 1998. 768 с.
6. Новые высокоэффективные бетоны / О. В. Суздальцев, В. И. Калашников, М. Н. Мороз, Г. П. Сехпосян // Новый университет. Сер. : Технические науки. 2014. № 7—8(29—30). С. 44—47.
7. Замчалин М. Н., Коровкин М. О., Ерошкина Н. А. Выбор суперпластификаторов для самоуплотняющихся бетонов // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 1. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/01/46335>
8. Тарасеева Н. И., Воскресенский А. В., Тарасеева А. С. Роль безотходных технологий в расширении сырьевой базы для получения эффективных модифицирующих добавок и активных наполнителей в цементные растворы и бетоны // Новый университет. Сер. : Технические науки. 2014. № 10(32). С. 90—93.
9. Халышев А. К., Зайченко Н. М., Поливцев С. С. Оптимизация состава композиционных цементов с минеральными добавками на основе отходов промышленности // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. праць. Рівне : Вид-во НУВГП, 2008. Вип. 16. Ч. 1. С. 103—110.
10. Mehmet G., Erhan G., Erdogan O. Properties of self-compacting concretes made with binary, ternary, and quaternary cementitious blends of fly ash, blast furnace slag, and silica fume // Construction and Building Materials. 2009. Vol. 23. Pp. 1847—1854.
11. Zaichenko N. M., Khalyushev A. K., Sakhoshko E. V. High-strength fine-grained concretes with modified mineral admixtures of fly ash and milled slag of power station // Alkali Activated Materials — Research, Production, Utilization : International Conf., June 2007. Proc. Prague (Czech R.), 2007. Pp. 745—756.
12. Баженов Ю. М. Современная технология бетона // Технологии бетонов. 2005. № 6. С. 6—8.
13. Баженов Ю. М., Чернышов Е. М., Коротких Д. Н. Конструирование структур современных бетонов: определяющие принципы и технологические платформы // Строительные материалы. 2014. Т. 3(711). С. 6—14.
14. Та Ван Фан. Самоуплотняющиеся высокопрочные бетоны с золой рисовой шелухи и метакраином : дис... канд. техн. наук : 05.23.05. Ростов н/Д., 2013. 184 с.

© Положнов А. В., Дьякова Е. А., 2018

Поступила в редакцию  
в июне 2018 г.

Ссылка для цитирования:

Положнов А. В., Дьякова Е. А. Подходы к формированию самоуплотняющейся бетонной композиции с использованием комплексных метакраиновых и кремнеземистых добавок // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 53—58.

Об авторах:

**Положнов Антон Валериевич** — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры строительных конструкций, оснований и надежности сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолГГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, [gnomis@yandex.ru](mailto:gnomis@yandex.ru)

**Дьякова Елена Алексеевна** — магистрант кафедры строительных конструкций, оснований и надежности сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолГГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, [alenska14-09@mail.ru](mailto:alenska14-09@mail.ru)

**Anton V. Polozhnov, Elena A. D'yakova**

**Volgograd State Technical University (VSTU)**

# **APPROACHES TO THE FORMATION OF SELF-COMPACTING CONCRETE COMPOSITIONS USING COMPLEX METAKAOLIN AND SILICEOUS ADDITIVES**

The information about the principles of formation of self-compacting high-strength concrete as a high-quality building material and construction composition. It is shown that high physical and chemical activity of metakaolinite and silica additives that affect the processes of hydration and structure formation of self-compacting concrete composition. Experimental data on strength of cement matrix compositions of self-compacting concrete with the introduction of integrated metakaolin and siliceous additives.

**Key words:** self-compacting high-strength concrete, forming, composition, plasticizer, additives, modifiers, silica, metakaolinite.

## **For citation:**

Polozhnov A. V., D'yakova E. A. [Approaches to the formation of self-compacting concrete compositions using complex metakaolin and siliceous additives]. *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], 2018, iss. 53(72), pp. 53—58.

## **About authors:**

**Anton V. Polozhnov** — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Docent of Engineering Structures, Foundations and Safety of Constructions Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, gnomis@yandex.ru

**Elena A. D'yakova** — Master's Degree student of Engineering Structures, Foundations and Safety of Constructions Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, alenka14-09@mail.ru

УДК 666.972

**А. В. Положнов, Е. А. Дьякова**

*Волгоградский государственный технический университет*

### **САМОУПЛОТНЯЮЩИЙСЯ ВЫСОКОПРОЧНЫЙ БЕТОН С КРЕМНЕЗЕМИСТОЙ ДОБАВКОЙ И МЕТАКАОЛИНИТОМ**

Обобщены сведения о строительных материалах, обеспечивающих повышенные технико-экономические показатели, для развития современного строительства в России, строительства дорог, тоннелей, мостов, высотных зданий. Рассмотрен самоуплотняющийся бетон, являющийся эффективным инструментом в решении задач строительства, так как он представляет собой материал, который обладает способностью уплотняться под действием собственного веса, полностью заполняя форму. Дана комплексная оценка самоуплотняющегося высокопрочного бетона с кремнеземистой добавкой и метаксаолинитом.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** строительный материал, самоуплотняющийся высокопрочный бетон, пластификатор, кремнеземистая добавка, метаксаолинит, технико-экономические показатели.

В связи с развитием современного строительства в России, строительства дорог, тоннелей, мостов, высотных зданий требуются строительные материалы, которые обеспечивают заданные технико-экономические показатели. Для достижения поставленных задач следует развивать производство новых эффективных материалов при использовании накопленного опыта, применения современного производственного и контрольного лабораторного оборудования.

В 1970-е гг. считалось, что бетон — это единственный материал, который способен выдерживать большие нагрузки на протяжении максимально долгого срока. Однако через некоторое время требования, предъявляемые к цементно-песчаным смесям, были пересмотрены, и благодаря японскому профессору Хиро Окамура в строительной сфере появился совершенно новый продукт — самоуплотняющийся бетон (СУБ). Этот высокопрочный материал достигает максимальной прочности за более короткий срок, благодаря чему уменьшаются трудовые затраты, а времени на уплотнение полужидкой массы требуется значительно меньше.

Самоуплотняющийся бетон является эффективным инструментом в решении задач строительства, так как он представляет собой материал, который обладает способностью уплотняться под действием собственного веса, заполняя форму полностью даже в густоармированных конструкциях.

Основоположником данного вида бетона является, как уже было отмечено, японский профессор Х. Окамура. В 1986 г. Окамура [1] при разработке высокопрочного бетона обобщил накопленный опыт в области строительного материаловедения, предложив называть получаемый материал «самоуплотняющийся бетон».

Дальнейшее развитие самоуплотняющийся бетон получил уже в Германии, где в 2000—2001 гг. были созданы первые предпосылки для его официального допуска под руководством профессора В. Брамесхубера. На следующем этапе в Берлине Немецким комитетом по железобетону в ноябре 2003 г. был создан нормативный документ *DafStb-Richtlinie Selbstverdichtender Beton*,

где указаны термины, а также методы и результаты диагностики самоуплотняющегося бетона [2].

Анализируя опытные данные, полученные на этапах развития и изучения свойств данного вида бетона, следует указать, что прочность на сжатие самоуплотняющегося бетона обычно выше, чем обычного бетона, а статический модуль упругости, усадка и ползучесть, а также прочность на раскалывание, как правило, остаются такими же. Помимо этого, данный бетон обладает таким свойством, как водонепроницаемость, вследствие чего может быть использован при строительстве водонепроницаемых сооружений [3].

Для достижения высоких эксплуатационных характеристик самоуплотняющихся бетонов предъявляются очень жесткие требования к их производству — к производственным материалам. Крупность мелкого заполнителя составляет не более 0,125 мм, причем 70 % из них размером 0,063 мм. Крупный заполнитель обязательно фракционируют по размерам 10...16 мм и 16...20 мм. Также допускается применение неорганических материалов с высокой удельной поверхностью, которые увеличивают водоудерживающую способность смеси (белая сажа, молотый асбест, бентониты). Например, 20 кг активного кремнезема заменяют 60 кг цемента и обеспечивают равнозначную прочность, причем в ранние сроки твердения прочность увеличивается, так же как трещиностойкость и водонепроницаемость бетона [4].

Благодаря комбинированию разных компонентов можно получить строительную смесь, отвечающую следующим требованиям:

- эластичность 30...36 ГПА;
- прочность на сжатие 40...80 МПа (через 4 недели), 55...100 МПа (через 13 недель);
- усадка 600...800;
- соотношение связующего вещества и воды 40 / 25 %;
- объем воздуха 4,5...6,0 %.

Самоуплотняющийся бетон находит все более широкое применение. Перспективным является его использование для производства сборного железобетона, устройства монолитных высокопрочных бесшовных полов, торкретбетонирования, реставрации и усиления конструкций.

В промышленном масштабе самоуплотняющийся бетон впервые был применен в 1991 г. при сооружении преднапряженных железобетонных пилонов вантового моста [3]. Положительный опыт использования самоуплотняющегося бетона способствовал увеличению объемов его применения.

В качестве основных причин применения этого бетона называют [3]: сокращение сроков строительства; обеспечение надежного уплотнения, в том числе в густоармированных конструкциях сложной конфигурации; высокое качество бетонной поверхности; снижение трудоемкости, устранение шума и вибрации при укладке бетонной смеси.

Немаловажным фактором для расширения объемов производства самоуплотняющегося бетона следует считать применение в его составе дисперсных промышленных отходов, таких как зола-унос, дисперсных отходов камнедробления, микрокремнезема и др. [5].

Самоуплотняющийся бетон — высокотехнологичный материал, его свойства в большей степени, чем это характерно для обычного бетона, зависят от характеристик сырьевых материалов и точности их дозировки. Для по-

лучения материала с гарантированными свойствами необходим четко налаженный лабораторный контроль характеристик исходных материалов и готовой продукции.

Важной составной частью самоуплотняющихся бетонов является полимер нового поколения — поликарбоксилат. Это высокоэффективный комплексный химический модификатор, появившийся в 1990-х гг. и обозначаемый РС или РСЕ. Действие пластификаторов нового типа основано на совокупности электростатического и пространственного эффекта, который достигается с помощью боковых гидрофобных полиэфирных цепей молекулы поликарбоксилатного эфира.

Рецептура самоуплотняющегося бетона отличается не только вводом добавок нового поколения (поликарбоксилатов). Ее проектирование требует оптимизации гранулометрического состава и внедрения микронаполнителей. Следовательно, прогнозирование свойств получаемых изделий ставит сложную задачу перед исследователями в области бетоноведения.

Улучшение показателей качества может быть достигнуто за счет применения математических моделей, учитывающих и описывающих реологию литых смесей, оптимальное распределение заполнителей в структуре материала, а также аппроксимационных статистических зависимостей, оценивающих влияние микронаполнителей на эксплуатационные характеристики сооружений.

Таким образом, формируется системный подход к определению показателей качества бетона, позволяющий прогнозировать и направленно регулировать его свойства в зависимости от целей и задач, решаемых строителями и технологами.

Известная концептуальная парадигма, которая следует из тезиса В. Г. Батракова: «Добавки — ключ к решению технологической проблемы», на которую ссылается А. В. Ушеров-Маршак, без сомнения, правомерна [6, 7].

Технология указанных эффективных бетонов базируется на применении минеральных и органических добавок — модификаторов, регулирующих подвижность бетонной смеси, поровую структуру, собственные деформации и сцепление цементного камня с заполнителем, в качестве которых используется активный микрокремнезем, в том числе зола рисовой шелухи, метакаолин и высокоэффективные суперпластификаторы.

В работе [8] формулируется гипотеза о том, что применение золы рисовой шелухи в сочетании с метакаолином и эффективными для базового портландцемента суперпластификаторами позволит получить самоуплотняющиеся бетонные смеси, в которых зола рисовой шелухи и метакаолин, выступая в роли минеральных наполнителей и обеспечивая связность высокоподвижной бетонной смеси, в дальнейшем позволят получить высокопрочные бетоны за счет обеспечения повышенного сцепления цементного камня с заполнителем вследствие регулирования поровой структуры, собственных и вынужденных деформаций.

В настоящее время изучение, исследование и технология изготовления самоуплотняющегося бетона активно развиваются при эффективном использовании и внедрении добавок-модификаторов. Это уже давно известный способ улучшения свойств как самого бетона, так и цементного камня.

Наиболее эффективными добавками для самоуплотняющегося высокопрочного бетона являются метакаолинит и кремнеземистая добавка. Это

прослеживается по уже имеющимся данным, полученным опытным путем, а также на практике в настоящее время [3, 8].

По сведениям научной литературы, уже в 1970-е гг. стала известна кремнеземистая пыль (микрокремнезем) как добавка в бетон. Как показали исследования, частицы этой пыли заполняют пространство между зернами цемента, так как в размере они в 30...100 раз меньше зерен самого цемента. В результате этого достигается высокая плотность цементного камня и контактной зоны.

Значительно более высокий уплотняющий эффект в структуре бетона достигается при применении ультрадисперсного микрокремнезема.

Микрокремнезем представляет собой побочный продукт при выплавке ферросилиция и его сплавов в виде ультрадисперсных шарообразных частиц с высоким содержанием аморфного кремнезема, который образуется в результате восстановления углеродом кварца высокой чистоты в электропечах и улавливается рукавными фильтрами при очистке отходящих газов\*.

Согласно существующим нормам, количество микрокремнезема не должно превышать 10 % от массы цемента. Для того чтобы увеличить прочность и улучшить свойства бетона, достаточно ввести 2 % микрокремнезема.

С введением в бетон микрокремнезема образуется более плотная структура, что оказывает хорошее влияние на стойкость бетона к агрессивному воздействию среды.

Метакаолинит — еще одна искусственно созданная пуццолановая добавка, которая обладает более высокой активностью, чем другие минеральные добавки. Получают его спеканием при температуре 450...800 °С содержащих каолин естественных минералов.

Главной отличительной чертой метакаолинита от микрокремнезема считается то, что метакаолинит является смесью активного кремнезема и глинозема почти в равных пропорциях, т. е. является алюмосиликатным пуццоланом. Также метакаолинит может связывать известь около 2,5 раз больше, чем микрокремнезем.

Введение метакаолинита в бетон позволяет увеличить пластичность и удобоукладываемость бетонной смеси.

Метакаолинит совместно с пластификаторами проявляет синергетические свойства, в результате чего появляется возможность экономии цемента, что является немаловажным фактором в повышении технико-экономических показателей строительного материала — самоуплотняющегося бетона.

Проявление синергетических свойств добавок — модификаторов — подтверждается анализом экспериментальных данных различных рецептур самоуплотняющегося бетона (наличие пластификаторов и метакаолинита) по технико-экономическим показателям (рис. 1, 2).

На эффективность пластификаторов в смеси, где 10 % портландцемента заменено метакаолинитом, указывают зависимости, представленные пунктирными линиями (см. рис. 1). На экономию бездобавочного цемента, которую позволяют обеспечить пластификаторы при различной дозировке, указывают зависимости, представленные непрерывными линиями (см. рис. 1).

---

\* URL: [http://www.sigma-s.ru/stroyka/mp/mp\\_podrobno](http://www.sigma-s.ru/stroyka/mp/mp_podrobno)

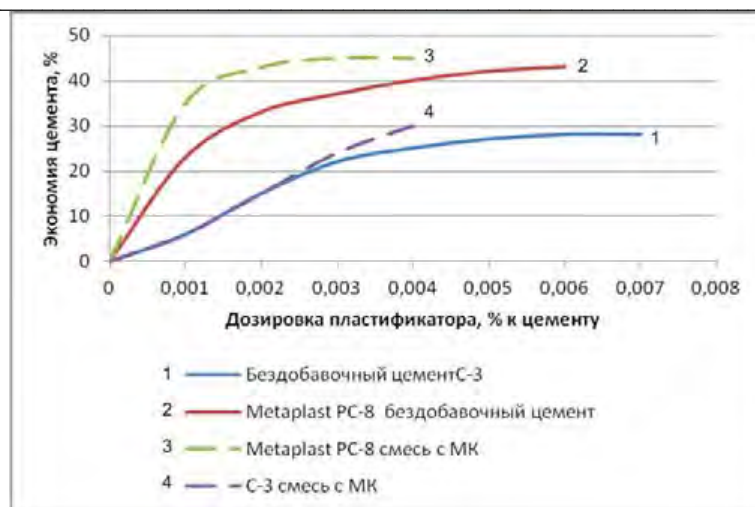


Рис. 1. Техничко-экономические показатели (экономия цемента) при введении метаксаолинита с пластификатором в самоуплотняющийся бетон

По графическим зависимостям отчетливо прослеживается тот факт, что замещение части цемента метаксаолинитом позволяет снизить количество пластификатора, необходимое для получения заданного уровня экономии вяжущего, или обеспечить большую экономию вяжущего при такой же дозировке пластификатора.

Если проанализировать эти же данные с экономической точки зрения, то видно, что сочетание метаксаолинита и гиперпластификатора вызывает повышение качественных характеристик самоуплотняющегося бетона при одновременном снижении его себестоимости.

На диаграмме (см. рис. 2) представлена стоимость самоуплотняющегося бетона и его составляющих (цемент, песок, метаксаолинит, пластификатор) на кубометр бетона, без учета щебня.

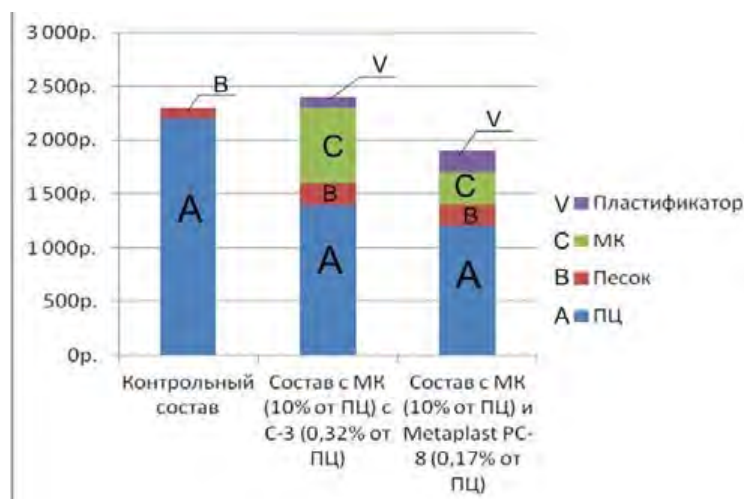


Рис. 2. Диаграмма анализа себестоимости бетона при введении метаксаолинита и гиперпластификатора

Из анализа экспериментальных данных следует, что стоимость бетона с метаксаолинитом ниже стоимости бетона контрольного состава на 325 р./м<sup>3</sup>.

Совместно с этим улучшаются и свойства бетона. Например, за счет присутствия пуццолановой добавки увеличивается химическая стойкость и непроницаемость бетона. За счет снижения количества вяжущего повышается трещиностойкость.

Но исследования показывают, что применение метаксаолинита не всегда оказывает положительный результат.

Из анализа неудачных опытов можно сделать выводы:

передозировка метаксаолинита может вызвать снижение прочности бетона, так как с его введением изменяется гранулометрический состав, а также при недостатке извести он превращается в инертный наполнитель;

требуется применение процесса перемешивания, что обеспечивает однородность смеси и ее диспергирование.

**Заключение.** Самоуплотняющийся бетон является перспективным строительным материалом и находит все более широкое применение, как в России, так и в европейских государствах.

Самоуплотняющийся бетон может быть использован для усиления конструкций, торкретбетонирования, для производства сборного железобетона. С одной стороны, данный вид бетона отличается дороговизной добавок-модификаторов, но, с другой стороны, его применение уменьшает энергозатраты, экономит время и средства.

Самоуплотняющийся высокопрочный бетон с кремнеземистой добавкой и метаксаолинитом — это бетон нового поколения, который обладает улучшенными технико-экономическими показателями.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Okamura H., Ouchi M.* Self-Compacting Concrete // *Advanced Concrete Technology*. 2003. Vol. 1. No. 1.
2. Европейский нормативный документ по самоуплотняющемуся бетону DAfStb-Richtlinie Selbstverdichtender Beton (SVB-Richtlinie). Ausgabe, November 2003.
3. *Оучи М.* Самоуплотняющиеся бетоны: разработка, применение и ключевые технологии // *Бетон на рубеже третьего тысячелетия* : тр. 1-й Всерос. конф. по бетону и железобетону. М., 2001. С. 209—215.
4. *Collepardi M.* Admixtures-Enhancing concrete performance // *Global Construction, Ultimate Concrete Opportunities* : 6th International Congress. Dundee, U. K., 5—7 July 2005.
5. *Коровкин М. О., Замчалин М. Н., Ерошкина Н. А.* Принципы создания и применения самоуплотняющегося бетона // *Молодой ученый*. 2015. № 5. С. 165—168. URL: <https://moluch.ru/archive/85/16022/>
6. *Ушеров-Маршак А. В.* Взгляд в будущее бетона // *Строительные материалы*. 2014. № 3. С. 4—5.
7. *Батраков В. Г.* Модифицированные бетоны. Теория и практика. 2-е изд., перераб. и доп. М., 1998. 768 с.
8. *Та Ван Фан.* Самоуплотняющиеся высокопрочные бетоны с золой рисовой шелухи и метаксаолином : дис... канд. техн. наук : 05.23.05. Ростов н/Д., 2013. 184 с

© Положнов А. В., Дьякова Е. А., 2018

Поступила в редакцию  
в июне 2018 г.

Ссылка для цитирования:

Положнов А. В., Дьякова Е. А. Самоуплотняющийся высокопрочный бетон с кремнеземистой добавкой и метаксаолинитом // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура*. 2018. Вып. 53(72). С. 59—65.

*Об авторах:*

**Положнов Антон Валериевич** — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры строительных конструкций, оснований и надежности сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, gnomis@yandex.ru

**Дьякова Елена Алексеевна** — магистрант кафедры строительных конструкций, оснований и надежности сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, alenka14-09@mail.ru

**Anton V. Polozhnov, Elena A. D'yakova**

**Volgograd State Technical University (VSTU)**

**SELF-COMPACTING HIGH-STRENGTH CONCRETE WITH SILICA SUPPLEMENT AND METAKAOLINITE**

Data on construction materials for development of modern construction in Russia, construction of roads, tunnels, bridges, high-rise buildings which provide the raised technical and economic indicators are generalized. Considered self-compacting concrete, which is an effective tool in solving problems of construction, as it is a material that has the ability to be compacted under its own weight, completely filling the form. The authors give a comprehensive assessment of self-compacting high-strength concrete with silica Supplement and metakaolinite.

**Key words:** building material, self-compacting high-strength concrete, plasticizer, silica supplement, metakaolinite, technical and economic indicators.

*For citation:*

Polozhnov A. V., D'yakova E. A. [Self-compacting high-strength concrete with silica supplement and metakaolinite]. *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], 2018, iss. 53(72), pp. 59—65.

*About authors:*

**Anton V. Polozhnov** — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Docent of Engineering Structures, Foundations and Safety of Constructions Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, gnomis@yandex.ru

**Elena A. D'yakova** — Master's Degree student of Engineering Structures, Foundations and Safety of Constructions Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, alenka14-09@mail.ru

УДК 625.72

**С. В. Алексиков, М. И. Русанов, Н. А. Фоменко, А. И. Болдин, А. И. Лескин**

*Волгоградский государственный технический университет*

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОХРАННОСТИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ДОРОГ ПОСРЕДСТВОМ ВВЕДЕНИЯ ВЕСОВОГО КОНТРОЛЯ**

В работе представлены результаты исследований перегруза грузовых автомобилей и его влияние на износ дорожной сети юга России.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** грузовой транспорт, осевая нагрузка, прочность проезжей части, автомобильная дорога, весовой контроль.

В настоящее время на основных магистральных дорогах РФ и зарубежья растет интенсивность движения и увеличиваются осевые нагрузки грузовых автомобилей. Несмотря на действующие нормативные и законодательные ограничения, практически во всех странах мира наблюдается превышение нормативных осевых нагрузок и полных масс АТС [1—15]. В основном это объясняется желанием перевозчиков получить дополнительную прибыль, не взирая на возможные последствия. Так, в США до 20 % всех повреждений дорог вызвано только превышением допустимых осевых нагрузок АТС. В Дании перегруженные АТС составляют 10...15 % от всех грузовых автомобилей. В Испании у 46 % грузовых АТС с одиночными осями обнаружена перегрузка свыше 10 тс. В Ирландии, несмотря на введенный в 1998 г. закон об ответственности перевозчиков и грузоотправителей за перегрузку АТС, около 20 % перевозок осуществляется с перегрузкой 4...6 тс.

В России до 30 % грузоперевозчиков нарушают установленные нормы. Средний перевес составляет 78 %, что усиливает разрушающий дороги эффект в 5,06 раза. Ежегодный размер ущерба, наносимого автомобильным дорогам РФ в результате проезда тяжеловесного автотранспорта, составляет 2,6 трлн руб. [3]. Разрушающее воздействие тяжеловесного транспорта существенно увеличивается в связи с «хроническим недоремонтом» дорожной сети и недостаточной толщиной дорожных конструкций. Недостаточная толщина дорожной одежды объясняется тем, что современные нормативные осевые нагрузки 10,0...11,5 т в 1,15...1,66 раза превышают расчетные 6...10 т, под которые была построена опорная сеть автомобильных дорог РФ в 70—80-е гг. прошлого столетия. Общая толщина старых (изношенных) конструкций составляет 40...55 см, что значительно меньше требуемой по условиям движения современных автомобилей толщины — 60...80 см.

В результате недостаточной прочности проезжая часть дорог имеет колеи до 15...18 см, сетку трещин по полосе наката.

Исследования [3, 5] показывают, что допустимая осевая нагрузка  $P$  зависит от коэффициента прочности  $K$  дорожной конструкции (рис. 1). Указанная зависимость имеет следующий вид:

$$P = a \cdot e^{bK},$$

где  $a$  и  $b$  — коэффициенты, зависящие от количества осей транспортной нагрузки (при одиночной нагрузке  $a = 1,412$ ,  $b = 1,919$ ; при двухосной нагрузке  $a = 1,056$ ,  $b = 1,998$ ; при трехосной нагрузке  $a = 0,884$ ,  $b = 2,048$ ).

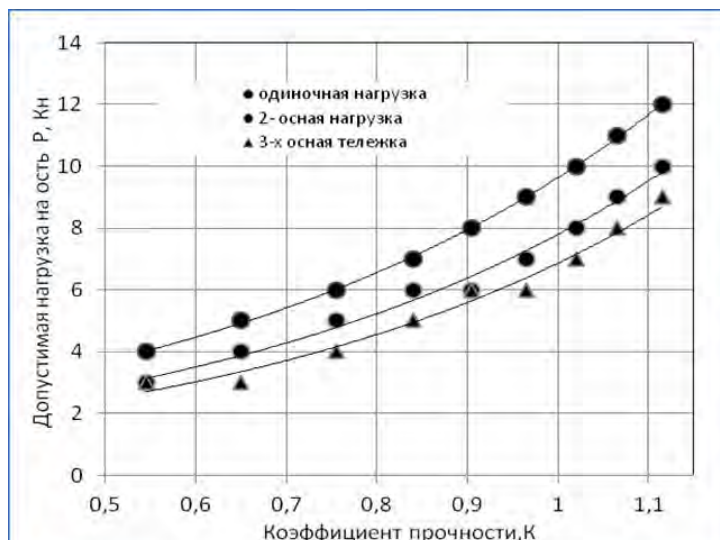


Рис. 1. Зависимость допустимой осевой нагрузки  $P$  от коэффициента прочности дорожной одежды  $K$

Статистический анализ более 1550 дорог II—IV технических категорий в различных регионах РФ показал, что 9 % дорог, преимущественно IV категории, построено под осевую нагрузку 6 т (рис. 2).

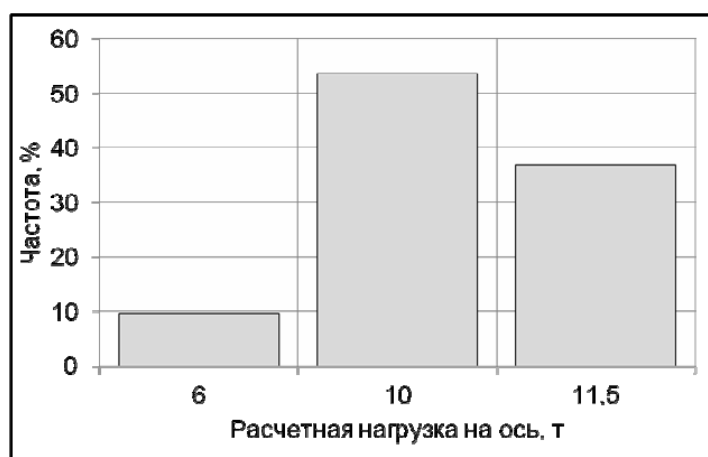


Рис. 2. Гистограмма расчетной осевой нагрузки для дорог РФ

Указанные дороги были сооружены в 1960—1980-е гг. и без капитального ремонта обречены на интенсивное разрушение. Более 54 % дорог III—IV категорий построены под осевую нагрузку 10 т. Около 36 % дорог II—III категорий построены или реконструированы в последние 10—15 лет под современную расчетную осевую нагрузку 11,5 т.

Статистический анализ данных весового контроля на дорогах РФ за 2015—2016 гг. показал, что 7,4...52,0 % грузовых автомобилей имеют перевес 30,4...78,3 % (табл. 1). В среднем на дорогах РФ зафиксировано 27 % нарушений перевозки тяжеловесных грузов со средним перевесом 78,4 %. Имеются случаи проезда с перегрузом общей массой более 200 т.

Т а б л и ц а 1

*Нарушения при перевозке тяжеловесных грузов  
по категориям автотранспортных средств*

| Категория ТС по классификации EURO-13 | Тип ТС по классификации EURO-13      | % нарушителей | Средний перевес, % |
|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------|--------------------|
| 3                                     | Одиночное грузовое ТС (трехосный)    | 30,4          | 57,74              |
| 4                                     | Одиночное грузовое ТС (четырёхосный) | 46,4          | 71,48              |
| 5                                     | Автопоезд (2 + 2), (2 + 3), (2 + 1)  | 16,1          | 30,44              |
| 6                                     | Автопоезд (3 + 2), (3 + 3)           | 41,1          | 43,43              |
| 7                                     | Автопоезд седельный (2 + 1)          | 2,2           | 35,71              |
| 8                                     | Автопоезд седельный (2 + 2)          | 8,9           | 36,34              |
| 9                                     | Автопоезд седельный (2 + 3)          | 28,8          | 38,15              |
| 10                                    | Автопоезд седельный (3 + 1), (3 + 2) | 19,9          | 31,37              |
| 11                                    | Автопоезд седельный (3 + 3)          | 52,0          | 73,15              |
| 13                                    | Трейлер низкорамный 7 и более (3 + ) | 7,4           | 78,38              |
| В среднем по Российской Федерации     |                                      | 27,1          | 49,62              |

Выполнен анализ среднего перевеса по категориям автотранспортных средств (табл. 2). Установлено, что наибольший перевес наблюдается для трейлеров низкорамных (до 21,48 т). Средняя общая масса трейлеров (с учетом перевеса) составляет 62,48 т. Имеются случаи проезда с перегрузом более 200 т. Для автопоездов седельных средний перевес изменяется от 10,9 до 18,74 т, общая масса грузового автомобиля (с учетом перевеса) — от 39,24 до 58,74 т. Для одиночных трех- и четырехосных автотранспортных средств средний перевес составляет 14,95...18,23 т. Общая масса АТС с учетом перевеса составляет 39,95...50,23 т.

Т а б л и ц а 2

*Средний перевес по категориям автотранспортных средств*

| Тип ТС по классификации EURO-13      | Разрешенная масса, т | Перевес, т |
|--------------------------------------|----------------------|------------|
| Трейлер низкорамный 7 и более (3 + ) | 40                   | 21,48      |
| Автопоезд седельный (3 + 3)          | 40                   | 18,74      |
| Автопоезд седельный (3 + 1), (3 + 2) | 40                   | 11,89      |
| Автопоезд седельный (2 + 3)          | 40                   | 12,66      |
| Автопоезд седельный (2 + 2)          | 36                   | 13,90      |
| Автопоезд седельный (2 + 1)          | 28                   | 11,24      |
| Автопоезд (3 + 2), (3 + 3)           | 40                   | 16,27      |
| Автопоезд (2 + 2), (2 + 3), (2 + 1)  | 36                   | 10,90      |
| Одиночное грузовое ТС (четырёхосный) | 32                   | 18,23      |
| Одиночное грузовое ТС (трехосный)    | 25                   | 14,95      |

Учитывая сложившееся положение с грузовыми перевозками, на федеральных дорогах РФ в ближайшем будущем будет установлено более 400 пунктов автоматического весогабаритного контроля.

На дорогах Волгоградской области функционирует четыре стационарных поста с автоматической системой контроля (рис. 3). Практика показала эффективность их использования. Только за июль 2017 г на автодороге Р-22 «Каспий» системой зарегистрировано 2244 случая проезда с превышением массы 70 т и 123 — с превышением массы 100 т. Зафиксирован проезд трейлеров с перегрузом общей массой 180...200 т. В ближайшей перспективе в регионе планируется приобретение дополнительно 25 стационарных и 10 передвижных автоматизированных постов весового контроля. Это позволит выполнять\*:

- высокоскоростной весовой контроль при скоростях 3...255 км/ч;
- измерение массы ТС в диапазоне 3500...200 000 кг;
- определение количества осей ТС;
- измерение превышения скорости 5...250 км/ч с погрешностью до 2 %;
- фиксацию государственного номера ТС и фотофиксацию всех проездов;
- измерение габаритов ТС (погрешность не более 60 мм);
- классификация транспорта по типам (более 40);
- контроль скорости на участке.

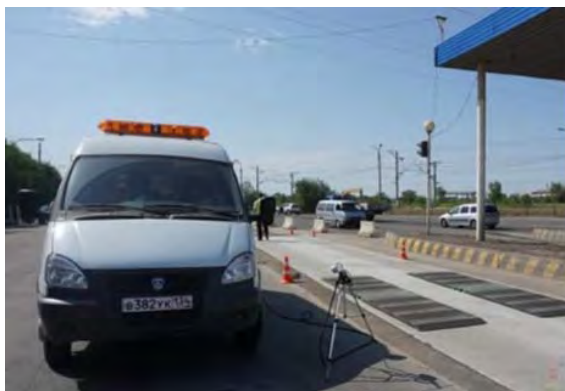


Рис. 3. Пост весового контроля в г. Волжском

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Ежегодный размер ущерба от проезда тяжеловесного автотранспорта по дорогам РФ составляет 2,6 трлн руб. Разрушающее воздействие грузового транспорта связано с существенным его перегрузом, ослабленным состоянием и недостаточной толщиной дорожных конструкций. Общая толщина старых (изношенных) конструкций в 1,4...1,5 раза меньше требуемой по условиям движения современных автомобилей.

2. Анализ данных весового контроля на дорогах РФ показал, что 7,4...52,0 % грузовых автомобилей имеют перевес 30,4...78,3 % (см. табл. 1). В среднем на дорогах РФ зафиксировано 27 % нарушений перевозки тяжеловесных грузов со средним перевесом 78,4 %.

\* URL: <http://dorinfo.ru>

3. Назрела необходимость организации весового контроля грузового транспорта, который позволит снизить чрезмерный износ дорожного покрытия от тяжелых (сверхнормативных) транспортных нагрузок, что весьма важно в условиях ограниченного финансирования ремонта дорожной сети Волгоградской области. Допустимую осевую нагрузку следует назначать в зависимости от прочности дорожной одежды и числа осей грузового автомобиля (см. рис. 1).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Апестин В. К.* Оценка и расчет ущерба от проезда тяжеловесных транспортных средств // Наука и техника в дорожной отрасли. 2005. № 3. С. 10—12.
2. ОДМ 218.6.002—2010. Методические рекомендации по определению допустимых нагрузок автотранспортных средств в весенний период на основании результатов диагностики автомобильных дорог общего пользования федерального значения / Росавтодор Министерства транспорта. М. : Информавтодор, 2011. 216 с.
3. *Апестин В. К.* Методы обеспечения сохранности автомобильных дорог в условиях движения тяжеловесных автотранспортных средств : учеб. пособие. М., 2011. 102 с.
4. ОДН 218.0.006—2002. Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог / Росавтодор Министерства транспорта РФ. М. : Информавтодор, 2002. 138 с.
5. *Апестин В. К.* Обеспечение сохранности дорожных конструкций в условиях движения тяжеловесных автотранспортных средств // Дорожная Держава. 2009. № 23. С. 42—45.
6. *Апестин В. К.* Укрупненные зависимости для определения величины ущерба при проезде тяжеловесного автотранспортного средства по дорогам общего пользования // Дорожная Держава. 2012. № 43. С. 70—71.
7. *Апестин В. К., Дудаков А. И.* Прогноз расчетных параметров (нагрузка, габарит) применительно к учету воздействия автомобилей большой грузоподъемности на дорожные одежды // Труды ГипродорНИИ. 1976. Вып. 17. С. 83—90.
8. *Апестин В. К.* Расчет допустимых осевых нагрузок // Наука и техника в дорожной отрасли. 2009. № 1. С. 27—29.
9. *Appleyard B. S.* Planning safe routes to school // Planning. 2003. Vol. 69. No. 5. P. 34.
10. *Crouse D. W.* Traffic calming: A social issue // Bulletin of Science, Technology and Society. 2004. Vol. 24. No. 2. Pp. 138—144.
11. *Dawn P. Guegan, Peter T. Martin, Wayne D. Cottrell.* Prioritizing traffic calming projects using the analytic hierarchy process. Murray, Utah, 2000. 26 p.
12. *Debacker M., Harshman R.* Concrete measures help manage traffic // Concrete Products. 2001. Vol. 104. No. 10. P. 321.
13. *Ewing R.* Legal status of traffic calming // Transportation quarterly. 2003. Vol. 57. No. 2. P. 11.
14. *Grammenos F., Tasker-Brown J.* Residential street pattern design for healthy livable communities. URL: <http://www.greenroofs.ca/nua/ip/ip02.htm>
15. *Knapp K. K.* Traffic-calming basics // Civil Engineering. 2000. Vol. 70. No. 1. P. 46.

© *Алексиков С. В., Русанов М. И., Фоменко Н. А., Болдин А. И., Лескин А. И., 2018*

*Поступила в редакцию  
в июне 2018 г.*

*Ссылка для цитирования:*

Обеспечение сохранности региональных дорог посредством введения весового контроля / С. В. Алексиков, М. И. Русанов, Н. А. Фоменко, А. И. Болдин, А. И. Лескин // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 66—71.

*Об авторах:*

**Алексиков Сергей Васильевич** — д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой строительства и эксплуатации транспортных сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, AL34rus@mail.ru

**Русанов Максим Игоревич** — магистрант кафедры строительства и эксплуатации транспортных сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, AL34rus@mail.ru

**Фоменко Николай Александрович** — канд. техн. наук, доцент, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgsu.ru

**Болдин Александр Игоревич** — аспирант кафедры строительства и эксплуатации транспортных сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, skip-1313@mail.ru

**Лескин Андрей Иванович** — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры строительства и эксплуатации транспортных сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, leskien@inbox.ru

**Sergei V. Aleksikov, Maksim I. Rusanov, Nikolai A. Fomenko, Aleksandr I. Boldin, Andrei I. Leskin**

**Volgograd State Technical University (VSTU)**

## **ENSURING THE SAFETY OF REGIONAL ROADS BY THE INTRODUCTION OF WEIGHT CONTROL**

The paper presents the results of studies of transshipment of trucks and their impact on the wear of the road network in the South of Russia.

**Key words:** freight transport, axial load, strength of the carriageway, road, weight control.

*For citation:*

Aleksikov S. V., Rusanov I. M., Fomenko N. A., Boldin A. I., Leskin A. I. [Ensuring the safety of regional roads by the introduction of weight control]. *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], 2018, iss. 53(72), pp. 66—71.

*About authors:*

**Sergei V. Aleksikov** — Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Head of Construction and Operation of Transport Works Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, AL34rus@mail.ru

**Maksim I. Rusanov** — Master's Degree student of Construction and Operation of Transport Works Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, AL34rus@mail.ru

**Nikolai A. Fomenko** — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, info@vgsu.ru

**Aleksandr I. Boldin** — Postgraduate student of Construction and Operation of Transport Works Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, skip-1313@mail.ru

**Andrei I. Leskin** — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Docent of Construction and Operation of Transport Works Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, leskien@inbox.ru

УДК 656.13.052.482

**М. М. Девятков<sup>а</sup>, Е. С. Вилкова<sup>б</sup>, П. Ю. Слободенюк<sup>а</sup>**

<sup>а</sup> *Волгоградский государственный технический университет*

<sup>б</sup> *ООО «Горстрой»*

## **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ПРЕПЯТСТВИЙ, ИЗМЕНЯЮЩИХ ТРАЕКТОРИЮ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, ДЛЯ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ**

Рассмотрены основы проектирования и устройства искусственных препятствий, изменяющих траекторию движения транспортных средств на УДС населенных пунктов, для повышения безопасности дорожного движения путем принудительного воздействия на траекторию и скорость движения транспортных средств.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** проектирование, искусственные препятствия, изменяющие траекторию движения, вынужденная скорость транспортных средств, безопасность движения.

Анализ причин аварийности и мест совершения дорожно-транспортных происшествий (ДТП)<sup>1</sup> показывает, что в числе доминирующих факторов по-прежнему остается превышение скорости в местах интенсивного движения пешеходов.

В связи с этим представляют особую актуальность исследования по принудительному ограничению скорости и разработке конкретных рекомендаций по проектированию специальных элементов, обеспечивающих вынужденное (гарантированное) соблюдение водителями необходимых, обоснованных для безопасности движения скоростных режимов. К их числу относятся исследования вопросов принудительного воздействия на скорость движения транспортных средств с использованием специальных элементов в виде искусственных препятствий, изменяющих траекторию движения транспортных средств, выполняемые на кафедре изысканий и проектирования транспортных сооружений (ИПТС) ВолгГТУ [1—4]. Аналогичные исследования нашли широкое применение за рубежом [5—8].

В результате этих исследований, а также на основе обобщенного опыта [5—9] и с использованием теоретических разработок кафедры ИПТС [10] выполнена функциональная классификация искусственных препятствий, изменяющих траекторию движения транспортных средств (ИПИТ) (рис. 1).

Разработана система потребительских свойств ИПИТ, для которых главной целью является *принудительное ограничение скорости транспортных средств на определенном уровне на протяженных участках УДС или в определенных зонах (локальных сетях)*. При этом ИПИТ рассматривается с точки зрения экосистемного подхода [11].

Таким образом, сформирована система целевых, критериальных и оценочно-измерительных потребительских свойств (ПС), описывающих

<sup>1</sup> URL: <http://avtopravozashita.ru/dtp/prichiny-dtp.htm>

URL: <http://www.фордтранзит.рф/news/prichiny-avariy-na-dorogakh/>

URL: <http://kitocenka.ru/sootnoshenie-mezhdu-skorostyu-i-dtp-obschie-vyvody-statistiki-avtotekhnicheskikh-ekspertiz>

ИПИТ как линейные и сетевые объекты улично-дорожной сети (рис. 2). В этой системе основными потребительскими свойствами, которые обеспечивают эффективность проектирования и применения спецэлементов в виде ИПИТ, являются скорость и проезжаемость транспортных средств по участкам дорог с этими элементами. В связи с этим, чтобы обеспечить регулирование этих потребительских свойств, проведем теоретическое обоснование конфигурации и размещения на участке дороги искусственных препятствий для обеспечения равномерного и безопасного движения с определенной вынужденной (заданной из условий безопасности дорожного движения) скоростью.

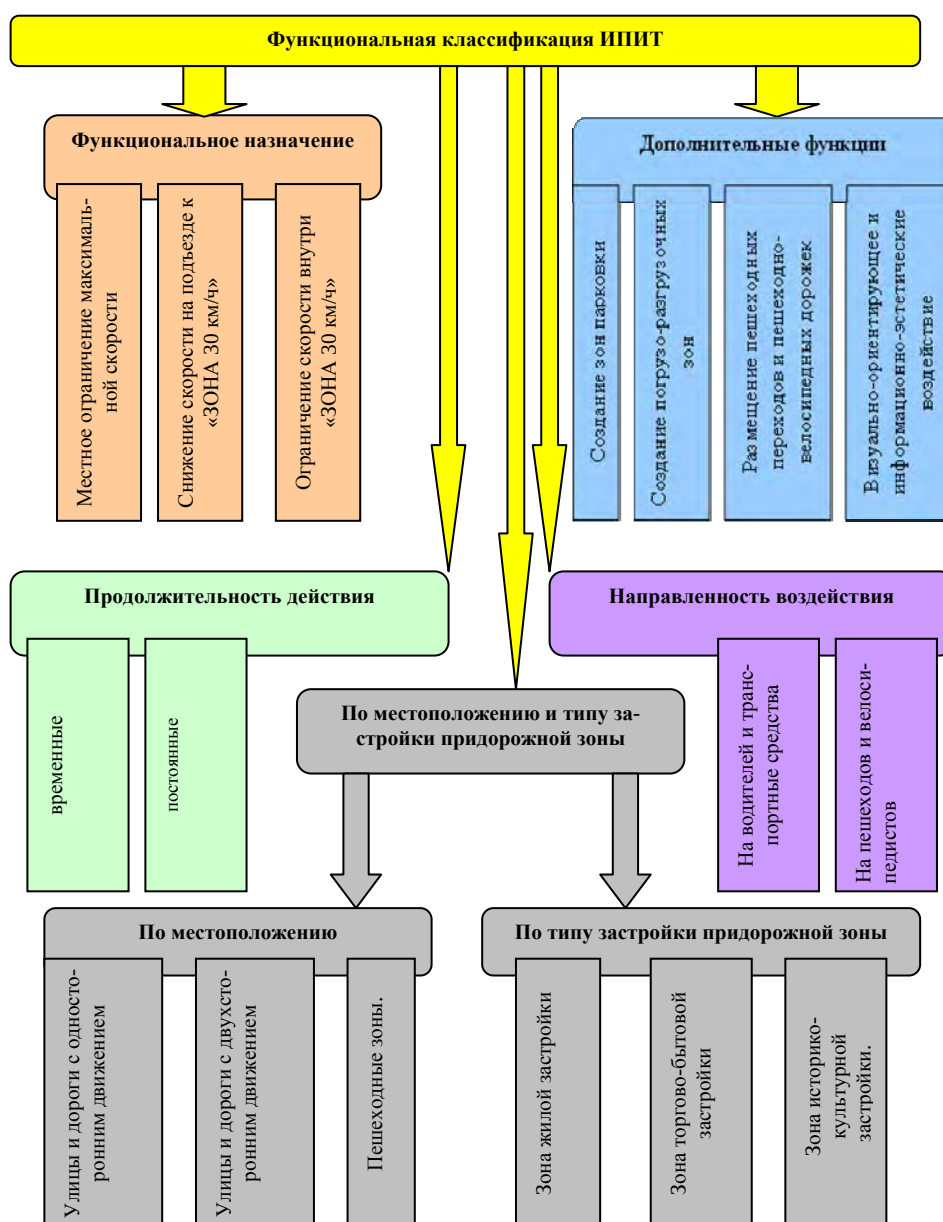


Рис. 1. Функциональная классификация ИПИТ

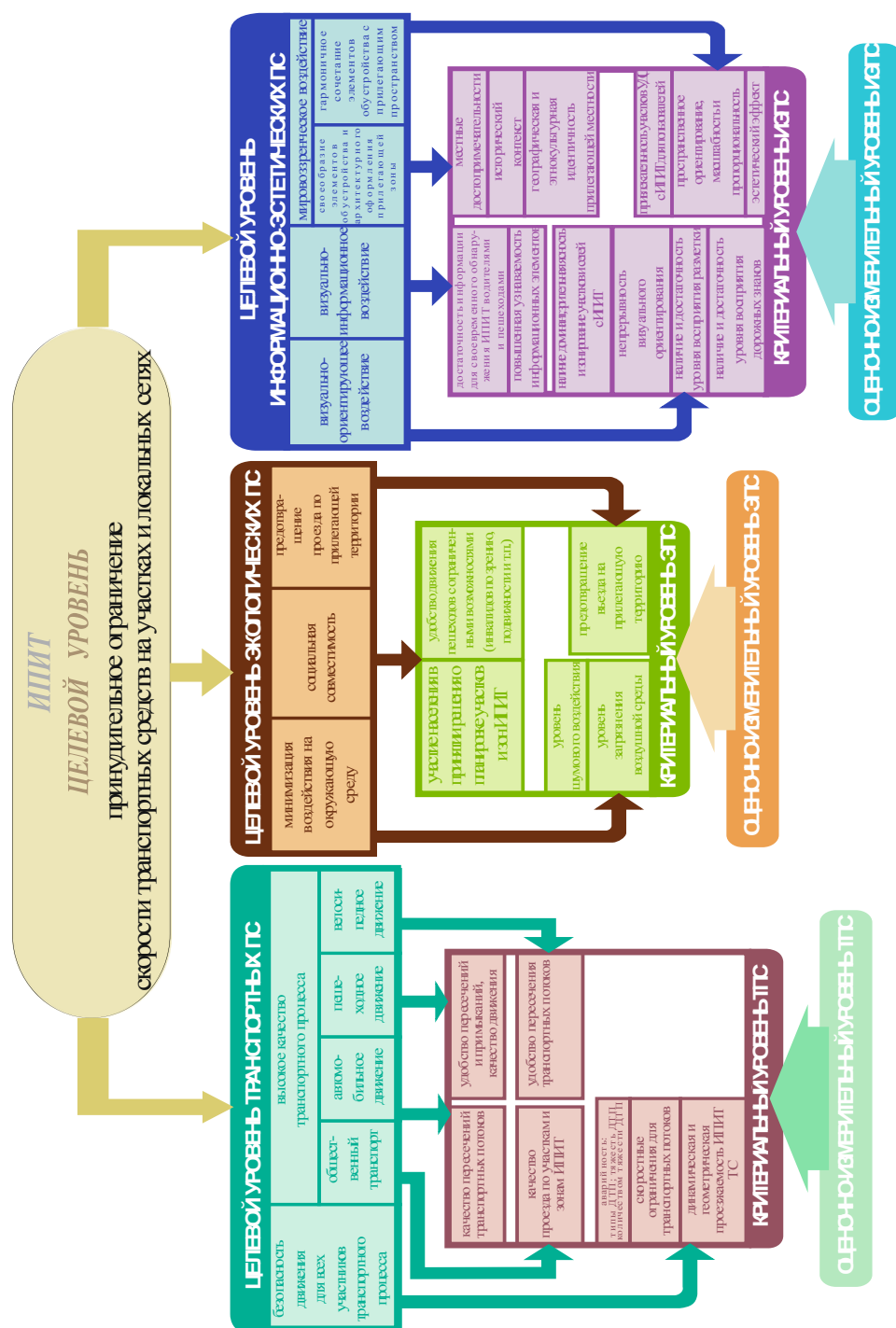


Рис. 2. Система целевых и критериальных потребительских свойств ИПИТ

Предлагается некоторая корректировка традиционного понятия, в котором под проезжаемостью автомобильной дороги понимают «возможность проезда одиночных автомобилей различных типов с минимально допустимой скоростью в различные периоды года» [12]. Для данной работы предлагается понятие *динамической и геометрической проезжаемости* участка автомобильной дороги с ИПИТ, которое трактуется как возможность проезда одиночных автомобилей различных типов с вынужденной скоростью в различные периоды года по участку автомобильной дороги с ИПИТ.

При этом *вынужденная скорость* — это величина верхнего предела скорости ( $v_{85\%}$ ), которая создается у транспортного потока в результате воздействия соответствующих активных средств в виде ИПИТ, искусственных неровностей проезжей части (ИНПЧ), других преднамеренных изменений дороги в плане и обустройстве, исходя из условий обеспечения безопасности дорожного движения.

Представим разработанную авторами расчетную схему ИПИТ (рис. 3) и участка улично-дорожной сети населенного пункта со спецэлементами в виде ИПИТ, на котором необходимо обеспечить такое регулируемое потребительское свойство, как вынужденное (гарантированное) ограничение скорости до определенного значения  $V_{\text{ИПИТ}}$  (рис. 4).

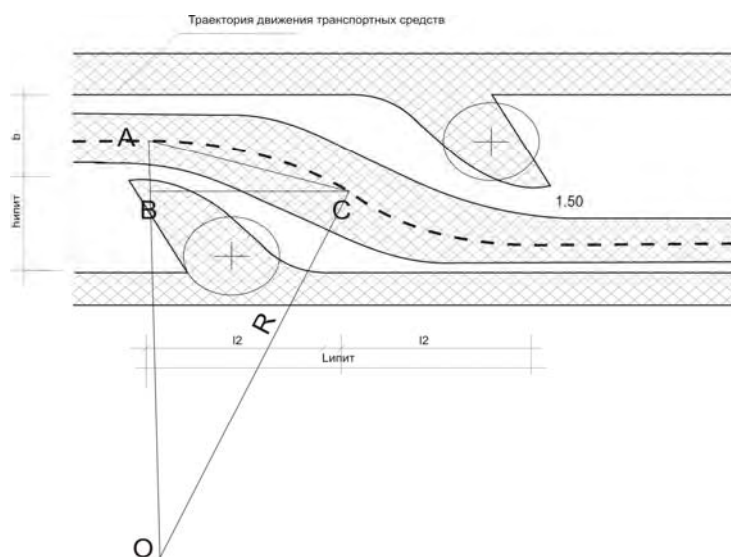


Рис. 3. Расчетная схема к определению длины ИПИТ

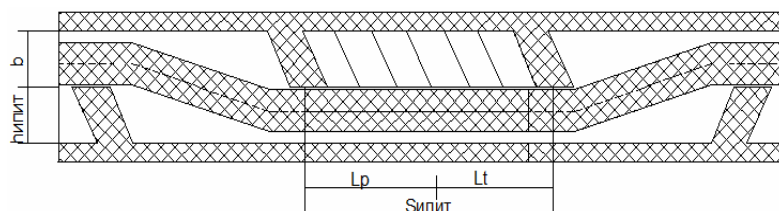


Рис. 4. Расчетная схема участка дороги, сформированного с помощью ИПИТ, на котором необходимо гарантированное (вынужденное) ограничение скорости до определенного значения  $V_{\text{ИПИТ}}$

За расчетное условие проезда ИПИТ примем проезд транспортного средства (ТС) по скользкой поверхности проезжей части, покрытой льдом, с коэффициентом сцепления, равным 0,2 [13]. Это связано с тем, что ТС будет менять траекторию движения по кривой с малым радиусом, поэтому возможен его занос. При этом траектория движения ТС сформируется из двух сопряженных участков кривых. Радиус этих кривых  $R$  рассчитаем в соответствии с известной зависимостью [13]:

$$R = \frac{V_{\text{ИПИТ}}^2}{(\mu \pm i_0)}. \quad (1)$$

Значения радиусов изменения траектории движения на ИПИТ, рассчитанные по зависимости (1) для различной предписанной скорости движения ТС, представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

*Значения радиусов изменения траектории движения на ИПИТ*

| Значения, принятые для расчета по 3.4.1 |        |       | Результаты расчета |                       |
|-----------------------------------------|--------|-------|--------------------|-----------------------|
| $V_{\text{ИПИТ}}$ , км/ч                | $\phi$ | $i_0$ | $R$ , м            | $L_{\text{ИПИТ}}$ , м |
| 15                                      | 0,12   | 0,02  | 18                 | 5                     |
| 20                                      |        |       | 32                 | 7                     |
| 30                                      |        |       | 70                 | 12                    |
| 40                                      |        |       | 126                | 18                    |

Далее в соответствии со схемой (см. рис. 3), используя известные геометрические зависимости, выведем расчетные формулы для определения длины ИПИТ  $L_{\text{ИПИТ}}$ .

Из подобия  $\triangle ABC$  и  $\triangle CBO$   $\frac{AB}{BC} = \frac{BC}{BO}$ , при этом  $AB = \frac{b}{2}$ ,  $BC = l_1$ ,  $BO = \frac{R-b}{2}$ . Тогда  $\frac{0,5b}{l_1} = \frac{l_1}{R \cdot 0,5b}$ , отсюда следует:

$$l_1 = \sqrt{0,5b \cdot R - 0,25b^2}. \quad (2)$$

Тогда общая длина ИПИТ  $L_{\text{ИПИТ}}$  будет:

$$L_{\text{ИПИТ}} = 2l_1. \quad (3)$$

С использованием выведенных расчетных зависимостей построим номограмму для определения  $L_{\text{ИПИТ}}$  в зависимости от предписанной скорости движения, ширины полосы движения  $b$  и ширины элемента ИПИТ  $h_{\text{ИПИТ}}$  (рис. 5).

Расстояние между соседними ИПИТ  $S_{\text{ИПИТ}}$  на участке дороги, где необходимо установить предписанную (вынужденную) скорость движения, определим в соответствии с расчетной схемой (см. рис. 4) и следующими положениями.

Расстояние между соседними ИПИТ  $S_{\text{ИПИТ}}$  сформируем из двух слагаемых — пути разгона после ИПИТ  $l_p$  и пути торможения перед следующим (соседним) ИПИТ  $l_t$ . При этом установим предел возможного увеличения

скорости на этом участке не более 5 км/ч. Воспользуемся известной зависимостью (6) [13] для расчета пути разгона от скорости  $v_2$  до скорости  $v_1$  и притормаживания автомобиля от скорости  $v_1$  до скорости  $v_2$ :

$$L = (v_1 - v_2) / 26a, \quad (6)$$

где  $a$  — ускорение автомобиля, принимаемое на основе наблюдений в пределах 0,8...1,2 м/с<sup>2</sup> при разгоне и 1,75...2,50 м/с<sup>2</sup> при замедлении.

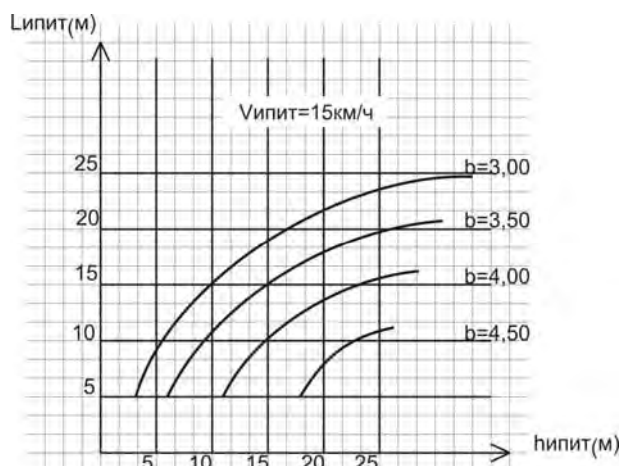


Рис. 5. Номограмма для определения длины ИПИТ

Для наших расчетов примем средние показатели ускорения автомобиля: 1 м/с<sup>2</sup> при разгоне и 1,63 м/с<sup>2</sup> при замедлении.

Тогда общее расстояние между соседними ИПИТ  $S_{\text{ИПИТ}}$  определяем по зависимости

$$S_{\text{ИПИТ}} = l_p + l_t. \quad (7)$$

Таким образом, в результате расчетов установлены показатели расстояний между ИПИТ  $S_{\text{ИПИТ}}$ , в соответствии с которыми может осуществляться выбор управляющего воздействия по назначению предписанной (вынужденной) скорости движения. Для проектирования участков УДС с элементами ИПИТ рекомендуется применение показателей и их значений, представленных в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Рекомендуемые показатели и их значения для проектирования участков УДС  
с элементами ИПИТ

| Предписанная скорость $V_{\text{ИПИТ}}$ , км/ч | Путь разгона $l_p$ , м | Допустимая скорость в середине участка между ИПИТ $V_{\text{ср}}$ , км/ч | Путь притормаживания $l_t$ , м | Расстояние между ИПИТ $S_{\text{ИПИТ}}$ , м |
|------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------|
| 15                                             | 7                      | 20                                                                       | 4                              | 11                                          |
| 20                                             | 9                      | 25                                                                       | 5                              | 14                                          |
| 30                                             | 13                     | 35                                                                       | 7                              | 20                                          |
| 40                                             | 17                     | 45                                                                       | 10                             | 37                                          |

Выбор участков УДС для устройства ИПИТ должен осуществляться на основании анализа статистики ДТП по видам и причинам происшествий. Для непосредственного размещения ИПИТ в процессе проектирования предлагаются примерные схемы, на основе зарубежного опыта учитывающие особенности размещения ИПИТ (рис. 7, 8).

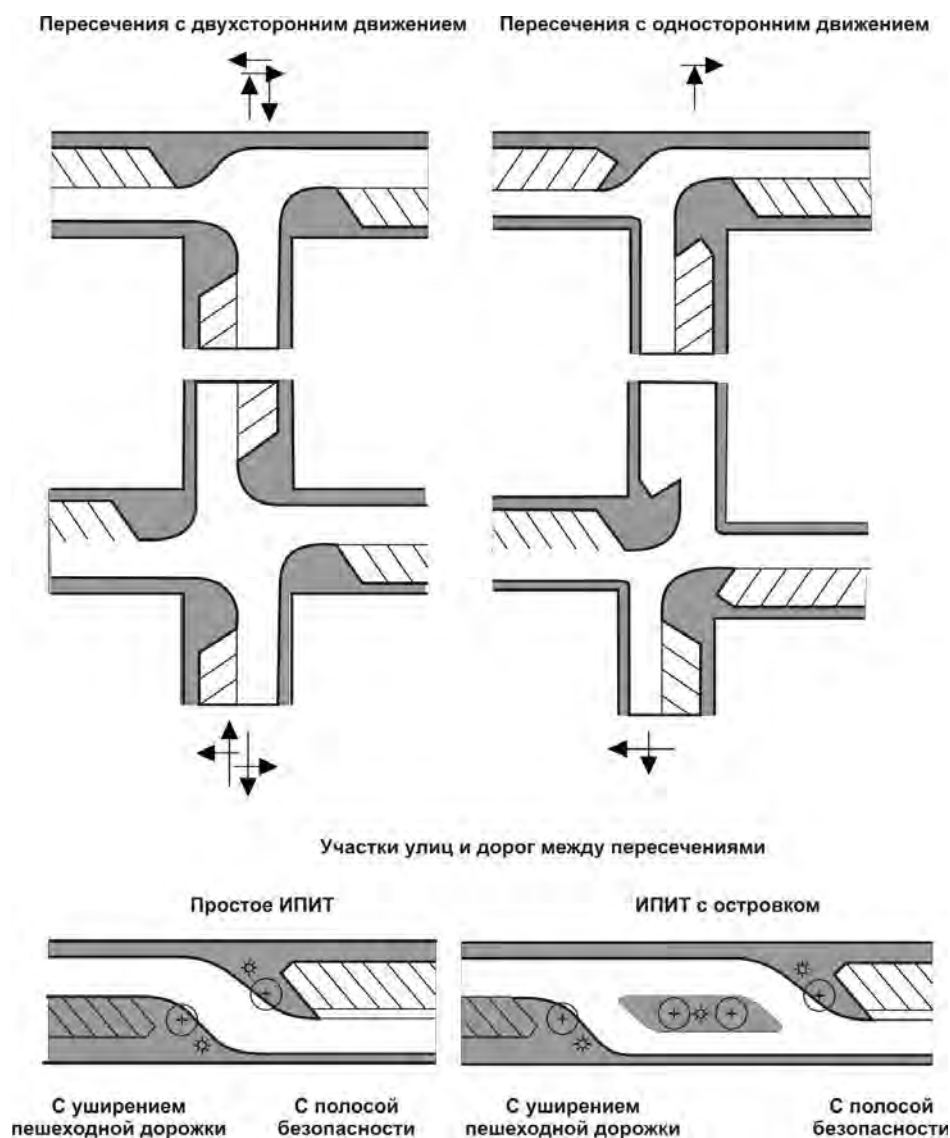


Рис. 7. Схемы размещения ИПИТ в зоне пересечения и на прямолинейных участках дорог

Схема выбирается в зависимости от числа полос движения, размещения парковочных зон, пешеходных дорожек и схем сочетания дорог между собой (рис. 9). При этом разработка конкретного проектного решения осуществляется с учетом расположения мест концентрации ДТП, связанных с наездами на пешеходов в результате превышения скорости движения.

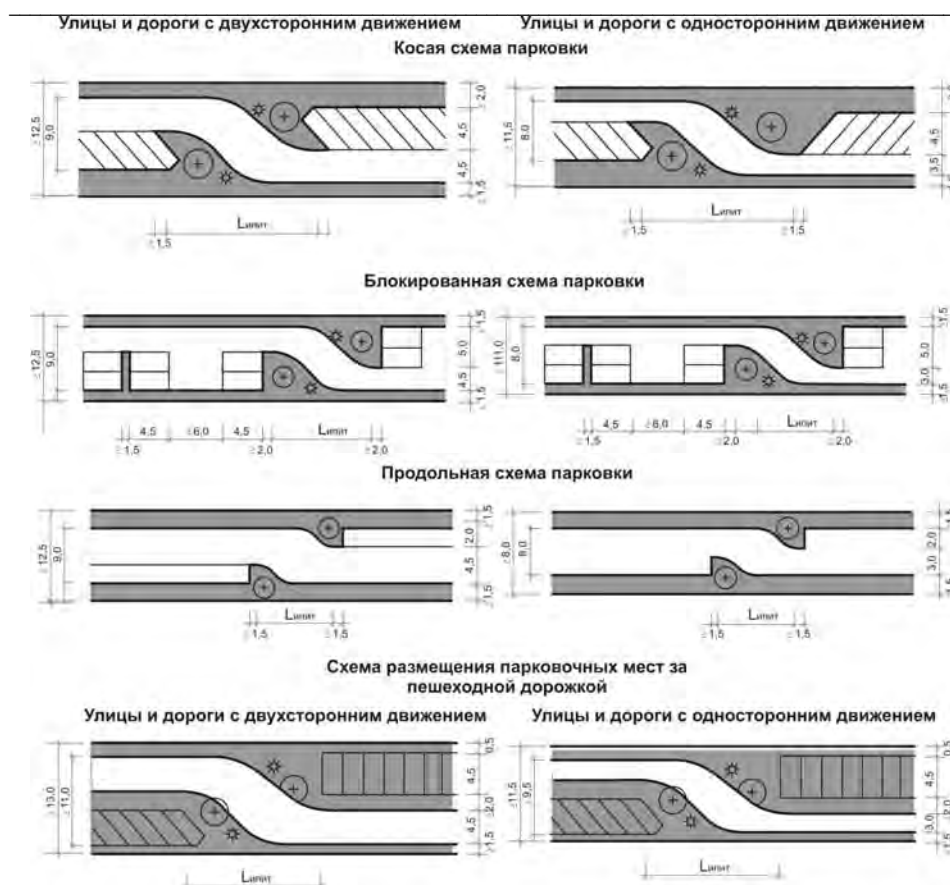


Рис. 8. Варианты примерных схем размещения парковочных зон при устройстве извилистых участков дорог с применением ИПИТ

При проектировании ИПИТ особое внимание должно уделяться методам визуального ориентирования [1, 10]. Примеры использования зеленых насаждений и дорожных знаков представлены на рис. 9.



Рис. 9. Примеры визуального ориентирования при проектировании ИПИТ с использованием доминантных групп зеленых насаждений (а) и специальных дорожных знаков (б)

Потребительские свойства ИПИТ, характеризующие технологическую и экологическую безопасность, являются, в свою очередь, индикативными показателями, отражающими результативность принудительного регулирования скорости движения транспортных средств на участке с ИПИТ. Установить уровень воздействия на эти потребительские свойства можно только по материалам длительных наблюдений и по результатам анализа статистики ДТП за определенный период.

Выводы:

1. Анализ причин аварийности и мест совершения дорожно-транспортных происшествий показывает, что в числе доминирующих факторов по-прежнему остается превышение скорости в местах интенсивного движения пешеходов. В качестве мер по повышению безопасности дорожного движения предложено устройство ИПИТ, эффективно себя зарекомендовавших и широко применяемых за рубежом.

2. Для обеспечения системного подхода к разработке теоретических основ проектирования ИПИТ предложено использовать разработанную авторами функциональную классификацию и систему потребительских свойств ИПИТ.

3. Разработаны расчетные схемы и выполнено теоретическое обоснование геометрических характеристик ИПИТ с учетом обеспечения их проезжаемости при скользком покрытии проезжей части. Это позволяет путем изменения геометрических характеристик регулировать такое потребительское свойство ИПИТ, как вынужденную скорость транспортных средств.

4. Предложены расчетные схемы и зависимости, позволяющие обоснованно размещать ИПИТ на участках УДС для обеспечения требуемой вынужденной скорости на проектируемом участке УДС.

5. Для проектирования участков УДС с искусственными неровностями проезжей части, изменяющими траекторию движения транспортных средств, предложены примерные схемы, учитывающие особенности размещения ИПИТ в зависимости от числа полос движения, размещения парковочных зон, пешеходных дорожек и схем сочетания дорог между собой. Это позволяет на участках применения ИПИТ не только обеспечить требуемый скоростной режим, но и создать специальные зоны, предназначенные для останавливающегося транспорта, декорирования и озеленения прилегающей зоны, визуального ориентирования водителей, обеспечения безопасного движения пешеходов и велосипедистов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Учет методов визуального воздействия на участников движения при модернизации автомобильных дорог / М. М. Девятков, О. В. Кузьмина, М. В. Чернецов, Д. Ю. Чумаков // Вестник ВолгГАСУ. Сер. : Стр-во и архит. 2004. Вып. 4(13).
2. Девятков М. М., Чернецов М. В. Классификация методов геометрического и визуального воздействия искривления прямолинейных участков дорог и улиц населенных пунктов // Вестник ВолгГАСУ. Сер. : Стр-во и архит. 2004. Вып. 4(13). С. 76—80.
3. Девятков М. М., Чернецов М. В. Эффективность применения искусственных препятствий для изменения траектории движения транспортных средств // Международ. науч.-практ. конф. «Реконструкция — Санкт-Петербург-2005» : сб. докл. Ч. II. СПб. : СПбГАСУ, 2005. С. 143—146.
4. Девятков М. М., Вилкова Е. С., Слободенюк П. Ю. Искусственные препятствия, изменяющие траекторию движения транспортных средств, как метод модернизации местных уча-

стков улично-дорожной сети города // Транспорт и дорожное хозяйство: проблемы регионов и пути их решения : материалы Всерос. науч.-практ. конф., г. Волгоград, 8 декабря 2017 г. Волгоград : ВолгГТУ, 2017. С. 74—81.

5. Homfeld W. Verkehrsberuhigung in Berlin (West): Dokumentation und Analyse. Berlin : Reimer, 1984.

6. Merkblatt ueber bauliche Massnahmen zur Verkehrsberuhigung. Ausgabe 1994 / Forschungsgesellschaft fuer Strassen- und Verkehrswesen.

7. Traffic in Towns: A Study of the Long Term Problems of Traffic in Urban Areas : Reports of the Steering Group and Working Group appointed by the Minister of Transport. London : HMSO, 1963.

8. Weise G., Durth W. Straßenbau Planung und Entwurf. Berlin, 1997.

9. Организация дорожного движения. Методы «успокоения движения» // Методические руководства по современным методам организации дорожного движения / Минтранс РФ, Департамент государственной политики в области автомобильного и городского пассажирского транспорта. М., 2017. URL: [https://www.mintrans.ru/documents/#document\\_42397](https://www.mintrans.ru/documents/#document_42397)

10. Девятков М. М. О методологических основах проектирования модернизации автомобильных дорог // Вестник ВолгГАСУ. Сер. : Стр-во и архит. 2005. Вып. 5(17). С. 58—63.

11. Цернант А. А. Экосистемный подход к инженерно-строительной деятельности (транспортное строительство) // Сборник трудов ЦНИИС. Философия транспортного строительства. 2010. № 255. С. 5—28.

12. Сильянов В. В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог. М. : Транспорт, 1984. 287 с.

13. Федотов Г. А., Поспелов П. И. Изыскания и проектирование автомобильных дорог : учебник : в 2 кн. Кн. 1. М. : Высшая школа, 2009. 646 с.

© Девятков М. М., Вилкова Е. С., Слободенюк П. Ю., 2018

Поступила в редакцию  
в июне 2018 г.

Ссылка для цитирования:

Девятков М. М., Вилкова Е. С., Слободенюк П. Ю. Теоретические основы проектирования искусственных препятствий, изменяющих траекторию движения транспортных средств, для принудительного воздействия на скорость движения // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 72—82.

Об авторах:

**Девятков Михаил Михайлович** — канд. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой изысканий и проектирования транспортных сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, [info@vgasu.ru](mailto:info@vgasu.ru)

**Вилкова Екатерина Семеновна** — начальник сметного отдела, ООО «Горстрой». Российская Федерация, 141206, г. Пушкино, ул. Заводская, стр. 7. пом. 15, [katerinavilkovas@mail.ru](mailto:katerinavilkovas@mail.ru)

**Слободенюк Павел Юрьевич** — магистрант кафедры изысканий и проектирования транспортных сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, [info@vgasu.ru](mailto:info@vgasu.ru)

**Mikhail M. Devyatov<sup>a</sup>, Ekateina S. Vilkova<sup>b</sup>, Pavel Yu. Slobodenyuk<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> **Volgograd State Technical University (VSTU)**

<sup>b</sup> **“Gorstroi” LLC**

**THE THEORETICAL BASIS FOR THE DESIGN OF ARTIFICIAL OBSTACLES  
CHANGING THE TRAJECTORY OF VEHICLES FOR FORCED  
IMPACT ON SPEED OF MOVEMENT**

The article deals with the basics of designing and constructing artificial obstacles that change the trajectory of vehicles on the UDS of populated areas to improve road safety by forcing the trajectory and speed of vehicles.

**Key words:** design, artificial obstacles changing the trajectory of motion, forced speed of vehicles, traffic safety.

*For citation:*

Devyatov M. M., Vilkova E. S., Slobodenyuk P. Yu. [The theoretical basis for the design of artificial obstacles changing the trajectory of vehicles for forced impact on speed of movement]. *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], 2018, iss. 53(72), pp. 72—82.

*About authors:*

**Mikhail M. Devyatov** — Candidate of Engineering Sciences, Professor, the Head of Survey and Design of Transport Works Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, info@vgasu.ru

**Ekaterina S. Vilkova** — the Head of the Estimate Department, "Gorstroj" LLC. 7, Zavodskaya St., Pushkino, 141206, Russian Federation, katerinavilkovas@mail.ru

**Pavel Yu. Slobodenyuk** — Master's Degree student of Survey and Design of Transport Works Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, info@vgasu.ru

УДК 665.775

**А. И. Лескин, Д. И. Гофман, М. В. Катасонов, В. В. Вовко, Д. А. Скоробогатченко**

*Волгоградский государственный технический университет*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕСТНЫХ ОТХОДОВ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В СОСТАВЛЕННЫХ ВЯЖУЩИХ**

С целью улучшения транспортно-эксплуатационных свойств дорожных покрытий автомобильных дорог авторами проведены исследования, направленные на совершенствование технологии получения и использования оптимального вяжущего для дорожно-климатических условий Волгоградской области. Применение отходов химической промышленности, с одной стороны, способствует экономии битума за счет частичной его замены при получении составленного вяжущего (битум + отход химической промышленности), а с другой стороны, утилизация отходов улучшает экологические условия.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** отходы, сырье, окисление, нефтепереработка, битум.

В последнее время с появившимся дефицитом качественного нефтяного дорожного битума разрабатываются новые пути его рационального использования. Одним из таких направлений является применение органических отходов и побочных продуктов химической промышленности, многие из которых выбрасываются на свалку, ухудшая экологические условия прилегающих территорий. Весьма актуален вопрос исследования местных отходов химической промышленности с целью их применения в дорожном строительстве.

Отходы химического производства при использовании в качестве органического вяжущего должны не только обладать вяжущими свойствами и водостойкостью, хорошо смачивая минеральный материал при смешении, но и удовлетворять ряду таких требований, как технологичность и надежность сохранения вяжущих свойств в дорожном покрытии во время эксплуатации в широком диапазоне температур. Важную роль в обеспечении таких характеристик органического вяжущего играет его структурная стабильность, а для составленных вяжущих важно сродство компонентов, что во многом зависит от уровня сближения показателей полярности. Правило равенства полярностей зачастую предопределяет совместимость компонентов составленного вяжущего и стабильность образования его структуры.

У нефтяных дорожных битумов наиболее полярны смолы, асфальтены и асфальтогеновые кислоты. Все принятые к исследованию отходы органического происхождения относятся к полярным материалам анионактивного типа, и при смешении со слабополярным битумом структурообразование компаунда будет происходить в контактах со смолистыми и асфальтоновыми соединениями. Анионактивные добавки в нефтяной дорожный битум с большим успехом применяются для улучшения его свойств. Их вводят в органическое вяжущее в количестве 3...7 %, точная дозировка зависит от кислотного числа анионактивного вещества, его состава, эффективности улучшения водостойчивости битумо-минеральной смеси. Для улучшения сцепления битума с кислыми горными породами рекомендованы катионактивные добавки в количестве 0,5...1,5 %.

Авторы [1, 2] доказали эффективность использования поверхностно-активных веществ для приготовления асфальтобетонных смесей. Наряду с улучшением качества асфальтобетона возрастает производительность асфальтосмесительного оборудования за счет улучшения смачиваемости минеральных зерен вяжущим материалом. Время перемешивания сокращается на 25...30 %, энергозатраты также снижаются за счет уменьшения температуры используемых материалов.

В работе [3] сделано обобщение путей экономии битума в дорожном строительстве, но не охвачено все многообразие отходов и побочных продуктов химических производств, которые изучались и изучаются с целью применения при строительстве дорожных покрытий. Авторами [4] разработаны рекомендации по использованию отходов каменноугольного производства и сланцев в составе с гудронами и битумами. Номенклатура органических вяжущих материалов пополняется разнообразными составленными вяжущими. Такие вяжущие материалы должны иметь целевое применение с учетом классификации асфальтобетонных смесей горячего и холодного типов, при этом свойства составленных вяжущих подчиняются технологии приготовления полуфабриката, укладываемого в дорогу для создания того или иного конструктивного слоя.

Составленное вяжущее для приготовления горячих асфальтобетонных смесей при технологических температурах 150...160 °С становится токсичным, свойства его необратимо меняются, если оно содержит кубовые остатки производств каптакса и винилхлорида. В этом случае целесообразен переход на холодные асфальтобетонные смеси, приготавливаемые при температурах 80...120 °С.

Номенклатура вяжущих для холодных асфальтобетонных смесей пополняется составленными вяжущими гудронного основания. Появилась возможность использования гудрона без традиционного окисления кислородом воздуха. В состав гудрона вводят активные химические соединения, быстро повышающие его вязкость. Важно не допускать последующего резкого изменения свойств вяжущего в дорожном покрытии, предотвратить ускоренное старение, поэтому количество активных компонентов следует назначать с учетом форсированного формирования свойств вяжущего при устройстве дорожного покрытия при последующем замедлении нежелательных изменений свойств во время эксплуатации дороги.

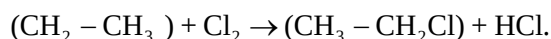
Влияние хлора на процессы структурообразования в гудронах и битумо-минеральных смесях на их основе изучалось авторами [5, 6], ими разработана технология производства горячих асфальтобетонных смесей по данной технологии. В качестве инициатора процесса предложено использование хлорсодержащих веществ в виде хлорной извести, гипохлорита кальция и водной пульпы гипохлорита кальция, являющихся отходами хлорных и хлорперерабатывающих производств. При этом используется воздух, подаваемый в асфальтобетонный смеситель для резкого ускорения вязкости гудрона в асфальтобетонной смеси.

Наряду с отмеченной технологией возможна, по нашему мнению, бескислородная технология при использовании катализаторов. Действие катализатора должно исчерпываться на стадии приготовления асфальтобетонной смеси и ее уплотнения в дорожном покрытии.

Олигомеризованные кубовые остатки ректификации 1,2-дихлорэтана, далее называемые олигомером, в связи с наличием в них большого количества хлора должны обладать высокой химической активностью. Эта активность предопределяет направление использования олигомера в качестве загустителя гудрона, при использовании составленного вяжущего в смесях холодного асфальтобетона.

Экспериментальному исследованию подлежит выяснение активности хлорсодержащих соединений как при контакте с воздухом, так и без него в связи с известной ролью хлора — окислителя углеводородных соединений гудрона. Хлор известен как более сильный окислитель по сравнению с кислородом. Кислород в процессе окисления гудрона не затрачивает парафиновые углеводы углеводороды, образуя перекиси в более активных ароматических углеводородах, взаимодействует функциональными группами высокомолекулярных соединений, способствуя их уплотнению, поликонденсации. Повышенное содержание парафиновых углеводородов в гудроне существенно снижает скорость окисления, превращения в битум.

Хлор очень легко замещает водород в парафиновых углеводородах, происходят цепные реакции по свободнорадикальному механизму, в котором неспаренные электроны играют главную роль. Образование очень активного 1,2-дихлорэтана происходит при взаимодействии хлора с этаном в определенных условиях хлорирования:



Дальнейшее взаимодействие с хлором образует  $\text{CH}_2\text{Cl} - \text{CH}_2\text{Cl}$ .

Олигомер представлен в виде смеси утяжеленных молекул хлорпроизводных, активность которых понижена, но не потеряна. Появление характерного запаха при нагреве олигомера является следствием отщепления низкомолекулярных хлорпроизводных, которые летучи. Нагрев составленного вяжущего, представленного гудроном с добавкой олигомера, должен способствовать улучшению однородности состава, повышению вязкости.

Олигомер содержит много химически связанного хлора, который должен выполнить функцию инициатора химических реакций в гудроне или битуме с повышением их вязкости. Повышение температуры активизирует этот процесс. Учитывая предпосылки активности хлорных соединений, представляет интерес изучение воздействия олигомера на битум малой вязкости при различных температурах с доступом воздуха в тонких слоях и с очень ограниченным доступом воздуха, как это имеет место в битумных котлах.

Введение маловязкого олигомера в битум БНД 200/300 мало влияет на его свойства сразу после смешения, отмечается достаточно низкая температура хрупкости по Фраасу, в то время как смола 2-нафтола не способствует достижению низкой температуры хрупкости. Это является преимуществом олигомера перед смолой 2-нафтола.

Моделирование условий прогрева вяжущего перед его использованием при температуре 160 °С, подобно нагреву в котлах, привело к значительному повышению температуры размягчения и снижению пенетрации смесей битума с маловязким олигомером (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

*Прогрев составленного вяжущего при температуре 160 °С*

| Состав вяжущего                              | Глубина проникновения иглы при 25 °С | Температура размягчения по КиШ, °С | Условия выдержки                               |
|----------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------|
| БНД200/300                                   | 235<br>200                           | 29<br>37                           | В комнатных условиях<br>Прогрев 5 ч при 160 °С |
| БНД200/300<br>в смеси с олиго-<br>мером 25 % | Более 300<br>61                      | 30<br>60                           | В комнатных условиях<br>Прогрев 5 ч при 160 °С |
| БНД200/300<br>в смеси с олиго-<br>мером 35 % | Более 300<br>52                      | 33<br>61                           | В комнатных условиях<br>Прогрев 5 ч при 160 °С |
| БНД200/300<br>в смеси с олиго-<br>мером 50 % | Более 300<br>40                      | 34<br>66                           | В комнатных условиях<br>Прогрев 5 ч при 160 °С |

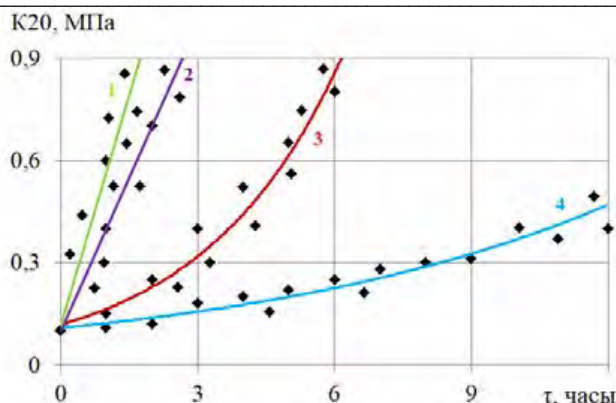
Образцы готовились в металлических бюксах смешением определенных навесок компонентов при 110 °С, низковязкий олигомер вводили в нагретый битум. Для подготовленных составов определяли показатели исходных свойств при соответствующем охлаждении и термостатировании, что приведено для комнатных условий выдержки. Затем все образцы ставили термостатирующий воздушный шкаф при 160 °С и через 5 ч снова определяли показатели свойств.

Выдержка составов с олигомерами при 160 °С привела к получению продуктов с высокой температурой размягчения. Можно полагать, что при введении 25 % олигомера в битум и циркуляционном длительном перемешивании при 160 °С будет получено вяжущее с достаточно высокой температурой размягчения, позволяющей применять состав в асфальтобетонных смесях.

Объясняется рост вязкости состава при прогреве с участием хлора в цепных реакциях с углеводородными соединениями. Происходит отщепление атомов водорода активным хлором, который замещает водород и способствует сращиванию углеводородных радикалов с образованием более высокомолекулярных соединений в битуме. Реакция хлорирования может происходить и с парафиновыми углеводородами, которые трудно поддаются окислению кислородом воздуха. Роль хлора в превращении гудрона в битум недостаточно хорошо изучена, и неясно последующее поведение вяжущего в асфальтобетонном покрытии во время эксплуатации.

В ряде исследований [7—10] установлено, что поверхностный слой асфальтобетона, находясь в контакте с воздухом и водой, стареет гораздо интенсивнее по сравнению с остальной массой асфальтобетона. Для выяснения воздействия кислорода воздуха на тонкий слой составов было исследовано изменение когезии в условиях влияния температуры 160 °С при доступе воздуха и его отсутствии. Установлено существенное влияние температуры на изменение когезии (рис.).

Хлороллигомер при 160 °С резко усиливает химическую активность, повышая когезию составленного вяжущего до значительно больших значений по сравнению с исходным вяжущим без олигомера, при этом образуется очень прочный структурный каркас.



Изменение предельного напряжения сдвига при 20 °С вяжущего с олигомером во время термоокислительного воздействия при 160 °С в слое 20 мкм: 1 — БНД 200/300 + 50 % мас. олигомера; 2 — БНД 200/300 + 35 % мас. олигомера; 3 — БНД 200/300 + 20 % мас. олигомера; 4 — БНД 200/300

Физико-механические показатели асфальтобетона, приготовленного на составленном вяжущем, приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

*Физико-механические показатели асфальтобетона, тип Д*

| Наименование свойств                                   | Состав вяжущего                   |                                   |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|                                                        | БНД 200/300 + 20 % мас. олигомера | БНД 200/300 + 35 % мас. олигомера |
| Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре, °С: |                                   |                                   |
| 20                                                     | 2,3                               | 2,7                               |
| 50                                                     | 1,2                               | 1,5                               |
| 0                                                      | 9,1                               | 10,2                              |
| Водонасыщение, %                                       | 3,1                               | 3,8                               |
| Коэффициент водостойкости                              | 0,86                              | 0,82                              |

При содержании олигомера более 20 % снижается коэффициент водостойкости, возрастает прочность под воздействием увеличения количества химически связанного в олигомере хлора.

Применение серного шлама производства сероуглерода рекомендовано для приготовления горячих асфальтобетонных смесей с целью экономии до 30 % битума и минерального порошка [11, 12]. Серный шлам рекомендуется предварительно измельчить и дозировать через бункер минерального порошка в количестве 11 % от массы приготавливаемой асфальтобетонной смеси. Асфальтобетонные покрытия с использованием серного шлама по результатам испытаний асфальтобетонных образцов характеризуются высоким качеством.

Использование вторичного полипропилена (ВП) в качестве модификатора битума позволяет получить полимерно-битумное вяжущее (ПБВ), которое по сравнению с обычным битумом будет иметь более широкий температурный интервал работоспособности и обладать эластичными свойствами [13].

Авторами установлена возможность получения ПБВ при использовании в качестве пластификатора И-40А. Определены основные технологические параметры и условия совмещения компонентов для приготовления ПБВ. Установлено, что для приготовления ПБВ необходимо ввести модификатор (И-40А + ВП) в количестве 20 % по массе, количество ВП — 3,5 % от массы индустриального масла, время перемешивания не менее 2 ч. Свойства полученного полимербитумного вяжущего соответствуют требованиям нормативных документов и представлены в табл. 3.

Таблица 3

*Основные физико-механические свойства полимербитумного вяжущего на основе вторичного полипропилена*

| Наименование показателей                                                   | Фактически |
|----------------------------------------------------------------------------|------------|
| Пенетрация 0,1 мм при температуре:<br>25 °С                                | 74         |
| 0 °С                                                                       | 33         |
| Температура размягчения $t_{киш}$ , °С                                     | 62         |
| Температура хрупкости по Фраасу $t_{хр}$ , °С                              | –20        |
| Температурный интервал работоспособности, °С<br>(ИР = $t_{киш} - t_{хр}$ ) | 82         |
| Изменение температуры размягчения после прогрева, °С                       | 1          |
| Эластичность, %, при температуре:<br>25 °С                                 | 82         |
| 0 °С                                                                       | 70         |
| Индекс пенетрации                                                          | 0,27       |

Проведенные лабораторные испытания сырья прудов-накопителей промышленной зоны г. Волгограда показали возможность получения из него нефтяного дорожного битума любой марки в соответствии с нормативными требованиями. Оптимальное сырье для получения нефтяного дорожного битума с заданным качеством, как показали исследования, должно иметь условную вязкость  $C_{80}^5 = 28$  с. Свойства вяжущего из составного сырья в количестве 25 % после перемешивания с битумом марки 60/90 приведены в табл. 4.

Таблица 4

*Основные физико-механические свойства составленного вяжущего*

| Наименование показателей                             | ГОСТ 22245 | Фактически |
|------------------------------------------------------|------------|------------|
| Пенетрация 0,1 мм при температуре:<br>25 °С          | 91...130   | 110        |
| 0 °С                                                 | $\geq 28$  | 36         |
| Температура размягчения $t_{киш}$ , °С               | $\geq 43$  | 47         |
| Изменение температуры размягчения после прогрева, °С | $\leq 5$   | 4,5        |
| Индекс пенетрации                                    | –1...1     | 0,20       |

Лабораторно подтверждено, что для выбора оптимального соотношения исходных компонентов составленного вяжущего и введения в битум 15...25 % обезвоженного сырья прудов-накопителей с условной вязкостью  $C_{80}^5$

порядка 25...40 с вязкость полученного вяжущего по пенетрации снижается приблизительно на марку, а при добавке от 30...40 % сырья — на две марки. Так, например, при добавке 25 % сырья прудов-накопителей к битуму марки БНД 60/90 получился битум марки БНД 90/130 (см. табл. 4).

Выполненные исследования позволяют сделать следующие *выводы*:

1. Разнообразные виды отходов требуют различных направлений в изучении их свойств. В дальнейшем необходимо сгруппировать отходы по месту производства и выяснить возможность их комплексного использования как в комбинированных смесях без нефтяного битума, так и в составах с ним.

2. Отходы и составленные вяжущие в соизмеримых пропорциях, соответствующих основному критерию ресурсосбережения, подлежат исследованию с точки зрения обеспечения требуемых физико-механических свойств битумо-минеральных композиций, созданных на их основе, и повышения транспортно-эксплуатационных показателей построенных с их применением дорожных покрытий.

3. Рассматриваемые авторами составленные вяжущие позволяют не только увеличить номенклатуру применяемых дорожно-строительных материалов в Волгоградской области, но и снизить стоимость органического вяжущего, вовлекая вторичные ресурсы в производство.

4. Технология строительства дорожных покрытий с применением предлагаемых составленных вяжущих не имеет существенных отличий от обычной технологии устройства асфальтобетонных покрытий.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технические поверхностно-активные вещества из вторичных ресурсов в дорожном строительстве / Под ред. И. В. Королева. М. : Транспорт, 1991. 144 с.
2. Выбор адгезионных добавок для повышения термостабильности битума / В. В. Ядыкина, А. И. Траутвайн и др. // Дороги и мосты. 2014. Вып. 31(1). С. 225—240.
3. Королев И. В. Пути экономии битума в дорожном строительстве. М. : Транспорт, 1986. 148 с.
4. Методические рекомендации по применению составленных вяжущих в покрытиях автомобильных дорог / Сост. В. А. Захаров и др. М. : СоюздорНИИ, 1980. 25 с.
5. Казначеев С. В., Романов С. И. Использование отходов промышленности при изготовлении битумов и битумо-минеральных смесей // Всесоюз. науч.-иссл. конф. «Применение отходов пром. и местн. строит. матер. в строит. и ремонте автодорог». Владимир, 1991. С. 103—106.
6. Романов С. И. Регулирование структурообразования в нефтяных битумах, свойств вяжущих и конгломератов на их основе для дорожного строительства : автореф. дис... д-ра техн. наук. Волгоград, 1996. 46 с.
7. Золотарев В. А. Долговечность дорожных асфальтобетонов. Харьков : Вища школа, 1977. 116 с.
8. Durrieu F., Farcas T. F., Mouillehe V. Influence of UV aging of a Styrene/Butadiene/Styrene modified bitumen: Comparison between laboratory and on site aging // Fuel. 2007. Vol. 86. Pp. 1446—1551.
9. Технологическое старение битума // Материалы международной научно-технической конференции студентов, г. Москва, МГСУ, 15—17 марта 2011 г. М., 2011. С. 305—307.
10. Пактер М. К., Стукалов А. А. Термоокислительные превращения дорожного битума в слоях различной толщины // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Сер. : Сучасні будівельні матеріали. 2015. Вип. 2015-1(111). С. 79—85.
11. Гнатейко В. З. Использование серы и серосодержащих отходов в дорожном строительстве // Автомобильные дороги: обзорная информация. М., 1990. Вып. 1. 62 с.
12. Волгушев А. Н., Кондратов Г. М., Попова И. А. Исследование основных физико-механических свойств серного шлама и композиций на его основе // Альманах-2001 /

Волгоградское отделение Международной академии авторов научных открытий и изобретений. Волгоград : ВГУ, 2001. С. 52—59.

13. Корнейчук Н. С., Лескин А. И., Рахимова Н. А. Полимерно-битумное вяжущее на основе вторичного полипропилена для производства асфальтобетонных смесей // Инженерный вестник Дона. 2017. № 2. 11 с. URL : [http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_182\\_Korneichuk\\_Leskin\\_Rakhimova.pdf\\_4e7ad4367c.pdf](http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_182_Korneichuk_Leskin_Rakhimova.pdf_4e7ad4367c.pdf)

© Лескин А. И., Гофман Д. И., Катасонов М. В., Вовко В. В., Скоробогатченко Д. А., 2018

Поступила в редакцию  
в июне 2018 г.

Ссылка для цитирования:

Использование местных отходов химической промышленности в составленных вяжущих / А. И. Лескин, Д. И. Гофман, М. В. Катасонов, В. В. Вовко, Д. А. Скоробогатченко // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 83—91.

Об авторах:

**Лескин Андрей Иванович** — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры строительства и эксплуатации транспортных сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, leskien@inbox.ru

**Гофман Дмитрий Иванович** — старший преподаватель кафедры строительства и эксплуатации транспортных сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, dima.0103@mail.ru

**Катасонов Максим Викторович** — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры гидротехнических и земляных сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, max.inga@rambler.ru

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

**Скоробогатченко Дмитрий Анатольевич** — д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры строительства и эксплуатации транспортных сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, dmitryskor2004@gmail.com

**Andrei I. Leskin, Dmitrii I. Gofman, Maksim V. Katasonov, Vladimir V. Vovko,  
Dmitrii A. Skorobogatchenko**

**Volgograd State Technical University (VSTU)**

## **USE OF LOCAL WASTE OF CHEMICAL INDUSTRY IN COMPOSED BINDING MATERIALS**

For the purpose of improvement of transport and operational properties of pavings of highways, authors have conducted the researches directed to improvement of technology of receiving and use optimum binding material for road climatic conditions of the Volgograd region. Application of waste of chemical industry promotes on the one hand economy of bitumen due to his partial replacement when receiving composed binding material (bitumen + waste of chemical industry), and on the other hand recycling improves ecological conditions.

**Key words:** waste, raw materials, oxidation, oil processing, bitumen.

*For citation:*

Leskin A. I., Gofman D. I., Katasonov M. V., Vovko V. V., Skorobogatchenko D. A. [Use of local waste of chemical industry in composed binding 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], 2018, iss. 53(72), pp. 83—91.

*About authors:*

**Andrei I. Leskin** — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Docent of Construction and Operation of Transport Works Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, leskien@inbox.ru

**Dmitrii I. Gofman** — Senior Lecturer of Construction and Operation of Transport Works Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, dima.0103@mail.ru

**Maksim V. Katasonov** — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Docent of Hydraulic and Earth-work Structures Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, max.inga@rambler.ru

**Vladimir V. Vovko** — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Docent of Construction Materials and Special Technologies Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, info@vgasu.ru

**Dmitrii A. Skorobogatchenko** — Doctor of Engineering Sciences, Docent, Professor of Construction and Operation of Transport Works Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, dmitryskor2004@gmail.com

УДК 625.75.12

**А. Н. Тиратуриян, П. О. Тихонов, Г. В. Асланян**

*Донской государственный технический университет*

**ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ  
ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ  
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД**

Проведен анализ выживаемости дорожных конструкций на основе эмпирических данных. Рассмотрено три вида подходов: таблицы жизни (life table), оценка Каплана — Мейера (Kaplan — Meyer) и модель пропорциональных рисков Кокса (Cox proportional hazards model). Наиболее распространенным методом анализа выживаемости является модель пропорциональных опасностей Кокса. Данная модель может быть эффективно применена в дорожной практике, в частности при решении задач прогнозирования срока службы дорожных одежд. Представлены результаты анализа данных, полученных на основе модели пропорциональных опасностей Кокса. Обоснована возможность спрогнозировать медианное значение срока службы для дорожных одежд, построенных в течение последних пяти лет, с учетом современных требований к продольной ровности покрытий и материалам, применяемым для устройства слоев. Доказано, что аппарат метода пропорциональных опасностей Кокса может использоваться в дорожной практике для анализа результатов фактических наблюдений за эксплуатируемыми участками и построения эмпирических моделей их долговечности.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** дорожная одежда, теория надежности, вероятность отказа, модель пропорциональных рисков Кокса, остаточный ресурс, эмпирические данные, срок службы.

Одной из самых сложных и актуальных задач дорожной отрасли является прогнозирование работоспособности дорожной конструкции в течение всего срока ее эксплуатации. Исторически данная задача решалась на основе трех подходов — теоретического, эмпирического и теоретико-эмпирического. Теоретический подход в чистом виде можно встретить в работах ученых отечественной научной школы, в работах Якунина и ранних работах проф. Н. Н. Иванова [1, 2]. Он базировался преимущественно на основных положениях и закономерностях статической теории упругости и механики деформируемого твердого тела, описывая работу дорожной одежды под нагрузкой исходя из статической картины распределения напряжений и деформаций в слоях нежесткой дорожной одежды. Эмпирический подход развивался в работах ученых США [3—5] и базировался на анализе эксплуатационного состояния нежестких дорожных конструкций под воздействием движущихся нагрузок в натурных условиях на полигонах, устроенных в различных штатах. В обоих случаях очевидны и недостатки представленных подходов: теоретический метод практически не учитывал реальных свойств материалов конструктивных слоев нежестких дорожных одежд и технологий их устройства, а эмпирический метод адекватно описывал работоспособность нежестких дорожных одежд только в условиях, в которых эти зависимости были получены. Именно поэтому в итоге для анализа дорожных конструкций стали использоваться методы теоретико-эмпирические, имеющие с одной стороны развитый расчетный аппарат, а с другой учитывающие отдельные факторы путем введения эмпирических коэффициентов, полученных в ходе натурных наблюдений [6, 7].

В то же время в последние годы широкое активное развитие получили методы анализа данных в таких дисциплинах, как биоинженерия, медицина и др., связанные с анализом данных о выживаемости [8]. Применяемый в рамках этих дисциплин расчетный аппарат является универсальным и может найти применение и в дорожной отрасли, в решении задач актуализации теоретических моделей работоспособности дорожных одежд к их реальным эксплуатационным условиям.

Всего можно выделить три основных подхода к анализу эмпирических данных и построению моделей выживаемости дорожной одежды:

таблицы жизни (life table);

оценка Каплана — Мейера (Kaplan — Meyer);

модель пропорциональных рисков Кокса (Cox proportional hazards model) [9].

Таблицы жизни, по сути, представляют собой таблицы частот наступления события. В медицинских и биоинженерных приложениях они характеризуют наступление смерти, а в дорожных исследованиях — соответственно отказ дорожной конструкции или отдельной ее секции. Для момента времени вычисляется число и доля объектов, которые в начале рассматриваемого интервала находились в составе элементов изучаемой совокупности (были «живы»), число и доля элементов, которые совокупность покинули («умерли»), а также число и доля элементов, которые были изъяты или цензурированы в каждом интервале.

Методы оценки Каплана — Мейера позволяют осуществлять построение функций выживаемости для цензурированных, но несгруппированных наблюдений. В данном случае функция выживания будет иметь вид

$$S(t) = \prod_1^t \left( \frac{n-j}{n-j+1} \right)^{\sigma(j)},$$

где  $S(t)$  — оценка функции выживания;  $n$  — общее число событий (времен окончания);  $j$  — порядковый хронологический номер;  $\sigma(j)$  — равно 1, если событие обозначает отказ или смерть, равно 0, если событие является цензурированным.

Наиболее распространенным методом анализа выживаемости является модель пропорциональных опасностей Кокса. Данная модель не связана с какими-либо предположениями о характере распределения изучаемых параметров. Модель Кокса может быть записана в следующем виде:

$$h(t), (z_1, z_2, \dots, z_m) = h_0(t) \exp(b_1 z_1 + \dots + b_m z_m),$$

где  $h(t)$  — результирующая интенсивность при заданных для соответствующего наблюдения значениях ковариат  $z_1 \dots z_m$  и соответствующем времени жизни  $t$ ;  $h_0(t)$  — функция базового риска при значениях ковариат, равных 0.

Данная модель может быть эффективно применена в дорожной практике, в частности при решении задач прогнозирования срока службы дорожных одежд, в зависимости от основных влияющих на него факторов, таких как интенсивность движения, температура, влажность и т. д. Также применение данной модели позволяет отследить на этапе эксплуатации дорожной одежды эффективность принятия каких-либо технологических или управленческих решений на стадии ее проектирования.

В рамках данной статьи рассмотрим результаты долгосрочного (10-летнего) мониторинга состояния участков автомобильной дороги М4 «Дон». Все участки были разделены на две основные группы: со сроком службы до 5 лет (построенные с применением современных нормативных документов и ужесточенных требований к асфальтобетонам и слоям основания\*) и участки со сроком службы более 5 лет.

Результаты анализа состояния этих участков были представлены в виде таблицы, с указанием времени наступления отказа, т. е. перехода участка в неудовлетворительное состояние, и индикатора цензурирования. В данном случае под цензурированными наблюдениями понимаются наблюдения за участками, на которых отказ за период наблюдения не наступил. Под нецензурированными завершенными наблюдениями понимаются участки, для которых был зафиксирован точный год отказа.

Критерий отказа в данном случае формировался исходя из уровня сохранности автомобильной дороги, определяемого в соответствии с табл. 1: нормативный уровень — показатели соответствуют допустимым значениям, участок с данной дорожной конструкцией не требует проведения работ по капитальному ремонту; удовлетворительный — имеется объективная причина снижения структурных показателей состояния дорожной одежды ниже нормативных значений, что требует проведения детального обследования для разработки стратегии сохранности; неудовлетворительный — показатели ниже допустимых значений, состояние дорожной конструкции требует проведения капитального ремонта. Таким образом, в качестве критерия отказа принимался момент наступления неудовлетворительного уровня сохранности дорожной одежды на более чем 10 % протяженности участка автомобильной дороги.

Т а б л и ц а 1

*Уровни сохранности дорожных одежд*

| Балльная оценка<br>визуального состояния<br>дорожного покрытия | Коэффициент прочности дорожной одежды |             |             |               |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---------------|
|                                                                | Равен или<br>свыше 1,25               | 1,12...1,25 | 1,0...1,12  | Менее 1,0     |
| 4,5...5,0                                                      | Норматив.                             | Норматив.   | Норматив.   | Удовлетворит. |
| 4,0...4,5                                                      | Норматив.                             | Удовлетвор. | Удовлетвор. | Удовлетворит. |
| 3,5...4,0                                                      | Удовлетвор.                           | Удовлетвор. | Удовлетвор. | Неудовлетв.   |
| Менее 3,5                                                      | Неудовлетв.                           | Неудовлетв. | Неудовлетв. | Неудовлетв.   |

\* СТО АВТОДОР 2.6—2013. Требования к жестким дорожным одеждам автомобильных дорог государственной компании «Автодор».

СТО АВТОДОР 2.1—2011. Битумы нефтяные дорожные улучшенные. Технические условия (приказ от 29.11.2011 г. № 219).

СТО АВТОДОР 2.11—2015. Требования к подборам составов асфальтобетонных смесей для устройства нижних слоев покрытий и слоев оснований дорожных одежд (приказ от 22.07.2015 г. № 148).

СТО АВТОДОР 2.2—2011. Смеси щебеночно-песчаные из металлургических шлаков для строительства слоев оснований и укрепления обочин автомобильных дорог. Технические условия (приказ от 10.01.2012 г. № 1).

Как видно из представленной таблицы, вывод об уровне сохранности участка автомобильной дороги делается в соответствии со средним баллом, по визуальной оценке состояния покрытия автомобильной дороги и по фактическому коэффициенту прочности нежесткой дорожной одежды.

Визуальная оценка состояния участков автомобильной дороги производилась в соответствии с требованиями ОДН 218.0.006—2002 и СТО АВТОДОР 2.4—2013 «Оценка остаточного ресурса нежестких дорожных конструкций автомобильных дорог государственной компании „Российские автомобильные дороги“».

Для оценки фактического общего модуля упругости  $E_f$  и соответственно коэффициента прочности нежесткой дорожной одежды  $K_{пр}$  использовалась установка ударного нагружения FWD PRIMAX 1500 (рис. 1). Методика проведения измерений с использованием данной установки регламентируется СТО АВТОДОР 10.1—2013 «Определение модулей упругости слоев эксплуатируемых дорожных конструкций с использованием установки ударного нагружения» [10—12].

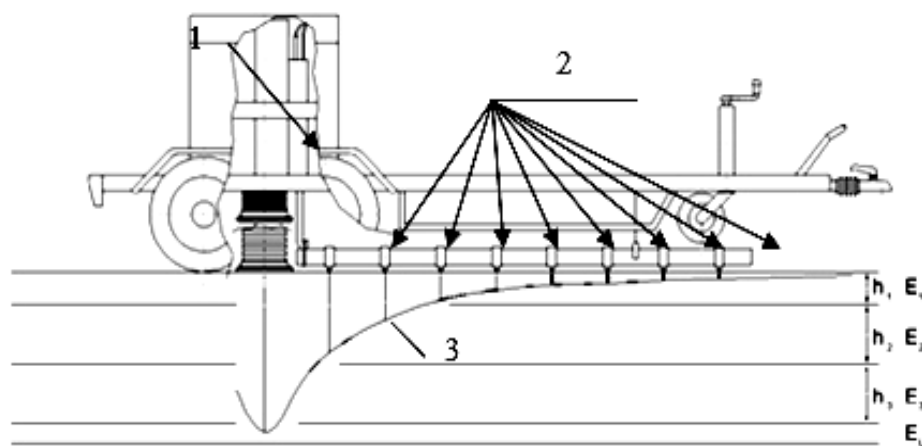


Рис. 1. Схема регистрации чаши прогиба на поверхности дорожной одежды с использованием FWD Primax: 1 — механизм ударного нагружения; 2 — датчики-геофоны; 3 — чаша прогибов дорожной одежды

В табл. 2 группа 1 — участки автомобильных дорог со сроком службы до 5 лет на момент окончания наблюдений, группа 2 — участки автомобильных дорог со сроком службы более 5 лет. Индикатор цензурирования 0 подразумевает, что наблюдение за участком завершено в связи с наступлением его отказа, индикатор цензурирования 1 показывает, что наблюдение за участком было завершено до наступления его отказа.

Результаты анализа данных, полученных на основе модели пропорциональных опасностей Кокса, представлены на рис. 2.

На основе данного графика представляется возможным оценить медианное значение срока службы двух категорий автомобильных дорог, дорожная одежда на которых строилась с использованием различных нормативных документов.

Таблица 2

Участки автомобильной дороги М4 «Дон», наблюдаемые в период 2007—2017 гг.

| Участок, км             | Выживаемость, лет | Группа | Индикатор цензурирования |
|-------------------------|-------------------|--------|--------------------------|
| 414...464               | 6                 | 1      | 1                        |
| 492...517               | 2                 | 1      | 1                        |
| 591...633               | 5                 | 1      | 0                        |
| 877...892               | 5                 | 1      | 1                        |
| 892...907               | 5                 | 1      | 1                        |
| 907...913               | 6                 | 1      | 0                        |
| 1442...1452             | 2                 | 1      | 1                        |
| 1452...1458             | 2                 | 1      | 1                        |
| 1207...140              | 5                 | 1      | 1                        |
| 20...48                 | 5                 | 2      | 0                        |
| 225...260               | 8                 | 2      | 1                        |
| 287...296               | 8                 | 2      | 1                        |
| 401...414               | 6                 | 2      | 0                        |
| 1119...1134             | 11                | 2      | 0                        |
| 1134 + 500...1138 + 000 | 8                 | 2      | 0                        |
| 411...453               | 3                 | 2      | 1                        |
| 1341...1351             | 7                 | 2      | 0                        |
| 1537...1542             | 7                 | 2      | 0                        |
| 1024...1039             | 3                 | 2      | 0                        |
| 1074...1091             | 3                 | 2      | 0                        |
| 1319...1334             | 4                 | 2      | 0                        |
| 1334...1340             | 4                 | 2      | 0                        |
| 1494...1505             | 6                 | 2      | 0                        |
| 1351...1357             | 4                 | 2      | 0                        |
| 777...801               | 3                 | 2      | 0                        |
| 801...860               | 3                 | 2      | 0                        |

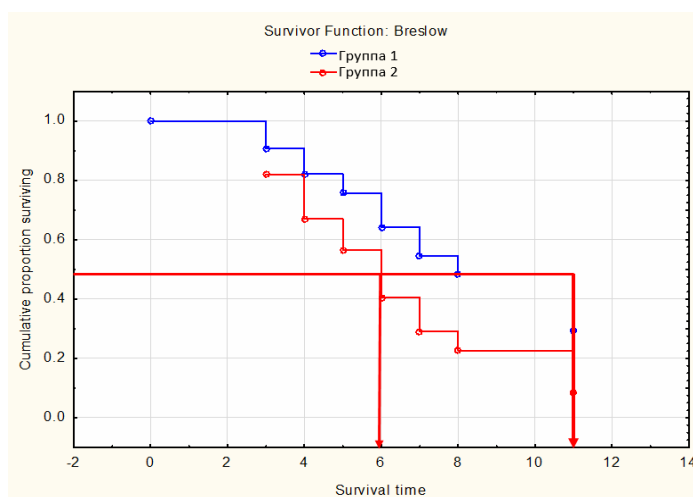


Рис. 2. Результаты анализа данных, полученных на основе модели пропорциональных опасностей Кокса

Прогнозируемое медианное значение срока службы дорожных одежд 1-й группы (от 5 лет) составляет 11 лет, при этом аналогичное значение срока службы автомобильных дорог 2-й группы составляет 6 лет. Такое различие связано с ужесточением для участков 1-й группы требований к устройству асфальтобетонных слоев, а также ужесточением требований к продольной ровности на этапе приемки конструкций в эксплуатацию. Дальнейший мониторинг данных участков позволит также оценить степень влияния стратегий обеспечения их сохранности на величину срока службы.

**Выводы:**

1. Аппарат метода пропорциональных опасностей Кокса может использоваться в дорожной практике для анализа результатов фактических наблюдений за эксплуатируемыми участками и построения эмпирических моделей их долговечности.

2. Необходимость привлечения подобных методов при решении задач дорожной отрасли обосновывается также и большой неоднозначностью результатов сбора и анализа данных о состоянии участков в ходе их мониторинга. Так, например, долгосрочное наблюдение за одним и тем же участком в течение длительного срока его эксплуатации позволит оценить темпы его деградации, но только для этого конкретного наблюдаемого участка. Аналогично и применение получивших в последние годы распространение машин для ускоренного тестирования покрытий позволит оценить темпы разрушения только конкретных единичных объектов и дать им относительные оценки.

3. Мониторинг состояния участков автомобильных дорог на сетевом уровне позволит получить более полную осредненную картину ухудшения их состояния, но в этом случае возникнут сложности, связанные с сильным влиянием природно-климатических и грунтово-геологических факторов, а также отличиями в самой конструкции дорожной одежды. Именно в такой постановке могут быть эффективны модели Кокса, позволяющие как сопоставительные результаты между различными группами дорожных одежд, так и строить прогнозные эмпирико-аналитические модели состояния дорожных одежд с учетом влияния различных ковариатов (влажность, температура, интенсивность движения) на их срок службы.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. *Иванов Н. Н.* Конструирование и расчет жестких дорожных одежд. М. : Транспорт, 1973. 328 с.
2. *Смирнов А. В.* Динамика дорожных одежд автомобильных дорог. Омск : Западно-Сибирское книж. изд-во, 1975. 181 с.
3. Federal Highway Administration (December 4, 2012). November 13. Highway History. Federal Highway Administration. Retrieved August 18, 2013.
4. Pavement lessons learned from the AASHO road test and performance of the Interstate highway system transportation // Research Board 500 Fifth Street. NW, Washington, 2003.
5. The AASHO road test. Highway research board of the NAS-NRC Division of engineering and industrial research // Special Report 61G National Academy of Sciences-National Research Council. Washington, D. C., 1962.
6. Mechanistic-empirical pavement design guide implementation summary report // Report Number FHWA-SC-10-01. June 2015.
7. *Khazanovich L.* Use of the mechanistic-empirical pavement design guide and CalME to mitigate rutting in asphalt overlays of concrete pavements // Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. 2014.
8. *Платонов А. Е.* Статистический анализ в медицине и биологии. М. : ПАМН, 2000.

9. Cox D. R. Regression models and life tables (with Discussion). J. Roy. Statist. Soc. Ser. B 34. 1972. Pp. 187—200.

10. Углова Е. В., Тиратурян А. Н. Оценка прочности нежестких дорожных одежд. Опыт применения установки динамического нагружения FWD PRIMAX на участках автомобильной дороги М4 «Дон» // Дорожная держава. 2014. № 57. С. 55.

11. Мизонов В. В., Тиратурян А. Н. Использование метода «обратного» расчета при эксплуатации автомобильных дорог // Наука и техника в дорожной отрасли. 2011. № 1. С. 25—27.

12. Максименко К. О., Акулов В. В., Тиратурян А. Н. Сопоставление дорожных конструкций с зарубежными аналогами // Научное обозрение. 2013. № 12. С. 126—130.

© Тиратурян А. Н., Тихонов П. О., Асланян Г. В., 2018

Поступила в редакцию  
в июне 2018 г.

Ссылка для цитирования:

Тиратурян А. Н., Тихонов П. О., Асланян Г. В. Применение модели пропорциональных рисков для оценки эффективности технических решений при проектировании дорожных одежд // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 92—99.

Об авторах:

**Тиратурян Артем Николаевич** — канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры автомобильных дорог, Донской государственный технический университет (ДГТУ). 344022, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162, tiraturjan@list.ru

**Тихонов Павел Олегович** — магистрант кафедры автомобильных дорог, Донской государственный технический университет (ДГТУ). 344022, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162, tivel47@gmail.com

**Асланян Григорий Владимирович** — студент, Донской государственный технический университет (ДГТУ). 344022, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162, grigorij-aslanian@ya.ru

**Artem N. Tiraturyan, Pavel O. Tikhonov, Grigori V. Aslanyan**

**Don State Technical University**

## **APPLICATION OF A PROPORTIONAL RISK MODEL FOR ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF TECHNICAL DECISIONS IN DESIGNING ROAD CLOTHES**

The analysis of survival of road constructions on the basis of empirical data. Considered three types of approach: life tables, estimation of Kaplan — Meier, Cox proportional hazards models. The most common method of survival analysis is the proportional hazards model of Cox. This model can be effectively used in road practice, in particular at the decision of tasks of forecasting of service life of pavement. The results of the analysis of the data obtained based on the model of proportional hazards Cox. It is possible to predict the median service life for pavements constructed in the last five years, taking into account modern requirements for longitudinal smoothness of the coatings and materials used for the device layers. Thus, the apparatus of the method of proportional hazards Cox can be used in road practice to analyze the results of actual observations of the exploited areas and develop empirical models of their durability.

**Key words:** road clothing, reliability theory, probability of failure, Cox proportional hazards model, remaining life, empirical data, life time.

**For citation:**

Tiraturyan A. N., Tikhonov P. O., Aslanian G. V. [Application of a proportional risk model for assessing the effectiveness of technical decisions in designing road clothes]. *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], 2018, iss. 53(72), pp. 92—99.

*About authors:*

**Artem N. Tiraturyan** — Candidate of Engineering Sciences, Senior Lecturer of Highways Department, Don State Technical University. 162, Sotsialisticheskaya St., Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation, tiraturjan@list.ru

**Pavel O. Tikhonov** — Master's Degree student of Highways Department, Don State Technical University. 162, Sotsialisticheskaya St., Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation, tivel47@gmail.com

**Grigorii V. Aslanyan** — student, Don State Technical University. 155, Sotsialisticheskaya St., Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation, grigorij-aslanian@ya.ru

УДК 621.6.036

**А. П. Усачев<sup>а</sup>, А. Л. Шурайц<sup>б</sup>, А. В. Бирюков<sup>б</sup>, А. О. Хомутов<sup>б</sup>**

<sup>а</sup> *Саратовский государственный технический университет им. Ю. А. Гагарина*

<sup>б</sup> *АО «ГипроНИИгаз»*

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАСЧЕТА ДИНАМИКИ ЗАСОРЕНИЯ ДВУХСТУПЕНЧАТЫХ ФИЛЬТРУЮЩИХ КАРТРИДЖЕЙ ПРИРОДНОГО ГАЗА МЕХАНИЧЕСКИМИ ПРИМЕСЯМИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗМЕНЕНИЯ В НИХ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ**

В результате исследований эксплуатационных параметров предлагаемой конструкции двухступенчатых фильтрующих картриджей природного газа разработана математическая модель расчета динамики их засорения механическими примесями в зависимости от изменения газодинамических потерь, впервые представляющая многослойное фильтрующее полотно как ряд расположенных по ходу течения газа сеток с квадратными ячейками, одна за другой, при этом процесс засорения каждой сетки рассматривается как последовательное уменьшение живого сечения ячеек сетки.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** математическая модель, процесс засорения, газодинамические потери, фильтрующий картридж, механические примеси, живое сечение, ячейка, сетка.

**1. Обоснование и разработка предложений по повышению технической и экономической эффективности двухступенчатых цилиндрических установок очистки природного газа.** В ряде крупных городов Российской Федерации растут масштабы применения современных пунктов редуцирования газа высокой пропускной способности (100...800 тыс. м<sup>3</sup>/ч). Обеспечение надежной эксплуатации высокоточного современного газорегулирующего оборудования, в соответствии с требованиями ГОСТ 34011—2016 «Межгосударственный стандарт. Системы газораспределительные. Пункты газорегуляторные блочные. Пункты редуцирования газа шкафные. Общие технические требования» (М. : Стандартинформ, 2017. 26 с.), может быть достигнуто за счет применения устройств двухступенчатой очистки газа, содержащих цилиндрические фильтры высокой производительности, задерживающие твердые частицы размером более 0,005 мм. Такой уровень очистки позволяет кардинально повысить точность поддержания выходного давления с погрешностью не более 2,5 %, существенно снизить степень абразивного износа уплотнительных элементов регуляторов давления, сбросных и защитных клапанов, запорной арматуры, обеспечить долговечность их эксплуатации и устойчивую и надежную работу газораспределительной системы, в том числе с автоматическим перераспределением потоков газа и контролем всех эксплуатационных параметров системы.

Общий вид современного отечественного ПРГ из двух отдельно установленных фильтров грубой 4 и тонкой 5 очистки газа в составе нескольких основных линий редуцирования и двух фильтров грубой 10 и тонкой 9 очистки газа в составе одной резервной линии редуцирования общей пропускной способностью 500,0 тыс. м<sup>3</sup>/ч приведен на рис. 1.

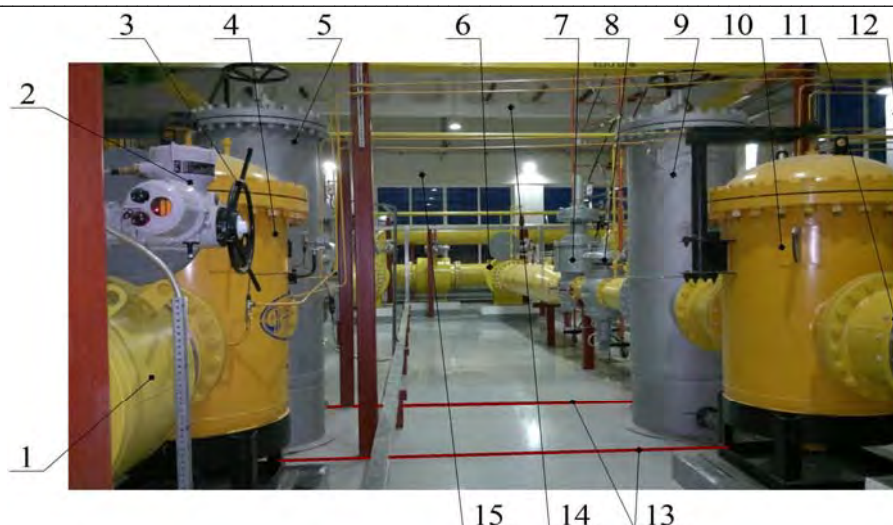


Рис. 1. Общий вид существующих ДЦУ, состоящих из фильтров грубой и тонкой очистки в составе нескольких основных и одной резервной линий редуцирования, размещенных в помещении головного ПРГ пропускной способностью 500,0 тыс. м<sup>3</sup>/ч: *основная линия редуцирования*: 1 — кран шаровый с электрическим 2 и ручным 3 приводами на входе в основную линию редуцирования; 4, 5 — фильтры грубой и тонкой очистки соответственно; *резервная линия редуцирования*: 6, 11 — краны шаровые с электрическим и ручным приводами на входе и выходе резервной линии редуцирования; 7 — рабочий регулятор давления газа; 8 — регулятор-монитор (контрольный регулятор); 9, 10 — фильтры тонкой и грубой очистки соответственно; *наружные ограждающие конструкции технологического помещения головного ГРП*: 12 — одно из окон; 13 — линии красного цвета, ограничивающие площадь напольной конструкции, необходимую для размещения одного из фильтров двухступенчатых установок очистки; 14 — потолочные конструкции; 15 — одна из стен

Недостаток существующих двухступенчатых цилиндрических установок (ДЦУ) очистки природного газа заключается в их высокой капитало- и металлоемкости вследствие размещения цилиндрических фильтрующих картриджей (ЦФК) в отдельных корпусах 4, 5 и 9, 10, эксплуатируемых при высоком давлении и имеющих в этом случае большие толщины соединительных фланцев и стенок цилиндрических обечаек. Кроме того, для размещения фильтров двухступенчатых установок очистки требуются достаточно большие площади помещения, а также затраты на отопление и вентиляцию отчуждаемого объема, обеспечение взрывозащиты.

В литературе отсутствуют методические положения по повышению экономической и технической эффективности ДЦУ газовой очистки [1—6]. В этой связи АО «ГипроНИИгаз» при проектировании и строительстве головных ПРГ уделяет большое внимание повышению пропускной способности и снижению металлоемкости фильтрующих устройств и материалоемкости строительных конструкций для их размещения. С этой целью было предложено выполнять фильтрующие картриджи не цельными, а из нескольких блоков [7] на основе фильтрующего материала, заключенного в гофрированные защитные опорные сетки [8]. Данные предложения были внедрены на головных ПРГ г. Волгограда и г. Воронежа. В настоящей работе предложен новый принцип размещения во внутреннем объеме одного корпуса 1 двух

коаксиально установленных ЦФК, один внутри другого, грубой очистки 6 из сетки и тонкой очистки 7 из волокнистого материала [9], находящихся на минимально допустимом расстоянии  $S_{\text{мд}}$  при котором сетка фильтрующего элемента грубой очистки 6 в местах сближения с ЦФК тонкой очистки 7 не засоряется интенсивнее по сравнению с участками, расположенными на больших расстояниях, и, следовательно, не происходит увеличение газодинамических потерь между фильтрующими слоями 6 и 7 грубой и тонкой очистки (рис. 2).

В соответствии с предлагаемыми техническими решениями разработана конструкция ДЦУ, защищенная патентом на полезную модель RU № 174446U1 [9], на основе которой в настоящее время изготовлена и испытана ДЦУ пропускной способностью 3000 м<sup>3</sup>/ч. В результате испытаний в научно-производственном центре АО «ГипроНИИГаз» было выявлено, что значение минимально допустимого расстояния составляет  $S_{\text{мд}} = 5,6$  мм. С учетом размещения датчика 15 для замера газодинамического сопротивления расстояние между ЦФК 6 и 7 увеличено до 20 мм. Нижняя часть объема 17 между ЦФК 6 и 7 предусмотрена для осаждения мелких частиц, осевших из потока предварительно очищенного газа за счет гравитационных сил.

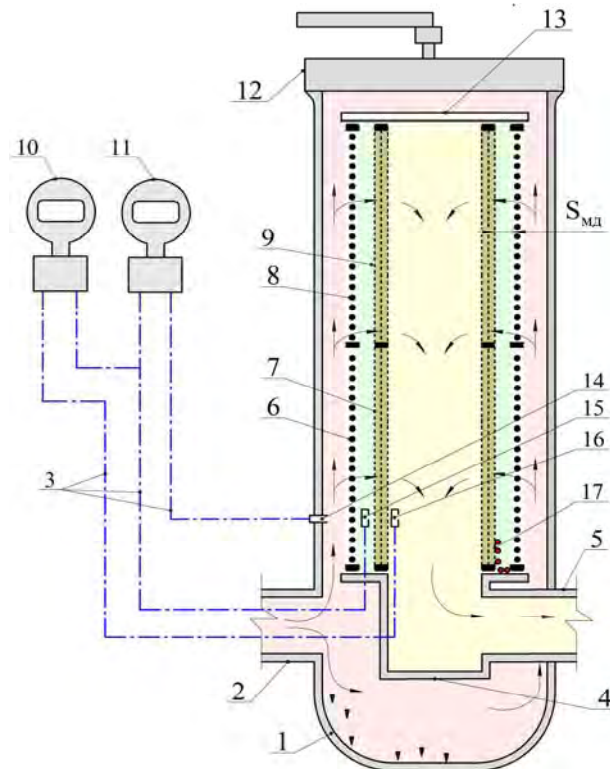


Рис. 2. Схема устройства с ЦФК грубой и тонкой очистки, установленными в объеме одного корпуса: 1 — корпус цилиндрический; 2, 5 — патрубки на входе и выходе газа; 3 — импульсные трубки; 4 — стакан; 6, 8 — два вертикально установленных ЦФК грубой очистки; 7, 9 — два вертикально установленных ЦФК тонкой очистки; 10, 11 — дифференциальные манометры для замера газодинамических потерь на ЦФК грубой 6 и тонкой 7 очистки; 12 — крышка быстросъемная; 13 — крышка для ЦФК грубой 8 и тонкой 9 очистки; 14, 15, 16 — датчики для замера газодинамических потерь на ЦФК грубой 6 и тонкой 7 очистки; 17 — скопления механических примесей в нижней части ЦФК тонкой очистки 7

**2. Разработка математической модели расчета динамики засорения двухступенчатых фильтрующих картриджей природного газа механическими примесями в зависимости от изменения в них газодинамических потерь.** Проведенный анализ и опыт газораспределительных организаций показывают, что 70 % механических частиц в общем балансе примесей оседают на ЦФК грубой очистки и только 30 % — на ЦФК тонкой очистки [10]. Основой ЦФК грубой очистки является металлическая однослойная сетка, которая накапливает механические примеси только со стороны своей наружной поверхности, поэтому быстро засоряется и требует значительного количества операций по их удалению [1, 2]. Основой ЦФК тонкой очистки являются нетканые фильтрующие полотна типа фетры, которые предлагается представить как ряд сеток, расположенных одна за другой по направлению течения газа. Фильтрующее полотно, особенно его средняя по толщине часть, практически не поддается очистке от примесей и поэтому после достижения расчетной степени засорения ЦФК тонкой очистки заменяется [11]. Это является дорогостоящей операцией, поскольку для обеспечения механической прочности материала он укрепляется неразборными защитной и опорной армирующими сетками. Вместе с тем, учитывая оседание на ЦФК тонкой очистки только до 30 % механических частиц в общем балансе примесей и способность накопления им значительного количества загрязнений в объеме фильтрующего полотна [11, 12], фильтрующие картриджи тонкой очистки не требуют частой замены [11—13].

Учитывая, что ЦФК грубой очистки с одной сеткой является частным случаем многослойного ЦФК, наибольший интерес представляет случай решения задачи засорения для ряда сеток, последовательно расположенных одна за другой по направлению течения газа.

Из обзора литературы [2, 5, 11—14] следует, что в настоящее время отсутствует алгоритм теоретического определения степени засорения многослойного фильтрующего картриджа в любой момент эксплуатации в зависимости от газодинамических потерь на нем. В этой связи разработка математической модели, аналитически описывающей динамику засорения многослойного фильтрующего картриджа механическими примесями, является актуальной.

*Допущения к постановке задачи:* 1. Фильтрующие сетки в ряду располагаются друг от друга на расстоянии, при котором не происходит увеличение коэффициента местного сопротивления и не снижается пропускная способность каждой из них при пропуске газа, по сравнению с одиночно установленной сеткой. 2. Засорение механическими примесями происходит только внутри ячеек сетки, при этом толщина фильтрующего слоя сохраняется постоянной. 3. Отверстия, образующиеся в процессе засорения механическими примесями ячеек, имеющих изначально, согласно ГОСТ6613—86, квадратную форму, продолжают сохранять форму квадрата.

*Постановка задачи к предлагаемой математической модели засорения фильтрующего полотна, выполненного в виде ряда расположенных одна за другой сеток, выглядит следующим образом.* Природный газ по ГОСТ 5542—2014 «Межгосударственный стандарт. Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия» (М. : Стандартинформ, 2015. 10 с.) с постоянным расчетным расходом  $V_p = \text{const}$

проходит очистку в ряде сеток количеством  $n$  (рис. 3 и 4), последовательно расположенных по ходу течения газа, с ячейками в форме квадрата и типоразмером ячейки сетки, равным  $m_n$ . Номер сетки  $n$  в ряду изменяется в интервале:  $n = 1, 2, 3, \dots, i$ . В предложенной постановке мелкие частички свободно проходят через сетки с большим размером и затем оседают на поверхности сетки с меньшими, по сравнению с ними, размерами ячейки. Более крупные частицы оседают на сетке с меньшими, по сравнению с ними, размерами, и так до самой последней по ходу течения газа сетки. Отсюда видно, что засорение механическими примесями осуществляется по всему объему и толщине многослойного фильтрующего полотна, а внутри указанного пространства способно накопиться значительно больше загрязнений, по сравнению с однослойной сеткой. Номер типоразмера ячеек каждой сетки  $n = i$ ,  $m = j_n = i$  в процессе их засорения, как это показано на увеличенном фрагменте  $A$  (см. рис. 4), изменится до значений:  $m_n = i = a_n = i$ ,  $c_n = i$ ,  $e_n = i$ , ...,  $j_n = i$ . В процессе засорения на каждой последующей сетке осаждаются механические примеси меньшего размера. Поэтому, как следует из рис. 3, каждая следующая сетка  $n$  по направлению течения газа имеет меньший начальный размер и следующие за ним размеры по сравнению с предыдущей сеткой:

$$a_{n=1} > a_{n=2} \dots a_{n=i-1} > a_{n=i}; c_{n=1} > c_{n=2} \dots c_{n=i-1} > c_{n=i}; \quad (1)$$

$$e_{n=1} > e_{n=2} \dots e_{n=i-1} > e_{n=i}; j_{n=1} > j_{n=2} \dots j_{n=i-1} > j_{n=i}.$$

Ширина квадратных ячеек и расстояние между двумя соседними ячейками каждой следующей сетки по направлению течения газа имеют меньшие начальные и последующие за ними значения по сравнению с предыдущей сеткой:

$$b_{n=i-1, m=j_{n=i-1}} > b_{n=i, m=j_{n=i}}; L_{n=i-1, m=j_{n=i-1}} > L_{n=i, m=j_{n=i}}. \quad (2)$$

В начальный момент относительной величине живого сечения ячейки сетки, расположенной в точке  $n = i$  по направлению течения газа

$$b_{n=i, m=a_{n=i}}^2 / (b_{n=i, m=a_{n=i}} + L_{n=i, m=a_{n=i}})^2, \quad (3)$$

соответствует степень ее засорения механическими примесями  $\theta_{n=i, m=a_{n=i}}$ , равная нулю. На  $j$ -м этапе эксплуатации в качестве загрязненной сетки, расположенной в точке  $n = i$  по направлению течения газа, условно принимается фильтрующая сетка с ячейкой, имеющей меньший номинальный размер  $b_{n=i, m=j_{n=i}}$  (при  $m = j_n = i$ ), по сравнению с размером  $b_{n=i, m=j_{n=i}-1}$ , на ее предыдущем этапе (при  $m = j_{n=i}-1$ ) (см. рис. 4).

Уменьшение любого предыдущего размера ячейки сетки, расположенной в точке  $n = i$  по направлению течения газа с  $b_{n=i, m=j_{n=i}-1}$ , до последующего  $b_{n=i, m=j_{n=i}}$  в процессе ее полного засорения представляется как увеличение расстояния между ячейками сетки до величины

$$L_{n=i, m=j_{n=i}} = L_{n=i, m=a_{n=i}} + \sum_{m=a_{n=i}}^{m=j_{n=i}} (b_{n=i, m=j_{n=i}-1} - b_{n=i, m=j_{n=i}}), \quad (4)$$

где  $b_{n=i, m=j_{n=i}-1}$ ,  $b_{n=i, m=j_{n=i}}$  — предыдущий и последующий размеры квадратной ячейки фильтрующей сетки, расположенной в точке  $n = i$  по направлению течения газа, загрязненной механическими примесями, м.

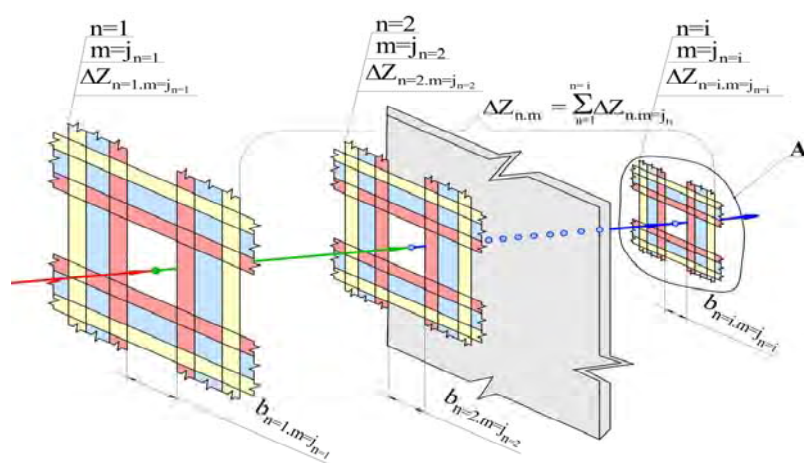


Рис. 3. Схема последовательно расположенных по ходу течения газа фрагментов сеток с номером, изменяющимся в интервале:  $n = 1, 2, 3, \dots, i$  и типоразмером ячейки сетки, равным  $m_n$

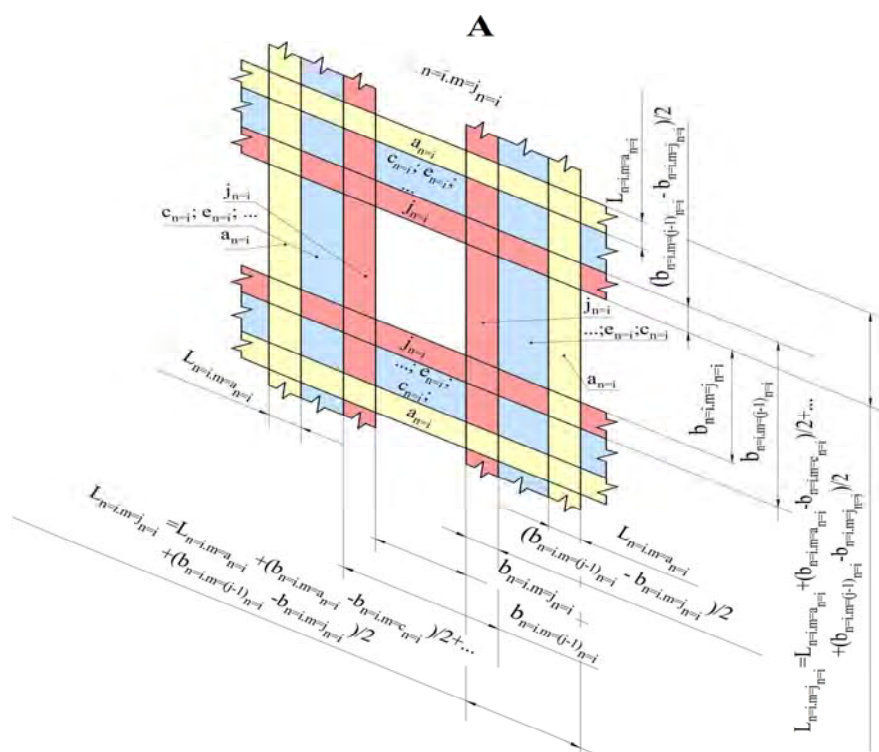


Рис. 4. Увеличенный фрагмент А сетки номером  $n = i$  с ячейкой начального размера  $b_{n=i, m=j_{n=i}} = a_{n=i}$  и расстоянием между ячейками  $L_{n=i, m=j_{n=i}} = i$ ; процесс засорения механическими примесями показан путем изменения размеров ячейки сетки

Относительную величину живого сечения сетки квадратной формы, расположенной в точке  $n = i$  по направлению течения газа в любой момент эксплуатации, можно представить как отношение величин живого и общего сечений сетки, с учетом изменяющегося, согласно (4), расстояния между ячейками  $L_{m=j}$ , т. е.:

$$b_{n=i, m=j_{n=i}}^2 / \left[ b_{n=i, m=j_{n=i}} + L_{n=i, m=a_{n=i}} + \sum_{m=a_{n=i}}^{m=j_{n=i}} (b_{n=i, m=j_{n=i}-1} - b_{n=i, m=j_{n=i}}) \right]^2. \quad (5)$$

Тогда, зная общую площадь  $F_{n=i, m=j_{n=i}}$  сетки, расположенной в точке  $n = i$  по направлению течения газа, которая необходима для очистки природного газа с расходом  $V_p$ , абсолютную величину живого сечения сетки для  $m_{n=i} = j_{n=i}$ , с учетом (5) определим как

$$F_{ж, n=i, m=j_{n=i}} = \frac{F_{n=i, m=j_{n=i}} b_{n=i, m=j_{n=i}}^2}{\left[ b_{n=i, m=j_{n=i}} + L_{n=i, m=a_{n=i}} + \sum_{m=a_{n=i}}^{m=j_{n=i}} (b_{n=i, m=j_{n=i}-1} - b_{n=i, m=j_{n=i}}) \right]^2}. \quad (6)$$

Формула для определения газодинамических потерь на сетке, расположенной в точке  $n = i$  по направлению течения газа для  $m_{n=i} = j_{n=i}$ , записывается, согласно зависимости Вейсбаха [15], следующим образом:

$$Z_{n=i, m=j_{n=i}} = \zeta_{n=i, m=j_{n=i}} \frac{\omega_p^2}{2g} \rho_r, \quad (7)$$

где  $\zeta_{n=i, m=j_{n=i}}$  — величина коэффициента местного сопротивления сетки, расположенной в точке  $n = i$  по направлению течения газа для  $m_{n=i} = j_{n=i}$ , которая характерна для текущего размера  $b_{n=i, m=j_{n=i}}$ , обусловленного его загрязнением механическими примесями;  $\omega_p$  — расчетная скорость течения газа на входе в фильтрующий картридж, м/с;  $\rho_r$  — плотность сетевого газа на входе в фильтрующий картридж при значении избыточного давления на входе в фильтр, кг/м<sup>3</sup>;  $g$  — величина ускорения свободного падения, равная 9,8 м/с<sup>2</sup>.

Представляя скорость  $\omega_p$  как отношение расхода  $V_p$  к площади живого сечения  $F_{ж, n=i, m=j_{n=i}}$ , определяемой в соответствии с (6), находим относительную величину живого сечения ячеек сетки, расположенной в точке  $n = i$  по направлению течения газа для  $m = j_{n=i}$ , в зависимости от ее газодинамических потерь:

$$\left\{ \frac{b_{n=i, m=j_{n=i}}^2}{\left[ b_{n=i, m=j_{n=i}} + L_{n=i, m=a_{n=i}} + \sum_{m=a_{n=i}}^{m=j_{n=i}} (b_{n=i, m=j_{n=i}-1} - b_{n=i, m=j_{n=i}}) \right]^2} \right\}^2 = \frac{\zeta_{n=i, m=j_{n=i}} V_p^2}{\Delta Z_{n=i, m=j_{n=i}} F_{n=i, m=j_{n=i}}^2 2g} \rho_r, \quad (8)$$

где  $V_p$  — пропускная способность картриджа на основе фильтрующего полотна при величине избыточного давления газа на входе в фильтр, м<sup>3</sup>/с.

Газодинамические потери  $\Delta Z_{n,m}$  при прохождении газа через ряд сеток  $n = 1, 2, 3, \dots, i$  по направлению его течения с типоразмером каждой из них  $m_n$  увеличиваются в процессе засорения. Например, для сетки  $n = i$  увеличение происходит до значений

$$\Delta Z_{n=i, m=a_{n=i}}, \Delta Z_{n=i, m=c_{n=i}}, \Delta Z_{n=i, m=e_{n=i}}, \dots, \Delta Z_{n=i, m=j_{n=i}}. \quad (9)$$

Формула для определения суммарных газодинамических потерь при прохождении газа через ряд сеток  $n = 1, 2, 3, \dots, i$ , последовательно расположенных друг за другом (см. рис. 3) по ходу его течения, когда каждая последующая по направлению течения газа сетка  $n$  имеет меньший начальный и следующие за ним размеры по сравнению с предыдущей, записывается как

$$\Delta Z_{n,m} = \sum_{n=1}^{n=i} \Delta Z_{n,m=j_n}. \quad (10)$$

Подставляя (8) в (10), получим суммарные газодинамические потери при прохождении газа через ряд сеток  $n = 1, 2, 3, \dots, i$ :

$$\Delta Z_{n,m} = \sum_{n=1}^{n=i} \zeta_{n,m=j_n} \frac{V_p^2 \left[ b_{n,m=j_n} + L_{n,m=a_n} + \sum_{m=a_n}^{m=j_{n=i}} (b_{n,m=j_{n=i}-1} - b_{n,m=j_{n=i}}) \right]^4}{b_{n,m=j_n}^4 F_{n,m=j_n}^2 2g} \rho_r. \quad (11)$$

Формула (11) также справедлива для определения газодинамических потерь при прохождении газа только через одну фильтрующую сетку, например для ЦФК грубой очистки, если принять значение  $n = 1$ .

Величины  $b_{n=i, m=a_{n=i}}$  и  $L_{n=i, m=a_{n=i}}$  в формулах (8)–(11) принимаются в зависимости от расчетного размера механических частиц, находящихся в природном газе, улавливаемых ячейками каждой сетки  $n$ . Величина  $\zeta_{n=i, m=j_{n=i}}$  для сетчатого картриджа, имеющая место для текущего размера и сечения ячейки, вычисляется в соответствии с данными, приведенными в трудах [16].

В любой момент эксплуатации при  $m_{n=1} = j_{n=i}$  относительной величине живого сечения сетки соответствует определенная степень ее засорения механическими примесями.

Среднюю степень засорения фильтрующего полотна в долях от единицы можно определить, если вычислить суммарную степень засорения всех сеток и затем разделить полученное значение на количество сеток  $n = i$ :

$$\theta_{\text{ср.}n,m} = \frac{\sum_{n=1}^{n=i} \left\{ \frac{\frac{b_{n,m=a_n}^2}{(b_{n,m=a_n} + L_{n,m=a_n})^2} - \frac{b_{n,m=j_n}^2}{\left[ b_{n,m=a_n} + L_{n,m=a_n} + \sum_{m=a_n}^{m=j_n} (b_{n,m=j_n-1} - b_{n,m=j_n}) \right]^2} \right\}}{n=i}. \quad (12)$$

Формула (12) также справедлива для определения степени засорения одной фильтрующей сетки, например для ЦФК грубой очистки, если принять значение  $n = 1$ .

Расчеты по формуле (12) проводятся методом последовательных приближений. Вначале задаются величиной живого сечения. Затем в соответствие с этой величиной по [17] принимают коэффициент местного сопротивления  $\zeta_{n=i, m=j_{n=i}}$ . По известным значениям  $V_p$ ,  $F_{n=i, m=j_{n=i}}$ ,  $b_{n=i, m=a_{n=i}}$ ,  $L_{n=i, m=a_{n=i}}$ ,  $\rho_g$  определяют величину  $\Delta Z_{n, m}$ . Расчеты проводятся отдельно для фильтрующего картриджа грубой очистки и отдельно для фильтрующего картриджа тонкой очистки.

Для ЦФК грубой очистки начальный размер ячейки ЦФК грубой очистки на основе одиночной стальной сетки  $n = 1$  принят равным  $b_{n=1, m=a_{n=1}} = 0,080 \cdot 10^{-3}$  м, начальная величина расстояния между ячейками сетки  $L_{n=1, m=a_{n=1}} = 0,055 \cdot 10^{-3}$  м, величина плотности сетевого газа при значениях давления и температуры, которые приведены к нормальным условиям, равняется  $\rho_g = 0,73$  кг/м<sup>3</sup>, давление газа 1,2 МПа, скорости газа перед фильтрующим картриджем и внутри ячеек сеток приняты равными 7 м/с и 1,5 м/с соответственно, коэффициенты  $\zeta_{m=j}$  вычислены в соответствии с [16].

Результаты расчетов на основе формул (11) и (12) по определению степени засорения ячеек одиночной сетки ЦФК грубой очистки механическими примесями при  $n = 1$  в зависимости от изменения газодинамических потерь представлены на рис. 5. Из рисунка следует, что для ЦФК грубой очистки с чистой фильтрующей сеткой степень засорения ее ячеек механическими примесями имеет нулевое значение  $\theta_{n=1, m=a_{n=1}} = 0$  % при величине газодинамических потерь на чистом фильтрующем картридже, равном  $\Delta Z_{n=1, m=a_{n=1}} = 0,8$  кПа (точки 1  $\rightarrow$  2 на рис. 5). Из рисунка также следует, что для фильтрующего устройства с засоренной одиночной фильтрующей сеткой в момент  $m = j_{n=1}$ , при достижении на фильтрующем картридже величины газодинамических потерь  $\Delta Z_{n=1, m=j_{n=1}} = 5,0$  кПа, степень засорения ячеек сетки механическими примесями составит  $\theta_{n=1, m=j_{n=1}} = 72$  % (точки 3  $\rightarrow$  4  $\rightarrow$  5 на рис. 5).

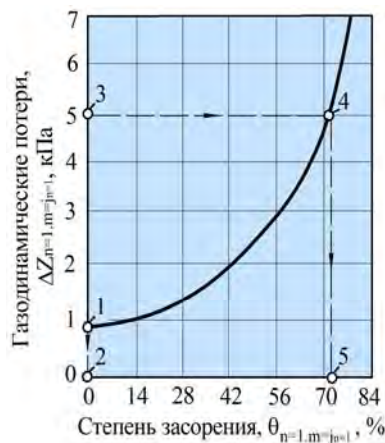


Рис. 5. Степень засорения ячеек сетки фильтрующего картриджа в зависимости от газодинамических потерь на нем с начальным размером ячейки  $b_{n=1, m=a_{n=1}} = 0,080$  мм

Из графика также следует, что при степени засорения свыше 72 % (точки 3  $\rightarrow$  4  $\rightarrow$  5) наблюдается стремительный рост газодинамических потерь  $\Delta Z_{n=1,m=jn=1}$  на сетчатом картридже, что создает реальную опасность деформации и разрушения ЦФК грубой очистки.

Для ЦФК тонкой очистки принято, что фильтрующее полотно состоит из семи слоев сеток  $n = 7$ , расположенных друг за другом с начальными размерами ячейки, равными  $b_{n=1,m=a_{n=1}} = 0,070 \cdot 10^{-3}$  м;  $b_{n=2,m=a_{n=2}} = 0,050 \cdot 10^{-3}$  м;  $b_{n=3,m=a_{n=3}} = 0,030 \cdot 10^{-3}$  м;  $b_{n=4,m=a_{n=4}} = 0,010 \cdot 10^{-3}$  м;  $b_{n=5,m=a_{n=5}} = 0,008 \cdot 10^{-3}$  м;  $b_{n=6,m=a_{n=6}} = 0,006 \cdot 10^{-3}$  м;  $b_{n=7,m=a_{n=7}} = 0,005 \cdot 10^{-3}$  м. Величина плотности сетевого газа при значениях давления и температуры, которые приведены к нормальным условиям, равняется  $\rho_f = 0,73$  кг/м<sup>3</sup>, давление газа 1,2 МПа, скорости газа перед фильтрующим картриджем и внутри ячеек сеток приняты равными 7 м/с и 1,5 м/с соответственно, коэффициенты  $\zeta_{m=j}$  вычислены в соответствии с [16].

Результаты расчетов на основе формул (11) и (12) по определению степени засорения ячеек многослойного ЦФК тонкой очистки механическими примесями при значениях  $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ , в зависимости от изменения газодинамических потерь, представлены на рис. 6. Из рисунка следует, что для ЦФК тонкой очистки с чистой фильтрующей сеткой средняя степень засорения ее ячеек механическими примесями имеет нулевое значение  $\theta_{ср. n, m=an} = 0$  % при величине газодинамических потерь на чистом фильтрующем картридже, равной  $\sum_{n=1}^{n=7} \Delta Z_{n, m=a_n} = 3,8$  кПа (точки 1  $\rightarrow$  2 на рис. 6). Из

рисунка следует, что для фильтрующего устройства с засоренным многослойным фильтрующим полотном при достижении на фильтрующем картридже величины газодинамических потерь  $\sum_{n=1}^{n=7} \Delta Z_{n, m=j_n} = 34,7$  кПа средняя

степень засорения ячеек сетки механическими примесями составит  $\theta_{ср. n, m=jn} = 67,0$  % (точки 3  $\rightarrow$  4  $\rightarrow$  5 на рис. 6).

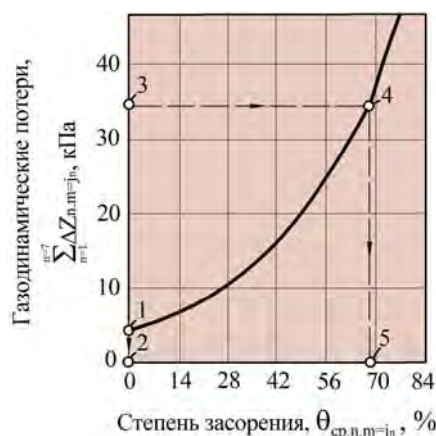


Рис. 6. Средняя степень засорения ячеек семи сеток многослойного фильтрующего картриджа  $\theta_{ср. n, m=jn}$  в зависимости от газодинамических потерь на нем

Из графика также следует, что при степени засорения свыше 67 % наблюдается стремительный рост газодинамических потерь на многослойном картридже, что создает реальную опасность деформации и разрушения ЦФК тонкой очистки.

Таким образом, математическая модель (1)—(12) позволяет:

представить процесс засорения фильтрующего полотна, выполненного как ряд из  $n$  последовательно расположенных друг за другом сеток (см. рис. 3 и 4) по ходу течения газа, с ячейками в форме квадрата с  $m$ -м типоразмером ячейки сетки, при этом каждая последующая сетка  $n$  по направлению течения газа имеет меньший начальный и следующие за ним размеры по сравнению с предыдущей;

выявить характер изменения газодинамических потерь на фильтрующем картридже в зависимости от средней величины уменьшения живого сечения всех фильтрующих сеток в процессе их засорения;

более обоснованно подойти к определению средней величины степени засорения фильтрующего картриджа и величины газодинамических потерь перед очередным удалением из ДЦУ механических примесей.

#### **Выводы:**

1. Предложен новый принцип размещения во внутреннем объеме одной фильтрующей установки двух коаксиально установленных, один внутри другого, цилиндрических фильтрующих картриджа грубой очистки из сетки и тонкой очистки из волокнистого материала, находящихся на минимально допустимом расстоянии  $\delta_{\text{мд}} = 5,6$  мм, при котором сетка фильтрующего картриджа грубой очистки в местах сближения с ЦФК тонкой очистки не засоряется интенсивнее, чем на участках, расположенных на больших расстояниях, и, как следствие, не происходит увеличение газодинамических потерь между фильтрующими слоями грубой и тонкой очистки.

Предлагаемое решение размещения фильтрующих картриджей грубой и тонкой очистки в одном корпусе позволяет в среднем в 1,65 раза сократить интегральные удельные затраты в сравнении с существующим вариантом, когда ЦФК грубой и тонкой очистки размещаются в отдельных корпусах.

2. В результате исследований эксплуатационных параметров предлагаемой конструкции фильтрующих картриджей разработана математическая модель расчета динамики засорения двухступенчатых фильтрующих картриджей природного газа механическими примесями в зависимости от изменения в них газодинамических потерь, впервые представляющая многослойное фильтрующее полотно как ряд расположенных по ходу течения газа сеток с квадратными ячейками, одна за другой, при этом процесс засорения каждой сетки представляется как последовательное уменьшение живого сечения ячеек сетки. Математическая модель позволяет аналитически определять степень засорения фильтрующего картриджа в любой момент эксплуатации в зависимости от значения газодинамических потерь на нем.

#### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Mokhtab S., Poe W. A. Handbook of Natural Gas Transmission and Processing. 2nd ed. Elsevier Inc., 2012. 802 p.
2. Guo B., Ghalambor A. Natural Gas Engineering Handbook. 2nd ed. Houston, Texas : Gulf Publishing Company, 2012. 472 p.

3. *Sutherland K.* Filters and Filtration Handbook. 5<sup>th</sup> ed. Elsevier Science, 2008. 523 p.
4. *Sparks T.* Filters and Filtration Handbook. 5<sup>th</sup> ed. Elsevier Butterworth Heinemann, 2016. 444 p.
5. *Tien Ch.* Principles of Filtration. Elsevier, Oxford, 2013. 360 p.
6. Промышленное газовое оборудование : справ. 6-е изд., перераб. и доп. Саратов : Газовик, 2013. 1125 с.
7. Установка грубой очистки природного газа от твердых частиц, располагаемая в помещении : пат. № 158000 / А. П. Усачев, А. Л. Шурайц, А. В. Рулев, Д. В. Салин ; опубл. 20.12.2015, Бюл. № 35. Приоритет от 16.12.2014 г. 2 с.
8. Устройство по предотвращению распространения обломков за пределы фильтрующего элемента природного газа : пат. № 166735 / А. П. Усачев, А. Л. Шурайц, А. В. Рулев, Д. В. Салин, З. М. Усуев ; опубл. 10.12.2016, Бюл. № 34. Приоритет 27.04.2016 г. 2 с.
9. Устройство для очистки от твердых частиц природного газа высокого давления : пат. № 174446 / А. Л. Шурайц, А. П. Усачев, Д. В. Салин, А. О. Хомутов, З. М. Усуев ; опубл. 13.10.2017, Бюл. № 29. Приоритет 06.04.2017 г. 2 с.
10. *Густов С. В.* Источники возникновения и размеры взвешенных в природном газе твердых частиц // Нефтегазовое дело. 2011. № 4. Т. 9. С. 98—101.
11. *Hutten I. M.* Handbook of Nonwoven Filter Media. 2nd ed. Butterworth Heinemann, 2016. 660 p.
12. Aerosol Filtration / D. Thomas, A. Charvet, N. Bardin-Monnier, J-C. Appert-Collin. ISTE Press-Elsevier, 2016. 218 p.
13. *Wang X., Economides M.* Advanced Natural Gas Engineering. Gulf Publishing Company, 2013. 400 p.
14. Теоретические и прикладные основы повышения эффективности и безопасности эксплуатации установок грубой очистки природного газа от твердых частиц в системах газораспределения : моногр. / А. П. Усачев, С. В. Густов, А. Л. Шурайц и др. Саратов : Сарат. гос. техн. ун-т, 2013. 172 с.
15. *Чугаев Р. Р.* Гидравлика : учебник для вузов. изд. 4-е, доп. и перераб. Л. : Энергоиздат. Ленинград. отделение, 1982. 672 с.
16. *Идельчик И. Е.* Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М. : Машиностроение, 1975. 559 с.

© Усачев А. П., Шурайц А. Л., Бирюков А. В., Хомутов А. О., 2018

Поступила в редакцию  
в июне 2018 г.

Ссылка для цитирования:

Разработка математической модели расчета динамики засорения двухступенчатых фильтрующих картриджей природного газа механическими примесями в зависимости от изменения в них газодинамических потерь / А. П. Усачев, А. Л. Шурайц, А. В. Бирюков, А. О. Хомутов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 100—112.

Об авторах:

**Усачев Александр Прокофьевич** — д-р техн. наук, профессор кафедры теплогазоснабжения, вентиляции, водообеспечения и прикладной гидрогазодинамики, Саратовский государственный технический университет им. Ю. А. Гагарина. Российская федерация, 410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77, usachev-ap@mail.ru

**Шурайц Александр Лазаревич** — д-р техн. наук, генеральный директор АО «ГипроНИИГаз». Российская Федерация, 410012, г. Саратов, пр-т им. Кирова, Shurait@niigaz.ru

**Бирюков Александр Валерьевич** — канд. техн. наук, директор научно-исследовательского центра, АО «ГипроНИИГаз». Российская Федерация, 410012, г. Саратов, пр-т им. Кирова, Biryukov@nuugaz.ru

**Хомутов Антон Олегович** — начальник технического отдела, АО «ГипроНИИГаз». Российская Федерация, 410012, г. Саратов, пр-т им. Кирова

---

**Aleksandr P. Usachev<sup>a</sup>, Aleksandr L. Shuraits<sup>b</sup>, Aleksandr V. Biryukov<sup>b</sup>,  
Anton O. Khomutov<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> *Yuri Gagarin State Technical University of Saratov*

<sup>b</sup> *JC «GiproNIIgaz»*

#### **DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODEL OF CALCULATION OF THE DYNAMICS OF CLOGGING TWO-STAGE FILTER CARTRIDGE NATURAL GAS, MECHANICAL IMPURITIES DEPENDING ON THE CHANGES IN THEM GAS-DYNAMIC LOSSES**

As a result of research of operational parameters of the offered design of two-stage filtering cartridges of natural gas the mathematical model of calculation of dynamics of their blockage by mechanical impurity depending on change of the gasdynamic losses is developed, for the first time representing process of blockage of the multilayered filtering cloth as a number of the grids with square cells located in the course of the gas flow, one after the other, thus, process of blockage of each grid is represented as successive reduction of live section of cells of a grid.

**Key words:** mathematical model, clogging process, gas-dynamic losses, filter cartridge, mechanical impurities, living section, cell, grid.

*For citation:*

Usachev A. P., Shuraits A. L., Biryukov A. V., Khomutov A. O. [Development of mathematical model of calculation of the dynamics of clogging two-stage filter cartridge natural gas, mechanical impurities depending on the changes in them gas-dynamic losses]. *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], 2018, iss. 53(72), pp. 100—112.

*About authors:*

**Aleksandr P. Usachev** — Doctor of Engineering Sciences, Professor of Heat and Gas Supply, Ventilation, Water Supply and Applied Hydro Gas Dynamics Departments, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov. 77, Politechnicheskaya St., Saratov, 410054, Russian Federation, usachev-ap@mail.ru

**Aleksandr L. Shuraits** — Doctor of Engineering Sciences, General Director, JC «GiproNIIgaz». Kirova Av., Saratov, 410012, Russian Federation, Shuraits@niigaz.ru

**Aleksandr V. Biryukov** — Candidate of Engineering Sciences, Director of the Research Center, JC «GiproNIIgaz». Kirova Av., Saratov, 410012, Russian Federation, Biryukov@nuugaz.ru

**Anton O. Khomutov** — Head of Technical Department, JC «GiproNIIgaz». Kirova Av., Saratov, 410012, Russian Federation

УДК 628.312.004.69

**А. Р. Курмангалиева, Р. А. Набиев**

*Астраханский государственный технический университет*

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОСАДКА НА КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ г. АСТРАХАНИ**

Проблема утилизации накопленных осадков с иловых площадок с минимальными экономическими затратами является актуальной, что связано с сокращением производственных площадей и более рациональным режимом их использования. При модернизации городских очистных сооружений канализации предлагается комплексная технология обработки осадка с использованием гидродинамической кавитации и последующей детоксикацией гуминовыми реагентами. Получаемый компост может применяться в качестве органоминерального удобрения при озеленении городской территории.

**Ключевые слова:** аэротенк, метатенк, флокулянт, канцерогены, гидравлическая кавитация, компост, мезофильный, урбаноземы.

**Введение.** Проблема утилизации активного биологического ила, образующегося в отстойниках на разных этапах биологической очистки бытовых сточных вод, является актуальной для всех региональных предприятий водоканала. Она связана с необходимостью увеличивать производственную площадь под иловые карты, нагрузкой на все компоненты окружающей среды токсичными выбросами, фильтратом и расходами на захоронение отхода на полигонах ТБО.

В силу урбанистической освоенности городская среда нуждается в планомерной системе охраны существующих зеленых зон, их расширении и мероприятиях по культивации. Почвенный покров новостроек или точечной застройки, на которых разбиваются зеленые участки (в основном газоны), формирует урбаноземы на техногенных загрязненных и засоленных грунтах. Деревья на таких почвах выживают крайне редко.

Возможность получения из осадка очистных сооружений канализации полноценного безопасного органоминерального удобрения является реальной. Внедрение прогрессивных технологий позволит снизить затраты городского хозяйства на дорогие минеральные аналоги, совершенствовать и оптимизировать одновременно схему обращения с отходами.

**Предмет и объект исследования.** Очистка канализационных стоков г. Астрахани производится МУП «Астрводоканал» на четырех сооружениях: Северных (СОСК), Южных (ЮОСК) и двух Правобережных (ПОСК-1,2), с последующим сбросом в р. Волгу и протоку Прямая Болда. Пропускная способность очистных сооружений канализации (ОСК) составляет соответственно 140, 100 и 52 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Осадок из первичных отстойников и избыточный ил откачиваются на иловые площадки, где обезвоживаются и сбраживаются естественным образом в течение длительного периода (3—4 года). Система обработки и утилизации осадков отсутствует.

Территория иловых площадок сложена слабофильтрующими глинистыми грунтами, и только на Северных ОСК часть площадок имеет асфальтобетонное основание. На СОСК используются 24 карты размером по 50 × 70 м и

15 — по  $100 \times 100$  м; на ЮОСК — 20 карт размером по  $100 \times 70$  м. На Правобережных ОСК — 1,2 иловые карты занимают площадь 7,4 га и 0,25 га соответственно (рис. 1).

Фильтрат, образующийся от иловых площадок, на Южных ОСК и Правобережных ОСК-1 испаряется, на Северных ОСК и Правобережных ОСК-2 — возвращается в приемную камеру по дренажной системе<sup>1</sup>.



Рис. 1. Иловая площадка ЮОСК

Подсушенные в естественных условиях осадки стабилизируются путем выдержки в естественных условиях на площадках в условиях IV климатического района в течение одного года; с целью улучшения качественных характеристик осадков и сокращения их объемов сроки стабилизации увеличены до 3—4 лет согласно СП 32.13330.2012 «Канализация, наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03—85». Естественная сушка ускоряется ворошением. При этом удаляется растительный покров и разрушается поверхностная корка. При достижении 75...80%-й влажности и определении класса опасности производится зачистка площадки. Природоохранная эффективность работы иловых площадок заключается в семикратном уменьшении объема образующегося осадка.

От очистных сооружений канализации МУП «Астрводоканал» в атмосферу выделяются следующие вредные вещества: аммиак, метан, сероводород, фенолы, формальдегид, сероводород и смесь природных меркаптанов<sup>2</sup>. Нормативная санитарно-защитная зона этих сооружений составляет 500 м. Но зачастую реальная жилая застройка находится намного ближе к иловым

<sup>1</sup> URL: [https://astrvodokanal.ru/viewpage.php?page\\_id=63](https://astrvodokanal.ru/viewpage.php?page_id=63)

<sup>2</sup> URL: [https://astrvodokanal.ru/viewpage.php?page\\_id=63](https://astrvodokanal.ru/viewpage.php?page_id=63)

Доклад об экологической ситуации в Астраханской области в 2016 году. URL: <https://nat.astrobld.ru/service/doklady>

площадкам, особенно в районе аэропорта областного центра (50 м) или в п. Садовый Приволжского района (200 м), откуда распространяется устойчивый неприятный запах, накрывая жилую зону, как в ветреную погоду, так и в штиль (рис. 2).



Рис. 2. Иловая карта в 50 м от жилой зоны в южной части города

Распределение территории г. Астрахани по категории земель выглядит следующим образом: на жилые застройки (селитебная зона) приходится 21 % от общей площади города, на долю промышленных предприятий — 19 %, транспорта, связи и инженерных коммуникаций — 15,6 %, земли водного фонда — 8 %, прочие — 15,9 %, сельскохозяйственные угодья — 12,5 %, на долю озелененных территорий — 8 %<sup>3</sup>.

К основным проблемам структуры и функционирования растительной подсистемы города относятся недостаточное количество зеленых насаждений, их высокий износ и болезненное состояние (76 %), слабая организация культивации санитарно-защитных зон промышленных предприятий, уничтожение газонов при прокладке подземных коммуникаций, точечная застройка на газонах и скверах, сопровождающаяся их уничтожением.

Осадок из канализационных очистных сооружений является ценным органическим удобрением, в нем содержится значительное количество органического вещества (60...75 %), азот, фосфор и калий. Однако токсичность и неблагоприятные санитарно-гигиенические показатели осадка не позволяют использовать его в городском хозяйстве без соответствующей обработки. В соответствии с ГОСТ 17.4.3.07.2001 и СанПиН 2.1.7.573—96 осадки после сертификации и присвоения 5-го класса опасности могут быть использованы в качестве местных органических удобрений в зеленом строительстве, при благоустройстве территорий.

Согласно ГОСТ 17.4.3.07.2001, СанПиН 2.1.7.573—96 и СанПиН 2.1.5.980—00, осадок рекомендуется использовать в качестве удобрения

<sup>3</sup> URL: <http://astrgorod.ru/content/zemlya>

только после 1—3 лет выдерживания на иловых площадках в зависимости от климатического района. При таком длительном периоде подготовки осадка к утилизации возникает проблема отведения площадей под иловые карты, что влечет за собой значительные капитальные вложения на строительство новых площадок-накопителей и эксплуатационные затраты на транспортировку осадка.

Очищенные на городских ОСК сточные воды зачастую не соответствуют требованиям гигиенических нормативов вредных веществ в водоемах хозяйственно-питьевого значения по взвешенным веществам, минерализации, соединениям азота, железу, меди, цинку, кадмию, ртути.

С одной стороны, это связано с природным фоновым загрязнением тяжелыми металлами (железом, марганцем, кадмием, мышьяком) аллювиальных и морских почвогрунтов территории, с другой — высоким уровнем загрязнения источников централизованного водоснабжения города, реки Волги и протоки Прямая Болда [1].

Согласно мониторингу санитарно-гигиенического состояния водных объектов в 2016 г., доля проб воды из источников централизованного питьевого водоснабжения города Астрахани, не соответствующая гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, превысила средний областной уровень в 4,2 раза, по микробиологическим показателям — в 5,5 раз.

Осадок после отстойников городских очистных сооружений канализации обогащен соединениями азота, фосфора, железа, марганца, содержит соли цинка, свинца, марганца, железа, меди, кадмия (табл. 1). Мониторинг вредных веществ осадка на иловых площадках ведется с периодичностью три раза в год.

Т а б л и ц а 1

*Результаты лабораторных исследований осадков с иловых площадок городских ОСК*

| Наименование показателя | Ед. изм. | ПДК/ОБУВ для почв | Норм. треб. к осадку ОСК [12] | Результат анализа | Методика (шифр НД)            |
|-------------------------|----------|-------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| Влажность               | %        | —                 | 82                            | 22,37             | ПНД Ф 16<br>1.2.2.2.3.3.58-08 |
| Органическое вещество   | %        | —                 | 20                            | 13,49             | ГОСТ 23740-79                 |
| Нитраты                 | %        | 1,30              |                               | 10,0              | ГОСТ 26951-86                 |
| Цинк                    | мг/кг    | 23,0/220,0        | 4000                          | 40                | ПНД Ф 16<br>1.2.2.2.3.3.36-02 |
| Железо                  | мг/кг    | —                 | 5000                          | 10 000            | РД 52 18 685-2006             |
| Свинец                  | мг/кг    | 6,0/130,0         | 1000                          | 10                | ПНД Ф 16<br>1.2.2.2.63-09     |
| Хром III                | мг/кг    | 6,0               | 1200                          | 30                | ПНД Ф 16<br>1.2.2.2.3.3.36-02 |
| Марганец                | мг/кг    | 1500              | 2000                          | 490               | ПНД Ф 16<br>1.2.2.2.3.3.36-02 |
| Медь                    | мг/кг    | 3,0/132,0         | 1500                          | 15                | ПНД Ф 16<br>1.2.2.2.63-09     |
| Кадмий                  | мг/кг    | 2,0               | 30                            | 0,2               | ПНД Ф 16<br>1.2.2.2.63-09     |

Концентрация меди, цинка, хрома III и марганца в осадке превышает уровень гигиенического норматива ПДК, но в пределах ОБУВ (медь и цинк) для почв суглинистого состава с околонеutralной реакцией среды. Тяжелые металлы находятся в поровом растворе ила в форме окислов, гидроокислов и комплексных соединений с органическими лигандами [2].

При обнаружении остаточной концентрации тяжелых металлов в осадке выше требуемого санитарного норматива предлагается ввести в процесс очистки сточных вод дополнительный технологический узел. Он включает напорную фильтрацию стоков через блок с сорбентом С-10 на основе опоки Каменноярского месторождения перед подачей в аэротенк ОСК [3].

Количество сырого осадка, выгружаемого из первичных отстойников, зависит от эффекта осветления сточных вод и ориентировочно составляет 50...60 % от количества взвешенных веществ в сточных водах.

Осадок из первичных отстойников неоднороден по фракционному составу, имеет влажность 95...96 %, слабокислую реакцию среды, в значительной степени насыщен микроорганизмами (в том числе патогенными), содержит яйца гельминтов.

Активный ил из вторичных отстойников по фракционному составу намного однороднее осадка первичных отстойников: около 98 % частиц ила имеют размер менее 1 мм. Влажность активного ила составляет 99,6...99,8 %. Хлопья ила, состоящие из большого числа многослойно расположенных микробиальных клеток, заключенных в слизь, обладают очень развитой удельной площадью поверхности: около 100 м<sup>2</sup> на 1 г сухого вещества. Ил может быть заражен яйцами гельминтов. Осадки плохо отдают воду и относятся к категории труднофильтрующихся иловых суспензий [4—6].

При исследовании видового состава микрофлоры было обнаружено, что в сточной воде и активном иле аэротенков городских ОСК встречаются автотрофные (реже фототрофы, чаще хемотрофы) и гетеротрофные микроорганизмы [7].

**Анализ технологических решений.** При предъявлении повышенных требований к срокам окупаемости проектов утилизации осадков с очистных сооружений и сокращению территорий иловых площадок наиболее дешевым является метод компостирования. Капитальные и эксплуатационные затраты в 2,5...5,0 раз ниже, чем при применении других технологий.

Метод компостирования обезвоженных осадков является окупаемым за счет продажи компоста, являющегося дешевой альтернативой другим органическим и минеральным удобрениям. При компостировании используется 100 % осадка и не образуются побочных продуктов, требующих дальнейшей утилизации [8].

Недостатком метода для Астраханского региона является лимит площадей, где надлежит производить перемешивание ила с отходами в штабелях и использование какого-то объема бытовых отходов, при совместном разложении которых увеличивается нагрузка на атмосферный воздух.

Альтернативой полевому компостированию в рамках капитального ремонта водопроводных и канализационных сооружений, сетей и оборудования, планируемого ежегодно, МУП «Астрводоканал» предлагается внедрить комплексную технологию обработки осадков обезвоживанием методом кавитации и детоксикацией тяжелых металлов с применением гуминовых препаратов.

Метод детоксикации осадка сточных вод гуминовыми реагентами («Эко Органика» и «Ускоритель ферментации УФ-1») до получения органоминерального удобрения производится согласно запатентованной технологии ООО НПФ «Уральские промышленные технологии» [9].

ООО «ЭКОТЕХ-МОСКВА» был разработан гидродинамический кавитационный генератор, обеспечивающий образование кавитационного поля, необходимого для дезинтеграции содержащихся в остаточном иле микроорганизмов при высокой производительности до 100 м<sup>3</sup>/ч. Основные технические характеристики генератора приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

*Технические характеристики кавитационного генератора [10]*

| Показатели                            | Единицы измерения | Значения показателей |
|---------------------------------------|-------------------|----------------------|
| Производительность по исходной пульпе | м <sup>3</sup> /ч | 100                  |
| Частота вращения приводного вала      | мин <sup>-1</sup> | 3000                 |
| Мощность двигателя                    | кВт               | 110                  |
| Масса                                 | т                 | 1,5                  |
| Габаритные размеры                    | м                 | 1,8 × 0,8 × 0,7      |

Генератор устанавливается в неотапливаемом помещении или под навесом на площадке с твердым покрытием и организованным отводом поверхностного стока.

Обработка осадков на гидродинамическом кавитационном аппарате приводит к изменению целого ряда свойств: увеличивается способность влагоотдачи, что позволит значительно сократить или исключить применение дорогостоящих реагентов на стадии обезвоживания.

В соответствии с ГОСТ 17.4.3.07.2001 и Рекомендациями по использованию осадков городских сточных вод в земельном строительстве и сельском хозяйстве в случае отсутствия в осадках тяжелых металлов обеззараженный и обезвоженный осадок подлежит вывозу потребителю для использования в качестве удобрения.

Детоксикация осадка гуминовыми реагентами позволяет получить органоминеральное удобрение, соответствующее по санитарно-бактериологическим и паразитологическим показателям (наличию/отсутствию патогенной микрофлоры, яиц гельминтов) и содержанию органических и неорганических загрязнителей требованиям к охране окружающей среды. Получаемое органоминеральное удобрение стабилизировано: не гнивает и не издает неприятного запаха. Применяемые реагенты естественны для природной экосистемы, не образуют токсичных соединений в почве и воде, не загрязняют атмосферу, не оказывают негативного влияния на растительный и животный мир даже при больших объемах внесения [9].

Получение органоминерального удобрения осуществляется в следующей последовательности: 1) детоксикация осадка сточных вод (ОСВ) его обработкой гуминовым реагентом в количестве 0,3...10,0 масс. % на сухое вещество ОСВ при перемешивании; 2) обработка продукта детоксикации ОСВ гуминовым реагентом, препаратом биологически активных микроорганизмов в количестве 0,05...1,00 л на тонну сухого вещества ОСВ.

В качестве гуминового реагента предлагается препарат «Эко Органика», изготовленный в соответствии с ТУ 0392-001-99118391—2006 [9]. Жидкое удобрение «Эко Органика» относится к комплексным органоминеральным удобрениям. В качестве препарата (консорциума) биологически активных микроорганизмов применяется средство для биодegradации (обезвреживания) навоза и помета «Ускоритель ферментации УФ-1», изготовленный в соответствии с ТУ 9291-008-004923742007. Он состоит из взвеси живых культур, обитающих в почве, на физиологическом растворе.

Обработка ОСВ реагентом «Эко Органика» производится смешением в емкости автобетоносмесителя (АБС), куда загружают 30 л рабочего раствора реагента «УФ-1» на 1 т ОСВ, что соответствует 0,7 массовому % реагента на сухое вещество ОСВ. Перемешивание до образования однородной массы производится по пути следования к технологической площадке.

Под технологическую площадку складирования обрабатываемого осадка можно использовать одну-две существующие иловые карты с непроницаемым основанием. Бурты выгружаемой из автобетоносмесителя массы высотой 1 м обрабатываются методом дождевания рабочим раствором реагента «УФ-1». Оптимальный расход раствора реагента принимают 15 л/м<sup>2</sup>, что соответствует 0,05 л реагента на 1 т сухого вещества ОСВ. Затем бурты с помощью грейдера переворачивают два раза, после чего укрывают полиэтиленовой пленкой с заделом концов в элементы обваловки [9].

Контроль процесса осуществляется замерами температуры внутри бурта периодичностью один раз в сутки. Численность микроорганизмов контролируют по истечении 3 сут после формирования бурта и далее еженедельно до окончания процесса. Плановая продолжительность процесса детоксикации изменяется от 15 до 90 сут (в зависимости от времени года).

**Результаты предлагаемой модернизации.** Сроки обработки и утилизации осадка с ОСК составляют от 20—30 дней до трех месяцев, а качество образующегося удобрения и гарантированная безопасность для почвогрунтов позволяют заменить традиционные токсичные минеральные удобрения при озеленении древесно-кустарниковой растительностью парковых зон, скверов, аллей, придорожных полос. В результате достигается следующий эффект:

- снижается площадь иловых карт при неизменном объеме формируемого осадка в десятки раз;

- исчезает необходимость строительства метатенков для сбрасывания сточных вод;

- метод детоксикации обезвоженного осадка гуминовыми реагентами снижает выбросы токсичных серосодержащих и ароматических углеводородных веществ в атмосферу от естественного разложения органики в осадках на иловых площадках, т. е. приводит к оздоровлению санитарной зоны сооружений;

- при применении комплексного метода процесс обезвоживания сокращается, и на иловую площадку поступает уже осадок, готовый для детоксикации;

- специалисты районных администраций, занимающиеся озеленением, могут заменить дорогие минеральные удобрения органическим при подкормке древесно-кустарниковой растительности городских зеленых зон на загрязненных и запущенных городских урбаноземах;

снижаются затраты на аналитический контроль активного ила для подтверждения его нетоксичности и безопасности перед внесением в почву в качестве удобрения;

исчезает необходимость эксплуатации дорогостоящего насосного оборудования и илопроводов, перекачивающих осадки на иловые карты.

На вновь застраиваемой городской территории зеленые зоны разбиваются на техногенных насыпных грунтах, по качественному составу не отвечающих нормам плодородия, зачастую засоленных. Использование получаемого удобрения возможно в максимальных количествах внесения — до 30 т/га, что при соответствующем поливе на начальном этапе позволит сформировать почвенный плодородный слой под молодыми саженцами в течение первого года согласно ГОСТ Р 17.4.3.07—2001 и [11].

В интересах городских властей обеспечить формирование и эффективное развитие на территории элементов муниципальной инновационной системы — инновационного процесса обработки осадка на очистных сооружениях канализации, что будет содействовать социально-экономическому развитию коммунального хозяйства и повышению качества жизни населения [12].

**Выводы и рекомендации.** Городские канализационные стоки очищаются на четырех сооружениях с последующим сбросом в р. Волгу и протоку Прямая Болда. Осадок из первичных отстойников и избыточный ил откачиваются на иловые площадки, где обезвоживается и сбраживается естественным образом в течение длительного периода (3—4 года). Система обработки и утилизации осадков отсутствует<sup>4</sup>.

При выделении финансирования на реконструкцию городских очистных сооружений канализации наиболее предпочтительным и инновационным методом обезвоживания и обеззараживания осадка до полноценного органоминерального удобрения является комплексный метод с использованием гидродинамического кавитогенератора и детоксикацией гуминовыми реагентами.

Сроки обработки и утилизации осадка с ОСК составляют от 20—30 дней до трех месяцев, а качество образующегося удобрения и гарантированная безопасность для почвогрунтов позволяют заменить традиционные токсичные минеральные удобрения при озеленении древесно-кустарниковой растительностью урбаноземов парковых зон, скверов, аллей, придорожных полос. В результате ожидается высокий экономический эффект, модернизируется схема обращения с отходами предприятий городского хозяйства.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курмангалиева А. Р., Тажетдинова Н. С. Геохимия токсичных металлов в системе // Геориск. 2015. № 1. С. 45—51.
2. Мартынова М. В. Формы нахождения марганца, их содержание и трансформация в пресноводных отложениях // Экологическая химия. 2012. № 21(1). С. 38—52.
3. Долина Л. Ф. Современная техника и технологии для очистки сточных вод от солей тяжелых металлов : моногр. Днепропетровск : Континент, 2008. 254 с.
4. ИТС 10—2015. Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоснабжения поселений, городских округов. М. : Бюро НДТ, 2015. 377 с.
5. Применение обработанных химическими реагентами осадков городских сточных вод в качестве удобрений. Владимир, 1986. 31 с.

<sup>4</sup> URL: [https://astrvodokanal.ru/viewpage.php?page\\_id=63](https://astrvodokanal.ru/viewpage.php?page_id=63)

6. Рекомендации по использованию сброженного осадка сточных вод южной части города Волгограда в качестве органических удобрений. М., 1984. 12 с.
7. Гурьева М. С. Геоэкологические проблемы качества водных ресурсов и их рационального использования (на примере Астраханской области) : дис... канд. географ. наук. Астрахань : АГУ, 2010. 171 с.
8. Рекомендации по использованию осадков городских сточных вод в земельном строительстве и сельском хозяйстве. Ленинград, 1987. 29 с.
9. Способ получения органоминерального удобрения : пат. на изобретение RU2426713 С1 от 11.05.2010 г. / Т. В. Неваленова, В. И. Сафарова, И. Р. Галинуров, Е. С. Карева, К. А. Сергейчева ООО НПФ «Уральские промышленные технологии».
10. Скворцов Л. С., Коньгин А. А. Комплексная обработка осадков с целью их утилизации // Водоснабжение и канализация. 2012. № 3—4. С. 81—88.
11. Бухарина И. Л., Журавлева А. Н., Большова О. Г. Городские насаждения: экологический аспект. Ижевск : Изд-во Удмурт. ун-та, 2012. 206 с.
12. Палкина М. В., Палкин А. Ю. Концепция инновационной системы муниципального образования // Вестник АГУ. Сер. : Экономика. 2016. № 1. URL: [http://vestnik.astu.org/Content/UserImages/file/economics\\_2016\\_1/10.pdf](http://vestnik.astu.org/Content/UserImages/file/economics_2016_1/10.pdf)

© Курмангалиева А. Р., Набиев Р. А., 2018

Поступила в редакцию  
в июне 2018 г.

Ссылка для цитирования:

Курмангалиева А. Р., Набиев Р. А. Модернизация технологии переработки осадка на канализационных очистных сооружениях г. Астрахани // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 113—122.

Об авторах:

**Курмангалиева Аида Робертовна** — канд. геол.-минерал. наук, доцент кафедры строительства, Астраханский государственный технический университет. Российская Федерация, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, [kraida64@mail.ru](mailto:kraida64@mail.ru)

**Набиев Рамзан Абдулмуминович** — д-р экон. наук, профессор, директор института градостроительства, Астраханский государственный технический университет. Российская Федерация, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, [nabiev56@list.ru](mailto:nabiev56@list.ru)

**Aida R. Kurmangalieva, Ramzan A. Nabiev**

**Astakhan' State Technical University**

## MODERNIZATION OF SLUDGE PROCESSING TECHNOLOGY IN SEWAGE TREATMENT FACILITIES IN ASTRAKHAN

The problem of utilization of accumulated precipitation from silt areas with minimal economic costs is relevant to a large number of utilities, which is associated with a reduction in production areas and their involvement in a more rational mode of use. When allocating funding for the modernization of urban sewage treatment facilities, the most preferred is the complex sludge treatment technology using a hydrodynamic kavitogenerator and subsequent detoxication with humic reagents. The resulting compost can be widely used as an organomineral fertilizer in the greening of urban areas.

**Key words:** aerotank metatank, flocculant, carcinogens, hydraulic cavitation, compost, mesophilic, urban ground.

*For citation:*

Kurmangalieva A. R., Nabiev R. A. [Modernization of sludge processing technology in sewage treatment facilities in Astrakhan]. *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], 2018, iss. 53(72), pp. 113—122.

*About authors:*

**Aida R. Kurmangalieva** — Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Docent of Construction Department, Astakhan' State Technical University. 16, Tatishcheva St., Astrakhan', 414056, Russian Federation, kraida64@mail.ru

**Ramzan A. Nabiev** — Doctor of Economics, Professor, the Head of Construction Institute, Astakhan' State Technical University. 16, Tatishcheva St., Astrakhan', 414056, Russian Federation, nabiev56@list.ru

УДК 66.067.36

**Н. А. Меренцов<sup>а</sup>, С. А. Бохан<sup>б</sup>, В. Н. Лебедев<sup>б</sup>, А. В. Персидский<sup>а</sup>, В. А. Балашов<sup>а</sup>**

<sup>а</sup> *Волгоградский государственный технический университет*

<sup>б</sup> *ЛУКОЙЛ-Инжиниринг ВолгоградНИПИморнефть*

<sup>а</sup> *АО «Федеральный научно-производственный центр „Титан-Баррикады“»*

## **СИСТЕМА ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО СБОРА, ПЕРЕРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ ТРАВИЛЬНЫХ И ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ И ШЛАМОВ**

Предложен подход к централизованному сбору, переработке и утилизации отработанных травильных и гальванических растворов и шламов, ориентированный на малотоннажные металлургические производства и цеха, с представленной технологической схемой, использующей блок проточных фильтров.

**Ключевые слова:** фильтрование, сточные воды, гальванические растворы, малотоннажные предприятия, металлургические цеха.

Одной из задач промышленного производства является исключение или значительное снижение вредного воздействия на окружающую среду. Одним из таких воздействий на окружающую среду является загрязнение водоемов сточными водами, среди которых есть и такие, которые образуются на металлургических предприятиях, заводах по производству труб, стальных канатов, проволочных и других изделий из металла, на предприятиях, имеющих травильные и гальванические производства, которые содержат соли железа, меди, никеля и других металлов. На крупных предприятиях, производство которых связано с травлением стали и гальваническими процессами, как правило, осуществляется очистка сточных вод, а оборотное водоснабжение от вредных компонентов, попадающих в водные растворы. Образующиеся при этом шламы обезвоживаются и направляются на специальные полигоны для хранения или на этих же предприятиях подвергаются дополнительной переработке, позволяющей превратить их в полезные товарные продукты или сырье для других производств, таких как сельское хозяйство, строительство, химическая промышленность, производство железоксидных пигментов.

Однако наряду с крупными существуют и небольшие предприятия, и производства, использующие травильные и гальванические процессы. Незначительные травильные и гальванические отделения могут иметь и некоторые крупные промышленные предприятия. На таких предприятиях накапливаются небольшие объемы металлосодержащих отходов, переработка и утилизация которых оказывается экономически нецелесообразной [1].

В настоящее время в связи с изменением структуры промышленного производства и развитием среднего и малого бизнеса следует ожидать увеличения количества небольших производств, связанных с металлообработкой, и соответствующего увеличения объема отработанных металлосодержащих растворов и твердообразных шламов. Очевидно, что в таких условиях становится целесообразным с целью обеспечения охраны природы и исключения вредного воздействия на природные водные ресурсы сточных вод, содержащих соли различных металлов, создавать в пределах города или его промыш-

ленной зоны систему централизованного сбора, обработки и утилизации отработанных травильных и гальванических растворов и металлов, образующихся на предприятиях в малых объемах [1, 2].

Поступающие на переработку от разных предприятий отработанные травильные и гальванические растворы, их смеси и шламы будут иметь различный химический состав и загрязнены посторонними примесями, шламы могут быть как структурированными, так и твердообразными. Поэтому поступающее на переработку сырье должно быть рассортировано по химическому составу и агрегатному состоянию. В зависимости от химического состава и агрегатного состояния технология переработки отдельных групп сырья, выделенных при его сортировке, будет разной, различным будет и ассортимент конечных продуктов при глубокой переработке разного по составу и свойствам исходного сырья. Вследствие этого производство по переработке и утилизации металлосодержащих растворов и шламов, функционирующее в условиях централизованной системы, является многоассортиментным.

В крупнотоннажных технологических установках, ориентированных на непрерывное производство монопродуктов, наиболее оптимальной является линейная комплектация технологического оборудования, соответствующая порядку технологических операций, как наиболее компактная и удобная для синхронизации, регулирования и управления процессом перемещения перерабатываемых продуктов и широкого использования автоматизации производственного процесса. В многоассортиментном производстве технологические процессы отличаются количеством и видами технологических операций, номенклатурой требуемого технологического оборудования, объемами производственных ассортиментных продуктов и длительностью их производственного цикла, вследствие чего имеет место одновременное параллельное производство разнообразных продуктов с перекрестным использованием периодически работающего оборудования. Такие условия требуют для многоассортиментного производства отличной от крупнотоннажной формы организации химико-технологических систем. Главными факторами, определяющими в каждом отдельном случае структуру многоассортиментного производства, являются такие, как:

технологическая направленность производства;

высокое использование типовых технологических процессов и типового и стандартного оборудования;

применение оборудования способного работать в широком диапазоне изменения технологических параметров, таких как производительность, температура, давление и другие.

На рис. 1 представлена принципиальная схема производственной структуры предприятия по централизованному сбору, переработке и утилизации отработанных травильных растворов и их шламов.

Работа предприятия рассматривается в предположении, что для технологической установки в качестве рабочей используется технология и технологические схемы, рассмотренные в работе [3]. В состояние предприятия входят:

служба сбора и транспортировки исходного сырья (отработанные травильные и гальванические растворы и их шламы) от территориальных предприятий-поставщиков на предприятие по его переработке;

парк емкостей и контейнеров накопителей, заполненных исходным сырьем с близким химическим составом, определяемым при поступлении сырья в парк;

технологическая установка по переработке исходного сырья;

склад готовой продукции.

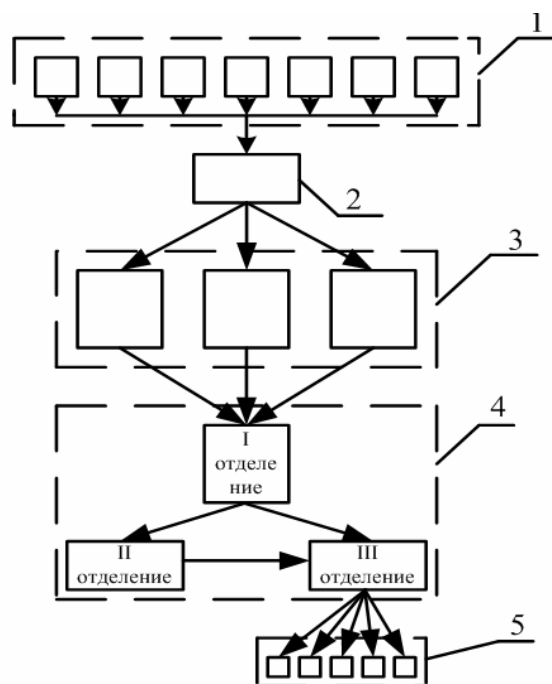


Рис. 1. Схема производственной структуры предприятия по централизованному сбору, переработке и утилизации отработанных травильных и гальванических растворов и шламов: 1 — предприятия-поставщики исходного сырья; 2 — лаборатория химического анализа поступающего сырья; 3 — парк емкостей и контейнеров накопителей растворов и шламов, сортированных по химическому составу; 4 — технологическая установка по переработке исходного сырья; 5 — склад готовой товарной продукции

Работоспособность предприятия во многом зависит от выбранного способа и технологической схемы его реализации. Известно множество вариантов технологии по переработке металлосодержащих отходов. Описание большого количества способов и схем переработки таких отходов рассмотрено в работе [4]. Однако среди них нет такой схемы, которая могла бы быть принята в качестве типовой или хотя бы стать базовой для технологической установки централизованной системы переработки таких отходов, и можно определить только некоторые признаки, которым она должна соответствовать. Одним из таких признаков является требование, предъявляемое к структуре технологической схемы для переработки отходов, которая бы позволяла размещать группы технологически совместного оборудования в территориально разбросанных внутрицеховых производственных отделениях, чем создаются благоприятные условия для осуществления логистических процедур, быстрой перенастройки аппаратов на выпуск нового продукта, упрощения их обслуживания и повышения коэффициента использования технологического

оборудования. В наибольшей степени этому требованию может соответствовать предложенная и подробно рассмотренная в работе [4] технологическая схема, предназначенная для переработки и утилизации олово-, никель-, медь-, железосодержащих отходов гальванического производства.

Нами предложена конструкция проточного фильтра (рис. 2), которая может получить очень широкое промышленное применение, особенно в металлургической, химической, экологической, медицинской и других отраслях промышленности [5—11].

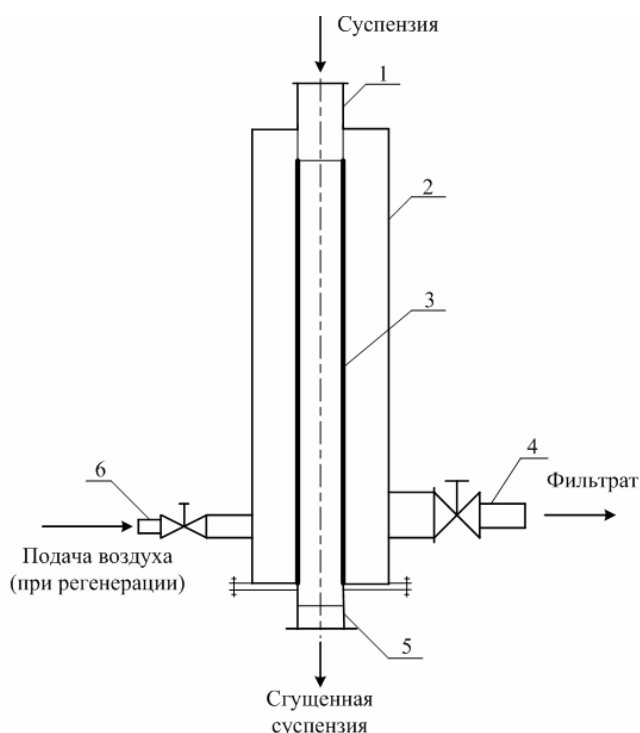


Рис. 2. Схема конструкции проточного фильтра: 1 — патрубок для подачи суспензии; 2 — корпус; 3 — фильтровальная перегородка; 4 — патрубок для отвода фильтрата; 5 — патрубок для отвода сгущенной суспензии; 6 — патрубок для подачи воздуха

Задачей устройства является работа в многотоннажном производстве, обеспечивающем получение больших объемов очищенной суспензии. Так как проточный фильтр не может иметь больших габаритных размеров из-за того, что суспензия, протекающая в центре перфорированной трубы, не будет качественно очищаться, для качественной очистки используется блок проточных фильтров (рис. 3), работу которых можно регулировать с помощью кранов в зависимости от требуемой производительности.

Значительная часть конструкций, предназначенных для фильтрации жидкостей, основана на принципе пропускания очищаемой суспензии под давлением через пористую фильтрующую поверхность с образованием осадка. Последний создает основное сопротивление фильтрации, требует периодического удаления и в конечном счете приводит к снижению производительности фильтров и к снижению качества получаемой продукции. Предлага-

гаемый фильтр саморегенирующийся. При снижении качества фильтрации в установку подается воздух через патрубок 6.

Проточный фильтр для разделения суспензий работает следующим образом. Во входной патрубок 1 подается исходная суспензия. Жидкость стекает по патрубку и очищается через перфорированную металлокерамическую фильтровальную перегородку 3. Образовавшийся фильтрат отводится через патрубок 4, сгущенная суспензия выходит через отводной патрубок 5. При снижении качества очищенной жидкости через патрубок 6 подается воздух.

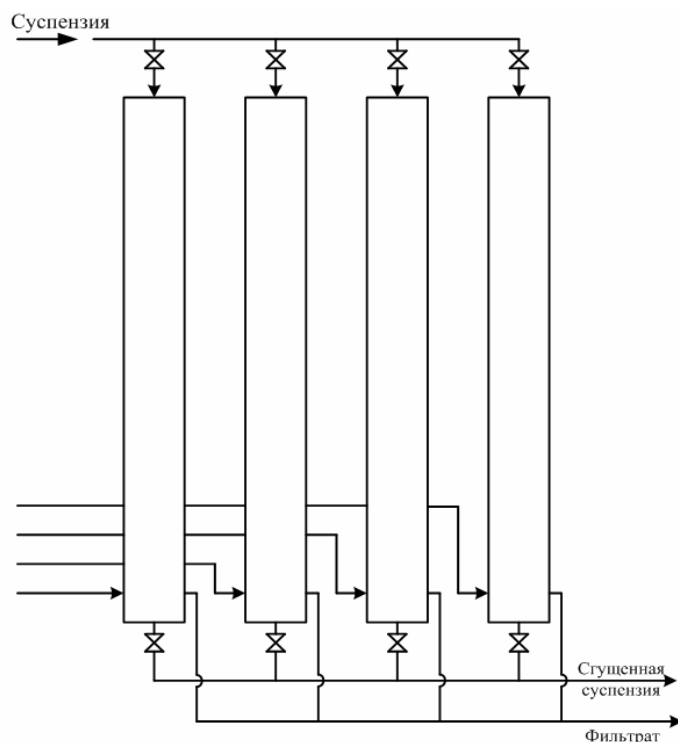


Рис. 3. Схема блока проточных фильтров

Применение отходов производств, попутных и вторичных продуктов — огромный резерв экономии природного сырья. Переработка отходов в 2...3 раза дешевле, чем концентратов, получаемых из природного сырья и минералов [3, 4, 12]. В связи с этим применение эффективных технологий по переработке образующихся на предприятиях металлургии промышленных отходов является одной из важнейших задач.

Гальванические цеха и отделения относятся к одному из наиболее опасных с экологической точки зрения производств. Образующиеся в результате технологических операций отработанные травильные растворы (ОТР) и промывные воды при сбрасывании без должной степени очистки наносят непоправимый вред окружающей среде, и в первую очередь водным объектам.

Как правило, отработанные электролиты, содержащие соли тяжелых металлов, и травильные растворы гальванического производства смешивают, подвергая обработке гидроксидом кальция или другими реагентами [4, 13]

без утилизации компонентов. Этот процесс неэффективен и неэкономичен, так как скорость осаждения металлов низка, а сульфат кальция в виду его достаточной растворимости [4, 13] осаждается не полностью.

В результате получают шлам из гидроксидов металлов и сульфата кальция, который складывается на поверхности и в недрах Земли и является стабильным источником загрязнения окружающей среды, что приводит практически к потере металлосодержащего сырья и отчуждению земель за счет сооружения шламонакопителей. Любой шламонакопитель является стабильным источником загрязнения окружающей среды, так как из него атмосферные осадки, поверхностные и подземные воды вымывают токсические вещества.

Большинство существующих технологий очистки сточных вод гальванических производств, применяемых на отечественных и зарубежных машиностроительных предприятиях, основаны на использовании реагентного метода очистки и реализованы в виде станций нейтрализации [4, 12, 13].

Вместе с тем применение реагентного метода затруднено без дополнительной доочистки сточных вод до предельно допустимых концентраций (ПДК), позволяющих сбрасывать эти воды в рыбохозяйственные водоемы, или до допустимых вредных показателей (ДВП) загрязняющих веществ для сброса в городскую канализацию, поскольку требования, предъявляемые к очищенным сточным водам, в последнее время существенно повысились.

Кроме того, традиционной технологии нейтрализации гальванических сточных вод реагентным методом присущи следующие недостатки:

- громоздкость оборудования;
- значительный расход реагентов;
- дополнительное загрязнение сточных вод продуктами нейтрализации;
- сложность возврата в оборотный цикл очищенной воды из-за повышенного солесодержания.

Образующиеся в результате реагентной очистки осадки представляют собой рыхлые, сильно обводненные и плохо обезвоживаемые шламы. Это усложняет и удорожает их дальнейшую обработку и утилизацию. В связи с этим возникает необходимость разработки и применения новых технологических методов с целью достижения необходимого эффекта очистки сточных вод.

Нами предложена технологическая схема по переработке металлосодержащих шламов, которая состоит из трех стадий переработки. Каждая стадия имеет собственное целевое назначение и укомплектована технологически совместимым оборудованием, расположенным на территориально определенных для каждого отделения внутрицеховых площадках.

Первичная переработка исходного сырья (первое отделение) предназначена для его подготовки к глубокой переработке (рис. 4). Путем расчетной обработки исходного сырья из него удаляют балластные вещества в виде водонерастворимых шламов сульфата кальция и кремнезема водного раствора и гидроксидамония, которые направляют на сушку и упаривание, а полученный при этом обезвоженный шлам, который состоит из смеси гидроксидов металлосодержащих веществ, направляется на глубокую переработку.

На стадии глубокой переработки (второе отделение) в результате реагентной обработки шлама, состоящего из смеси гидроксидов металлов, получают суспензии, содержащие гидроксиды металлов, одни из которых входят в водные растворы дисперсной среды, а другие образуют нерастворимую в

воде дисперсную фазу. После разделения суспензий водные растворы гидроксидов металлов направляются на упаривание с дальнейшей сушкой продуктов упаривания, а дисперсная фаза — на сушку или прокаливание.

Упаривание водных растворов (третье отделение) гидроксидов металлов и гидроксида алюминия, полученных на стадиях первичной и глубокой переработки, и сушка продуктов упаривания, прокаливание шлама гидроксида железа и его металлов являются финишными технологическими операциями.

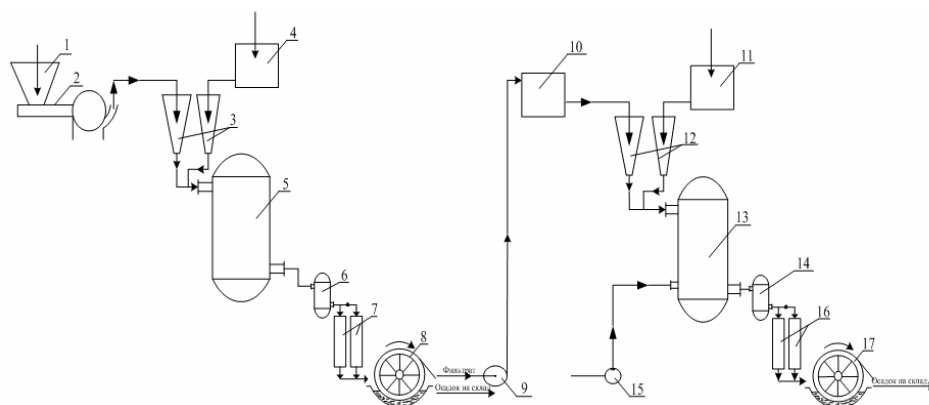


Рис. 4. Технологическая схема первого отделения: 1 — сборник; 2 — молотковая дробилка; 3 — мерники; 4, 10 — сборники; 5, 13 — реактор с мешалкой; 6, 14 — теплообменники; 7, 16 — фильтры-сгустители; 8, 17 — барабанный фильтр; 9 — насос, 15 — компрессор

Конечными продуктами являются получаемые в дисперсной форме сульфат кальция, кремнезем, сульфат алюминия, оксид железа, комплексы меди, никеля и олова [3, 4].

Технологическая схема первого отделения работает следующим образом. Шлам из сборника 1 подают в молотковую дробилку 2 для измельчения, после чего измельченный продукт подают в мерник 3А. В мерник 3Б из сборника 4 поступает серная кислота. Реагенты из мерников 3А и 3Б в необходимых количествах подают в реактор 5. Реакционную смесь перемешивают мешалкой с электроприводом. По завершении реакции продукт в виде раствора и нерастворимых примесей (сульфат кальция, кремнезем) выпускают из реактора 5 через проточные фильтры-сгустители 7 на барабанный фильтр 8. Фильтрат насосом 9 направляют в сборник 10, а влажный шлам с нерастворимыми примесями отвозят на склад.

Таким образом, считаем очень перспективной систему централизованного сбора, переработки и утилизации отработанных травильных и гальванических растворов и шламов, особенно в условиях малотоннажных многономенклатурных производств и цехов металлургической и смежных отраслей промышленности, так как осуществить полноценную качественную очистку стоков для такого рода предприятий собственными силами и осуществлять полноценный контроль над этими процессами не представляется возможным.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Меренцов Н. А., Голованчиков А. Б., Балашов В. А. Автономные системы оборотного водоснабжения для малотоннажных химических производств // Известия ВолгГТУ. Сер. : Реология, процессы и аппараты химической технологии. 2011. Вып. 4. № 1. С. 102—104.

2. *Верещагина Л. М., Швецов В. Н.* Разъяснение отдельных положений рекомендаций по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий // Водоснабжение и санитарная техника. 2016. № 1. С. 50—58.
3. Очистка сточных вод гальванического производства от цинка / И. А. Вайнштейн, А. И. Бабина, Г. А. Куденко, И. М. Шабельник // Водоснабжение и санитарная техника. 1994. № 7. С. 35—37.
4. *Виноградов С. С.* Экологически безопасное гальваническое производство. М. : Глобус, 1998. 302 с.
5. *Жужиков В. А.* Фильтрация. Теория и практика разделения суспензий. М. : Химия, 1971. 440 с.
6. Имитационное моделирование проточного фильтрования / Н. А. Меренцов, С. А. Бохан, В. Н. Лебедев, В. А. Балашов, А. Б. Голованчиков // Вестник ВолгГАСУ. Сер. : Стр-во и архит. 2018. № 51(70). С. 140—149.
7. *Кузнецов Н. А., Балашов В. А., Федянина Д. А.* Математическая модель гидродинамики отдельного каталитического реактора // Известия ВолгГТУ. 2012. № 1(88). С. 75—78.
8. *Golovanchikov A. B., Balashov V. A., Merentsov N. A.* The filtration equation for packing material // Chemical and Petroleum Engineering. 2017. Vol. 53. No. 1—2. Pp. 10—13.
9. *Милова Д. А., Балашов В. А., Голованчиков А. Б.* Определение расхода жидкости при фильтрационном течении жидкости в плоском канале // Известия ВолгГТУ. Сер. : Реология, процессы и аппараты химической технологии. 2011. Вып. 4. № 1(74). С. 9—12.
10. *Мурзенков Д. С., Балашов В. А.* Исследование проточного фильтрационного течения // Инновационные наукоемкие технологии: теория, эксперимент и практические результаты : докл. Международ. практ. конф. / Под общ. ред. чл.-кор. РАН В. П. Мешалкина. Тула : Изд-во ТулГУ, 2010. 103 с.
11. *Приказчикова Е. А., Балашов В. А., Шишлянников В. В.* Течение в плоском канале с проницаемыми стенками // Известия ВолгГТУ. Сер. : Реология, процессы и аппараты химической технологии. 2009. Вып. 2. № 1(49). С. 16—17.
12. *Бент И. О., Галецкий Л. С.* Перспективы получения цветных и редких металлов из технологических отходов. Киев : Знание, 1994. 30 с.
13. *Бесчастнов М. В.* Взрывобезопасность и противопожарная защита химико-технологических процессов. М. : Химия, 1983.

© Меренцов Н. А., Бохан С. А., Лебедев В. Н., Персидский А. В., Балашов В. А., 2018

Поступила в редакцию  
в июне 2018 г.

Ссылка для цитирования:

Система централизованного сбора, переработки и утилизации отработанных травильных и гальванических растворов и шламов / Н. А. Меренцов, С. А. Бохан, В. Н. Лебедев, А. В. Персидский, В. А. Балашов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 123—131.

Об авторах:

**Меренцов Николай Анатольевич** — канд. техн. наук, доцент кафедры процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400005, г. Волгоград, пр-т Ленина, 28, [steeples@mail.ru](mailto:steeples@mail.ru), [pahp@vstu.ru](mailto:pahp@vstu.ru)

**Бохан Светлана Андреевна** — инженер, филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг ВолгоградНИПИ-морнефть». Российская Федерация, г. Волгоград, пр-т им. В. И. Ленина, 96, [oilproject@lukoilmn.ru](mailto:oilproject@lukoilmn.ru)

**Лебедев Виталий Николаевич** — инженер, филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг ВолгоградНИПИ-морнефть». Российская Федерация, Волгоград, пр-т им. В. И. Ленина, 96, [oilproject@lukoilmn.ru](mailto:oilproject@lukoilmn.ru)

**Персидский Александр Владимирович** — инженер-конструктор, ФНПЦ «Титан-Баррикады». Российская Федерация, 400071, г. Волгоград, [a-persidsky@yandex.ru](mailto:a-persidsky@yandex.ru)

**Балашов Вячеслав Александрович** — канд. техн. наук, доцент кафедры процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400005, г. Волгоград, пр-т Ленина, 28, [pahp@vstu.ru](mailto:pahp@vstu.ru)

**Nikolai A. Merentsov<sup>a</sup>, Svetlana A. Bokhan<sup>b</sup>, Vitalii N. Lebedev<sup>b</sup>,  
Aleksandr V. Persidskii<sup>c</sup>, Vyacheslav A. Balashov<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> *Volgograd State Technical University (VSTU)*

<sup>b</sup> *LUKOIL-Engineering VolgogradNIPImorneft*

<sup>c</sup> *Titan-Barrikady*

## **SYSTEM FOR CENTRALISED COLLECTION, RECYCLING AND REMOVAL OF WASTE PICKLING AND GALVANIC SOLUTIONS AND SLUDGE**

The article presents an approach to centralised collection, recycling and removal of waste pickling and galvanic solutions and sludge designed for small steel making plants and workshops having the described processes and using flow-through filter blocks.

**Key words:** filtering, waste water, galvanic solutions, small production companies, metal-lurgical workshops.

### *For citation:*

Merentsov N. A., Bokhan S. A., Lebedev V. N., Persidskii A. V., Balashov V. A. [System for centralised collection, recycling and removal of waste pickling and galvanic solutions and sludge]. *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], 2018, iss. 53(72), pp. 123—131.

### *About authors:*

**Nikolai A. Merentsov** — Candidate of Engineering Sciences, Docent of Processes and Instruments of Chemical Productions Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 28, Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russian Federation, [steeples@mail.ru](mailto:steeples@mail.ru), [pahp@vstu.ru](mailto:pahp@vstu.ru)

**Svetlana A. Bokhan** — Engineer, branch of LUKOIL-Engineering VolgogradNIPImorneft. 96, Lenina Ave., Volgograd, Russian Federation, [oilproject@lukoilmn.ru](mailto:oilproject@lukoilmn.ru)

**Vitalii N. Lebedev** — Engineer, branch of LUKOIL-Engineering VolgogradNIPImorneft. 96, Lenina Ave., Volgograd, Russian Federation, [oilproject@lukoilmn.ru](mailto:oilproject@lukoilmn.ru)

**Aleksandr V. Persidskii** — Design engineer, Titan-Barrikady. Volgograd, 400071, Russian Federation, [a-persidsky@yandex.ru](mailto:a-persidsky@yandex.ru)

**Vyacheslav A. Balashov** — Candidate of Engineering Sciences, Docent of Processes and Instruments of Chemical Productions Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 28, Lenin Ave, Volgograd, 400005, Russian Federation, [pahp@vstu.ru](mailto:pahp@vstu.ru)

УДК 502.175:502.3:006.86

**В. Н. Азаров, Е. Ю. Козловцева, А. В. Азаров, Д. Р. Добринский, В. И. Милохова,  
А. Б. Стреляева, И. В. Тertiшников**

**Волгоградский государственный технический университет**

## **О ПРИМЕНЕНИИ ГОСТ Р 56929—2016 ПРИ МОНИТОРИНГЕ ПЫЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ**

В статье обосновано применение ГОСТ Р 56929—2016 «Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Исследование фракционного состава пыли оптическим методом при нормировании качества атмосферного воздуха» для оценки дисперсного состава частиц пыли, присутствующих в атмосферном воздухе, а также в воздухе рабочей зоны производств. Данный стандарт устанавливает методику, которая базируется на микроскопическом анализе мелкодисперсной пыли с использованием микрофотоприставки и персонального компьютера при расчете фракционного состава пыли по размерам пылевых частиц.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** ГОСТ Р 56929—2016, методика, дисперсный состав, атмосферный воздух, загрязняющие вещества, пыль, экология.

Одной из важных проблем экологии является загрязнение воздуха как рабочей зоны производства, так и окружающей среды за счет источников выбросов в атмосферу. Загрязнение воздуха остается проблемой для большинства городов с развитой промышленностью. Наличие предприятий, выделяющих вредные выбросы, даже при высокой эффективности очистных установок существенно влияет на состояние атмосферного воздуха городов.

Одной из главных причин ухудшения качества атмосферного воздуха городской среды является присутствие частиц пыли (твердых взвешенных частиц) природного и антропогенного происхождения.

Образование природных частиц обусловлено такими естественными явлениями и процессами, как космическая пыль, вулканическая активность, пыль, образовавшаяся в результате разрушения горных пород, и др. Образование антропогенных частиц связано с развитием промышленности, сельского и коммунально-бытового хозяйства, транспортной активностью [1]. Мелкодисперсная пыль образуется при различных технологических процессах — производстве материалов, их хранении, транспортировке.

Особую опасность для здоровья людей, по мнению ВОЗ, представляют мелкодисперсные твердые частицы  $PM_{10}$  и  $PM_{2,5}$  (англ. *particulate matter*, сокращ. РМ) с размером до 10 мкм и до 2,5 мкм соответственно [2]. При вдыхании данные частицы проникают в верхние дыхательные пути и легкие, что вызывает повреждение легочной ткани, респираторные и другие заболевания. Пожилые люди, дети, люди с хроническими заболеваниями легких, гриппом или астмой являются наиболее чувствительными к воздействию мелкодисперсных взвешенных частиц.

В связи с этим наиболее важным показателем в решении данного вопроса является определение дисперсного состава пыли и концентрации частиц с содержанием  $PM_{10}$  и  $PM_{2,5}$ . Для оценки степени дисперсности выбросов могут быть использованы различные характеристики, например наименьший и наи-

большой размер частиц, разность между наибольшим и наименьшим размерами, средний размер частиц, удельная поверхность и др. Однако наиболее полно дисперсность характеризуется дисперсным (гранулометрическим, зерновым) составом [3]. Понятие «дисперсность» определяет степень измельчения вещества, мкм. Под дисперсным составом понимают распределение частиц пыли по размерам. Он показывает, из частиц какого размера состоит данная пыль, и содержание или количество частиц в процентах.

Таким образом, очевидна необходимость проведения мониторинга качества воздуха на наличие частиц пыли в воздухе рабочей зоны предприятий промышленности, а также в атмосферном воздухе урбанизированных территорий, так как именно на основе его результатов можно сделать заключения о фракционных концентрациях, в частности  $PM_{10}$  и  $PM_{2,5}$ . Кроме того, имеет значение определение концентраций и дисперсного состава пыли не только в атмосферном воздухе и рабочей зоне производств, но и на источниках выброса в атмосферный воздух.

В настоящее время в Российской Федерации основными нормативами качества атмосферного воздуха являются гигиенические нормативы, устанавливающие предельно-допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в воздухе<sup>1</sup>.

Условия отбора проб атмосферного воздуха и в воздухе рабочей зоны определены в таких документах, как РД 52.04.186—89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» и МУК 4.1.2468—09 «Измерение массовых концентраций пыли в воздухе рабочей зоны предприятий горнорудной и нерудной промышленности» от 02.02.2009 г. № 4.1.2468-09. Продолжительность отбора проб атмосферного воздуха при определении разовых концентраций составляет 20...30 мин в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01—86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов». Между тем данные документы не устанавливают порядок определения концентраций  $PM_{2,5}$  и  $PM_{10}$ , введенных в действие гигиеническими нормативами для взвешенных веществ частиц размером менее 2,5 мкм ( $PM_{2,5}$ ) и для частиц размером менее 10 мкм ( $PM_{10}$ ).

На данный момент утвержденным является ГН 2.1.6.3492—17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений», введенный в действие Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 22.12.2017 г. № 165 (зарегистрировано в Минюсте России 09.01.2018 г. № 49557). В табл. 1 приведены основные характеристики ПДК для взвешенных частиц согласно этому документу.

---

<sup>1</sup> ГН 2.1.6.3467—17. Предельно допустимые концентрации (ПДК) микроорганизмов-продуцентов и компонентов бактериальных препаратов в атмосферном воздухе населенных мест.

ГН 2.1.6.3492—17. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений.

ГН 2.1.6.2309—07. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

Т а б л и ц а 1

*ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений*

| Наименование вещества                    | N CAS | Формула | ПДК, мг/м <sup>3</sup> , |                 | Лимитирующий показатель вредности | Класс опасности |
|------------------------------------------|-------|---------|--------------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|
|                                          |       |         | максимальная разовая     | средне-суточная |                                   |                 |
| Взвешенные вещества <1>                  | —     | —       | 0,5                      | 0,15            | Рез.                              | 3               |
| Взвешенные частицы РМ <sub>10</sub> <2>  | —     | —       | 0,3                      | 0,06 <3>        | Рез.                              | —               |
| Взвешенные частицы РМ <sub>2,5</sub> <4> | —     | —       | 0,16                     | 0,035 <5>       | Рез.                              | —               |

*Примечания:*

<1> — недифференцированная по составу пыль (аэрозоль), содержащаяся в воздухе населенных пунктов. ПДК взвешенных веществ не распространяются на аэрозоли органических и неорганических соединений (металлов, их солей, пластмасс, биологических, лекарственных препаратов и др.), для которых устанавливаются соответствующие ПДК.

<2> — среднегодовая концентрация 0,04 мг/м<sup>3</sup>.

<3> — 99-й процентиль.

<4> — среднегодовая концентрация 0,025 мг/м<sup>3</sup>.

<5> — 99-й процентиль.

Ранее дисперсный состав пыли, выделяющейся в атмосферный воздух, определялся при помощи методик<sup>2</sup>, диапазон измеряемых пылевидных частиц составлял 0,5...100,0 мкм.

В 2016 г. был разработан ГОСТ Р 56929—2016 «Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Исследование фракционного состава пыли оптическим методом при нормировании качества атмосферного воздуха», который позволяет классифицировать мелкодисперсную пыль, присутствующую в атмосферном воздухе, а также в воздухе рабочей зоны. Данный стандарт устанавливает методику, которая базируется на микроскопическом анализе мелкодисперсной пыли с использованием микрофотоприставки и персонального компьютера при расчете фракционного состава пыли по размерам пылевых частиц.

Диапазон измеряемых пылевидных частиц 0,1...250,0 мкм. Методика позволяет проводить определение концентрации пылевых частиц по фракциям 0,1...2,5 мкм; 2,5...10,0 мкм и т. д. Диапазон допустимой концентрации пыли составляет от 0,2 мг/м<sup>3</sup> до 100 мг/м<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Методика выполнения измерений дисперсного состава пыли с применением ПК в атмосферном воздухе и в воздухе рабочей зоны / Утв. Госстандартом РФ от 08.08.2003 г. Волгоград, 2003. С. 1—3.

Методика микроскопического анализа дисперсионного состава пыли с применением персонального компьютера (ПК) // Перечень методик измерений концентраций загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий, допущенных к применению в 2014 году. Волгоград : ПТБ Волгоградгражданстрой ; СПб. : НИИ Атмосфера, 2013.

В данном методе производится отбор проб пыли на фильтр АФА-ВП. Затем определяется масса отобранной пыли гравиметрическим методом, подготавливаются образцы для микроскопического анализа при помощи просветления фильтра на стекле растворителем. При таком способе пылевые частицы находятся в жестко фиксированном положении. Образцы пылевых частиц должны быть достаточно прозрачными.

В начале исследования пыли образцы фотографируют разносторонне. Полученные фотографии рассматривают под микроскопом с увеличением в 200...2000 раз с помощью микрофотоприставки и ПК. Необходимое количество полученных фотографий зависит от полидисперсности пыли. При помощи любого графического пакета, например Adobe PhotoShop, можно получить изображение с фотоаппарата и в дальнейшем обработать его.

*Подготовка фильтров, образцов методом просветления фильтра растворителем, оборудования.* Используемые стандартные фильтры АФА-ВП-10 и АФА-ВП-20 изготавливаются из высокоэффективного гидрофобного фильтрующего материала ФПП-15. Данные фильтры вставляются в защитные бумажные кольца и хранятся в ячейках упаковочного листа.

Перед отбором проб фильтры находятся в открытых пакетах в течение суток в эксикаторе с осушителем — хлоридом кальция. Потом фильтры пинцетом достают из пакета, при помощи аналитических весов взвешивают с точностью до 0,1 мг, затем опять упаковывают в бумажный пакет и на пакете оставляют информацию о номере и массе фильтра. Такие же данные записывают в рабочий журнал. Данные фильтры хранят в сухом помещении при комнатной температуре в условиях, исключающих их загрязнение. Для того чтобы исключить влияние электростатического заряда фильтров на точность взвешивания, сам фильтр покрывают кружочком из алюминиевой фольги, который предварительно взвешен.

Взвешенный фильтр до постоянного веса помещают в защитное кольцо и устанавливают в фильтродержатель. Выбор фильтродержателя зависит от внешних метеорологических условий. При отсутствии ветра (при скорости ветра ниже 1,0 м/с) используют открытый фильтродержатель, при ветре более 1,0 м/с — закрытый фильтродержатель.

Выбор установки фильтра в фильтродержатель зависит от источника запыления. В рабочей зоне фильтр устанавливают в открытый фильтродержатель. В закрытый фильтродержатель устанавливают при отборе пыли, выбрасываемой из организованного источника. Закрытый фильтродержатель тщательно герметизируют и стрелкой показывают направление потока газа. После фильтры доставляют в лабораторию и перед взвешиванием хранят одни сутки в помещении, где будет проводиться взвешивание. Далее фильтры взвешивают два-три раза до постоянного веса.

Подготовленные фильтры после отбора проб подвергаются просветлению. Фильтры АФА укладывают на предметное стекло запыленной стороной к стеклу и, слегка натянув, приклеивают по краям. Далее на фильтр воздействуют парами растворителя ацетона или наносят одну-две капли смеси растворителей. В результате сам фильтр превращается в тонкую прозрачную пленку. Высушивают препарат в течение 2...4 мин при комнатной температуре. Готовые образцы рассматривают под оптическим микроскопом. Непросветленные фильтры хранятся в стеклянных боксах

объемом  $100 \text{ см}^3$  в течение трех месяцев для повторных или арбитражных измерений.

Все оборудование для проведения микроскопического анализа подготавливается согласно инструкции по эксплуатации.

*Выполнение измерений.* Все измерения выполнены в программном комплексе SPOTEXPLORER. Данная программа позволяет производить цифровую обработку черно-белых фотографий в формате Windows Bitmap (\*.bmp), рассчитывать эквивалентный диаметр пылевидной частицы по ее объему, определять количество частиц различного размера. После сканирования изображения определяется дисперсный состав генеральной совокупности пыли.

Все результаты измерений заносят в таблицу. На основе полученных результатов строят дифференциальные и интегральные кривые распределения массы частиц по размерам, откладывая по оси абсцисс значения  $d_{\text{ч}}$ , а по оси ординат — плотность распределения частиц соответствующего размера в процентах. Таким образом определяется дисперсный состав не только генеральной совокупности пыли, но и ее мелкодисперсной составляющей.

Затем происходит цифровая обработка изображения на программном комплексе SPOTEXPLORER V1.0. С помощью этой программы есть возможность работать в пакетном режиме, при этом можно обрабатывать подряд большое количество файлов микрофотографий с эталоном и последующей математической обработкой с возможностью обработки как множество файлов, так и каждого по отдельности. Это достигается за счет эффективного хранения и поиска информации по предметной области. Система содержит ряд основных и вспомогательных процедур, а также совокупность баз данных различного назначения. Кроме того, данный программный комплекс позволяет определить форму пылевидных частиц, произвести расчет коэффициента их сферичности, от которого зависит сопротивление среды относительно движению частицы. Также в программном продукте SPOTEXPLORER V1.0 есть возможность построить интегральные и дифференциальные функции распределения частиц по эквивалентным диаметрам и ряд других характеристик.

На рис. 1 представлен данный программный продукт со всеми его рабочими областями, включающими четыре окна: увеличенное изображение вещества, результаты сканированного изображения (таблица), вторая таблица с результатами, график зависимости процентного содержания частиц вещества от их размера.

*Обработка и оформление результатов измерений.* Результатом сканированного изображения является результат рассмотрения программой каждого пятна.

Вторая таблица с результатами — данные, по которым строится график в вероятностно-логарифмической сетке. Функция  $D(d_{\text{ч}})$  — ось ординат, равна выраженному в процентах отношению массы всех частиц, диаметр которых меньше  $d$ , к общей массе пылевидного материала. Соответственно  $d_{\text{ч}}$  — ось абсцисс, размер частиц.

При графическом способе оформления результатов строятся дифференциальные кривые распределения по размерам, откладывают по оси абсцисс значения  $d_{\text{ч}}$ , а по оси ординат — плотность распределения частиц соответствующего размера в процентах. Также есть возможность оформления результатов анализа в виде интегральных кривых, каждая точка которых показывает

относительное содержание частиц  $D$ , %, размер которых больше или меньше данного размера  $d_q$ , или гистограмм, когда по оси абсцисс откладывают размер частиц, а по оси ординат долю частиц, соответствующих данному интервалу, в процентах или относительных единицах.

Полученные значения для всех интегральных функций распределения общей массы частиц пыли по диаметрам наносятся на логарифмически-вероятностную сетку (рис. 2).

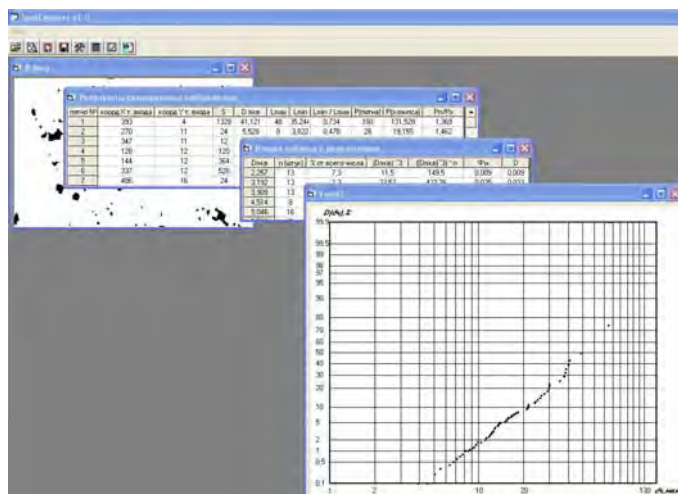


Рис. 1. Интерфейс программы SPOTEXPLORER V1.0

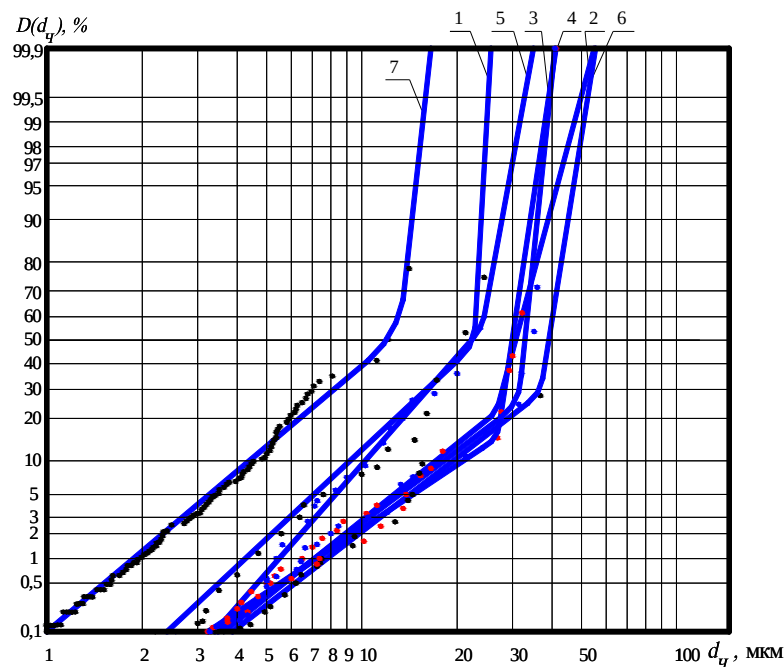


Рис. 2. Интегральные кривые распределения массы по диаметрам частиц  $D(d_q)$  в вероятностно-логарифмической координатной сетке для пыли

Методика, описанная в ГОСТ Р 56929—2016, до его официального утверждения была успешно применена в ряде исследований [1, 4—8], посвященных изучению загрязнения воздушной среды производственных помещений и атмосферного воздуха городских территорий.

**Заключение.** Таким образом, при оценке влияния организованных источников выбросов на запыленность воздуха рабочих и санитарно-защитных зон предприятий, а также при оценке степени загрязнения атмосферного воздуха в целом возможно измерение дисперсного состава и концентрации мелких фракций пыли согласно ГОСТ Р 56929—2016. Результаты оценки позволяют определить необходимость проведения мероприятий по улучшению качества воздуха и их разработки с целью обеспечения экологической безопасности производственной и окружающей природной среды.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Козловцева Е. Ю., Килих Е. О. Источники образования пылевых частиц при исследовании загрязнения воздушной среды помещений общественных зданий // Вестник ВолгГАСУ. Сер. : Стр-во и архит. 2017. Вып. 50(69). С. 235—244.
2. WHO (World Health Organization). Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide Global update 2005. Summary of risk assessment. URL: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/1/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf)
3. Коузов П. А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов. 3-е изд., перераб. Л. : Химия, 1987. 264 с. С. 18—22.
4. Азаров В. Н., Кошкарёв С. А., Николенко М. А. Снижение выбросов систем обеспыливания с использованием дисперсионного анализа пыли в стройиндустрии // Инженерный вестник Дона. 2015. № 1. Ч. 2. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_95\\_azarov.pdf\\_2cedb04647.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_95_azarov.pdf_2cedb04647.pdf)
5. О дисперсном составе пыли в воздушной среде в производстве строительных материалов / В. Н. Азаров и др. // Вестник ВолгГАСУ. Сер. : Стр-во и архит. 2013. № 32(47). С. 256—260.
6. Азаров В. Н., Есина Е. Ю. О дисперсном составе пыли в системах обеспыливающей вентиляции строительных производств // Вестник ВолгГАСУ. Сер. : Стр-во и архит. 2008. Вып. 11. С. 119.
7. Kozlovtsseva E. Yu., Azarov V. N., Stefanenko I. V. Analysis of the dust particles distribution and ventilation as a way to improve indoor air quality // Energy Management of Municipal Transportation Facilities and Transport — EMMFT 2017, 10—13 April 2017 : IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science / Far Eastern State Transport University, Russian Federation. 2017. Vol. 90. 6 p. URL: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/90/1/012025/pdf>
8. Azarov A. V., Zhukova N. S., Kalyuzhina E. A. Environmental and working area dust emission from the gypsum warehouse // Procedia Engineering. Vol. 150 : 2nd International Conference on Industrial Engineering (ICIE-2016) / Ed. by A. A. Radionov. Elsevier publishing, 2016. Pp. 2080—2086.

© Азаров В. Н., Козловцева Е. Ю., Азаров А. В., Добринский Д. Р., Милохова В. И.,  
Стреляева А. Б., Тертишников И. В., 2018

*Поступила в редакцию  
в марте 2018 г.*

*Ссылка для цитирования:*

О применении ГОСТ Р 56929—2016 при мониторинге пылевого загрязнения атмосферного воздуха городских территорий / В. Н. Азаров, Е. Ю. Козловцева, А. В. Азаров, Д. Р. Добринский, В. И. Милохова, А. Б. Стреляева, И. В. Тертишников // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 132—140.

*Об авторах:*

**Азаров Валерий Николаевич** — д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, [ptb2006@mail.ru](mailto:ptb2006@mail.ru)

**Козловцева Елена Юрьевна** — аспирант кафедры безопасности жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, elenakozlovitseva@gmail.com

**Азаров Артем Викторович** — канд. техн. наук, заведующий научной лабораторией кафедры безопасности жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, artazarov@mail.ru

**Добринский Даниил Ражиевич** — аспирант кафедры безопасности жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

**Милохова Валентина Ивановна** — аспирант кафедры безопасности жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, kaf\_bgdvt@mail.ru

**Стреляева Александра Борисовна** — старший преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, kaf\_bgdvt@mail.ru

**Тертишников Игорь Викторович** — канд. техн. наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, kaf\_bgdvt@mail.ru

**Valerii N. Azarov, Elena Yu. Kozlovitseva, Artem V. Azarov, Daniil R. Dobrinskii, Valentina I. Milokhova, Aleksandra B. Strelyayeva, Igor' V. Tertishnikov**

**Volgograd State Technical University (VSTU)**

#### **ABOUT APPLICATION OF GOST R 56929—2016 IN MONITORING DUST POLLUTION OF ATMOSPHERIC AIR OF URBAN TERRITORIES**

The article substantiates the application of GOST R 56929—2016 “Emissions of pollutants into the atmosphere. Investigation of the fractional composition of dust by the optical method for normalizing the quality of atmospheric air” for the estimation of the particle size distribution of dust particles present in the atmospheric air, and also in the air of the working zone of production. This standard establishes a methodology that is based on microscopic analysis of fine dust with the use of a microphotograph and a personal computer in calculating the fractional composition of dust by the size of dust particles.

**Key words:** GOST R 56929—2016, procedure, particle size distribution, atmospheric air, pollutants, dust, ecology.

*For citation:*

Azarov V. N., Kozlovitseva Ye. Yu., Azarov A. V., Dobrinskii D. R., Milokhova V. I., Strelyayeva A. B., Tertishnikov I. V. [About application of GOST R 56929—2016 in monitoring dust pollution of atmospheric air of urban territories]. *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], 2018, iss. 53(72), pp. 132—140.

*About authors:*

**Valerii N. Azarov** — Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Head of Health and Safety in Construction and Municipal Services Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, ptb2006@mail.ru

**Elena Yu. Kozlovitseva** — Postgraduate student of Health and Safety in Construction and Municipal Services Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, elenakozlovitseva@gmail.com

**Artem V. Azarov** — Candidate of Engineering Sciences, Head of University Laboratory of Health and Safety in Construction and Municipal Services Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, artazarov@mail.ru

**Daniil R. Dobrinskii** — Postgraduate student of Health and Safety in Construction and Municipal Services Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, kaf\_bgdvt@mail.ru

**Valentina I. Milokhova** — Postgraduate student of Health and Safety in Construction and Municipal Services Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, kaf\_bgdvt@mail.ru

**Aleksandra B. Strelyaeva** — Senior Lecturer of Health and Safety in Construction and Municipal Services Department, Volgograd State Technical University (VSTU). Russian Federation, 400074, Volgograd, 1, Akademicheskaya St., kaf\_bgdvt@mail.ru

**Igor' V. Tertishnikov** — Candidate of Engineering Sciences, Professor of Health and Safety in Construction and Municipal Services Department, Volgograd State Technical University (VSTU). Russian Federation, 400074, Volgograd, 1, Akademicheskaya St., kaf\_bgdvt@mail.ru

УДК 719:712.2(470.45)

**С. Н. Алаева, И. И. Соколов, Ю. Б. Колышев, Е. И. Мельникова, О. В. Иванова**

*Волгоградский государственный технический университет*

## **МЕТОДОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ ЗОНИРОВАНИЯ ПРИРОДНОГО ПАРКА «ЩЕРБАКОВСКИЙ» ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Статья посвящена градостроительному анализу природного парка «Щербаковский». За основу стратегии преобразования природного парка предлагается принять целенаправленное увеличение природных компонентов с формированием экологического каркаса. Разработаны схемы зонирования памятников природы с определением границ зон с учетом неоднородности территории по таким факторам, как характер градостроительного освоения и характер природных условий. На основе схемы функционального зонирования предложена система рекреационного образования с выделением особо охраняемых памятников природы.

**Ключевые слова:** природный парк, Волгоградская область, Щербаковский парк, зонирование, рекреационные зоны.

Известно, что природные парки охраняют неповторимость творения природы. Они отличаются своеобразием и живописностью. Их уникальность созвучна общенациональному значению этих территорий. Именно она привлекает наибольшее количество посетителей [1].

Первые национальные парки возникли в век индустрии, промышленности и неограниченного пользования природных ресурсов. Их создатели стремились уберечь самые уникальные и редкие уголки природы от разрушающего воздействия техники.

За последнее время Волгоградская агломерация претерпевает существенные изменения планировочного развития. Охрана природы в нашей стране является актуальной темой. Для решения этой важной проблемы в качестве необходимой меры принимается рациональное использование природных ресурсов, ресурсов растительного и животного мира для улучшения окружающей среды человека.

Природные парки — это относительно новые особо охраняемые территории, как правило, они располагаются на землях, предоставленных им в бессрочное пользование [2]. В начале XXI века на территории области имелось шесть природных парков. Вместе с тем эти парки не получали серьезного воплощения в реальности. Развитие парков выполняется медленно и не комплексно.

Природные парки наряду с естественным (природным) ландшафтом состоят из участков культурного, главным образом сельскохозяйственного, ландшафта, иногда это деревни с характерной архитектурой. На территории природного парка сельскохозяйственная деятельность полностью не исключается, но предусматривается такое ее ведение, которое не меняет пейзажных особенностей местности [3, с. 160].

Состоит природный парк из нескольких функциональных зон: природоохранной, буферной, рекреационной и агрохозяйственной [4]. В данной статье рассматриваются вопросы зонирования территории и системы рекреационного образования с выделением особо охраняемых памятников природы.

В настоящее время перед природным парком «Щербаковский» стоит много вопросов, которые ждут тщательного исследования. Главный из них — о глубине знаний отношения отдыхающих с природой, чтобы не только разместить их, показать и научить, но, главное, уберечь при этом природу и предотвратить ее «деградацию».

Природные парки включают в себя не только самые живописные места, но и места, отличающиеся своим историческим, доисторическим или научным интересом. Их площади варьируются от малых размеров до нескольких гектаров [5].

В Волгоградской области расположено семь природных парков: «Волго-Ахтубинская пойма», «Донской», «Нижнехоперский», «Усть-Медведицкий», «Цимлянские пески», «Щербаковский», «Эльтонский» (табл.). В соответствии с их общегосударственным значением они разделяются на национальные (государственные), региональные и местные.

*Площади охраняемых природных территорий в Волгоградской области*

| Природный парк            | Площадь охраняемых территорий |                     |                                    |
|---------------------------|-------------------------------|---------------------|------------------------------------|
|                           | Тыс. кв. м                    | % территории страны | % территории Волгоградской области |
| «Волго-Ахтубинская пойма» | 1538                          | 0,009               | 1,35                               |
| «Донской»                 | 619                           | 0,004               | 0,54                               |
| «Нижнехоперский»          | 2312                          | 0,014               | 2,03                               |
| «Усть-Медведицкий»        | 512                           | 0,003               | 0,45                               |
| «Цимлянские пески»        | 690                           | 0,004               | 0,61                               |
| «Щербаковский»            | 346                           | 0,002               | 0,31                               |
| «Эльтонский»              | 1060                          | 0,006               | 0,93                               |

Волго-Ахтубинская пойма имеет значительную экологическую, эстетическую и историко-культурную ценность. Она относится к первой категории международной значимости и играет роль регулятора состава атмосферного воздуха в Нижнем Поволжье (городов Волгограда, Волжского и Астрахани). Основные ценности поймы — это ключевые орнитологические территории и водно-болотные угодья.

Организация парка была вызвана потребностью сохранения уникальных природных и историко-культурных комплексов [6].

По своим особенностям один из самых необыкновенных парков — это природный парк «Щербаковский», который состоит из различных сочетаний природных комплексов и объектов, что делает его уникальным (рис. 1.) Помимо горных пород, важную роль в развитии рельефа и ландшафта играли подземные воды.

Помимо разнообразной флоры и фауны, природный парк «Щербаковский» имеет и историческую ценность. Она заключается в том, что эта территория является местом традиционного поселения поволжских немцев-колонистов с самобытной культурой. На данный момент многие культурно-исторические объекты утрачены, но феномен «памяти места», связанный с особым укладом жизни народа, сохранился.

Основные памятники природы Щербаковского парка: Щербаковская балка; Столбичи и Щербаковский сброс; Ураков бугор; Кривцовская балка; локальные резерваты; Даниловское, Кривцовское, Щербаковское, Ураковское.



Рис. 1. Схема природного парка «Щербаковский»: — граница природного парка Щербаковский; ■ — памятники природы: 1 — Щербаковская балка; 2 — Столбичи и Щербаковский сброс; 3 — Ураков бугор; 4 — Кривцовская балка

Международный статус: ключевая орнитологическая территория международного значения ВГ-008 «Щербаковская излучина Волги».

«Щербаковский» является природным парком и памятником природы. Уникальность его ландшафтов всегда привлекает множество посетителей. В пределах парка находится большое количество памятников природы.

Одна из основных целей — сохранение объектов (черт) природы национального значения в интересах просвещения, науки и общественного признания [7].

Сведения о наличии местообитаний видов и ценозов, находящихся под угрозой уничтожения, придают природному парку уникальность. Все памятники природы в парке «Щербаковский» уникальны и невосполнимы. Они являются эталонными участками нетронутой природы.

Один из памятников природы — Кривцовская балка — богат не только прекрасными видами, но и историей. В XIV веке здесь находилось золотоордынское поселение — Терновское селище, о чем свидетельствуют найденные золотоордынские монеты и керамика. Рядом находится неповторимый памятник бронзового века — Терновское городище, а в XIX веке здесь был посажен немцами замечательный сад [8].

Самым знаменитым местом природного парка является памятник природы Щербаковская балка, ее возраст составляет около 50...60 млн лет, а глубина ущелья около 200 м. Здесь находится единственная горная река Волгоградской области — Щербаковка, благодаря ее быстрому течению даже в летние месяцы воздух остается прохладным. На просторах балки можно найти растения и животных, занесенных в Красную книгу [9].

Столбичи и Щербаковский сброс являются и природными, и геологическими памятниками, которые появились в связи с образованием Прикаспийской низменности. Столбичи — стена желтовато-серого цвета, которая поделена на десять огромных башен, высота их достигает 80 м, более необыкновенных обрывов вдоль всей Волги нет. У северной окраины Столбичей зафиксирован Щербаковский сброс. Распознается он по появлению вблизи зоны разлома толщины серых песчанистых глин мелового возраста до 8 м видимой мощности.

Памятник природы Ураков бугор — необычное место, знаменитое многообразием рукотворных пещер. До сих пор неизвестно их происхождение с исторической точки зрения. По легендам, здесь жил хан Урак — глава здешних территорий. Он был убит в сражении атаманом волжских разбойников Степаном Разиным [10].

На природный парк возлагаются следующие задачи:

сохранение природной среды, ценных ландшафтов;

создание условий для отдыха (в том числе массового) и сохранение рекреационных ресурсов;

разработка и внедрение эффективных методов охраны природы и поддержание экологического баланса в условиях рекреационного использования территорий природных парков;

охрана памятников истории и культуры, находящихся в его границах;

научные исследования в области экологии [11].

Выполнение поставленных задач и совмещение интересов охраны труда и отдыха достигается благодаря территориальному разграничению.

Природный парк своей ответственностью решает проблему преодоления противоречия между рекреацией и охраной природы. Наиболее важное значение при выборе парка среди всех рекреационных факторов приобретает сохранность естественного ландшафта, также на территориях природных парков запрещается деятельность, влекущая за собой изменение исторически сложившегося природного ландшафта, снижение или уничтожение экологических, эстетических и рекреационных качеств природных парков, нарушение режима содержания памятников истории и культуры [12].

На основании всего вышеизложенного предлагается схема с несколькими резерватами и концентрически сменяющимися друг друга зонами буферной защиты и рекреации. При антропогенной нарушенности территории и проникновении внутрь ее транспортных магистралей рисунок зонирования становится полицентрическим, с локальными резерватами (рис. 2).

Размещение зон особой охраны подчиняется единственному признаку — естественному распространению участков и объектов природы, заслуживающих особой охраны. Их положение дает начало очертанию всей схемы зонирования.

Такое четкое членение отличается значительным разнообразием экономико-географических, природных и социальных условий. Как показывает градостроительный анализ, в условиях Нижнего Поволжья достаточно четырех основных зон [13].

Одним из основных факторов при планировании природного парка является использование существующих поселений, городов, станций, деревень, сел и хуторов для рекреационного развития, использование необходимых при-

родных условий [14], реконструкция и реставрация уже отслуживших свое время административных и жилых зданий и сооружений в живописных местах территории парка. Существующие сети автомобильных, железных дорог и водных путей дают для инвесторов значительную экономическую выгоду с учетом охраны природопользования.



Рис. 2. Зонирование территории природного парка «Щербаковский»: ■ — зона обслуживания; — зона традиционного природопользования; ▨ — зона рекреации; ▩ — природоохранная зона

Оценивая комплексность современного формирования природных парков страны, необходимо выделить, что наряду с востребованными парками большая их часть характеризуется устаревшими градостроительными подходами [15] и не развивается по современным планировочным решениям.

Известно, что возрождение природных парков возможно при создании благоприятных условий, связанных с реконструкцией градостроительного направления системы природных парков в области. В результате такого подхода возможно существенное формирование и функционирование градостроительных зон и объектов для большой территории природных парков. Чтобы исправить такое положение, целесообразно выделить пять локальных ядер в Щербаковском природном парке, связанных с перспективно-планировочными этапами развития (рис. 3):

первый этап — необходим прогноз планировочного развития, содержащий концепцию и пространственное развитие парка;

второй этап — разработка архитектурно-планировочной и ландшафтной схемы природного парка, который находится в стадии прогноза.



Рис. 3. Локальные резерваты территории природного парка «Щербаковский»: I — Даниловский; II — Кривцовский; III — Щербаковский; IV — Столбичи и Щербаковский сброс; V — Ураковский

Таким образом, можно сделать вывод, который позволит рационально обосновать направление развития парка в системе расселения области и Нижневолжского региона:

- 1) формирование осовремененной модели организации целого пространства;
- 2) активизация туристических связей;
- 3) образование благоприятной рекреационной среды.

Зонирование — это не механический процесс, а итог многопризнаковой инвентаризации ресурсов конкретной территории на фоне определенной природной и хозяйственной обстановки более крупного региона. На основе схемы функционального зонирования авторами предложена система рекреационного образования с выделением особо охраняемых памятников природы.

Природоохранный статус и цели национального парка требуют ограничительных режимов пользования и налагают территориальные или временные запреты на посещения или действия.

Разработаны схемы зонирования памятников природы с определением границ зон, с учетом неоднородности территории по таким факторам, как характер градостроительного освоения и характер природных условий. В качестве основы стратегии преобразования природного парка предлагается принять целенаправленное увеличение природных компонентов с формированием экологического каркаса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. National Park: The Hutchinson Unabridged Encyclopedia with Atlas and Weather Guide. Abington : Helicon, 2015.
2. Hubbard W. Reassessing the art of landscape design: Central Park as a case Study // Architectural Record. 1984. Vol. 17. No. 10. Pp. 69—75.
3. Vreeland E. B., Sullivan R. New parks for New York by New York // Landscape Architecture. 1984. Vol. 74. No. 2. Pp. 58—64.
4. Smyth B. Slowing up the pace of London's greening // Town and Country Planning. 1984. Vol. 53. No. 12. Pp. 356—358.
5. Особо охраняемые природные территории // Информационный ресурс «Охрана труда». URL: [http://ohrana-bgd.ru/okrsrd/okrsrd3\\_19.html](http://ohrana-bgd.ru/okrsrd/okrsrd3_19.html)
6. Проблема развития территории Волго-Ахтубинской поймы / Ю. Б. Колышев, И. И. Соколов, С. Н. Алаева, И. Н. Вакулина // Новые идеи нового века-2017 = The New Ideas of New Century-2017 : материалы 17-й Международ. науч. конф. В 3-х т. Т. 2 / Отв. ред. В. И. Лучкова. Хабаровск, 2017. С. 138—141.
7. Щербаковский (природный парк) // Википедия, свободная энциклопедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Щербаковский\\_\(природный\\_парк\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Щербаковский_(природный_парк))
8. Природный парк «Усть-Медведицкий» // Город Серафимович. URL: <http://www.serafimovich.org/priridniipark-um/138-prirodniiipark.html>
9. Ожегов С. С. История ландшафтной архитектуры. М. : Стройиздат, 2004. 232 с.
10. Реймерс Н. Ф. Азбука природы. М. : Знание, 1980. 208 с.
11. Постановление главы администрации Волгоградской области «Об утверждении положения о природном парке „Цимлянские пески“» от 31.12.2009 г № 1614.
12. Jacques D., Whitton M. Computers in Landscape Practice: Applications in a landscape office // Landscape Design. 1984. Vol. 17. No. 152. Pp. 49—50.
13. Забелина Н. М. Национальный парк. М. : Мысль, 1987.
14. Milchert J. Der Balkon // Standart. 1984. № 1. Pp. 38—41.
15. Большая советская энциклопедия / Гл. ред. А. М. Прохоров. 3-е изд. М. : Советская энциклопедия, 1975. 648 с.

© Алаева С. Н., Соколов И. И., Колышев Ю. Б., Мельникова Е. И., Иванова О. В., 2018

Поступила в редакцию  
в июне 2018 г.

Ссылка для цитирования:

Методология развития зонирования природного парка «Щербаковский» Волгоградской области / С. Н. Алаева, И. И. Соколов, Ю. Б. Колышев, Е. И. Мельникова, О. В. Иванова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 141—148.

Об авторах:

**Алаева София Николаевна** — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, Soffishka\_33@mail.ru

**Соколов Иван Иванович** — канд. арх., профессор, профессор кафедры ландшафтной архитектуры и профессиональных коммуникаций, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, sokolovii@mail.ru

**Колышев Юрий Богданович** — профессор, профессор кафедры ландшафтной архитектуры и профессиональных коммуникаций, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, tango7412@gmail.com

**Мельникова Елена Игоревна** — ассистент кафедры архитектуры зданий и сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, igorevna.1990@mail.ru

**Иванова Ольга Владимировна** — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

---

**Sofiya N. Alaeva, Ivan I. Sokolov, Yurii B. Kolyshev, Elena I. Mel'nikova,  
Ol'ga V. Ivanova**

**Volgograd State Technical University (VSTU)**

## **METHODOLOGY FOR THE DEVELOPMENT OF THE SHCHERBAKOVSKII NATURE PARK IN THE VOLGOGRAD REGION**

The article is devoted to the urban planning analysis of the Shcherbakovskii natural park. As a basis for the conversion strategy applies fixed assets with the formation of an environmental framework. The schemes of zoning of natural monuments with the definition of zone boundaries have been developed, taking into account the heterogeneity of the territory in accordance with the following factors: the nature of urban development, natural conditions. The authors based on the scheme of functional zoning of a consolidated system of recreational education, with the allocation of specially protected natural monuments.

**Key words:** natural park, Volgograd region, Shcherbakovskii, zoning, recreational zones.

### *For citation:*

Alaeva S. N., Sokolov I. I., Mel'nikova E. I., Kolyshev Yu. B., Ivanova O. V. [Methodology for the development of the Shcherbakovskii nature park in the Volgograd 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], 2018, iss. 53(72), pp. 141—148.

### *About authors:*

**Sofiya N. Alaeva** — student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, Soffishka\_33@mail.ru

**Ivan I. Sokolov** — Candidate of Architecture, Professor, Professor of Landscape Architecture and Professional Communications Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, sokolovii@mail.ru

**Yurii B. Kolyshev** — Professor, Professor of Landscape Architecture and Professional Communications Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, tango7412@gmail.com

**Elena I. Mel'nikova** — Assistant of Architecture of Buildings and Constructions Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, igorevna.1990@mail.ru

**Ol'ga V. Ivanova** — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation

УДК 502:712.23 (470.45)

**Е. И. Мельникова, Н. Н. Антонова, О. В. Иванова, С. Н. Алаева, И. И. Соколов**

*Волгоградский государственный технический университет*

## **ЭКОПРИЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДНО-ПРИРОДНЫХ ПРОСТРАНСТВ ОСТРОВА САРПИНСКОГО**

Статья посвящена анализу локальных водно-природных приемов экоструктуры острова Сарпинского, пространственная организация которого окажет существенное влияние на архитектурно-планировочное развитие Волгограда, Волжского и Краснослободска, а также на развитие природного парка Волго-Ахтубинской поймы в целом.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** остров Сарпинский, экоприемы, водно-природные пространства.

Забота об охране природы в нашей стране является актуальной. Для решения этой важной задачи принимаются такие необходимые меры, как рациональное использование водных ресурсов, растительного и животного миров для улучшения окружающей человека среды. Многие градостроительные вопросы, связанные с сохранением экологического равновесия в природопользовании, еще решаются до сих пор, как практически, так и теоретически.

Исследование типологических особенностей, закономерностей и взаимосвязей локальных систем организации дает возможность выявить основные приемы водно-природной организации, что, в свою очередь, позволяет избежать нерегулированного развития территорий и создать предпосылки для устойчивого пространственного развития острова Сарпинского.

Понятие устойчивой среды встречается в различных областях науки и сферах деятельности, таких как экономика, география, архитектура. Сегодня формирование устойчивой среды в градостроительной организации пространства, начиная от небольших поселков, средних, больших и крупнейших городов и заканчивая агломерациями, является одной из наиболее актуальных тем. По мнению экспертов, проблема устойчивости является одной из фундаментальных проблем естествознания. Устойчивая структура считается эффективной, если она «способствует успешному функционированию системы и достижению ее целей» [1].

При дальнейшем развитии городов их пригородные зоны разрастаются и срастаются между собой. В итоге в зонах районов городов формируются природно-ландшафтные пространства. Как правило, они имеют различные территориальные структуры, так как формируются в основном вдоль крупных инфраструктурных осей.

Планировочная структура таких направлений представляет собой приемы на основе каркаса водных образований и транспортных связей между ними. Стратегия пространственного развития страны отражается в стратегиях макрорегионов, а затем уже проявляет себя в стратегиях субъектов Российской Федерации и муниципальных образований.

Организация водно-природных пространств подчинялась в процессе своего становления воздействию факторов, обусловленных прежде всего

географическими и климатическими условиями. Их роль направлена на снижение нагрузки с градостроительного образования, и предлагается образование новых центров рекреации. Локальные водно-рекреационные центры способны частично брать на себя функции одного из элементов опорного каркаса развития городских образований [2].

Основой данной работы является необходимость формирования природно-ландшафтного комплекса. Этот комплекс является территориально и функционально взаимосвязанной территорией массивов лесов, водоемов, пойменных лугов и примыкающих к ним сельскохозяйственных угодий, которые в основном рассматриваются как природные.

Природно-ландшафтный комплекс является, как правило, природоохранным, рекреационным, оздоровительным и эстетическим, входит в архитектурно-планировочную структуру крупнейшего города. Основные его направления — выявление преобладания природных факторов.

Методика работы включила пофакторный анализ топоосновы совместно с рекогносцированным обследованием отдельных типичных и аналогичных участков.

Природный парк «Волго-Ахтубинская пойма» был создан в 2000 г. на территории северной части Волго-Ахтубинской поймы (в границах трех муниципальных районов Волгоградской области — Среднеахтубинского, Ленинского и Светлоярского) с целью сохранения уникального природного ландшафта — Волго-Ахтубинской поймы [3].

Уникальная ценность поймы — это расположенные на ее территории водно-болотные угодья, состоящие из сложной системы разнообразных водных объектов (рек, озер, ериков, протоков, стариц) и обширных прилегающих к ним лугов с богатой и разнообразной растительностью, которые являются местом жизни огромного количества самых разнообразных живых организмов и служат своеобразным осенне-весенним «перевалочным пунктом» для тысяч птиц, летящих к местам зимовки и обратно по крупнейшему в Европе пролетному пути. Весной и осенью на водоемах поймы можно увидеть массовые скопления водных и околоводных птиц, насчитывающие до нескольких тысяч особей. Поэтому здесь же выделена ключевая орнитологическая территория международного значения «Ахтубинское Поозерье».

Территория распределена по назначению и использованию для различных видов деятельности — хозяйственной, проживания, отдыха населения. Остров имеет три функциональные зоны: природоохранная, зона регулируемого рекреационного использования и агрохозяйственная зона. Для каждой зоны и входящих в ее состав подзон и секторов разработаны режимы природопользования [4].

В местных естественных градостроительных условиях на острове Сарпинском можно сформировать три основных приема организации водно-природных пространств: компактный, линейный и решетчатый, которые в дальнейшем могут трансформироваться в различные водно-природные структуры. Сочетания и композиционные варианты этих основных приемов можно выявить в территориально-пространственном формировании острова.

На возвышенных (гривистых) участках поймы произрастают лесные массивы: дубравы, тополевики, ивняки, вязовники, наиболее ценными среди которых являются дубравы.

В 2011 г. значимость и ценность территории природного парка была признана на международном уровне: по решению Президиума Международного координационного совета программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» природный парк «Волго-Ахтубинская пойма» был включен в международную сеть биосферных заповедников.

Волго-Ахтубинская пойма издавна считается излюбленным местом отдыха не только жителей Волгограда и Волжского, но и гостей из других регионов России и зарубежья. Дубравы — прекрасные места для отдыха, сбора грибов и ягод, восстановления сил и здоровья, здесь формируется особый микроклимат, благотворно влияющий на организм, а окружающая красота радует глаз в любое время года. Водоемы поймы — прекрасное место для рыбалки и отдыха. Для тех, кто любит и стремится познать природу родного края, природный парк «Волго-Ахтубинская пойма» предлагает на выбор ряд и экскурсий и экологических маршрутов [5].

Для Волгоградской области Волго-Ахтубинская пойма выполняет роль регулятора состава атмосферного воздуха городов Волгограда и Волжского. По совокупности показателей экологические системы поймы отнесены к первой категории международной значимости. В последние десятилетия экологическое равновесие, установившееся в пойме за столетия, нарушено. Территория парка и его буферная зона включают объекты историко-культурного наследия многочисленных народов на историческом перекрестке цивилизаций. Организация парка вызвана необходимостью законодательно обеспечить сохранность уникальных природных и историко-культурных комплексов Волго-Ахтубинской поймы.

На территории природного парка располагается государственный охотничий заказник «Лещевский» регионального значения, имеющий свою администрацию.

Остров не имеет мостов, транспортное сообщение с Волгоградом летом обеспечивается автомобильным паромом из Кировского района и пассажирскими теплоходами «Москва» и «Ока» из пристаней им. Руднева и «Обувная фабрика», зимой — ледовой переправой по Волге. Сарпинский заселен постоянным населением — около 800 человек в 16 хуторах, летом численность значительно увеличивается за счет дачников из 15 дачных сообществ.

К пристаням, которые находятся на восточной стороне, относятся «Культбаза» и «Щучий проран», а на западной стороне — «Вязовая грива», «Советская» и «Кировская» [6].

На территории острова уютно расположились села и хутора, наиболее крупными из которых считаются Бекетовский и Павловский. Здесь также функционирует несколько баз отдыха. Остров Сарпинский усеян множеством озер: Большое Сенное, Таловое, Песчаное, Кривуша, Дымное, Санька-Ванька, Два брата, Монастырское, Бабина, Треугольное, Люкшино, Дружина, Осиновое, Круглое. Всего на острове около 25 озер. В многочисленных ериках и озерах обитает свыше 20 видов рыб. Водятся здесь и болотные черепахи, а в одном из озер редкий водный представитель фауны — водяная крыса-выхухоль. Остров Сарпинский — место, удивительное не только своей природой, но и разнообразием животных и растений. Островная система Сарпинского включает в себя свыше 300 видов.

С западной стороны остров омывается основным руслом Волги, с восточной — ее рукавом, Воложкой Куропаткой. В прежние времена Воложка Куропатка называлась татарами Сарпой (в переводе с татарского означает «река», «вода»). Отсюда и название острова — Сарпинский [7].

Анализируя природный ландшафт острова Сарпинского, необходимы глубокие знания по сохранению и улучшению природной среды. Остров разнообразен по своим размерам, конфигурации, ландшафтной основе, функциональному назначению.

Оценивая территории по взаимосвязи ландшафтных факторов лесных массивов, лугов, водных образований, необычного рельефа, мы можем определить, где необходимо выявить режим ландшафтного заказника, а также зоны, где необходимо провести работы по совершенствованию ландшафтной ситуации — геопластики, озеленения, обводнения и др.; выявить оптимальные направления ландшафтно-пространственной ориентации, раскрыть потенциальные возможности отдельных участков и др. [8].

На территории острова выделено три типа ландшафтной среды, которые отличаются друг от друга показателями природных и искусственных элементов:

- 1 — природная среда — глубинные территории лесных массивов;
- 2 — природная среда с отдельными искусственными элементами;
- 3 — искусственная среда с включением природных компонентов.

В выявленных выше типах природно-ландшафтной среды выделяются некоторые изменения ландшафтных показателей территории: сокращение площади лесных массивов, засыпка малых рек и водоемов, разрушение берегов, нивелирование рельефа, деградация почвенного покрова, незначительные изменения панорамы природных компонентов.

Одновременно природно-ландшафтная среда должна быть создана путем выделения секторов: заповедных, рекреационных, хозяйственных, для различного отдыха — повседневного, выходного и длительного. Оценивая природно-ландшафтные условия острова, необходимо учитывать, что леса, луга, водоемы занимают около 80 % общей площади.

Анализируя природно-ландшафтный комплекс острова, можно отметить, что его ценность существенно зависит от следующих критериев: размеров, степени сохранности природной основы рельефа, близости к центру города и общественным районам, насаждений, водоемов и лугов, степени взаимосвязи со всей системой зеленых пространств города.

Природно-ландшафтный комплекс острова может органично войти в архитектурно-планировочную структуру города, если он сам функционально, планировочно и композиционно взаимосвязан.

В результате системного анализа водно-пространственной составляющей острова Сарпинского были выделены три приема пространственной организации: компактный, линейный и сетчатый. Анализ полученных данных путем сравнения протяженности, компактности и их сочетания показывает, что основным признаком — это существенное преобладание природных компонентов. Природная зона острова имеет разряженный лесной массив, образующий общий фон, где представлены водные, луговые пространства и сельскохозяйственные земли.

Приемы водно-природных пространств в значительной степени были обусловлены размерами и характером направления. Компактная форма ха-

рактерна для малых, средних и больших водных территорий, где преобладает пешеходное движение, а для больших и крупных — линейная и решетчатые формы, обусловленные развитием водных структур [8].

В результате анализа водных территорий острова с лесопарковыми массивами определены три приема. К первому приему относятся водные пространства, расположенные в зоне пешеходной доступности от лесных массивов. В результате выделяются природные условия для повседневного отдыха на увеличенных водно-зеленых пространствах и формирования гармонической природно-ландшафтной среды. Градостроительные решения застройки решаются в виде центральной ориентации на открытые водно-озелененные пространства, а система водных пространств формирует компактные направления.

Самой простой формой линейного приема является изменение длины и ширины. Линейный прием занимают водные пространства линейного характера. В этом приеме возможна связь с ближайшими водно-зелеными массивами, при использовании сохранившихся разрывов в зеленых массивах, что позволяет построить ландшафтные композиции пейзажного типа. Этот прием позволяет расширить сегмент действия зеленых пространств и возможного формирования велосипедных, лыжных, пешеходных и прогулочных маршрутов по водно-зеленым направлениям [9].

Выделяется сетчатый прием, который дает ответвления в разные стороны путем соединения поперечных полос с продольными связями, дублирующими основное направление.

Третий сетчатый прием представляет собой водные территории, удаленные друг от друга, с ориентацией на зеленые пространства, которые связывают этот прием с внешним окружением. Роль рек, каналов, проран усиливают путем формирования различных разрывов.

По сравнению с основными речными направлениями малые водные связи имеют подчиненное значение. Они также объединяют и нанизывают на себя различные водно-озелененные пространства и являются основным природно-ландшафтным фактором [10].

Анализируя значение этих приемов, характеризующих зелено-водные пространства, было выявлено, что водно-зеленые территориальные связи могут укрепляться в результате реализации компактных, линейных и сетчатых приемов — комбинированный прием (рис).

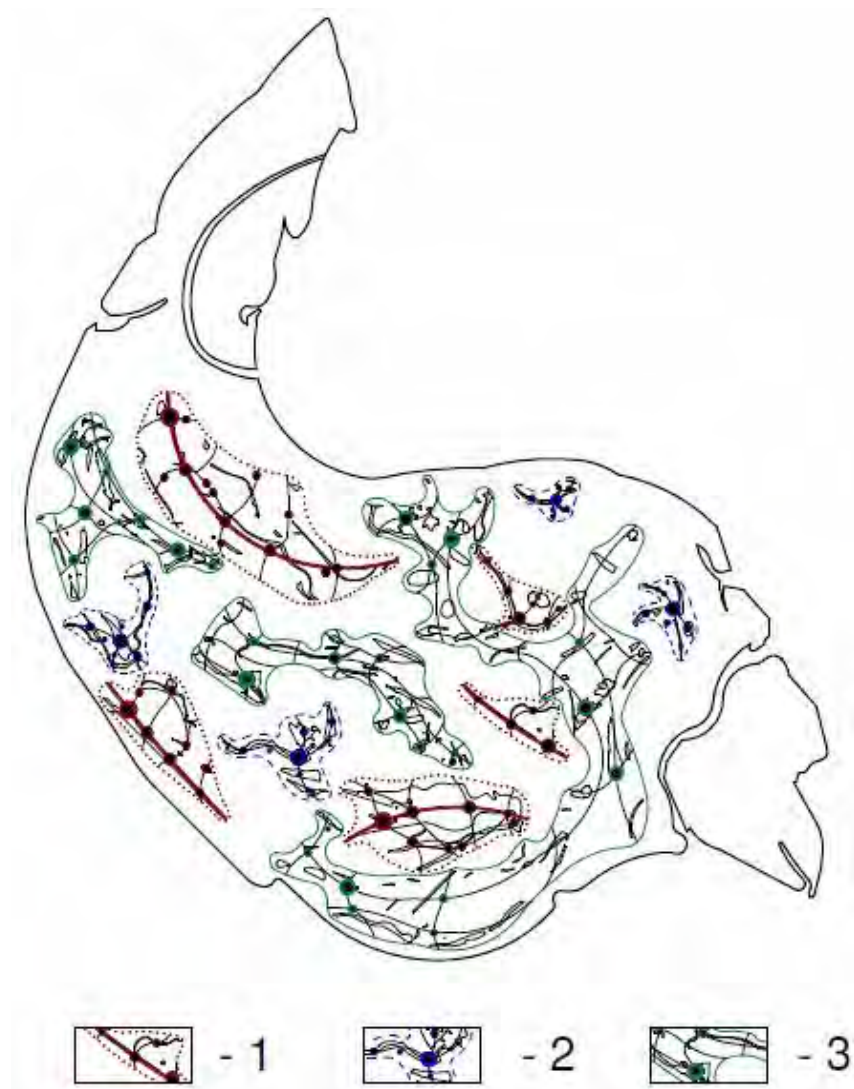
Благодаря проделанной работе можно предположить следующее.

Водно-природные ландшафты играют важную роль в системе взаимосвязей острова Сарпинского. Они являются важным связующим сегментом между внутренними и природными пространствами и внешними открытыми пространствами. В связи с этим относительно малоизмененные природные ландшафты органично войдут в архитектурно-планировочную структуру острова.

Водно-природные ландшафты необходимо органично включать в архитектурно-планировочную структуру города. Это позволит повысить пешеходную и транспортную доступность мест массового отдыха, а также увеличит их посещаемость и длительность пребывания отдыхающих в природной среде, повысит динамичные формы отдыха.

Дальнейшее существование водно-природного ландшафта зависит от архитектурно-планировочного развития Волгограда. В масштабе крупней-

шего города необходимо прогнозировать и архитектурно-планировочными методами корректировать общие формирования водно-природного ландшафта острова [11].



Комбинированный прием организации водно-природных пространств: 1 — линейный прием; 2 — компактный прием; 3 — сетчатый прием

Оценивая природный комплекс острова, можно сделать вывод, что в настоящее время еще имеется прекрасная возможность сохранить эту природную территорию. Со временем можно создать природные сектора: этнографический парк под открытым небом, спортивный парк с пляжами и игровыми площадками, парк цветов, гидропарки, где экологические требования имеют решающее значение. Сохранение, создание и восстановление природного ландшафта острова на современном этапе позволит улучшить условия массового отдыха не только населения города, но и приезжих людей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. География и экология Волгоградской области : учеб. пособие / Под. ред. В. А. Брылева. Волгоград : Перемена, 2005. 260 с.
2. Оценка рекреационного потенциала Волгоградской области / И. И. Соколов, Г. В. Павлов, А. И. Соколов и др. // Вестник ВолгГАСУ. Сер. : Стр-во и архит. 2012. № 28(47). С. 343—349.
3. Орлов Г. В. История родного края: Волгоградский регион (1589—2007) : учеб. книга. Волгоград : Издатель, 2007. 288 с.
4. Иванова Н. В., Антонова Н. Н. Ранжирование ландшафтно-эстетических природных достопримечательностей региональных природных парков Волгоградской области // Вестник ВолгГАСУ. Сер. : Стр-во и архит. 2017. Вып. 50(69). С. 210—220.
5. Настасий И. В. Ландшафтные комплексы островов Сарпинского и Голодного: некоторые аспекты природопользования // Вопросы краеведения. Вып. 6. Волгоград : Изд-во Волгоград. гос. ун-та, 2000. С. 422—423.
6. Экотуристическая система г. Волгограда (на примере о. Сарпинский) / И. И. Соколов, А. И. Соколов, Е. И. Капустина и др. // Вестник ВолгГАСУ. Сер. : Стр-во и архит. 2012. № 29(48). С. 218—224.
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 ВолгГАСУ. Сер. : Стр-во и архит. 2012. Вып. 29(48). С. 218—223.
8. География и экология Волгоградской области : учеб. пособие / В. А. Брылев, Н. П. Дьяченко, Ф. И. Жбанов и др. 2-е изд., перераб. и доп. Волгоград : Перемена, 2005. 259 с.
9. Smyth B. Slowing up the pace of London's greening // Town and Country Planning. 1984. Vol. 53. No. 12. Pp. 356—358.
10. Иванова Н. В., Ганжа О. А. Влияние рукотворных ландшафтных объектов на совершенствование эколого-эстетической составляющей окружающей среды городов Волгоградской области // Вестник ВолгГАСУ. Сер. : Стр-во и архит. 2017. Вып. 50(69). С. 221—234.
11. Jacques D., Whitton M. Computers in Landscape Practice: Applications in a landscape office // Landscape Design. 1984. Vol. 17. No. 152. Pp. 49—50.

© Мельникова Е. И., Антонова Н. Н., Иванова О. В., Алаева С. Н., Соколов И. И., 2018

Поступила в редакцию  
в июне 2018 г.

Ссылка для цитирования:

Экоприемы формирования водно-природных пространств острова Сарпинского / Е. И. Мельникова, Н. Н. Антонова, О. В. Иванова, С. Н. Алаева, И. И. Соколов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 149—156.

Об авторах:

**Мельникова Елена Игоревна** — ассистент кафедры архитектуры зданий и сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, igorevna.1990@mail.ru

**Антонова Наталья Николаевна** — доцент кафедры ландшафтной архитектуры и профессиональных коммуникаций, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, antonovann.nata@mail.ru

**Иванова Ольга Владимировна** — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

**Алаева София Николаевна** — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, Soffishka\_33@mail.ru

**Соколов Иван Иванович** — канд. арх., профессор, профессор кафедры ландшафтной архитектуры и профессиональных коммуникаций, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, sokolovii@mail.ru

---

**Elena I. Mel'nikova, Natal'ya N. Antonova, Ol'ga V. Ivanova, Sofiya N. Alaeva,  
Ivan I. Sokolov**

**Volgograd State Technical University (VSTU)**

## **ENVIRONMENTAL TECHNIQUES OF FORMATION WATER- NATURAL SPACES OF THE ISLAND SARPINSKII**

The main emphasis of this article is made on the analysis of local water-natural methods of the island Sarpinskii ecostructure. The spatial organization of which will have a significant impact on the architectural and planning development of Volgograd, Volga and Krasnoslobodsk, as well as on the development of the natural Park of the Volga-Akhtuba floodplain as a whole.

**Key words:** Sarpinskii island, ecological methods, water-natural space.

### *For citation:*

Mel'nikova E. I., Antonova N. N., Ivanova O. V., Alaeva S. N., Sokolov I. I. [Environmental techniques of formation water-natural spaces of the island Sarpinskii]. *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], 2018, iss. 53(72), pp. 149—156.

### *About authors:*

**Elena I. Mel'nikova** — Assistant of Architecture of Buildings and Constructions Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, igorevna.1990@mail.ru

**Natal'ya N. Antonova** — Docent of Landscape Architecture and Professional Communications Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, antonovann.nata@mail.ru

**Ol'ga V. Ivanova** — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation

**Sofiya N. Alaeva** — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, Soffishka\_33@mail.ru

**Ivan I. Sokolov** — Candidate of Architecture, Professor, Professor of Landscape Architecture and Professional Communications Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, sokolovii@mail.ru

УДК 712.25 (210.5)

**И. Н. Етеревская, Н. В. Сиренко**

*Волгоградский государственный технический университет*

## **ЛАНДШАФТНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН В СТРУКТУРЕ ПРИРЕЧНОЙ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА**

Проведен ретроспективный анализ развития городских приречных территорий и обобщены основные проблемы их современного состояния. Обоснована актуальность ландшафтно-экологического и социально ориентированного подходов к развитию данных ценных городских территорий. Рассмотрены основные принципы и методы организации рекреационных зон в структуре приречных территорий как основных связующих элементов компенсирующей природы, формируемых между урбанизированными территориями и природной доминантой — рекой. Предложена модель развития рекреационной зоны на приречной территории г. Волгограда на примере парка «Дружба» Кировского района г. Волгограда и даны проектные предложения с учетом подбора оптимального состава элементов заполнения рекреационной среды.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** приречная территория, ландшафтно-градостроительная организация, рекреационная зона.

Для городов, обладающих уникальной гидрографической подосновой, тесное взаимодействие с водой определяло на протяжении столетий особенности развития планировочной структуры, характер размещения функциональных зон и особенности организации приречных общественных пространств. В конце 19-го — первой половине 20-го века происходило быстрое развитие береговых зон под влиянием размещения крупных промышленных предприятий, чему способствовали железнодорожные пути и сами водные артерии, традиционно используемые в качестве транспортных коммуникаций. Волгоград, как крупный промышленный центр на реке, является яркой иллюстрацией индустриального освоения приречных территорий. В северной части города в этот период возникают такие крупные промышленные гиганты, как завод «Красный Октябрь» (1897—1929 гг.), завод «Баррикады» (1914—1920-е гг.), Сталинградский тракторный завод (1926 г.), в южной части города — завод им. Куйбышева (бывший лесопильный завод купцов Максимовых), деревообрабатывающее предприятие, ныне именуемое «Волгоградмебель», завод Химпром и Сталинградская ГРЭС (1930-е гг.), Красноармейская судостроительная верфь (1931 г.). В увязке с промышленными узлами формируются жилые территории и объекты рекреации (приречные парковые зоны поселков Нижний Тракторный, Нижние Баррикады, Нижний Красный Октябрь). Однако, как отмечает ряд исследователей [1—4], уже во второй половине 20 века сложился круг основных пространственно-планировочных, градозащитных и социальных проблем прибрежных городов, характерных и для Волгограда:

общеструктурные проблемы — недостаточные транспортные и социальные связи и, как следствие, оторванность от основных городских процессов, перегруженность центральной зоны рекреационными и специфическими общегородскими функциями;

недостаточное развитие, бедный состав объектов обслуживания и озеленения на приречных территориях периферийных районов;

неразвитый ландшафтно-экологический каркас приречной территории;  
отсутствие концепции комплексного развития приречных территорий города, случайное новое строительство, постепенно приводящее к нарушению целостного восприятия приречной территории;

недостаточно эффективное использование городских земель, значительные участки приречной территории заняты объектами промышленного, коммунально-складского назначения, ветхой застройкой, пустырями, деградирующими рекреационными зонами;

необходимость комплексного благоустройства и озеленения, модернизации инженерной инфраструктуры.

Положение реки усугубляется загрязнением крупными промышленными узлами города, что затрудняет использование прилегающих территорий для целей рекреации и нарушает их экологический баланс. Введение в 1980-х гг. ограничений на размещение новых промышленных объектов в прибрежных зонах и общий экономический спад привели к деградации бывших промышленных территорий и функциональному конфликту со связанными с ними жилыми и рекреационными зонами [5]. С изменением социально-экономических ориентиров развития города и повышением внимания к вопросам его устойчивого развития данные городские территории стали рассматриваться как ценный рекреационный и экологический ресурс совершенствования планировочной структуры. Кроме того, актуальными стали проблемы качества и индивидуального облика городской среды, оптимизации инфраструктуры, возвращения приречным территориям их социальной значимости в жизни города, что должно способствовать восстановлению экологического равновесия, созданию новых общественных пространств и использованию их культурно-исторического потенциала.

На сегодняшний день реновация прибрежных территорий с позиций устойчивого развития и привлечения социальной активности населения является актуальной и глобальной тенденцией, подтверждением тому стали десятки реализованных проектов реконструкции и дальнейшего развития прибрежных территорий [6, 7]. Для того чтобы сделать депрессивные приречные территории максимально доступными и комфортными для людей, во многих городах мира формируются системы рекреационных общественных пространств. Такими примерами являются: масштабная программа Vision 2020 по реновации прибрежных территорий Нью-Йорка, программа преобразования прибрежных территорий в Мадриде, в Москве это проект Крымской набережной [8—11]. Программа развития набережной реки Сены в Париже предусматривает превращение типичных городских набережных в зеленые благоустроенные пространства, наполненные новыми функциями [12].

Как показывает исторический анализ градостроительного опыта и исследований современных градостроителей [1—5], несмотря на значительную теоретическую и практическую базу, представленная тема нуждается в развитии системного, комплексного подхода, направленного на экологическую оптимизацию среды, воссоздание культурного ландшафта и включение рекреационных зон в планировочную структуру города в качестве природно-рекреационного ядра, способного гибко и адекватно реагировать на изменяющиеся социальные, экономические, градоэкологические условия и возрастающие требования к качеству среды.

Анализ взаимодействия планировочной структуры г. Волгограда и его приречной территории позволил выявить, что общая протяженность береговой линии, занятой промышленной застройкой, составляет 58 % (более 35 км), а благоустроенные выходы к Волге имеют дисперсный характер (рис. 1). На всем протяжении берегового фронта были выявлены следующие существующие рекреационные зоны: выход к Волге в микрорайоне Спартак-Новка, Нижний поселок Тракторный, Нижний поселок Красного Октября, Нижний поселок Баррикады, ЦПКиО, Центральная набережная, набережная Тулака, набережная им. В. С. Высоцкого и парк «Дружба» в Кировском районе, набережная Красноармейского района.

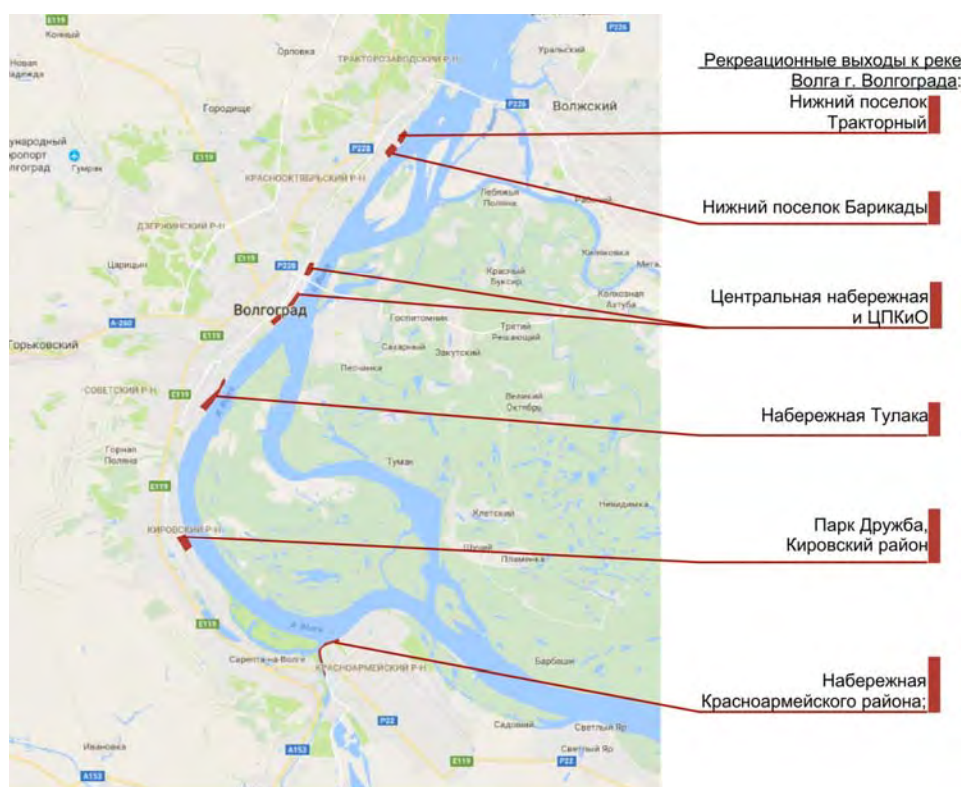


Рис. 1. Анализ планировочной структуры г. Волгограда с размещением рекреационных выходов к реке Волге

Волгоград — это город на воде. Волга является основным элементом природного каркаса города, для жизнедеятельности и развития города приречные земли являются особо ценными участками в широком градостроительном смысле — социально-экономическом, функционально-планировочном, рекреационном. Но, к сожалению, на протяжении своего развития приречные территории подвергались интенсивным преобразованиям ландшафта, что в ряде случаев привело к необратимым изменениям природной подосновы. Такая ситуация делает актуальным поиск новых ландшафтно-градостроительных решений по преобразованию приречных территорий города. Рекреационные зоны в структуре приречных территорий рассматриваются как основной связующий элемент

компенсирующей природы, формируемый между урбанизированными территориями и природной доминантой — рекой.

Приречные территории обладают значительным природно-рекреационным потенциалом и являются носителем исторических типов городских ландшафтов, поэтому сохранность и увеличение рекреационных благоустроенных зон и наполнение их новым функциональным зонированием улучшит качество жизни городского населения [3, 13].

Как отмечает ряд авторов [3—5, 13, 14], развитие пространств вдоль берега реки реализуется формированием комплексов градостроительных элементов, обладающих рядом взаимосвязанных характеристик: экопозитивность (целенаправленное увеличение природных компонентов в структуре приречной территории), функциональное разнообразие, социальная ориентированность (создание дружественной человеку городской среды), экономическая целесообразность.

При проектировании рекреационных зон необходима разработка концепций организации приречной территории с учетом следующих позиций:

- функционально-планировочное структурирование рекреационной застройки;

- территориальная и архитектурно-композиционная организация приречной территории;

- сочетание и взаимодействие с жилой, общественной и промышленной застройкой, расположенной на границе с приречной территорией;

- ландшафтно-рекреационная зона и дружелюбно-комфортная среда для отдыха, озеленение и креативные эстетические решения формируемых общественных пространств;

- постоянные и временные объекты инфраструктуры;

- функционал и его архитектурное выражение, концентрация однородных и разнородных функций.

Актуальным для Волгограда как крупного промышленного центра является реализация новых технологий жизни, ориентированных на создание комфортной городской среды и приоритет реализации функций рекреации. Рекреационная зона как развитие водного пространства вглубь городской среды является средством эстетического, ансамблевого, визуального и инсоляционного раскрытия застройки.

Ландшафтно-экологический подход постепенно интегрируется с системой проектирования городских общественных пространств и предусматривает возможность включения рекреационных приречных территорий в существующую планировочную структуру города [13—15].

Взаимодействие новых функций формирует синергетическую зону с новыми качествами среды. Различное сочетание узлов создают конкурентность, выбор путей целевого движения.

При наличии удобных спусков к водоему, пешеходных дорожек, разнообразного наполнения среды приречные территории обладают огромным рекреационным потенциалом. Их максимальная включенность в жизнь урбанизированных территорий приносит значительные инвестиции. Традиционно выход недвижимости к водоему повышает ее стоимость и престижность.

В качестве реализации изложенных положений разработана модель организации рекреационной зоны на приречной территории на примере парка культуры и отдыха «Дружба» в Кировском районе г. Волгограда.

Комплексный анализ функционально-планировочных факторов состояния озеленения и благоустройства Кировского района позволил выявить, что этот район имеет разрозненное размещение объектов озеленения общего пользования. Парк «Дружба» — один из самых крупных объектов озеленения общего пользования района (более 40,0 га), основан в 1960-е гг. при активном участии ОАО «Химпром», многие годы был любимым местом отдыха горожан. В его составе было представлено несколько функциональных зон: зона аттракционов, культурно-массовая зона с танцплощадкой и открытой киноплощадкой, зона общественного питания (кафе «Дружба»), спортивная зона со стадионом, но постепенно рекреационная зона пришла в упадок (рис. 2) и в настоящий момент не соответствует своему важному ландшафтно-градостроительному статусу.



Рис. 2. Текущее состояние благоустройства и озеленения парка культуры и отдыха «Дружба» в Кировском районе г. Волгограда

В основу разработки концепции организации рекреационной зоны на приречной территории были положены следующие принципы преобразования среды (рис. 3):

*Принцип пространственного развития рекреации:* линейное развитие рекреации вдоль береговой линии с формированием «композиционных узлов» вглубь берега Волги, которые продолжают в виде лучей, перпендикулярных основной рекреационной оси, и соединяются с прилегающими жилыми улицами.

*Принцип интеграции общественных центров:* линейно-узловая интеграция локальных центров обслуживания (досугового центра, летнего кинотеатра выставочного комплекса) в структуру набережной.

*Принцип пешеходной организации:* преобладание горизонтального развития пешеходных связей с элементами вертикального ранжирования за счет использования пандусов и искусственного рельефа, надземная пешеходная эспланада над железнодорожными путями, обеспечивающая безопасное движение пешеходов.



Рис. 3. Основные принципы организации рекреационной зоны в структуре прибрежной территории

Основные направления организации рекреационной зоны в структуре прибрежной территории предусматривают проведение комплексных пространственно-планировочных, ландшафтно-эстетических, функциональных, социально ориентированных мероприятий, цель которых — увеличение доли зеленых компонентов в структуре рекреационной зоны (использование приемов вертикального озеленения, применение «зеленой кровли», партерного озеленения), использование возможностей экологического оздоровления среды (обособленности источников загрязнения — автотранспорт, полотно железной дороги), разработка моделей сезонно устойчивого функционирования рекреационных зон, обособление конфликтных функций, зон различного характера пребывания и динамики использования, синтез средств формирования эстетически разнообразной и привлекательной среды (рис. 4).

В рамках разработки мероприятий по организации рекреационных зон в структуре прибрежных территорий необходимо определение возможных градостроительных моделей общественных пространств, композиционных принципов зонирования (гармоничное сочетание, эстетика городской среды), баланс функциональных зон различного назначения, решение вопросов эффективного и безопасного транспортно-пешеходного движения. Основными элементами для конструирования рекреационной среды становятся: градоформирующие узлы, рельеф местности, характеристики транспортных и пешеходных потоков, особенности межузловых связей. При этом градоформирующие узлы предусматривают круглогодичный режим функционирования и включают торгово-развлекательный и спортивно-оздоровительный центры.



Рис. 4. Основные направления комплексной реновации рекреационной зоны в структуре прибрежной территории

Модель ландшафтно-градостроительной организации рекреационной зоны в структуре прибрежной территории на примере парка культуры и отдыха «Дружба» Кировского района предусматривает:

использование водных устройств (природных и рукотворных);  
 выделение зон с сезонно трансформирующимися функциями, создание условий для разнообразных видов рекреационной деятельности разных слоев населения;

создание зеленых партеров и пирсов, тяготеющих к воде, обеспечивающих восприятие ближних и дальних планов и раскрытие перспективы;

использование форм искусственного рельефа и геопластики;

визуальное акцентирование «входов», ориентирование движения и обособление пространств с различной функцией, декоративным мощением, озеленением и освещением, малыми архитектурными формами (рис. 5).

Основой проекта стало сохранение существующей архитектурно-планировочной структуры, а именно спортивного ядра и главной пешеходной аллеи, и ее развитие с использованием новых элементов пейзажно-регулярной планировки (рис. 6). От главного пространственно-композиционного узла с искусственным прудом на пересечении главной пешеходной аллеи отходят три пешеходных луча в стороны спуска к воде, связанные сетью живописных пешеходных дорожек, повторяющих очертания существующего рельефа.

При разработке проекта особое внимание уделялось повышению социальной привлекательности с учетом потребностей всех слоев населения, совершенствованию функционального насыщения территории с размещением зоны детских и взрослых аттракционов; игровых площадок для детей разных возрастных групп; спортивной зоны; культурно-массовой и выставочной зон; зоны общественного питания.

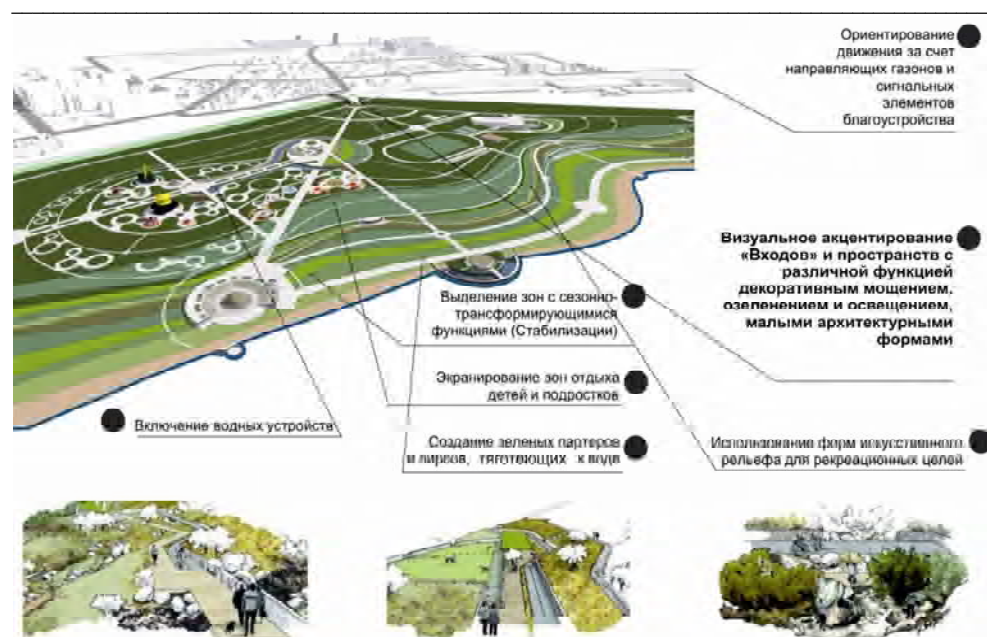


Рис. 5. Модель ландшафтно-градостроительной организации рекреационных зон в структуре прибрежной территории на примере парка «Дружба» Кировского района



Рис. 6. Концепция организации рекреационной зоны в структуре приречной территории на примере парка «Дружба» Кировского района г. Волгограда (авт. Н. В. Сиренко, рук. — к. арх. И. Н. Етеревская)

Также разработаны вопросы совершенствования транспортно-пешеходного движения: предусмотрены удобные подъезды к основным функциональным зонам и объектам обслуживания, подземные парковки, встроенные в элементы искусственного рельефа. Запроектирована надземная пешеходная эспланада для безопасного сообщения рекреационной зоны с прилегающими жилыми территориями и изоляции транзитного движения от авто- и железнодорожного транспорта, развитие зоны набережной, новые пешеходные аллеи, велодорожки по всему периметру парка.

В рамках модели предусматривается применение средств ландшафтного дизайна, обеспечивающих создание экологичного, функционально наполненного, социально адаптированного, эстетически привлекательного пространства, за счет преобразования поверхности земли и элементов растительности, организации эмоционального ориентирования посетителей в пространстве с использованием композиционных и пластических приемов трансформации пространства.

Таким образом, предлагаемые комплексные ландшафтно-градостроительные мероприятия по обновлению приречной территории города с организацией новых рекреационных зон и реновацией существующих должны способствовать повышению эффективности их использования, формированию культурного пространства города, возвращению утраченного социального статуса реки как неотъемлемой части жизни горожан.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Большаков А. Г.* Градостроительная организация ландшафта как фактор устойчивого развития территории : автореф. дис... д-ра арх. : 18.00.01. Иркутск, 2003. 46 с.
2. *Большаков А. Г.* Проектирование городской набережной. Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2009. 120 с.
3. *Задворянская Т. И.* Ландшафтно-градостроительная организация рекреационных зон в структуре прибрежных территорий крупных городов (на примере Воронежа) : автореф. дис... канд. арх. : 18.00.04. СПб., 2009. 22 с.
4. *Вязовская А. В.* Аспекты преобразования и развития городских приречных территорий : автореф. дис... канд. арх. : 18.00.04. М., 2012. 24 с.
5. *Маташова М. А.* Эколого-градостроительная оптимизация приречных территорий (на примере г. Хабаровска) : автореф. дис... канд. арх. : 05.23.22. СПб., 2011. 25 с.
6. Standing committee on water resources "Repair, Renovation and Restoration of Water Bodies-Encroachment on Water Bodies and Steps Required to Remove the Encroachment and Restore the Water Bodies". URL: [http://164.100.47.193/Isscommittee/Water%20Resources/16\\_Water\\_Resources\\_10.pdf](http://164.100.47.193/Isscommittee/Water%20Resources/16_Water_Resources_10.pdf)
7. Beaver Creek Weirs Renovation Project Methow River Subbasin, Twisp / Boise, Idaho. URL: <https://www.usbr.gov/pn/programs/ea/wash/beavercreek/beavercrk.pdf>
8. The Department of City Planning's Vision 2020: New York City Comprehensive Waterfront Plan / Ed. M. R. Bloomberg. New York, 2011. URL: <http://www1.nyc.gov/site/planning/plans/vision-2020-cwp/vision-2020-cwp.page>
9. In Madrid's Heart, Park Blooms Where a Freeway Once Blighted / Ed M. Kimmelman. New York, 2011. URL: <http://www.nytimes.com/2011/12/27/arts/design/in-madrid-even-maybe-the-bronx-parks-replace-freeways.html?mcubz=3>
10. *Corner J.* Terra Fluxus // The Landscape Urbanism Reader / Ed. Ch. Waldheim. 1<sup>st</sup> ed. New York : Princeton Architectural Press, 2006.
11. *Bruttomesso R.* Waterfronts: A New Frontier for Cities on Water. Venice : International Centre for Cities on Water, 1993. 352 p.
12. Благоустройство набережных Сены в центре Парижа / М. Торошина и др. // Проект Россия. 2015. № 75. С. 188—192.
13. *Красильникова Э. Э.* Ландшафтный урбанизм. Теория — практика : моногр. Волгоград : Областные вести, 2015.

14. *Етеревская И. Н.* Принципы эколого-ландшафтного проектирования городских общественных пространств на примере г.Волгограда : дис. ... канд. арх. СПб., 2004.

15. *Нефедов В. А.* Ландшафтный дизайн и устойчивость среды. СПб., 2002. 295 с.

© *Етеревская И. Н., Сиренко Н. В., 2018*

*Поступила в редакцию  
в мае 2018 г.*

*Ссылка для цитирования:*

*Етеревская И. Н., Сиренко Н. В.* Ландшафтно-градостроительная организация рекреационных зон в структуре приречной территории города // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 157—166.

*Об авторах:*

**Етеревская Ирина Николаевна** — канд. арх., доцент кафедры урбанистики и теории архитектуры, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, [eterevskaya\\_irina@mail.ru](mailto:eterevskaya_irina@mail.ru)

**Сиренко Надежда Вячеславовна** — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, [nadi-sirenko@mail.ru](mailto:nadi-sirenko@mail.ru)

***Irina N. Etereuskaya, Nadezhda V. Sirenko***

***Volgograd State Technical University (VSTU)***

## **LANDSCAPE AND URBAN ORGANIZATION OF RECREATIONAL ZONES IN THE STRUCTURE OF THE RIVERSIDE AREAS OF THE CITY**

A retrospective analysis of the development of urban riverside areas was carried out and the main problems of their current state were generalized. The urgency of landscape-ecological and socially oriented approaches to the development of these valuable urban areas is substantiated. The main principles and methods of organization of recreational zones in the structure of riverside areas as the main connecting elements of the compensating nature formed between urbanized territories and the natural dominant — the river are considered. A model is proposed for the development of a recreational zone on the riverside areas of Volgograd using the example of the park “Druzhba” in the Kirovskii district of Volgograd and design proposals are given with regard to the selection of the optimal composition of the elements of the recreational environment.

**Key words:** riverside areas, landscape and urban organization, recreational zone.

*For citation:*

*Etereuskaya I. N., Sirenko N. V.* [Landscape and urban organization of recreational zones in the structure of the riverside areas 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], 2018, iss. 53(72), pp. 157—166.

*About authors:*

**Irina N. Etereuskaya** — Candidate of Architecture, Docent of Urban Development Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, [eterevskaya\\_irina@mail.ru](mailto:eterevskaya_irina@mail.ru)

**Nadezhda V. Sirenko** — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, [nadi-sirenko@mail.ru](mailto:nadi-sirenko@mail.ru)

УДК 712.2 (470.45)

**Н. В. Иванова, О. А. Ганжа, В. В. Прокопенко**

*Волгоградский государственный технический университет*

## **МЕТОДОЛОГИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ВИРТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

Обосновано проведение процесса моделирования мероприятий городского планирования в целях достижения ландшафтно-экологической устойчивости системы природных зеленых комплексов и рекреационных водных ресурсов пригородных зон, которые направлены на обеспечение способности снижения городских нагрузок при формировании виртуальной модели ландшафта. Целью исследования является разработка методических подходов к планированию в области ландшафтно-экологической устойчивости при учете ландшафтных особенностей г. Волгограда и формирование топографической основы виртуальной модели, направленной на разрешение экологических, социальных и образных проблем города. Экспериментальное проектирование поддерживалось разработанной виртуальной моделью природного ландшафта г. Волгограда.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** городское планирование, природные компоненты ландшафта, виртуальная модель.

Во всем мире городское планирование является важнейшим вопросом градостроительной деятельности, и теория устойчивого развития природных ландшафтов выступает экологической необходимостью и стратегическим императивом. Многие страны реализуют собственные стратегии устойчивого развития природных ландшафтов, а мониторинг реальных ландшафтно-экологических процессов, городского планирования и устойчивого развития проектировщики связывают с построением виртуальных моделей.

Актуальность проблемы заключается в расширении подходов к планированию устойчивого развития системы природных компонентов (озеленения и водных ресурсов) в контексте ландшафтно-экологического аспекта, на основании полученных результатов («индекса качества среды») предлагается проектирование виртуальной модели ландшафта.

Цель исследования направлена на разработку методических основ организации системы водно-зеленых ландшафтных пространств в процессе городского планирования и построения топографической основы виртуальной модели. Ландшафтно-экологическое изучение природных пространственно-структурных особенностей ландшафта охватывает также выявление городских нагрузок (продукты целенаправленной деятельности человека, результаты техногенного вмешательства и хозяйственного освоения межселенных пригородных территорий) для определения качества среды города.

В работе проведен анализ строительства ландшафтного объекта — Зеленого кольца в пригородной зоне Волгограда и экологического влияния водных поверхностей реки Волги на устойчивое развитие комфортных пространств города. Представлено моделирование по интегрированию системы природных компонентов ландшафта с учетом особенностей климатического аспекта и специфики топографии в виртуальную модель ландшафтно-экологического устойчивого развития водно-зеленого ландшафта Волгограда.

В результате проведенного исследования предложены ландшафтно-экологические принципы проектирования и методическая последовательность формирования виртуальных пространств природного ландшафта города, раскрываются научно-методологические положения городского планирования и устанавливаются практические цели и вопросы реализации виртуальных моделей, направленные на сохранение истинного облика города.

Теоретической основой статьи являются научные публикации в вопросах устойчивого пространственного и городского проектирования ландшафтных компонентов по следующим направлениям:

изучение особенностей устойчивого многофункционального развития территорий в России, определение функции устойчивого развития территорий, методы решения актуальных проблем и комплексный подход к преобразованию городской среды [1—3];

исследование градостроительных возможностей использования природного рельефа ландшафта города в повышении комфортности застройки Волгограда, рассмотрение теоретических аспектов планировки ландшафта в городе [4, 5];

изучение эстетического потенциала водных поверхностей и реки Волги в контексте экологической устойчивости, современная экологическая обстановка водных территорий, установление устойчивого развития территории реки Волги и Волжского бассейна [6, 7];

разработка моделей природных и рукотворных ландшафтов на основе городского развития и градостроительства [8, 9].

Материалы по методическим основам проектирования виртуальных пространств города становятся наиболее востребованными: способы репрезентации структурно сложного повседневного городского пространства в виртуальной сети; содержательное представление города; анализ значительных различий топографической модели от реальной [10]. Исследования, направленные на раскрытие характеристик виртуальных городов, показывают, что модели становятся похожими на реальные, соединяя в себе вещи из реального мира и предоставляя удобства виртуального [11]. Одновременно решаются социальные проблемы физического и ментального восприятия города человеком, в которых через анализ научных теорий и культурных практик делается попытка выявления структурных элементов городского образа, а установление связей между реальным и виртуальным в феноменологии города позволяет более широко описать природу формирования образа города [12].

Вместе с тем нет единого теоретического подхода к формированию ландшафтно-экологических условий устойчивого развития системы природных компонентов ландшафта (озеленения и водных ресурсов) в градостроительном проектировании. Проблема устойчивого развития имеет свои аспекты для каждого из них, равно как и ландшафт служит исходной базой для формирования виртуальной среды на всех уровнях градостроительного проектирования. В целях изучения и исследования формирования ландшафтно-экологических условий устойчивого развития системы природных компонентов ландшафта города в аспекте разработки виртуальной модели города предпринимается данная работа [13].

Волгоградская область расположена на юго-востоке европейской части России по обоим берегам нижнего течения Волги и Среднего Дона. Террито-

рия области весьма обширна, поэтому климат в ней не одинаков, наблюдаются заметные его изменения с северо-запада на юго-восток (увеличивается континентальность, убывают осадки, возрастает испаряемость и засушливость).

Для степного и полупустынного ландшафтов Волгоградской области особую ценность представляет древесная растительность, основная роль которой — многофункциональное влияние на окружающую среду (защита сельскохозяйственных угодий от засух, суховеев и ветровой эрозии; водоохранное и водорегулирующее назначение в бассейнах малых и больших рек; рекреационно-эстетические функции и т. д.). На территории области в настоящее время насчитывается около 400 тыс. га естественных лесов и 250 тыс. га искусственных лесных насаждений различного назначения. Естественные леса приурочены в основном к пониженным элементам рельефа — поймам рек Волги, Медведицы, Хопра, Дона и балкам.

Огромную ценность для полупустынного края представляет почти 100-летний опыт искусственного лесоразведения. К настоящему времени в области создано более 200 тыс. га защитных лесных насаждений, которые с учетом назначения можно разделить на следующие категории: государственные лесные полосы, полезащитные лесные полосы, насаждения по балкам и оврагам, придорожные, по берегам водохранилищ, на песках колхозов и совхозов, на песках Гослесфонда [14].

На территории Волгоградской области расположено более 240 водных объектов: протекает около 190 рек различной величины, относящихся к бассейнам Азовского и Каспийского морей, Прикаспийскому и Сарпинскому бессточным бассейнам. Общая протяженность рек, протекающих по территории области, составляет 7981 км, девять из них имеют протяженность более 200 км, их суммарная длина в пределах области 1947 км. Питание рек происходит за счет атмосферных осадков (80...90 % всего объема) и грунтовых вод [15].

Волга с притоками (рис. 1), ее рукава, в том числе и р. Ахтуба, территория Волго-Ахтубинской поймы и Каспий составляют единую Волго-Каспийскую экосистему, которая по пространству соответствует Волго-Каспийскому бассейну.



Рис. 1. Река Волга (панорама города и Волго-Ахтубинской поймы) [14]

Создание человеком искусственной среды — городской среды — способствовало возникновению урбанизированных ландшафтов, которые расширяются, захватывая значительные пригородные территории. В аспекте градостроительства ландшафт — это природный ресурс, существенно влияющий на процесс градообразования. Устойчивое развитие города и его территорий предполагает охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов [16], создание благоприятных санитарно-гигиенических и комфортных условий проживания городских жителей. Охрана городской среды в аспекте устойчивого развития городов в процессе градостроительной деятельности осуществляется с учетом градоэкологической организации среды: включение в планировочную структуру города природных ландшафтов — водоемов, лесопарков, установление баланса между урбанизированными и природными территориями города, увеличение площади зеленых насаждений общего пользования за счет городских лесов и лесопарков, создание рекреационных зон на берегах водоемов и водотоков, строительство (ревитализация) набережных.

Одним из аспектов градостроительного подхода к природному ландшафту является исследование его состояния в городской среде, представляющей собой сочетание искусственно созданных элементов, социальных условий жизни, культурной среды и элементов естественной природы. Анализ состояния среды жизни г. Волгограда включает среды и факторы: воздушного бассейна, водных объектов, геологической среды и нарушенности территории, почв, растительного мира, в частности оценку качества озелененных территорий, экологических критериев — деградации озеленения, выполнения защитной функции, рационального соотношения озелененных и застроенных территорий [17]. При исследовании процесса влияния и взаимодействия градостроительных систем и ландшафтно-рекреационной территории возникает задача проведения оценки качества ландшафтно-рекреационной территории по множеству факторов, которые оказывают влияние на состояние данной территории [18] (рис. 2).



Рис. 2. Структура ландшафтно-рекреационной среды

Ландшафтно-рекреационная территория, на которой сформирована определенная среда, может иметь разнообразное сочетание природных экосистем. Для природной ландшафтно-экологической системы Волгограда основными показателями оценки становятся климатические факторы, наличие растительности и

водоемов, рельеф и сочетание экосистем. В качестве основных показателей состояния озелененных территорий в условиях городской среды применительно к объектам растительного мира приняты критерии состояния объектов растительного мира для экологической оценки участка застройки и прилегающей территории [17]. В построении виртуальной модели (прогнозируемое состояние ландшафтно-рекреационной среды) особое значение имели следующие показатели среды в параметрах нормы и порога критического воздействия: биоразнообразие, повреждение древостоев техногенными выбросами, в процентах от лесопокрытой площади, заболевание древостоев, в процентах деревьев, плотность рекреационной нагрузки, захламленность леса, в процентах отпада за 20 лет, общий фон насаждений, характеристика кроны и другие. Вторым компонентом ландшафтно-рекреационной территории становятся поверхностные воды и ресурсные критерии оценки состояния поверхностных вод. Прогнозирование виртуальной модели опиралось на показатели состояния (изменение речного стока, объем возможного единовременного отбора) в параметрах состояния поверхностных вод (норма и порог критического воздействия).

Город Волгоград, обладая уникальным ландшафтом, выделяется ландшафтно-экологической системой, которую составляют природно-климатические условия, лесозащитные насаждения (природного и искусственного характера), образующие вокруг города своеобразное «зеленое кольцо», и водные объекты различной категории (водотоки, озера, ерики, пруды, водохранилище). Однако проведенные исследования показали, что в последние десятилетия наметилась тенденция к сокращению озелененных территорий различной категории, ведущая к снижению и утрате средообразующей и средозащитной функции зеленых насаждений и растительного покрова.

В ходе оценки анализировалось состояние компонентов природной среды Волгограда и области, информация о которых необходима для принятия прогноза и построения виртуальной модели. Выявлению показателей и критериев оценки по каждому природному компоненту (озеленение и водные пространства), установлению величины и значимости их воздействия, определению качества среды на этапах существующего и прогнозируемого состояния ландшафтно-рекреационной среды помогает пошаговая процедура предсказания воздействий: определение возможных воздействий; изучение существующих природных условий; ознакомление с соответствующими стандартами, нормами и правилами; предсказание (величины) воздействий; оценка (значимости) воздействий; выработка мер по уменьшению воздействий, оценки значимости и разработки мер по уменьшению воздействий.

Построение нижнего яруса виртуальной модели «планировочной структуры Волгограда» зависит от значимости и разработки мер визуальных воздействий в процедуре оценки воздействий (новые здания, сооружения и процессы, доминирующие в визуальном поле, здания, нетипичные для данной местности, способные изменить ее визуальный характер, разрушение и изменение характерных визуальных характеристик территории (лесов, парков, гор, исторической застройки); определение района воздействия и ценных визуальных ресурсов (парков, памятников, городских ландшафтов); требования по архитектуре и охране существующих ландшафтов; анализ фотографий и компьютерное моделирование «видимости» из разных точек; «зеленые пояса» и другие барьеры вокруг сооружений). При исследовании процесса влия-

ния и взаимодействия градостроительных систем и ландшафтно-рекреационной территории возникает задача проведения оценки качества ландшафтно-рекреационной территории по факторам, которые оказывают влияние на комфортное состояние территории [19].

Результаты проведенного анализа представляются в виде матрицы («природные компоненты воздействия»), позволяющей выявить показатели и критерии экологического состояния компонентов природной среды ландшафтно-рекреационной территории. Используя квалиметрический метод оценки качества, выявляется понятие «индекс качества среды» (лучшему показателю качества соответствует большее значение индекса). Уровень качества определяется отношением значения основного показателя качества оцениваемого природного компонента к значению основного нормативного показателя и необходим для планирования мероприятий по ландшафтно-экологической устойчивости природных компонентов городской среды.

Оценка качества ландшафтно-рекреационной среды проведена на примере городских озелененных территорий — городских лесов, основное назначение которых — выполнение средообразующих, водоохранных и защитных функций. Определены значимые качественные показатели по оценке существующего состояния озелененных территорий: площадь озелененных территорий, лесистость, степень усыхания древостоя, плотность рекреационной нагрузки. Кроме качественных показателей, визуальное воздействие окружающего пространства основано на сопоставлении зрительных впечатлений. Подобный подход в проектировании важен для обеспечения реалистичного представления, видения существующего состояния озелененных и водных территорий города, формирования состояния присутствия в проектируемой, еще не созданной среде, но с заданными качественными параметрами. Современные возможности в области интерактивного моделирования позволяют построить виртуальные модели проектируемых территорий (рис. 3).

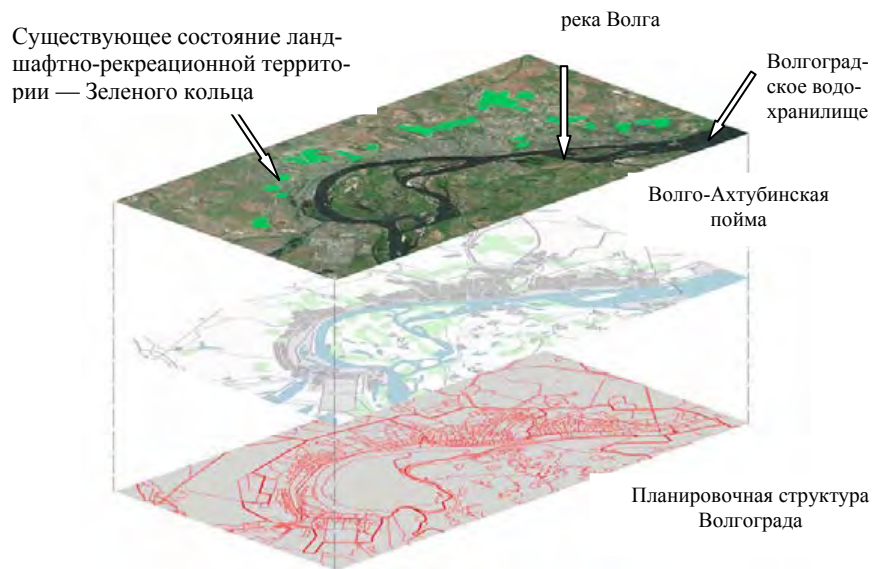


Рис. 3. Проектируемая модель существующего состояния ландшафтно-рекреационной территории — Зеленого кольца

Экспериментальное проектирование поддерживалось разработанной виртуальной моделью природного ландшафта Волгограда. Результаты исследования раскрывают научно-методологические положения городского планирования (последовательность оценки и городского планирования ландшафтно-экологических мероприятий по устойчивому развитию системы водно-зеленых ландшафтов, методические подходы к формированию виртуальной модели) и устанавливают практические цели и вопросы реализации виртуальных моделей, направленных на сохранение истинного облика города (градостроительная деятельность, безопасность, навигационные системы, информационно-поисковые задачи, туристическая привлекательность и др.).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пименова Г. И. Концепция устойчивого развития в генеральных планах российских городов. URL: <http://gisap.eu/ru/node/1252>
2. Шеина С. Г., Стародубцева А. С. Устойчивое развитие городов. Комплексный подход к преобразованию городской среды. URL: [https://otherreferats.allbest.ru/construction/00812667\\_0.html](https://otherreferats.allbest.ru/construction/00812667_0.html)
3. Розенберг Г. С., Краснощеков Г. П., Гелашвили Д. Б. Опыт достижения устойчивого развития на территории Волжского бассейна. URL: [topref.ru/referat/159687.html](http://topref.ru/referat/159687.html)
4. Иванова Н. В., Ганжа О. А. The architectural and ecological features of the underground development of the ravine network in a riverside city (on the example of Volgograd) // *Procedia Engineering: 15<sup>th</sup> International scientific conference «Underground Urbanisation as a Prerequisite for Sustainable Development»*, St. Petersburg, Russia, 12—15 September, 2016. Vol. 165. Elsevier publishing, 2016. Pp. 1006—1015.
5. Иванова Н. В., Числова И. Ю. Благоустройство пригородных рекреационных зон Волгограда как пример повышения городского уровня культуры // *Пространства городской цивилизации: идеи, проблемы, концепции* : материалы Международ. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения основателя Свердлов. архит. ин-та Н. С. Алферова, г. Екатеринбург, 4—5 октября 2017 г. / Под ред. Л. П. Холодова. Екатеринбург : УрГХУ, 2017. С. 152—155.
6. Иванова Н. В., Сиренко Н. В. Социально-пространственная реконструкция ландшафта набережной реки Волги (на примере бывшего грузового порта г. Волгограда) // *Великие реки-2017* : тр. науч. конгр. 19-го междунаро. науч.-пром. форума, г. Нижний Новгород, 16—19 мая 2017 г. : в 3 т. Т. 1. Нижний Новгород, 2017. С. 209—212.
7. Семенов С. В., Соколов И. И., Мельникова Е. И. Исследование функционального зонирования крупного речного острова (остров Сарпинский) // *Вестник ВолГАСУ. Сер. : Стр-во и архит.* 2017. № 50(69). С. 312—320.
8. Иванова Н. В., Антонова Н. Н. Ранжирование ландшафтно-эстетических природных достопримечательностей региональных природных парков Волгоградской области // *Вестник ВолГАСУ. Сер. : Стр-во и архит.* 2017. № 50(69). С. 210—220.
9. Ivanova N., Ganzha O. The methodological aspect of the landscape and ecological forming of a comfortable environment for the Smart City // *MATEC Web of Conferences : International Science Conference SPbWOSCE-2016 «SMART City»*, St. Petersburg, Russia, November 15—17, 2016 / Ed. by V. Murgul. Publisher : EDP Sciences, 2017. Vol. 106. URL : <https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2017/20/contents/contents.html>
10. Тимофеева И. Ю. Повседневное пространство виртуального города как объект анализа // *Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики*. Сер. : Культурология. Тамбов : Грамота, 2013. № 8. Ч. 1. С. 193—196. URL: <http://gramota.net/materials/3/2013/8-1/46.html>
11. Туркина В. Г. Город как виртуальный феномен // *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. : Философия. Социология. Право.* 2009. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gorod-kak-virtualnyy-fenomen>
12. Харламов Н. А. Виртуальные города: большой город в эпоху технической воспроизводимости // *Визуальный анализ виртуальной реальности* : кол. моногр. / Н. Покровский, И. Коновалова и др. URL: <http://www.sociolog.net/virtual.html>
13. Ivanova N., Ganzha O., Prokopenko V. Methodology of planning of landscape and ecological sustainability of natural components in the virtual model (on the example of Volgograd) //

MATEC Web of Conferences : International Science Conference SPbWOSCE-2017 «Business Technologies for Sustainable Urban Development», Section : Environmentally-friendly Solutions for Urban Living. St. Petersburg, Russia, December 20—22, 2017 / Eds. I. Ilin and O. Kalinina. Publisher : EDP Sciences, 2018. Vol. 170. 10 p. URL: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201817004012>

14. Географический атлас-справочник Волгоградской области / Под ред. В. А. Брылева. 2-е изд., исправл., доп. М. : Планета, 2014. 56 с.

15. Экологический паспорт Волгоградской области-2014. URL: <http://oblkompriroda.volgograd.ru/current-activity/analytics/passport/>

16. Экологическая оценка и экологическая экспертиза : моногр. / О. М. Черп, В. Н. Виниченко, М. В. Хотулева, Я. П. Молчанова, С. Ю. Дайман. М. : Эколайн, 2000. 138 с.

17. Экологическая безопасность в строительном комплексе / А. Н. Рязанцев, А. Л. Лысенко, Н. Г. Рыбальский и др. М. : НИИ-Природа, 1999. 310 с.

18. Прокопенко В. В., Ганжа О. А. Разработка статистической модели оценки показателя качества ландшафтно-рекреационной территории на примере города Волгограда // Вестник ВолгГАСУ. Сер. : Стр-во и архит. 2014. Вып. 35(54). С. 199—202.

19. Хомич В. А. Экология городской среды : учеб. пособие. М. : Изд-во Ассоциации строит. вузов, 2006. 240 с.

© Иванова Н. В., Ганжа О. А., Прокопенко В. В., 2018

*Поступила в редакцию  
в июне 2018 г.*

*Ссылка для цитирования:*

Иванова Н. В., Ганжа О. А., Прокопенко В. В. Методология планирования ландшафтно-экологической устойчивости природных компонентов в виртуальной модели городской среды // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 167—175.

*Об авторах:*

**Иванова Нина Васильевна** — канд. арх., профессор, профессор кафедры архитектуры зданий и сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1. <https://orcid.org/0000-0002-2472-1705>, [ivanovaninav@mail.ru](mailto:ivanovaninav@mail.ru)

**Ганжа Ольга Александровна** — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры урбанистики и теории архитектуры, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, [ganzha\\_olga@mail.ru](mailto:ganzha_olga@mail.ru)

**Прокопенко Вячеслав Валентинович** — канд. техн. наук, доцент кафедры урбанистики и теории архитектуры, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, [v.v.p\\_24@mail.ru](mailto:v.v.p_24@mail.ru)

**Nina V. Ivanova, Ol'ga A. Ganzha, Vyacheslav V. Prokopenko**

**Volgograd State Technical University (VSTU)**

## **METHODOLOGY OF PLANNING OF LANDSCAPE ECOLOGICAL STABILITY OF NATURAL COMPONENTS IN VIRTUAL MODEL OF THE URBAN ENVIRONMENT**

Carrying out process of modeling of actions of city planning for achievement of landscape and ecological stability of system of natural green complexes and recreation water resources of residential suburbs which are aimed at providing ability of decrease in city loadings when forming virtual model of landscape is proved. Research objective is development of methodical approaches to planning in the field of landscape and ecological stability at the accounting of landscape features of the city of Volgograd and formation of topographical basis of the virtual model directed to permission of ecological, social and figurative problems of the city. Experimental design was supported by the developed virtual model of physical landscape of Volgograd.

**Key words:** city planning, natural components of landscape, virtual model.

*For citation:*

Ivanova N. V., Ganzha O. A., Prokopenko V. V. [Methodology of planning of landscape ecological stability of natural components in virtual model of the urban environment]. *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], 2018, iss. 53(72), pp. 167—175.

*About authors:*

**Nina V. Ivanova** — Candidate of Architecture, Professor, Professor of Urban Development Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-2472-1705> [ivanovaninav@mail.ru](mailto:ivanovaninav@mail.ru)

**Ol'ga A. Ganzha** — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Docent of Urban Development Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, [ganzha\\_olga@mail.ru](mailto:ganzha_olga@mail.ru)

**Vyacheslav V. Prokopenko** — Candidate of Engineering Sciences, Docent of Urban Development Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, [v.v.p\\_24@mail.ru](mailto:v.v.p_24@mail.ru)

УДК 711.454-163

***Н. В. Коростелева, И. Р. Ястребов, Д. П. Моломина***

***Волгоградский государственный технический университет***

**ВОПРОСЫ ИНТЕГРАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ГОРОДСКУЮ СРЕДУ  
(НА ПРИМЕРЕ г. ВОЛГОГРАДА)**

Рассматривается вопрос о реновации промышленных территорий. С точки зрения социально-экономических изменений эта тема актуальна для многих крупных городов. Выделено несколько направлений адаптации индустриального наследия к современному контексту города, в частности рассматривается реновация части промышленной зоны г. Волгограда (территория завода им. Куйбышева). Приведена историческая справка, выполнен анализ современного использования данного участка, изучены проблемы района, выделены преимущественные пути рефункционализации.

**К л ю ч е в ы е   с л о в а :** промышленные территории, городская среда, реновация, рефункционализация.

В период стремительного роста городов образовались избыточные городские пространства, которые на сегодняшний день становятся угрозой устойчивого развития населенного места. Во многих городах России большое количество промышленных зон практически не используются, хотя градостроительное развитие данных территорий может быть выгодно как для жителей, так и для инвесторов и строителей. Большие площади как внутреннего, так и внешнего пространства несут в себе потенциал для обустройства общественных зон, улучшения качества городской территории, так как уже находятся в черте городской застройки с развитой транспортной инфраструктурой, в непосредственной близости от социально-культурных, инженерно-технических объектов. Такое положение определяет их инвестиционную привлекательность и может содействовать максимально эффективному использованию и социально-экономическому развитию [1]. Этот потенциал можно реализовать благодаря повторному использованию (реновации и реабилитации) промышленных территорий.

Одной из главных и актуальных проблем на сегодня является именно преобразование промышленных территорий, сохранение их культурных ценностей и предоставление новой комфортной жизненной среды [2].

На рассмотрении в Государственную думу Российской Федерации был внесен проект федерального закона «Об особенностях регулирования отдельных правоотношений, возникающих в связи с комплексным развитием промышленных зон и внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ». В данном законе, во-первых, дается четкое определение понятия «промышленная зона», а во-вторых, прописываются условия, при наличии которых в отношении данных территорий может быть принято решение об их комплексном развитии. Документ подробно прописывает этапы процесса комплексного развития промышленной зоны: обследование территорий; разработка концепции комплексного развития; принятие решения о преобразовании и утверждение программы выполнения концепции развития; определение форм взаимодействия со всеми собственниками, которые располагаются на данной территории; утверждение проектов планировки территории.

В связи с этим можно утверждать, что вопрос интеграции промышленных территорий в городскую среду стал еще более актуальным, а его решение будет законодательно обоснованно. На сегодняшний день более 10 % площади крупнейших российских городов заняты объектами промышленного назначения, в то время как в зарубежных странах доля индустриальных зон в общей площади крупнейших городов значительно меньше и составляет 3...5 % [3].

Для объяснения актуальности интеграции промышленных зон в городскую среду можно выделить три основных фактора:

низкое качество существующего жилья и рекреационных зон, высокая доля промышленно-складских территорий в центральных частях городов и неблагоприятная транспортная ситуация (уровень развития транспортной инфраструктуры не соответствует нагрузке и не поспевает за ростом автопарка в городе);

происходящие процессы трансформации городских экономических функций, развитие новых технологий, рост доходов населения и изменение их потребностей предъявляют более жесткие требования к качеству городской среды;

в стране изменился характер урбанизации, это связано с тем, что государственные капиталовложения в развитие городов сменились частными инвестициями, которые подчинены рыночным законам и ориентированы на получение быстрого коммерческого эффекта.

Перечисленные процессы имеют важные последствия для градостроительного развития. Они меняют социальные и экономические характеристики городов, их планировку и внешний облик, появляются разнообразные депрессивные пространства [4]. Поэтому одним из наиболее значимых условий устойчивого развития города является процесс его постоянного обновления и модернизации [5]. В связи с этим реновация потерявших свое значение производственных зон и депрессивных территорий представляется самым значимым фактором данного процесса.

Во времена бурного развития промышленности большинство предприятий, как правило, располагалось на окраинах городов. Со временем они «обрастали» жилой зоной и оказывались полностью окружены жилой застройкой, которая имеет различную планировочную структуру. Данная среда по архитектурно-художественному облику и благоустройству не связана с промышленными зонами, в результате чего эти зоны существуют сами по себе [6]. В связи с этим возникает закономерная проблема: необходимость приспособления индустриальных зон городов к современным условиям. Одним из способов решения данной проблемы является реновация.

Реновация подразумевает адаптивное использование земельного участка, зданий, сооружений и комплексов при изменении их функционального назначения и дальнейшего использования [7].

Можно выделить типичные предпосылки реновации городских участков:

- 1) нерациональное зонирование территорий, не обеспечивающее экологическую, санитарную и транспортную безопасность населения;
- 2) необходимость восстановления исторической ценности памятников архитектуры и старых городских кварталов;
- 3) добровольное желание горожан и инвесторов содействовать прогрессу городского развития;
- 4) смена конфигурации социальной картины города, изменение местного и регионального имиджа.

Основной целью реновации является улучшение качества городского пространства и, следовательно, повышение уровня жизни горожан. Суть данного мероприятия заключается в максимально эффективном использовании возможностей территории; обеспечении ее устойчивого развития; повышении конкурентной способности и развитии социально-экономического потенциала.

Анализ мирового опыта реновации промышленных территорий показывает, что архитектурно-градостроительные преобразования ведутся на различных уровнях (градостроительном, архитектурно-планировочном, конструктивно-технологическом) и делятся на три вида в зависимости от того, сохраняется промышленная функция предприятия, частично сохраняется или не сохраняется [8].

Если рассматривать преобразование производственных зон с функциональной точки зрения, то на сегодняшний день существует три принципиально разных направления [9]:

1. Сохранение промышленной функции:

    мемориальный путь — полная реставрация здания, сохранение его первоначального облика (актуально для памятников промышленной архитектуры);

    совершенствование — внедрение новых технологий производства в существующий объем здания — реконструкция объекта.

2. Частичная рефункционализация:

    реконструкция планировочной структуры, основным принципом которой является вычленение и сохранение наиболее устойчивых планировочных характеристик;

    превращение объекта в музей;

    включение новых объектов городского значения в историко-промышленные территории.

3. Полная рефункционализация:

    рефункционализация существующих памятников индустриального наследия согласно критериям социально-культурной востребованности и актуальности (перепрофилирование промышленных объектов под жилые здания, административно-офисные центры, образовательные учреждения, культурно-развлекательные центры, гостиницы, предприятия торговли, спортивные сооружения);

    экологическая реабилитация территории за счет рекультивации нарушенных земель, создание новых зеленых массивов (парков, скверов, аллей);

    полный снос промышленного объекта и использование освободившейся площади в других целях.

Для выявления метода реновации, который необходимо использовать на конкретной территории, необходима четкая последовательность работ на различных уровнях. К ним относятся [10]:

1. Обширное планирование территории, при котором выявляются существующие городские проблемы, возникшие вокруг промышленных территорий. Необходимо проанализировать городскую транспортную инфраструктуру, окружающую застройку, объекты социального обслуживания.

2. Согласование с генеральным планом и стратегией перспективного развития. Определяется перечень необходимых мер, выбранных для преобразования данной территории, соответствующих целям и задачам развития всего города [11]. На данном этапе выполняются опросы граждан, публичные слу-

шания, создаются общественные организации, которые будут содействовать преобразованию территории, т. е. проводятся различные действия, способствующие вовлечению всех заинтересованных лиц.

3. Выбор метода реновации. На данном этапе проводится анализ задач, определенных для преобразования территории. Далее необходимо внести изменения в правила землепользования и застройки. Они необходимы для изменения функционального зонирования территории и создания проекта реновации.

Из этого следует, что для эффективной реновации промышленных территорий следует провести сложный анализ данной зоны, имеющих объектов и близлежащих территорий. Это позволит выбрать наиболее оптимальный метод реновации каждой конкретной территории.

На сегодняшний день ведущим направлением реновации является именно полная рефункционализация территории. При полном выводе производственной функции с территории (сносе всех существующих объектов и рекультивации земель) городу предоставляется новый участок для застройки, соответствующий современным задачам и принципам городского развития. Этот подход требует прямого участия государственных структур в проекте реновации и обширного планирования территории как новой городской зоны.

Если на территории расположены здания, являющиеся объектами культурного наследия, то данная зона является исторической средой, со своей композиционной и планировочной структурой. Существующие объекты наполняются новыми функциями, сохраняя при этом исторический «дух места».

После реновации бывшие промышленные зоны могут выполнять разные функции, в частности жилые и социальные [12]. Здесь могут присутствовать некие производства, парковые зоны, зоны отдыха и т. д.

В России уже есть первые результаты реновации промышленных зон. В Москве на месте ангаров появилась «ART-Стрелка» — место проведения культурных мероприятий; дизайн-центр ARTPLAY, возникший на месте фабрики «Красная роза»; дизайн-завод «Флакон» на территории завода «Хрустальный». На Выборгской стороне в Санкт-Петербурге запущено около 30 инвестиционных проектов по строительству бизнес-центров, гостиниц, жилых домов, автосалонов.

Однако на определение предметной области проектов преобразования промышленных территорий влияет большое количество факторов, начиная с социально-экономических и заканчивая экологическими [13, 14]. В связи с этим для каждого города определяется свое направление реновации. Так, например, в Волгограде в качестве предметной области проектов реновации промышленных зон, как правило, рассматриваются общественно-жилые центры и рекреационные территории.

План города Волгограда имеет расчлененно-линейную структуру. На сегодняшний день город вытянулся вдоль реки на значительное расстояние (70...80 км) и не удаляется далеко в поперечном к ней направлении. В результате этого для Волгограда характерны значительная длина коммуникаций и высокая стоимость транспортно-технического обслуживания. Недостатком является низкое качество системы общественного и культурно-бытового обслуживания населения. Кроме того, у Волгограда есть еще один существенный недостаток — фактическое расчленение территории на ряд населенных мест, которые обособлены друг от друга.

Подобное планирование города является главной причиной появления запущенных территорий в центральной части города, депрессивных общественных пространств, возникновения разорванной планировочной и микроэкономической городской структуры, транспортных проблем, не свойственных городам с низкой автомобилизацией, каковым является Волгоград по сравнению с европейскими или американскими городами.

На данный период времени можно выделить ряд положений, которые позволяют утверждать, что Волгоград находится в точке перелома или в драматической точке выбора вектора развития:

- негативная тенденция в формировании демографической ситуации — отток активной части населения при низких показателях притока новых жителей;

- плотность населения ниже уровня экономической эффективности использования городской инфраструктуры;

- расселение не соответствует расположению инфраструктуры в городе — городские территории заняты низкоплотной и разрозненной застройкой;

- отсутствует качественное благоустройство города — большое количество свободных, а главное, пригодных для развития территорий не используется;

- низкий объем перевозок на общественном транспорте при повышающейся пропускной способности улично-дорожной сети для личного транспорта;

- коммунальная инфраструктура изношена, характеризуется высокой аварийностью, большими потерями энергоносителей и низким КПД.

Безусловной ценностью Волгограда является мощная и разнообразная индустрия. Доля промышленных зон в городе составляет 40 %, в то время как в европейских городах-миллионниках этот показатель составляет 5...10 %, но по выпуску продукции эти города многократно опережают Волгоград.

Планировочной особенностью города является историческое размещение производственных объектов в береговой зоне р. Волги, на основе которых образовались большие промышленные районы (рис. 1). Данные предприятия являются градообразующими, но занимают ценные в градостроительном отношении прибрежные территории и оказывают негативное влияние на городскую экологическую обстановку. Постепенное освобождение берега Волги от производственных функций и замещение их общественно-жилимыми и рекреационными — одна из актуальнейших современных задач Волгограда.

С середины 19 века рост и развитие Волгограда напрямую связаны с промышленностью: от Нобелевского городка до индустриальных рывков первых лет советской власти, от послевоенного восстановления производственной базы до строительства индустриального города-спутника. Волгоград, если не считать Царицын уездно-торгового периода, всегда был промышленным центром. Планировочной структурой Волгограда была принята ленточная схема, для того чтобы отводить большие территории для производственных площадок с учетом их дальнейшего развития. Поэтому все градостроительные решения связаны с проблемами разграничения различных функциональных зон и обеспечения связи между ними. Строгое, монофункциональное разделение города на промышленную и селитебную зоны обусловлено тем, что основные функции города по отношению к жителям — труд и жилище — противопоставлялись друг другу. Удобство линейной планировки заключается в том, что она позволяет городу развиваться без корен-

ной реконструкции уже сложившихся районов и обеспечивает один из дешевых способов размещения производительных сил.

Однако данная планировочная схема оправдывает себя только в небольших городах. Как только город с «ленточной» планировкой достигает в своем развитии определенного масштаба, утрачивается гуманность городской среды. Из-за большой протяженности продольных связей в городе с линейной структурой требуется развитие скоростного общественного транспорта, которого в Волгограде нет. В связи с большой капиталоемкостью, высокими эксплуатационными издержками, которые обусловлены прерывистой структурой города и крайне низкой плотностью расселения, проекты строительства скоростного вида транспорта (метро) не были реализованы. В городе присутствует только скоростной трамвай, но его протяженность 17,3 км, тогда как протяженность города 80 км.



Рис. 1. Схема расположения промышленных зон в Волгограде

При разработке генерального плана в качестве развития промышленных территорий был выбран путь реновации данных зон.

Почему именно реновация, а не «вывод» предприятий за территорию города или планирование новых территорий для размещений инновационных технологий?

Прежде всего планирование новых территорий при неэффективном использовании существующих промышленных площадок нелогично и неразумно. Освоение новых территорий увеличит экологическую и транспортную нагрузку, «отвлечет» потенциальный ресурс, который необходим для трансформации городских промышленно-коммунальных зон.

Выведение предприятий за территорию города влечет за собой следующее:

1) создание новых площадок для размещения существующих заводов и производств, что является фактором недопустимого направления экстенсивного территориального роста города;

2) перемещение рабочих мест из города, что крайне невыгодно и опасно с социально-экономической точки зрения.

Необходимо сохранить рабочие места в городе, создать условия для бизнеса, дать ему свободу выбора и конкуренции, однако вместе с тем определить правила и ограничения.

Общая стратегия реорганизации производственных территорий Волгограда на период расчетного срока генерального плана определяется следующими условиями:

необходимостью реорганизации производственного комплекса в современных условиях постиндустриального периода развития мировой экономики;

необходимостью качественного улучшения условий проживания населения города в связи со сложными экологическими условиями Волгограда;

необходимостью совершенствования планировочной структуры территории города, в особенности в зонах непосредственной близости производственных территорий и селитебных зон.

Проектом предусмотрено поэтапное замещение производственных функций на особо ценных в градостроительном отношении территориях — в прибрежной зоне Волги; в зоне общегородского центра — для развития общественно-деловых зон, жилой застройки, коммерческих функций, рекреационных зон. В проектом зонировании отражено сокращение площади производственных зон в общем балансе территории Волгограда:

под развитие жилых и общественно-деловых функций — промузел Ельшанский, прибрежная часть Заканального промрайона (район Татьянки), территория Городищенской птицефабрики;

под развитие общественно-деловых функций — промузел Тракторного завода, завода «Баррикады», завода «Красный Октябрь», Разгуляевский промрайон, ряд локальных промзон — в районе Верхней и Средней Ельшанки, железнодорожной станции Волгоград-2;

первоочередная реорганизация производственно-коммунальных территорий, расположенных в водоохранных и прибрежных зонах, ликвидация источников загрязнения и соблюдение режима природоохранной деятельности в соответствии с действующими нормативами по охране водного пространства.

В качестве основного примера возможного использования пустующих территорий в структуре городской застройки после реновации и реабилитации рассмотрим деревообрабатывающий завод им. Куйбышева, расположенный в Ельшанском промузле. Данная территория имеет высокий градостроительный потенциал, располагается практически на границе Ворошиловского и Советского района, недалеко от берега Волги, что свидетельствует об очень выгодном ее местоположении в структуре города.

История завода берет свое начало в конце 19 века, когда крупный купец из Ростова-на-Дону Петр Максимов построил в 1881 г. на южной окраине Ельшанки лесопильный завод. Это был крупнейший лесопильный завод в городе. Здесь одной из первых (в 1913 г.) была построена собственная электростанция (два генератора на 2600 л. с.). Производство бурно росло. При штате в 394 человека оборот 1910-го года составил 1,4 млн руб. Начиная с августа 1914 г. на заводе постоянно проходили забастовки недовольных дневной зарплатой рабочих.

После Октябрьского переворота завод был национализирован постановлением Царицынского совета 30 декабря 1917 г. и переименован в «Грузо-лес» и продолжал свою деятельность вплоть до начала налетов немецкой

авиации на Сталинград. За первые дни бомбардировок от завода мало что осталось. Сохранились только три кирпичных здания, построенные еще до революции.

В послевоенное время лесозавод был переименован в «Лесопильный комбинат имени Куйбышева». Работа на предприятии велась вплоть до 2006 г., когда в связи с многомиллионными долгами завод был объявлен банкротом и закрыт. Сейчас напоминанием о ценности территории и некогда крупном производстве служат сохранившиеся до наших времен дореволюционные здания заводоуправления, котельной и цеха (являющиеся памятниками архитектуры и градостроительства регионального значения) [15], а также руины производственных корпусов.

В настоящее время на данном участке расположены следующие объекты:  
оптово-строительный рынок;  
гаражный кооператив;  
объекты административно-делового назначения.

То есть можно утверждать, что большая площадь земли используется неэффективно, а главное, выглядит неэстетично (рис. 2).



Рис. 2. Современное состояние территории завода им. Куйбышева

Если говорить о том, почему же необходимо изменить современную функцию данной территории, то можно выделить следующие доводы:

участок расположен вдоль реки, что делает его привлекательным для строительных компаний и покупателей;

вокруг уже сформировалась транспортная инфраструктура (в непосредственной близости проходят маршруты троллейбуса, автобуса и скоростного трамвая, а также станция электрички);

развитие данной территории позволит решить проблему с неразвитой социальной инфраструктурой;

возведение жилых и общественно-деловых объектов преобразит вид города с реки.

В связи с этим предлагается перепрофилировать данную территорию и возвести на ней современный многофункциональный микрорайон, имеющий жилую и общественно-деловую зоны, органично вписав в них имеющуюся здесь историческую застройку.

Всю территорию предлагается условно разбить на две части, одна из которых, расположенная ближе к Волге, будет включать исключительно жилую функцию (застроенную домами малой и средней этажности) и обслуживающие ее объекты культурно-бытового назначения. Этажность жилой застройки рекомендуется увеличивать при удалении от реки, что создаст отличный вид с воды. Вторая, расположенная ближе к железнодорожной ветке, будет состоять из многофункциональных жилых комплексов повышенной этажности, объектов общественно-делового назначения и парковой территории, отделяющей проектируемый участок от железной дороги. Соединяться две части будут с помощью пешеходных аллей, расположенных с двух сторон центральной транспортной артерии данной территории (рис. 3).

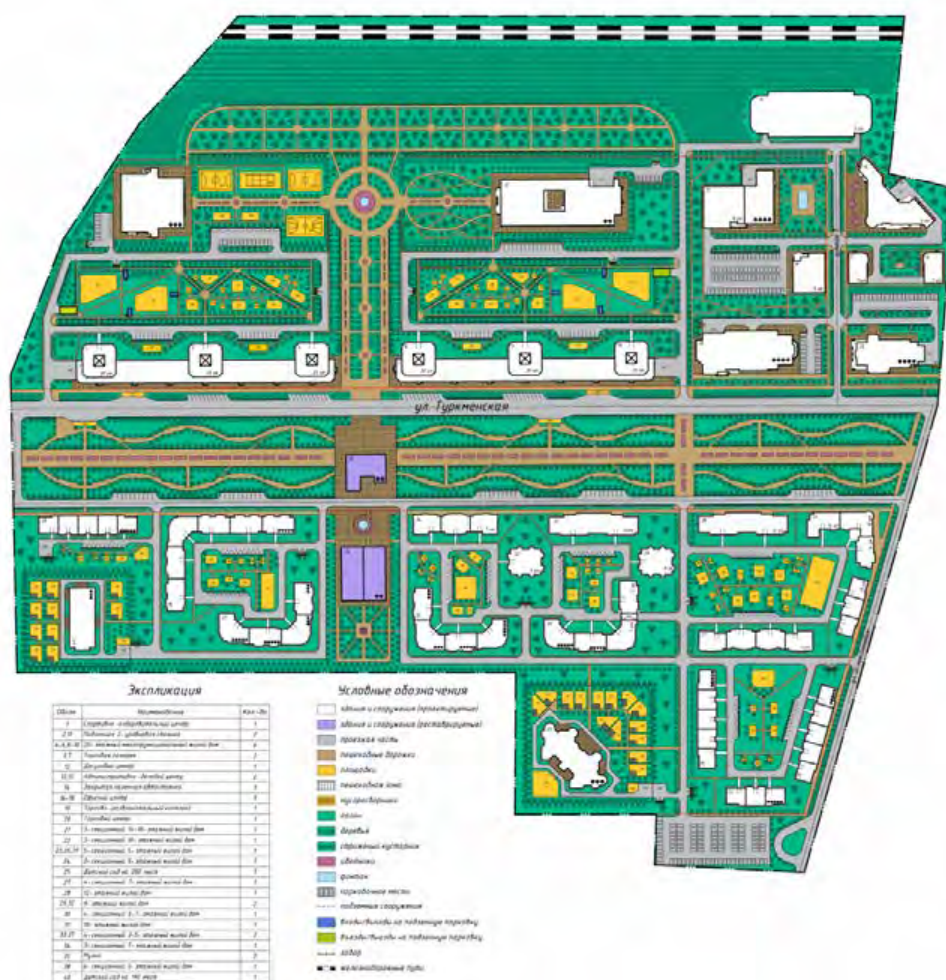


Рис. 3. Генеральный план территории

Что касается исторических зданий, расположенных на территории, то необходимо провести полную их реставрацию с последующим открытием в них музея, в котором будет рассказываться об истории Ельшанки. Ведь в этой части Волгограда в разное время происходили значимые события, как для города, так и для страны в целом.

**Выводы.** Таким образом, рассматриваемый проект позволит наметить основные направления, с помощью которых возможно решение важных вопросов в использовании пустующих промышленных территорий, расположенных в городской среде, с приданием им новых функций и значений.

Можно с уверенностью утверждать, что реновация производственных территорий, реабилитация и перепрофилирование промышленных предприятий — сложный многоэтапный процесс, требующий отработанной системы взаимодействия органов городской администрации, федеральных служб, предприятий, инвесторов, финансовых структур. Для устойчивого развития город должен решить эту задачу, найти способ эффективного использования избытков промышленных площадок для размещения нового бизнеса без освоения свободных территорий.

Вывод из исторического центра промышленных предприятий и последующая рекультивация освободившихся территорий поможет в значительной мере улучшить экологическую и ситуацию в городе, а также значительно снизить транспортную нагрузку на центральные районы.

Новое содержание старых пространств, их новая жизнь обеспечивают городам новые экономические возможности, необходимое сегодня качество жизненного пространства, рабочие места и смысл существования.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Демидова Е. В. Проблема реабилитации городских пространств // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2009. № 2.
2. Котенко И. А., Токарева В. А. Реновация бывших промышленных территорий // Вестник СГАСУ. Сер. : Градостроительство и архитектура. 2015. № 3(20). С. 47—52.
3. Короленко А. Р. Механизмы реорганизации индустриальных зон крупнейших российских городов : автореф. дис... канд. эконом. наук. М., 2013. 25 с.
4. Brady D., Wallace M. Deindustrialization and Poverty: Manufacturing Decline and AFDC Reciprocity in Lake County, Indiana 1964—1993 // Sociological Forum. 2001. Vol. 16. No. 2. Pp. 321—358.
5. Коростелева М. В., Коростелева Н. В. Обеспечение устойчивого развития городских округов: правовые и архитектурно-планировочные аспекты // Новая правовая мысль. 2017. № 1(68). С. 4—7.
6. Вилкова А. С., Маренникова Д. В. Предпосылки к реновации жилья на территориях, прилегающих к промышленным зонам // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 6(60). Ч. 2. С. 155—159.
7. Золотых М. А. Реновация промышленных зон в современных условиях города // StudArctic forum. 2017. Вып. 2(6).
8. Быстров П. Н., Закиров Р. С. К вопросу о редевелопменте промышленных территорий в центральной части города // Известия КГАСУ. 2006. № 1(5). С. 59—63.
9. Цитман Т. О., Богатырева А. В. Реновация промышленной территории в структуре городской среды // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : науч.-техн. журнал. 2015. № 4(14). С. 29—35.
10. Старкова Н. В., Грин И. Ю. Эффективные методы комплексного подхода к реновации промышленных территорий // Новые идеи нового века. 2015. Т. 2. № 2. С. 230—234.
11. Коростелева Н. В., Растяпина О. А. Планировка территории как фактор обеспечения эффективности ее использования // Вестник ВолгГАСУ. Сер. : Стр-во и архит. 2017. Вып. 49(68). С. 206—216.

12. Котенко И. А., Токарева В. А. Реновация бывших промышленных территорий // Вестник СГАСУ. Сер. : Градостроительство и архитектура. 2015. № 3. С. 47—52.

13. Маметьев В. А. Реализация проектов реновации в Москве в целях повышения эффективности использования территорий жилой застройки // Молодой ученый. 2017. № 38. С. 28—32.

14. Основные тенденции современных проектов реновации промышленных / В. П. Грахов, С. А. Мохначев, П. Е. Манохин, Д. С. Виноградов // Фундаментальные исследования. 2016. № 12—2. С. 400—404.

15. Постановление Волгоградской областной думы «О постановке на государственную охрану памятников истории и культуры Волгоградской области» от 5 июня 1997 г. № 62/706 (с изм. от 30 июня 2005 г., 7 декабря 2006 г., 30 октября 2008 г., 29 марта 2012 г.) / Информационно-правовая система «Кодекс». URL: <http://www.kodeks.ru>

© Коростелева Н. В., Ястребов И. Р., Моломина Д. П., 2018

Поступила в редакцию  
в мае 2018 г.

Ссылка для цитирования:

Коростелева Н. В., Ястребов И. Р., Моломина Д. П. Вопросы интеграции промышленных территорий в городскую среду (на примере г. Волгограда) // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 176—187.

Об авторах:

**Коростелева Наталия Владимировна** — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры экологического строительства и городского хозяйства, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, [korostelevanv@mail.ru](mailto:korostelevanv@mail.ru)

**Ястребов Игнат Романович** — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

**Моломина Дарья Павловна** — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

**Nataliya V. Korosteleva, Ignat R. Yastrebov, Dar'ya P. Molomina**

**Volgograd State Technical University (VSTU)**

## QUESTIONS OF THE INTEGRATION OF INDUSTRIAL AREAS INTO THE URBAN ENVIRONMENT (ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF VOLGOGRAD)

The article is devoted to the problem of renovation of industrial zones. There are several directions of adapting the industrial heritage to the contemporary context of the city which are considered in the article. In particular, the article gives a detailed analysis of the renovation of part of the industrial zone of the city of Volgograd (the territory of the Kuibyshev factory). The author provides a historical background and analyses the current use of this territory, studies problems of the region, highlights primary ways of refunctionalization. It is proposed to create a multifunctional residential and business zone based on the conducted studies.

**Keywords:** industrial zones, urban environment, renovation, refunctionalization.

**For citation:**

Korosteleva N. V., Yastrebov I. R., Molomina D. P. [Questions of the integration of industrial areas into the urban environment (on 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], 2018, iss. 53(72), pp. 176—187.

*About authors:*

**Nataliya V. Korosteleva** — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Docent of Ecological Building and Municipal Facilities Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, korostelevanv@mail.ru

**Ignat R. Yastrebov** — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation

**Dar'ya P. Molomina** — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation

УДК 69:728:332.1

**Хадави Могаддам Мохаммад Казем**

*Московский государственный строительный университет*

## **ЗАВИСИМОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ КОНЦЕПЦИИ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА С УЧЕТОМ РЕГИОНАЛЬНЫХ И МЕСТНЫХ УСЛОВИЙ ИРАНА**

Иран — страна, население которой является одним из самых молодых в мире, однако, как следует из официальной статистики государства, лишь 40 % семей имеют собственное жилье. В связи с этим задача обеспечения населения жильем является наиболее актуальной. С этой целью разработаны специальные программы, для реализации которых требуется использование новаторских организационно-технологических решений в области возведения жилых зданий.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** жилищный фонд Ирана, архитектурные особенности Ирана, факторы жилищного строительства в Иране.

Обеспечение граждан жильем является одной из фундаментальных потребностей иранского общества. В среднем на одного человека в Иране (рис. 1) приходится  $26 \text{ м}^2$  жилой площади (для сравнения: Ханой —  $7,5 \text{ м}^2$ , в целом по Китаю —  $9 \text{ м}^2$ , Российская Федерация — около  $25 \text{ м}^2$ , Западная Европа — около  $40 \text{ м}^2$ , США —  $69 \text{ м}^2$ )<sup>1</sup>. С увеличением темпов роста населения Ирана все сложнее становится задача обеспечения населения жильем, поэтому сегодня в ИРИ разработана государственная программа, предполагающая строительство 2 590 000 новых квартир. Для реализации этой программы в кратчайшие сроки требуется применение новаторских организационно-технологических решений в области возведения жилых зданий [1].



Рис. 1. Географическое расположение Ирана<sup>2</sup>

<sup>1</sup> URL: <http://government.ru/projects/selection/663/28234/>

<sup>2</sup> Educational Foundation for Modern Iranian Architecture. URL: <http://memarina.com/>

Разработка методов оценки и выбора оптимальных организационно-технологических решений при строительстве жилых зданий с минимальными затратами ресурсов и с качеством, соответствующим нормативным требованиям, производится при учете факторов, зависящих от местных и региональных условий. При этом следует решить нижеследующие задачи:

осуществить углубленный анализ текущего состояния строительной индустрии Ирана в сравнении с другими странами мира;

исследовать организацию деятельности строительных компаний в Иране, учитывая особенности применения технологических решений в строительном производстве;

изучить взаимосвязь и степень влияния факторов внутренней и внешней среды региона на организационно-технологические решения, принимая во внимание степень ресурсообеспеченности строительной индустрии;

разработать шкалу эффективности формирования целесообразных параметров ресурсообеспеченности строительных компаний применительно к современному уровню развития строительного производства;

разработать рекомендации по выбору базовых организационно-технологических решений в области жилищного строительства в разных районах Ирана.

Основные факторы, характеризующие жилищный фонд в Иране, могут быть следующими:

демографический фактор;

климатические условия, от которых зависят типы жилья в каждом конкретном районе;

строительные материалы, оптимальные для применения в условиях Ирана;

технологии, применяемые в жилом домостроении Ирана;

строительные требования для сейсмоопасных районов в соответствии с государственным регламентом Ирана № 2800;

национальные традиции;

современная характеристика жилья в Иране [2].

Демографический фактор может быть оценен следующим образом. По численности населения Иран занимает 17-е место в мире. Однако распределение населения внутри страны неравномерно в связи с тем, что лишь 30 % территории Ирана в достаточной степени обеспечено водными ресурсами (на рис. 2 представлена карта плотности населения по территории Ирана) [3].

К числу наиболее заселенных относятся северная (побережье Каспийского моря) и северо-западная части страны, где плотность населения достигает до 180 чел./км<sup>2</sup>; здесь проживает более 2/3 населения ИРИ. В центральных областях Ирана плотность населения снижается до 15 чел./км<sup>2</sup>. Самый низкий показатель принадлежит востоку страны — 7,2 чел./км<sup>2</sup>. Пятая часть населения Ирана проживает в столице — Тегеране, здесь плотность населения составляет 962 чел./км<sup>2</sup>, согласно статистическим данным<sup>3</sup>.

Особенности климатических условий Ирана выглядят следующим образом. Иран находится в северном полушарии Земли и лежит между 25-й и 40-й параллелями (см. рис. 1), поэтому климат страны преимущественно теплый. Основная часть иранской территории имеет высоту свыше 475 м над уровнем

<sup>3</sup> Statistical Centre of Iran. URL: <https://www.amar.org.ir/>

моря. Значительное влияние на климат страны оказывает наличие крупных водоемов — на севере Каспийское море и на юге Персидский залив. Однако горные хребты Загрос и Альборз являются препятствием для проникновения морских воздушных масс во внутренние районы страны и уменьшают влияние влажных морских ветров узкой прибрежной зоной [4]. На рис. 3 представлена карта распределения атмосферных осадков по территории Ирана.

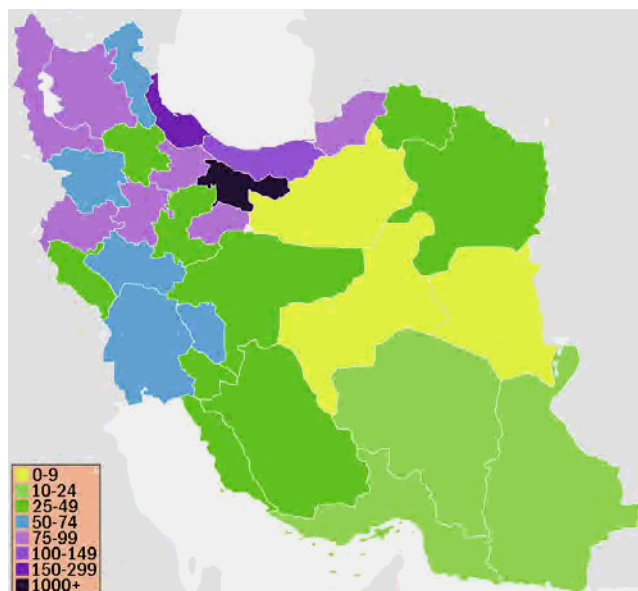


Рис. 2. Карта плотности населения по территории Ирана<sup>4</sup>

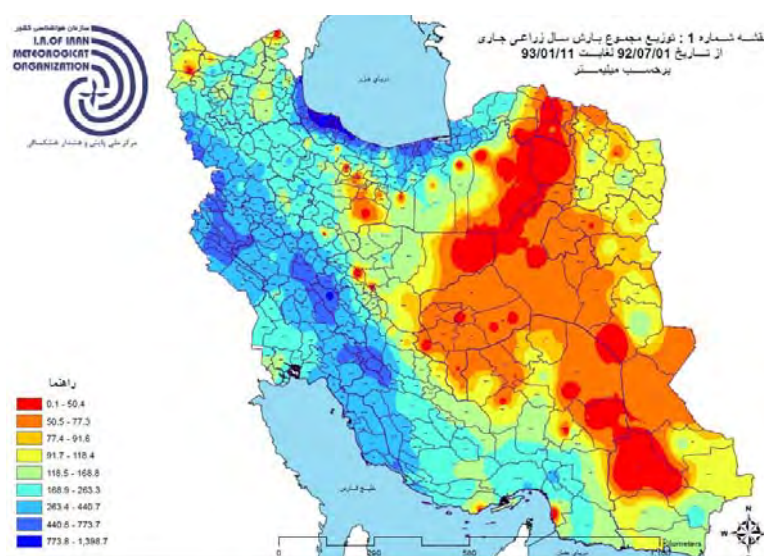


Рис. 3. Карта распределения атмосферных осадков по территории Ирана<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Там же.

<sup>5</sup> Iran Meteorological Organization. URL: <http://www.irimo.ir>

В зависимости от географического положения и атмосферных осадков в Иране можно выделить следующие основные типы климата:

- 1) умеренно влажный (южное побережье Каспия);
- 2) относительно холодный (западные предгорья Ирана);
- 3) сухой и жаркий (центральная равнина Ирана);
- 4) жаркий и влажный (побережье Персидского залива) [5].

Рассмотрим *архитектурные особенности жилья в районах с умеренно влажным климатом* (рис. 4). Районы, обладающие умеренно влажным климатом, располагаются на севере Ирана — вдоль берега Каспийского моря, а также на склонах горного хребта Альборз.

Основные особенности архитектуры жилых построек в этом районе следующие. Для защиты жилья от влаги дома возводятся на деревянном фундаменте из бревен, пропитанных специальным влагостойким составом. Жилая часть дома поднята на столбах таким образом, чтобы уровень фундамента не совпадал с уровнем пола. В горах, где влажность воздуха меньше, дома строятся на невысоких каменных или железобетонных сваях.

С целью защиты жилых помещений от дождя по периметру дома выстраиваются крытые галереи, которые служат местом отдыха жильцов или кладовыми.

В этих районах используется сквозное проветривание помещений. По этой причине рекомендуется проектировать жилище, имеющее открытые пространства (балконы, лоджии). Удлиненная форма плана является лучшим вариантом при сквозном проветривании. При ориентации здания на местности необходимо учитывать близость водных пространств и направление постоянных ветров, дующих с моря. В условиях влажного климата необходимо создать возможность максимального проветривания жилища.

С учетом обильных осадков в северных районах Ирана односкатные крыши должны иметь большой угол ската [6].



Рис. 4. Основной тип строений в сельской местности с умеренно влажным климатом<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Educational Foundation for Modern Iranian Architecture. URL: <http://memarina.com/>

*Основные архитектурные особенности жилых строений, возводимых в зонах с сухим и жарким климатом и большой разницей суточных температур (рис. 5):*

В областях с жарким и сухим климатом жилье строится из плотных теплоемких материалов (глина, кирпич).

Жилой застройке присуща большая плотность и блокировка домов. Компактность зданий уменьшает теплоотдачу при ночном падении температуры воздуха.

Сплошная застройка создает многочисленные теневые зоны в целях защиты от дневного перегрева и является резервуаром для сохранения тепла в холодное время суток.

Районы сухого и жаркого климата характеризуются отсутствием лесов и малым количеством осадков, поэтому основным строительным материалом здесь служит саманный и керамический кирпич. Крыши зданий имеют форму свода.

С целью повышения прочности саманных построек и для снижения перегрева поверхность стен снаружи покрывают слоем белой штукатурки.

В жарких и сухих районах количество и площадь окон в жилых постройках сведены к минимуму. Для защиты от проникновения отраженных от поверхности земли солнечных лучей окна располагаются довольно высоко над уровнем земли.

В отличие от областей с умеренным климатом в жарких и сухих районах тамбур-шлюз располагается таким образом, чтобы препятствовать проникновению наружного воздуха внутрь помещений во избежание сильных сквозняков.

Охлаждение внутренних помещений жилых строений осуществляется за счет вытяжек, выходные отверстия которых находятся на крышах зданий [1, 6].



Рис. 5. Архитектура зданий в сухом жарком климате<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Там же.

*Основные архитектурные особенности жилых строений в районах с холодным климатом* во многом сходны с особенностями жилых домов, строящихся в зонах с сухим и жарким климатом [7].

Для жилья, строящегося в холодных районах Ирана, существуют следующие рекомендации:

плотная планировка как внутренних помещений, так и застройки в целом;

сведение к минимуму площади внешних поверхностей здания по отношению к его объему для уменьшения теплоотдачи;

использование теплоизоляционных строительных материалов;

минимальное число проветриваний для защиты от проникновения холодного воздуха извне;

строительство плоских крыш, удерживающих снег, который играет роль тепловой подушки;

в отличие от районов с сухим и жарким климатом в зонах холодного климата предпочтительно проникновение солнечных лучей внутрь помещений и удержание тепла наружными стенами, в связи с чем внешние поверхности зданий окрашиваются в темные цвета [8].

*Основные архитектурные особенности жилых зданий в зоне умеренного климата.* Основные архитектурные рекомендации для районов, обладающих умеренным климатом, во многом сходны с рекомендациями для зон с умеренно влажным климатом:

применение легких пористых строительных материалов, обладающих низкой плотностью;

расположение жилых зданий в тени, строительство широких навесов над галереями, служащих защитой от дождя и защищающих стены жилых комнат от прямых солнечных лучей, что обеспечивает максимально комфортные условия проживания;

в районах, расположенных поблизости от моря, дома оборудуются воздуховодами, регулирующими циркуляцию воздуха с учетом интенсивности морских ветров;

районы, лежащие вдалеке от моря, в меньшей степени подвержены воздействию морских ветров; в жилых домах этих районах строятся малогабаритные воздуховоды;

в зонах с умеренным климатом характер проветривания определяется влажностью и повышенной температурой воздуха; в современных постройках этих районов естественное проветривание неэффективно, его рекомендуется заменять использованием кондиционеров с подсушиванием воздуха [6].

*Строительные решения, применяемые в сейсмоопасных районах Ирана,* согласовываются с государственным регламентом ИРИ № 2800. Основным содержанием вышеуказанного регламента является определение рациональных нормативов устойчивости возводимых зданий во избежание человеческих жертв и с целью сведения к минимуму материальных потерь, а также нормативов, указывающих на то, что землетрясения не должны влиять на срок эксплуатации строительных объектов. На рис. 6 представлена карта сейсмических районов Ирана.

В соответствии с законом запрещены следующие действия:

- 1) строительство зданий с глиняными стенами;
- 2) строительство в районах, где имеются тектонические разломы;

3) строительство в местах с неустойчивыми грунтами (вблизи морских побережий либо в пустынях)<sup>8</sup>.

С учетом вышесказанного рационально использовать в Иране традиционные архитектурные формы жилищной застройки. При этом следует учитывать факторы финансирования строительства и покупки жилья.

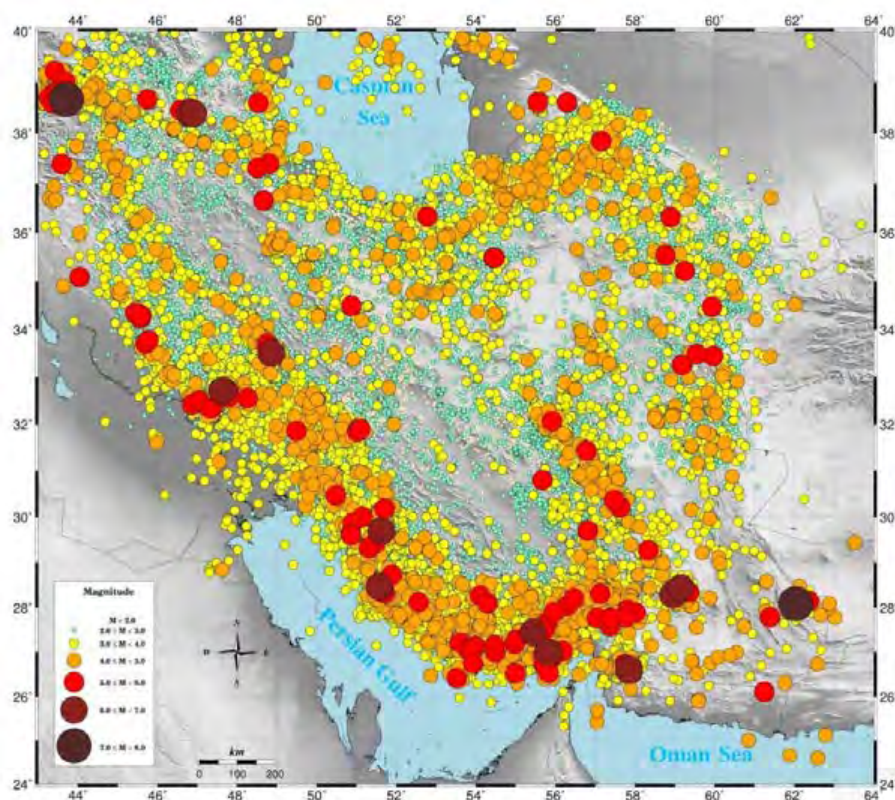


Рис. 6. Карта сейсмических районов Ирана<sup>9</sup>

Государственная политика ИРИ в области жилищного домостроения осуществляется в трех видах и с использованием трех способов финансирования:

1. Свободное жилье, возводимое обеспеченными семьями и являющееся частной собственностью. При данном виде строительства государство не является помощником, оно лишь контролирует выполнение правил строительства и соблюдение стандартов. Доля данного вида строительства на рынке жилья достигает 53 %.

2. Смешанный вид строительства подразумевает помощь застройщику со стороны государства. В городском строительстве этого типа общая площадь квартиры (дома) не должна превышать 100 м<sup>2</sup>. В этом случае семья получает субсидию от государства на строительство в виде займа под определенный

<sup>8</sup> Research Center for Roads, Housing and Urban Development of Iran. URL: <http://www.std2800.ir/>

<sup>9</sup> Iranian Seismological Center. URL: <http://irsc.ut.ac.ir>

процент, а также дешевую землю. Государство оказывает застройщику помощь в разведке воды, обеспечении газом и электроэнергией. Доля этого вида застройки в городском жилищном фонде составляет 30 %.

3. Социальное жилище предназначается для малообеспеченных семей и строится на базе минимальных стандартов (до 50 м<sup>2</sup> общей площади), т. е. ниже стандартных эталонов. Как правило, такие квартиры заселяются молодыми семьями или малоимущими людьми. В строительстве принимает участие не только государство, но и банки, социальные органы, используются и средства самих жильцов. Подобные квартиры либо арендуются, либо сдаются в аренду с обязательным выкупом в дальнейшем. Доля подобного жилья на рынке составляет 16 % [2].

Кроме рассмотренных факторов, на обновление жилой застройки в Иране влияют и другие факторы, требующие отдельного рассмотрения, такие как развитие предприятий строительной индустрии, наличие рабочей силы, квалифицированных инженерно-технических работников и др.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жилище для юга. Рекомендации по проектированию жилой застройки и жилых зданий для IV климатического района СССР. Ташкент, 1979.
2. *Мирзаи Р.* Жилые дома средней этажности, возводимые промышленными методами для жарко-сухой климатической зоны : дис... канд. техн. наук. М., 2009.
3. Географическая энциклопедия. URL: <http://geo.koltyrin.ru/>
4. *Kasmai M.* Climate and Architecture. Isfahan, 2002. 308 p.
5. *Ghobadian V.* Climatic analysis of the Traditional. Tehran : Tehran University, 2011.
6. *Bahrainy H.* Comparative study of the impact of micro-climate features on urban behaviour patterns, the case of urban spaces of Yazd (warm and dry climate) and Fuman (moderate and humid climate) // Environmental Studies. 2015. No. 2(41). Pp. 465—482.
7. *Moradi S.* Environmental control system. Tehran : Arman Shahr, 2010.
8. *Shaghghi S.* The relationship between sustainable development and climatic design of cold and dry area // Environmental Science and Technology. 2008. No. 3(10). Pp. 105—120.

© Хадави Могаддам Мохаммад Казем, 2018

Поступила в редакцию  
в июне 2018 г.

Ссылка для цитирования:

Хадави Могаддам Мохаммад Казем. Зависимость формирования рациональной концепции жилищного строительства с учетом региональных и местных условий Ирана // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 188—196.

Об авторе:

Хадави Могаддам Мохаммад Казем — аспирант кафедры организации строительства и управления недвижимостью, Московский государственный строительный университет (МГСУ). Российская Федерация, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26, hadavi@bk.ru

**Khadavi Mogaddam Mokhammad Kazem**

**Moscow State University of Civil Engineering**

#### THE DEPENDENCE OF THE FORMATION OF A RATIONAL CONCEPT OF HOUSING TAKING INTO ACCOUNT REGIONAL AND LOCAL CONDITIONS OF IRAN

Iran is a country with one of the youngest populations in the world, and housing is one of the fundamental needs of Iranian society. According to the official statistics of Iran, only 40 % of families

have their own housing. On average, one person in Iran has 26 sq. m. of living space (for comparison: Hanoi — 7,5 sq. m., in general at the China 9 sq. m., the Russian Federation — about 25 sq. m., Western Europe — about 40 sq. m., USA 69 sq. m) with the increase in the population growth rate of Iran, the task of providing the population with housing is becoming more difficult, so today a state program has been developed in Iran, involving the construction of 2,590,000 new apartments. The implementation of this program in the shortest possible time requires the use of innovative organizational and technological solutions in the field of construction of residential buildings.

**Key words:** housing stock of Iran, architectural features of Iran, factors of housing construction in Iran.

*For citation:*

Khadavi Mogaddam Mokhammad Kazem [The dependence of the formation of a rational concept of housing taking into account regional and local conditions of Iran]. *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], 2018, iss. 53(72), pp. 188—196.

*About author:*

**Khadavi Mogaddam Mokhammad Kazem** — Postgraduate student of Organization of Construction and Real Estate Management Department, Moscow State University of Civil Engineering. 26, Yaroslavskoye shosse, Moscow, 129337, Russian Federation, hadavi@bk.ru

УДК 725.85

**Н. И. Цапаев, Э. С. Косицына**

*Волгоградский государственный технический университет*

## **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ЗНАЧИМОСТИ СПОРТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ В СТРУКТУРЕ г. ВОЛГОГРАДА**

Дана оценка качества спортивных объектов г. Волгограда и проведен анализ результатов социологического опроса относительно их значимости среди жителей города.

**Ключевые слова:** актуальность, анализ, социологический опрос, спорт, спортивный парк, спортивные объекты, спортивная инфраструктура.

В настоящее время роль физической культуры в развитых странах высоко оценена как правительствами, так и самим обществом [1], однако ее качество и количество физкультурно-спортивных сооружений для этих занятий находятся на недостаточно высоком уровне. Это связано как с социально-экономическими проблемами, так и с проблемами моральных ценностей среди населения [2]. Разработаны масштабные программы по стимулированию развития физической культуры, спорта и здорового образа жизни. Осуществляются программы создания физкультурно-спортивных сооружений для этих занятий, одна из которых одобрена государством — «Развитие физической культуры и спорта в Российской Федерации на 2016—2020 годы» (Распоряжение Правительства РФ от 07.08.2009 г. № 1101-р). Все спортивные сооружения являются элементами сети физкультурно-спортивных сооружений, входящих в общую систему культурно-бытового обслуживания населения города в соответствии с его планировочной структурой. Нормы и расчетные показатели физкультурных и спортивных сооружений, размеры отдельных объектов, а также их состав и количество определяются по СП 42.13330.2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» (актуализированная версия СНиП 2.07.01-89\*); СНиП II-76-78 «Спортивные сооружения»; ВСН 2-71 «Указания по проектированию сети физкультурно-спортивных сооружений городов и поселков городского типа».

Особая ценность парковых сооружений — расположение в оптимальной для городских условий среде. Спортивные парки — уникальные общегородские комплексы, которые особенно необходимы в крупных городах, где все больше недостает свободных земель для строительства новых спортивных комплексов [3].

Сеть физкультурно-спортивных сооружений — самая емкая по территории: крупнейшие спортивные комплексы имеют участки, превышающие 100 га, и поэтому ее следует проектировать как элемент общей системы культурно-бытового обслуживания населения города в соответствии с его планировочной структурой (ВСН 2-71 «Указания по проектированию сети физкультурно-спортивных сооружений городов и поселков городского типа»). Кроме того, она тесно связана с расселением, транспортным обслуживанием. Физкультурно-спортивные сооружения — это постоянно изменяющаяся система, неразрывно связанная с развитием общества. Социальные изменения,

происходящие в обществе, вызывают к жизни новые виды и формы физкультурно-оздоровительных и досуговых занятий. Наметилась четкая интеграция культурных и спортивных видов деятельности с увеличением доли активного досуга. В занятия вовлекаются различные группы населения, развиваются разные формы семейного досуга, увеличивается значение информационных занятий и общения, массовых мероприятий. Параллельно с этим развивается и спорт высших достижений, который выдвигает новые уровни требований к физкультурно-спортивным сооружениям.

Однако, как показывают исследования состояния спортивных сооружений в России, темпы роста обеспеченности физкультурно-спортивными сооружениями значительно ниже необходимых. Общее количество сооружений не достигает и 30 % от нормативного; они размещены без учета требований равной обеспеченности населения занятиями вне зависимости от места проживания и работы, используются нерационально, их состав, типология и качество не удовлетворяют современным требованиям.

В связи с тем, что г. Волгоград имеет низкое качество и малое количество объектов спортивной инфраструктуры, в плане развития физкультурно-спортивной среды он находится на низком уровне, позади таких городов, как Москва, Санкт-Петербург, Краснодар и др.

Нами был проведен социологический опрос населения г. Волгограда о состоянии спортивной инфраструктуры города, ее значимости и качестве. Кроме того, было выявлено отношение людей к здоровому образу жизни, установлены их приоритеты относительно того, что они хотели бы видеть в городе для улучшения сложившейся ситуации.

Цель исследования — получение информационной базы данных и аналитических материалов, выявляющих общественное мнение о развитии спортивной инфраструктуры города, возможностях занятия спортом, распространении физической культуры, популярности ведения здорового образа жизни жителей и причинах, препятствующих увеличению числа граждан, регулярно занимающихся любительским спортом.

Следует отметить, что при проектировании спортивных парков важно учитывать ландшафт территории и стараться его сохранить при возведении сооружений, так как это является в первую очередь объектом ландшафтной архитектуры, который объединяет в себе единую архитектурно-планировочную структуру: зеленые насаждения, спортивные здания и сооружения, водоемы, места для отдыха посетителей и др. [4].

Основу инструментария составляла анкета массового опроса населения для выявления общественного мнения о количестве, состоянии и значимости объектов спортивной инфраструктуры (табл.).

Опрос проводился в г. Волгограде среди подрастающего поколения, поскольку именно оно в большей степени должно развивать здоровый образ жизни среди населения. В социологическом опросе приняло участие более 200 человек, из них 45 % женщин и 55 % мужчин. Результаты отражают полностью субъективное мнение каждого опрошенного человека. Данные по соотношению возраста приведены на диаграмме (рис. 1).

Большинство опрошенных людей по социальному статусу являются работающими — 65 %. Доля учащихся составляет 30 %, безработных — 5 %.

*Состав вопросов для анкетирования*

|                                                                          |  |
|--------------------------------------------------------------------------|--|
| Ваш пол                                                                  |  |
| Ваш возраст                                                              |  |
| Ваш социальный статус                                                    |  |
| Ваш уровень материального достатка                                       |  |
| Ваш район проживания                                                     |  |
| Важно ли для вас наличие спортивных объектов в структуре города?         |  |
| Удовлетворены ли вы качеством спортивных объектов?                       |  |
| Как вы оцениваете качество спортивных объектов (по шкале от 1 до 5)      |  |
| Какие новые спортивные объекты на территории города вы хотели бы видеть? |  |

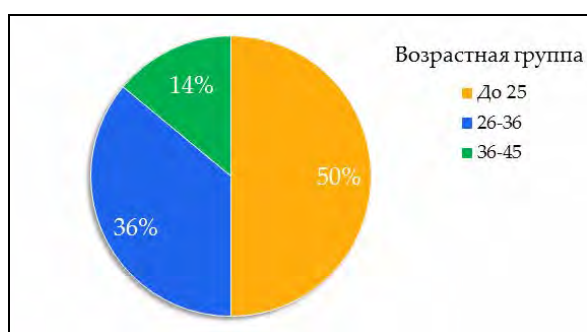


Рис. 1. Возраст населения среди опрошенных

Уровень материального достатка среди населения преобладающе является низким (данные приведены в диаграмме на рис. 2). К примеру, из-за недостаточного радиуса доступности спортивного объекта человеку придется тратить деньги и время для того, чтобы добраться туда, куда ему необходимо, а поскольку кому-то это может быть слишком затратным из-за ежедневных поездок, то человек может просто отказаться от подобных идей.



Рис. 2. Уровень материального достатка

Большинство опрошенных подчеркнули, что недовольны качеством спортивной инфраструктуры города в настоящее время и что для них важно наличие спортивных объектов. Результаты представлены на соответствующую

щих диаграммах (рис. 4 и 5). Оценка качества спортивных объектов города выполнялась по шкале от 1 до 5, данные приведены в диаграмме на рис. 6.



Рис. 4. Значимость наличия спортивных объектов



Рис. 5. Удовлетворенность качеством спортивных объектов

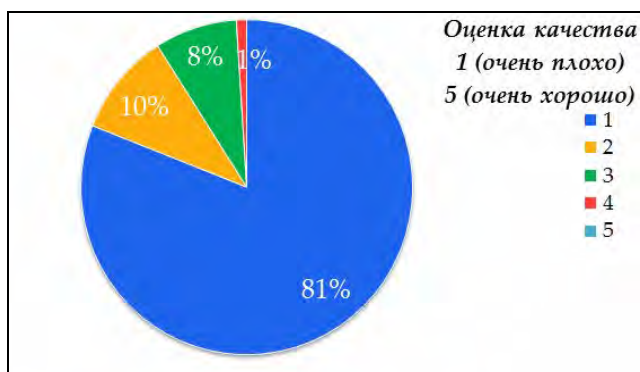


Рис. 6. Оценка качества спортивных объектов

При проведении опроса населения города большинство людей высказалось за то, чтобы в районах появились спортивные парки, которых в городе попросту нигде нет. Кроме того, жители хотели бы видеть многофункциональный спортивный комплекс, большую спортивную арену, ледовые катки, бассейны и прочие объекты спортивной инфраструктуры. Результаты опроса отражены в диаграмме на рис. 7.



Рис. 7. Желаемые объекты в спортивной инфраструктуре структуре города

Говоря о подобных видах спортивной инфраструктуры, важно отметить, что ледовые катки, мини-футбольные поля рациональнее всего использовать как один универсальный спортивный объект для попеременного использования по различным видам спорта с целью сократить себестоимость и площадь, занимаемую данным объектом, согласно ВСН 46-86 «Спортивные и физкультурно-оздоровительные сооружения». Подобные универсальные спортивные объекты могут входить в многофункциональное спортивное сооружение, тем самым создавая дополнительный спектр данного сооружения, делая его максимально мобильным и удобным. Многофункциональное спортивное сооружение (МСС) — объект спорта, позволяющий при условии трансформации проводить соревнования по различным видам спорта, а также другие концертно-зрелищные мероприятия [5].

Таким образом, проведенный социологический опрос показал, что жители города явно недовольны сложившейся ситуацией относительно качества спортивных объектов города, так как большая часть их в свое время была закрыта. Многие из них морально и физически устарели и требуют реконструкции или же реновации. Кроме того, некоторые спортивные сооружения расположены на территориях с неблагоприятными экологическими условиями. Так, спортивный комплекс «Волгоград Арена» находится в СЗЗ промышленного предприятия 1-го класса опасности «Волгоградский металлургический завод „Красный Октябрь“», что является нарушением согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов». Спортивно-оздоровительный комплекс «Динамо» находится вблизи автомагистралей, являющихся источником шумового загрязнения, а также данный комплекс попадает в СЗЗ железной дороги. Согласно СНиП 2.08.02-89 «Спортивные сооружения» для шумоподавления и защиты от пыли по периметру земельного участка комплексов открытых спортивных сооружений следует предусматривать ветрозащитные и пылезащитные полосы древесных и кустарниковых насаждений шириной, как правило, не менее 10 м, однако в данном спортивном комплексе эти нормативы не предусмотрены.

Анализ состояния спортивной инфраструктуры г. Волгограда и наличия зеленых насаждений показал, что в настоящее время в городе нет ни одного

спортивного парка, имеются лишь спортивные площадки, что является достаточно большой проблемой для города. Да и количество зеленых насаждений в южных районах города значительно ниже нормы.

Согласно генеральному плану города (2007 г.) в застройке между Советским и Кировским районами предусмотрен значительный территориальный разрыв. Это пространство предназначалось для зеленой зоны, в прибрежной части которой планировалась организация паркового массива для населения двух городских районов.

Указанная территория имеет относительно спокойный рельеф, с небольшим подъемом в северо-западном направлении и в отдельных местах пересекается незначительными балками.

Учитывая, что указанное пространство по генплану сохранялось как зеленая зона между двумя районами и имеет большие свободные площади, считаем целесообразным здесь, на границе Кировского и Советского районов г. Волгограда, создать спортивный многофункциональный парк, так как из-за планировочной структуры города радиус доступности ограничивается в лучшем случае одним районом, а располагать в каждом районе большие спортивные объекты будет экономически затратно. Следовательно, выбор данной территории является наиболее привлекательным, поскольку она находится, можно сказать, посередине двух самых отдаленных районов города. Большая часть данной территории свободна от застройки, находится вдали от промышленных предприятий и имеет удобную транспортную доступность — располагается возле автомагистрали общегородского значения (Университетский проспект), которая соединяет все районы г. Волгограда.

Ориентировочная площадь территории проектируемого спортивного парка составит 93 га (рис. 8).



Рис. 8. Предлагаемая территория для проектирования спортивного парка

Данный спортивный парк будет включать примерно следующее:

большую спортивную многофункциональную арену, как для футбола, так и для легкой атлетики;

малую многофункциональную арену для проведения различных концертов и спортивных мероприятий, таких как мини-футбол, баскетбол, волейбол, гандбол и др.;

бассейны открытые и закрытые;

крытый каток;

спортивные площадки;

скверы и сады для отдыха и многое другое.

Таким образом, создание спортивного многофункционального парка в южной части г. Волгограда будет не только способствовать решению проблемы спортивной инфраструктуры, но и значительно увеличит количество зеленых насаждений, что, в свою очередь, будет способствовать улучшению санитарно-гигиенических условий.

Населению г. Волгограда важно наличие должного количества качественных спортивных объектов. Большинство людей высказалось в пользу строительства в районах города спортивных парков, включающих целый комплекс различных видов спорта. Такие парки стали бы самым предпочтительным местом для отдыха в городе.

Учитывая, что уровень материального достатка горожан в преобладающем количестве является низким, необходимо было бы в каждом районе разместить небольшие спортивные объекты, такие как бассейн, спортивные площадки для детей и молодежи, тем самым немного улучшив радиус доступности этих объектов, так как людям попросту неудобно при регулярном посещении какой-либо секции ездить на большие расстояния.

Резюмируя все вышесказанное, можно сделать следующий вывод. Строительство спортивных сооружений позволит реализовать широкий спектр задач, а именно:

Укрепление здоровья населения. По статистике, около четверти россиян страдает от ожирения, около 5 % — от сахарного диабета. Именно постоянные занятия физкультурой позволяют человеку контролировать свой вес, употреблять здоровую пищу, а это обязательно принесет эффект.

Развитие территорий. Отсутствие инфраструктуры — одна из ключевых национальных проблем. Спортивные объекты способны стать центром притяжения для молодежи, разнообразить досуг населения.

Создание новых рабочих мест. Каждый новый объект формирует десятки вакансий, а также становится базой для развития предпринимательской деятельности.

Социальная ответственность бизнеса. Вложение денежных средств в локальные и глобальные проекты позволяет повысить доверие к тем, кто формирует денежную политику страны.

Нет никаких сомнений: инвестировать в спорт нужно, причем делать это умело и организованно. Учитывая, что многие ниши практически не заняты, введение в эксплуатацию объектов может принести прибыль уже в среднесрочной перспективе.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бурлаков И. Р., Неминуций Г. П. Спортивные сооружения и комплексы : учеб. пособие. Ростов н/Д., 1997.
2. Будкина Е. К., Будкин Ю. В. Культура досуга и проблемы социализации современной молодежи // Научный вестник МГТУ ГА. 2009. Вып. 142.

3. Физкультурные и спортивные сооружения / Под ред. Л. В. Аристовой. М., 1999.
4. Кудрявцев К. Р. Проектирование парка отдыха со спортивным уклоном // Молодой ученый. 2016. Вып. 19(123). С. 84—86.
5. Федорова О. В. Архитектурно-пространственная трансформация спортивных сооружений // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2012. № 2. С. 66—69.

© Цапаев Н. И., Косицына Э. С., 2018

Поступила в редакцию  
в июне 2018 г.

Ссылка для цитирования:

Цапаев Н. И., Косицына Э. С. Оценка качества и значимости спортивных объектов в структуре г. Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 197—204.

Об авторах:

**Цапаев Николай Игоревич** — магистрант кафедры урбанистики и истории архитектуры, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

**Косицына Эльвира Сергеевна** — канд. техн. наук, профессор кафедры экологического строительства и городского хозяйства, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, kositsyna\_elvira@mail.ru

**Nikolai I. Tsapaev, El'vira S. Kositsyna**

**Volgograd State Technical University (VSTU)**

## **EVALUATION OF QUALITY AND IMPORTANCE OF SPORTS OBJECTS IN THE STRUCTURE OF VOLGOGRAD**

The article assesses the quality of sports facilities and analyzes the results of a sociological survey of their significance, among residents of the city of Volgograd.

**Key words:** topicality, analysis, sociological survey, sports, sports park, sports objects, sports infrastructure.

*For citation:*

Tsapaev N. I., Kositsyna E. S. [Evaluation of quality and importance of sports objects in the structure 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], 2018, iss. 53(72), pp. 197—204.

*About authors:*

**Nikolai I. Tsapaev** — Master's Degree student of Urban Development Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation

**El'vira S. Kositsyna** — Candidate of Engineering Sciences, Professor of Ecological Building and Municipal Facilities Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, kositsyna\_elvira@mail.ru

УДК 712.25(470.45)

**Т. А. Чернявская, Т. Н. Лиманская**

*Волгоградский государственный технический университет*

## **ВОЗМОЖНОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДСКИХ ПАРКОВ НА ПРИМЕРЕ г. ВОЛГОГРАДА**

Обоснована возможность градостроительной реконструкции территории современного городского парка, имеющей в своем ландшафте историко-культурные ценности, неразрывно связанные с рельефом и общим ландшафтом г. Волгограда. Территория обладает рекреационной и культурно-исторической ценностью, представляет собой сохранившийся исторический ландшафт, находится в центральной части города. Ее развитие и благоустройство повысит качество рекреационного обслуживания жителей, будет способствовать сохранению исторической памяти объектов и знаменательных событий на данной территории, благодаря чему она станет местом притяжения населения и будет привлекать внимание отдыхающих в парке горожан и гостей г. Волгограда.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** градостроительство, реконструкция, озеленение, благоустройство, рекреация, историко-культурный ландшафт.

Особенностью создания и реконструкции объектов озеленения в сравнении с общепринятой архитектурной практикой является главная роль эстетического и эколого-гуманистического начала, превращения озелененной территории в архитектурный ансамбль из искусственных компонентов и живых растений для эстетических и рекреационных потребностей человека. Градостроительные аспекты экологии опираются на идею того, что жизнь всего человечества тесно связана с окружающей средой и поэтому архитекторы должны уважать и сохранять природу, создавая городскую среду. Отечественный и зарубежный опыт строительства зеленых объектов свидетельствует о неразрывной связи процессов создания и эксплуатации парков и других ландшафтных насаждений. История садового строительства хранит данные о том, что великолепные парки создавались десятилетиями, их формирование продолжается на протяжении всего срока эксплуатации [1—5].

Устойчивое развитие современного города — это исключительно актуальная задача, которая должна решаться всеми жителями и руководством города, чтобы обеспечить высокое качество городской среды, высокое качество жизни, равновесие города и природной среды. Устойчивое развитие города должно обеспечить создание красивого, здорового, любимого жителями города, обеспечивающего полное удовлетворение их потребностей. В настоящее время перед архитекторами стоят проблемы как восстановления единой системы озеленения городов региона, так и решения ряда локальных задач, таких как озеленение и благоустройство зон общественных центров городов, оптимизация ассортимента озеленения в связи со сложными лесорастительными условиями территории [6—8].

Значение парков как мест повседневного и периодического массового отдыха и жизненно необходимых элементов природы в урбанизированной среде постоянно возрастает, поэтому актуальной становится проблема реконструкции Центрального парка культуры и отдыха, являющегося наиболее

крупным по площади элементом городской рекреационной системы и любимым местом отдыха жителей. Эффективность использования парковых территорий напрямую связана с изменениями, происходящими в обществе. Новые функциональные, эстетические, композиционные, экологические и экономические подходы позволят вовлечь парковые территории в городские процессы, тем самым возродить парковую культуру и повысить уровень жизни городских жителей<sup>1</sup> [9—11].

Данная тема особенно актуальна в связи с наступившей градостроительной необходимостью реконструкции рекреационных объектов, включающих зеленые насаждения общего пользования и находящихся в прибрежной зоне центральной части Волгограда, крупнейшего города, являющегося не только областным, но и региональным центром. Это наиболее популярная среди горожан и гостей рекреационная зона, требующая дополнительного благоустройства и организации выхода непосредственно в прибрежную зону Волги для более комфортного времяпрепровождения людей всех возрастных групп.

По результатам комплексного анализа состояния территории парка можно выделить ряд основных проблем: общая низкая благоустроенность территории; недостаточное использование прибрежной зоны; не подчеркнуты наиболее интересные природные достоинства территории; наличие суховершинных, мало декоративных деревьев; эстетическая непривлекательность отдельных участков парка; отсутствие велодорожки и недостаточная развитость транспортно-пешеходной системы; отсутствие благоустроенного выхода к реке Волге; морально и физически устаревшие аттракционы на месте проектируемой рекреации; недостаточное количество детских площадок, зон игр для разных возрастов, неорганизованность зон для тихого отдыха; отсутствие необходимого количества парковочных мест для посетителей парка. Все это позволяет говорить о крайней актуальности реконструкции данной территории.

Актуальность реконструкции также связана с бедностью и низкой декоративностью дендрологической флоры озелененных территорий объекта. Решение комплекса задач, включающих в себя биологический, природоохранный и технологический ряд мероприятий, которые предназначены для сохранения, восстановления, непрерывного применения растительных компонентов, поможет увеличить ресурсный потенциал и создать оптимальные условия для отдыха населения. Главным способом улучшения устойчивости зеленых насаждений является создание искусственных биоценозов путем введения в культуру экологически ценных деревьев и кустарников, формирования из них разных типов зеленых насаждений многофункционального назначения с объектами рекреации.

Цель работы заключается в разработке проекта корректировки архитектурно-планировочной концепции, реконструкции озелененных территорий парка и благоустройства аллей и площадок, используемых для отдыха и массовых мероприятий населением г. Волгограда.

Реконструированный участок по генеральному плану г. Волгограда является парковой территорией. Согласно схеме функционального зонирования Волгограда, проектируемая территория находится в общественно-деловой зоной, в состав которой входят спортивный и мемориальный комплексы, но

<sup>1</sup> URL: <https://novostivolgograda.ru/news/city/28-06-2017/proekt-rekonstruktssii>

имеет недостаточное благоустройство и не выделяется привлекательностью в структуре района и города в целом. Следует отметить, что при проектировании реконструкции данной территории необходимо учитывать местные климатические, историко-культурные условия и общую градостроительную ситуацию. Особую ответственность и требования к реконструкции предъявляет уникальное функциональное значение г. Волгограда на федеральном и международном уровне<sup>2</sup> [12, 13].

Территория парка имеет форму трапеции, находится в непосредственной близости к Волге, занимает приволжскую надпойменную террасу на стыке Приволжской и Ергенинской возвышенностей. Терраса имеет характерные элементы рельефа с отметками +30...+40 и слабый уклон (1...2 %) к Волге на восток. Участок, рекомендуемый для реконструкции, относится к III В зоне климатического районирования для строительства, рекомендуемая зона влажности — 3. Климат в г. Волгограде имеет резко континентальный характер, который проявляется отличием морозной зимы от жаркого и сухого лета, а также малым количеством осадков и относительно низкой влажностью воздуха [14].

Участок реконструкции хорошо просматривается с реки Волги и проспекта им. Ленина, имеет необходимую транспортную доступность, а также колоссальный потенциал для рекреационного освоения, но не используется в полной мере. Расположение участка не позволяет осваивать дополнительные земельные ресурсы для территориального развития рекреационной зоны. Поэтому проведение реконструкции планируется в существующих границах парка.

Внутри парковой территории дорожно-транспортная сеть недостаточно развита, пешеходное пространство организовано минимально удобно для пешеходов. С парковой территории отсутствует проход к Волге и связь с нулевой рокадной магистралью. В самом парке имеется лишь один главный вход, удаленный от остановок общественного транспорта, который недостаточно удобен в использовании для отдыхающих. Значительная часть дорожного покрытия второстепенных дорожек и тропинок находится в состоянии разрушения, большое количество несанкционированных тропинок не имеет твердого покрытия, что снижает удобство перемещения по территории.

Малой благоустроенностью на данный момент отличается прибрежная часть парка, граничащая с бровкой берегового обрыва. На протяжении территории всего парка отсутствует благоустроенная набережная, что связано с обрушением правого берега Волги в 1961 г., вызванным природными оползнями и отсутствием берегоукрепительных сооружений. Но в связи с тем, что территория парка является зоной общественных интересов и должна представлять акцентирующее ядро центральной части города, образующее выразительный элемент в архитектурной композиции Волгограда, проектные решения реконструкции помогут ей стать привлекательной частью речного фасада города и комфортной зоной отдыха.

При реконструкции разрабатывается мемориально-историческая зона парка, основой которой будет сохранившееся важное историческое место, которое представляет блиндаж, где с сентября по октябрь 1942 г. располагался штаб командующего 13-й гвардейской дивизии — генерала Александра Родимцева. В непосредственной близости от блиндажа размещается «Стена

<sup>2</sup> URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Центральный\\_парк\\_культуры\\_и\\_отдыха\\_\(Волгоград\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Центральный_парк_культуры_и_отдыха_(Волгоград))

памяти», на этой стене известное фото водружения Красного знамени на одном из зданий в Сталинграде. А при приближении видно, что состоит оно из тысяч фотографий фронтовиков, которые сражались за победу на этой земле<sup>3</sup>.

Рекомендуется дополнить это мемориальное место пешеходной аллеей со смотровыми площадками и уникальными древесными и кустарниковыми породами, что позволит придать особую торжественность данной зоне. В связи с тем, что на реконструируемой территории планируется создание дополнительных функций рекреационного объекта для молодежи и подростков, что повлечет за собой повышение антропогенных нагрузок, обязательно введение декоративных растений с особой устойчивостью к негативным природным и антропогенным воздействиям.

Задачи по повышению рекреационной привлекательности включают также реконструкцию зеленых насаждений на территории парка и дополнительное благоустройство аллей и площадок, используемых для отдыха и массовых мероприятий населением г. Волгограда. Внедрение проектных решений реконструкции Центрального парка культуры и отдыха поможет вдохнуть в сложившуюся среду культурной жизни новые аспекты и заполнит современным разнообразием популярную рекреационную зону.

Таким образом, на основании выявленных проблем необходимо решить следующие градостроительные задачи:

- корректировка функционального зонирования и архитектурно-планировочной композиции;
- создание мемориально-исторической зоны;
- развитие транспортно-пешеходной системы парка с усилением значимости второстепенных аллей;
- реконструкция освещения территории парка;
- благоустройство парковой территории с размещением малых архитектурных форм;
- террасирование береговой линии с организацией видовых площадок и прогулочной аллеи в прибрежной части парка;
- организация смотровых площадок и пешеходного прохода к реке Волге;
- подбор устойчивых и декоративных красивоцветущих форм растений для пополнения ассортимента древесных пород парка.

При этом архитектурно-планировочная концепция центральной аллеи современного парка сохраняется, при реконструкции усовершенствуется транспортно-пешеходная сеть, усиливается второстепенными входами связь между прилегающей жилой зоной, пешеходная сеть укрепляется второстепенными аллеями, обеспечивается выход к берегу Волги. Оборудуются дополнительные площадки для отдыха и проведения массовых мероприятий.

Архитектурно-планировочная ситуация проектируемой территории позволяет создать на рельефе не только смотровые площадки, но и подземные парковочные места для посетителей парка.

Концептуальные решения реконструкции, выработанные нами, объединяют увеличение функциональных зон, благоустройство и дополнительное озеленение. Предлагается увеличить разнообразие функциональных зон на

---

<sup>3</sup> URL: <https://sport.rambler.ru/other/36998089-vo-chto-prevratyat-tsentralnyy-park-kultury-i-otdyha-v-volgograd/>

территории парка. Основные зоны будут представлены детской, культурно-развлекательной, мемориальной, историко-культурной зонами, а также зонами аттракционов и тихого отдыха. Проектные предложения по формированию транспортной и пешеходной сети соответствуют новому функциональному зонированию с сохранением главных элементов и с учетом сложившейся градостроительной ситуации на проектируемой территории и в целом Центрального административного района Волгограда [1, 2, 12].

Приемы освещения парков и садов увязываются с архитектурно-планировочным решением территории. Критерием оценки освещения аллей служит вертикальная и горизонтальная освещенность. Поэтому для аллей предлагаются осветительные приборы, обеспечивающие хорошую освещенность как горизонтальных, так и вертикальных поверхностей. Подсветка деревьев, кустарников, цветов и газонов — серьезная задача, в решении которой должны участвовать не только архитекторы и светотехники, но и специалисты по озеленению. Опыт декоративного освещения зеленых насаждений парков и садов показывает, что освещение лампами накаливания не создает необходимого декоративного эффекта.

Направленное локализованное освещение крон деревьев улучшает вид сада в вечернее время, так как листва становится ярче, а источники света экранируются от наблюдателя. Подсвет крон деревьев может способствовать выявлению масштаба окружающего пространства, зрительно расширять его или ограничивать. Освещение нависающих ветвей создает ощущение изменения или закрепления высоты этого пространства. Особенно эффективна подсветка отдельных деревьев на затененном фоне окружающей растительности. В этом случае источники света располагают у основания дерева. Специальные приемы освещения деревьев, кустов и цветников позволяют создать своеобразную и живописную картину вечернего сада [2, 13].

Коротко основные проектные предложения реконструкции складываются из следующих пунктов.

1. Предлагается организовать два главных входа — со стороны ТРК «Европа» и со стороны стадиона «Волгоград Арена» и два второстепенных входа со стороны ул. Батальонной, один из которых предназначается для заезда транспорта, обслуживающего парковые территории, а другой для пешеходов. Это существенно облегчит посетителям перемещение и возможность попадания в парк.

2. Сохраняется главная аллея, разделяющая территорию парка на две части с юга на север вдаль Волги. Не подвергается реконструкции часть парка, называемая «Парк Баку».

3. Выход к реке Волге, создание дополнительной второй главной аллеи, идея реконструкции подразумевают обустройство аллеи, выходящей на реку, смотровыми площадками. Также предлагаются два лестничных спуска, которые соединятся в еще одну смотровую площадку. Здесь же начинается надземный пешеходный переход, проходящий над ул. Маршала Чуйкова и ул. Набережная 62-й Армии.

4. В список первоочередных работ в проекте реконструкции войдет создание мемориальной зоны, что обеспечит сохранение и обустройство памятников истории, таких как «Нобелевский городок», функционирующий в 19 веке. Сохранившуюся часть «Нобелевского городка» предлагается

накрыть куполом из прозрачных материалов. Предлагается также создать будущую композицию музея-экспозиции «Нобелевский городок», который займет порядка 13 тыс. м<sup>2</sup> территории парка. Здесь можно будет узнать историю места, узнать о том, как добывали нефть и что это такое. При этом большая часть «Нобелевского городка» будет интерактивной, чтобы детям тоже было интересно [13].

5. В одном из сохранившихся подземных резервуаров «Нобелевского городка» во время Сталинградской битвы был оборудован блиндаж. После войны эти катакомбы были внесены в реестр исторических мест Сталинграда, в 1965 г. на этом месте была установлена стела из гранитного камня, в 2017 г. установлена «Стена памяти». Реконструкцией предлагается на базе этих двух объектов создать мемориально-историческую зону<sup>4</sup> [13].

6. Формирование парковок для машин. Предлагается создание двух подземных парковок: со стороны ТРК «Европа» на 50 автомобилей, со стороны ул. Маршала Чуйкова — на 100 автомобилей [15].

7. Главная центральная аллея парка сохраняется и благоустраивается. Функциональные зоны соединяются пешеходными дорожками и тропинками между собой и с главной аллеей, реконструкция предусматривает дополнительное размещение осветительных приборов, парковой мебели, цветников и газонов.

8. Детская зона будет состоять из нескольких частей. Структура зоны предусматривает детские площадки для разного возраста, оснащение малыми архитектурными формами, городками с аттракционами и игровыми комплексами, каруселями и прочим оборудованием.

9. Физкультурно-оздоровительная зона занимает небольшую площадь и оборудована под малое количество видов спорта, так как парк примыкает к городской спортивной зоне со стадионом, бассейном и другими спортивными комплексами.

10. Для развлечений и физического оздоровления молодежи предусмотрено создание веревочного городка и роллердрома. Кроме того, проект предполагает создание площадки для занятий street workout (спортивная площадка для занятий силовой гимнастикой и подготовки к сдаче норм ГТО, адаптированная и для людей с ограниченными возможностями).

10. В культурно-развлекательной зоне предлагается размещение детского кафе, создание площади с эстрадой для проведения различного рода массовых городских мероприятий и осуществление реконструкции зоны аттракционов.

11. При реконструкции зоны тихого отдыха проектом предлагается создание тематических садов различных стилей: средиземноморского, английского, французского, а также дополнительное размещение смотровых площадок, беседок и парковой мебели. В зоне тихого отдыха появится и просторная площадка для занятий йогой<sup>5</sup>.

12. Административно-хозяйственная зона располагается у второстепенного входа, обеспечена въездом для специального транспорта, автостоянкой, зданиями, хозяйственными площадками и помещениями.

<sup>4</sup> Там же.

<sup>5</sup> URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Центральный\\_парк\\_культуры\\_и\\_отдыха\\_\(Волгоград\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Центральный_парк_культуры_и_отдыха_(Волгоград))

13. Реконструкция и благоустройство озелененных насаждений включают удаление суховершинных деревьев и кустарников, дополнение новыми высокодекоративными деревьями и кустарниками.

14. Предлагается проект реконструкции системы освещения территории парка.

15. Предусматриваются экологические мероприятия по уменьшению внешнего антропогенного воздействия, по периметру парка размещаются защитные зеленые насаждения в виде 3-рядной полосы из деревьев с плотной кроной и высокого кустарника для обеспечения более комфортного пребывания людей на рекреационной территории.

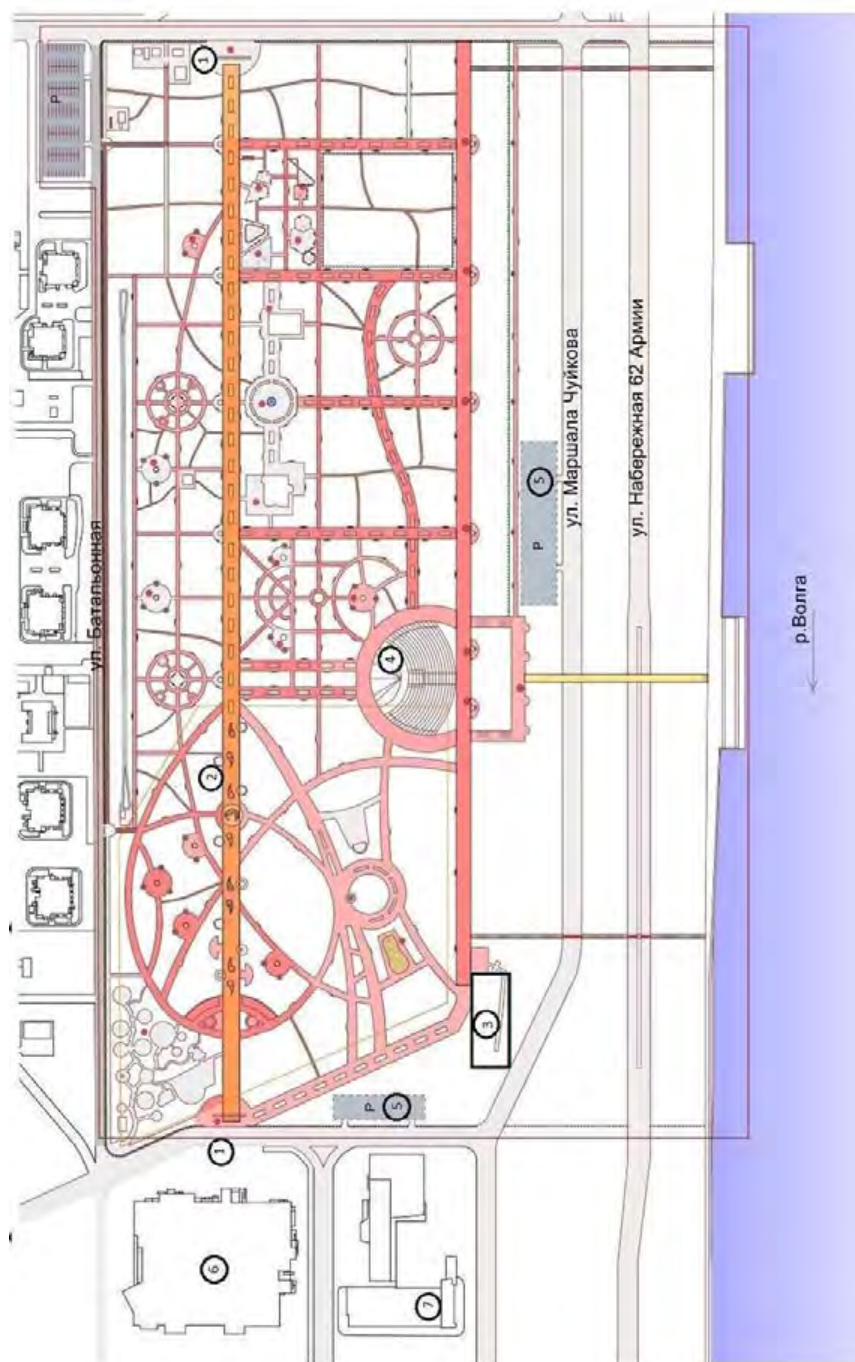
Ассортимент проектируемой растительности подобран в соответствии с природно-климатическими и экологическими условиями территории.

Растения были подобраны в соответствии с эстетическими, рекреационными, почвозащитными, почвоулучшающими, санитарно-гигиеническими и микроклиматическими целями. Ассортимент пород регламентируют почвенно-климатические условия, совокупность морфологических признаков и экологических свойств растений, а также назначение насаждений и особенности природоохранных мероприятий в условиях техногенного загрязнения [2].

Перечень деревьев и кустарников, предлагаемых для реконструкции парка, состоит из экологически и физиологически устойчивых видов, которые составляют хвойные породы, такие как ель колючая, сосна обыкновенная, лиственница сибирская, туя западная, можжевельник виргинский, можжевельник казацкий, и лиственные породы — дуб красный (северный), дуб пирамидальный, ива вавилонская, клен татарский, клен Гиннала, клен остролистный, клен серебристый, тополь пирамидальный, ясень обыкновенный, гледичия обыкновенная и др. [12, 16].

Таким образом, градостроительная архитектурно-планировочная концепция предлагаемой реконструкции основана на сохранении основных направлений современного состояния, а также включает новые предложения по проведению благоустройства набережной, улучшению качества благоустройства озелененных территорий, развитию дорожно-пешеходной сети, велосипедной дорожки. Также проектные предложения включают следующие мероприятия: создание выхода к реке Волге; благоустройство зоны тихого отдыха; увеличение площадок для различных возрастных групп в детской зоне; дополнительное оборудование зоны для проведения массовых городских мероприятий и концертов и зоны с культурно-развлекательной функцией; пешеходную связь запроектированной нулевой рокадной дороги с территорией парка; дополнительное размещение аттракционов, смотровых площадок и пешеходных дорожек; создание автомобильных парковок; в целом благоустройство и современное освещение всей территории парка; увеличение малых архитектурных форм<sup>6</sup>. Проектное архитектурно-планировочное решение предлагаемой реконструкции территории городского парка представлено схематично на рис. Оно позволит продолжить создание на городской территории Волгограда здоровой, красивой, благоприятной, экологически устойчивой архитектурной среды.

<sup>6</sup> URL: <http://nvvgg.ru/regions/otkryityiy-teatr-i-akvapark-poyavyatsya-v-tsentralnom-parke-volgograda-k-2020-godu/>



Проектное архитектурно-планировочное решение предлагаемой реконструкции территории ЦПКиО г. Волгограда: 1 — главный вход; 2 — главная аллея; 3 — мемориальная зона; 4 — эстрада; 5 — подземные парковки; 6 — ТРК «Европа»; 7 — гостиница «Юность»

Анализ научно-проектных материалов подтверждает, что градозоологические системы в виде парков органично вписываются в архитектурную среду городов и воспринимаются как обычные природные компоненты. Такая

среда предоставляет человеку высокое качество жизни, широкие возможности его совершенствования и развития, поощряет общение жителей, эта среда находится в экологическом равновесии с урбанизированными территориями при максимальном вхождении природной среды в город [17, 18].

На основании проведенного исследования регионального научно-практического материала по реконструкции городских парков, а также отечественного и зарубежного опыта можно сделать следующие выводы.

1. На основе результатов многолетних научных исследований и регионального опыта проектирования и строительства ландшафтных объектов выявлены основные проблемы пространственной организации Центрального парка культуры и отдыха и в целом ландшафта прибрежной части Центрального района города.

2. Рассмотрены вопросы истории развития данной территории и перспективы сохранения и развития ценного исторического ландшафта.

3. Выявлены возможности реконструкции в рамках ландшафтной архитектуры в региональных природно-климатических условиях.

4. В рамках реконструкции градостроительное архитектурно-планировочное развитие территории парка основано на сохранении основных направлений предыдущего проекта и включает: благоустройство набережной, дополнительное развитие дорожно-пешеходной сети, создание выхода к реке Волге, пешеходную связь территории парка с нулевой рокадной дорогой надземными и подземными переходами, оборудование смотровых и накопительных площадок и экологические архитектурно-планировочные мероприятия.

В результате внедрения проектных предложений Центральный парк культуры и отдыха города Волгограда будет иметь благоприятные условия для времяпрепровождения жителей района, дополнится новыми проектируемыми функциями, что будет способствовать притяжению не только людских потоков Центрального района и всего города, но и многочисленных гостей.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калмыкова А. Л., Терешкин А. В. Садово-парковое строительство и хозяйство : учеб. пособие. М. : Альфа-М ; ИНФРА-М, 2012. 240 с.
2. Теодоронский В. С. Садово-парковое строительство : учебник для студентов вузов. 2-е изд. М. : Изд-во МГУ леса, 2006. 335 с.
3. Степанищева К. Садово-парковое и ландшафтное строительство: особенности специальности. URL: <http://fb.ru/article/301719/sadovo-parkovoe-i-landshaftnoe-stroitelstvo-osobennosti-spetsialnosti>
4. Tate A. Urban parks: functions, funding and futures // Green places. 2006. No. 8. Pp. 22—27.
5. Corner J. Terra fluxus // The landscape urbanism reader / Ed. Ch. Waldheim. New York : Princeton Architectural Press, 2006. Pp. 21—32.
6. Тетиор А. Н. Устойчивое развитие города. М. : Ком. по телекоммуникациям и средствам массовой информ. Правительства Москвы, 1999. Ч. I. 173 с. Ч. II. 174 с.
7. Dixon T. Sustainable Urban Development to 2050: Complex Transitions in the Built Environment of Cities. Oxford Brookes University, 2011. URL: <http://www.retrofit2050.org.uk/sites/default/files/resources/WP20115.pdf>
8. Newton P., Bai X. Transitioning to Sustainable Urban Development. URL: [ehs.unu.edu/file/download/8940.pdf](http://ehs.unu.edu/file/download/8940.pdf)
9. Нефедов В. Реконструкция городской среды. Ландшафтный аспект проблемы // Ландшафтная архитектура. Дизайн. 2007. № 3. С. 63—68.
10. Никончик А. Д. Современные методы реконструкции сложившихся парковых территорий : дис... маг. арх. : 18.00.04. Минск, 2006. 70 с.

11. The landscape urbanism reader / Ed. Ch. Waldheim. New York : Princeton Architectural Press, 2006. 295 p.
12. Антюфеев А. В., Птичникова Г. А., Чернявская Т. А. Региональные основы ландшафтной архитектуры : учеб. пособие. Волгоград : ВолГАСУ, 2005. 188 с.
13. Птичникова Г. А. Нобелевские городки в дореволюционной России. URL: <http://verapropova.ru/nobeli.php>
14. Волгоградская область: природные условия, ресурсы, хозяйство, население, геологическое состояние / Под ред. В. А. Брылева. Волгоград : Перемена, 2011. 495 с.
15. Чернявская Т. А., Чернявский Ю. В. Экология урбанизированных территорий и освоение подземного пространства : моногр. Волгоград : ВолГТУ, 2017. 148 с.
16. Ассортимент деревьев и кустарников для мелиорации агро- и урболандшафтов засушливой зоны : науч.-метод. рекомендации / Под ред. А. В. Семенютиной. М. ; Волгоград : Россельхозакадемия, ВНИАЛМИ, 2002. 60 с.
17. Дендрологические парки // Экология : справ. URL: <http://ru-ecology.info/term/29466/>
18. Ultra-Green Models for a Sustainable Future: Are Eco-Cities Building a Comeback? URL: <http://www.spiegel.De/international/germany/ultra-green-models-for-a-sustainablefuture-are-eco-cities-building-a-comeback-a-646219.html>

© Чернявская Т. А., Лиманская Т. Н., 2018

Поступила в редакцию  
в апреле 2018 г.

Ссылка для цитирования:

Чернявская Т. А., Лиманская Т. Н. Возможности реконструкции современных городских парков на примере г. Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 205—215.

Об авторах:

**Чернявская Татьяна Антоновна** — канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры урбанистики и теории архитектуры, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

**Лиманская Татьяна Николаевна** — магистрант кафедры урбанистики и теории архитектуры, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, tanya-13limanskaya@mail.ru

**Tat'yana A. Chernyavskaya, Tat'yana N. Limanskaya**

**Volgograd State Technical University (VSTU)**

## **POSSIBILITIES OF RECONSTRUCTION OF MODERN URBAN PARKS OF THE CITY OF VOLGOGRAD**

The present article deals with the possibility of urban reconstruction of the territory of a contemporary city park that contains in its landscape historic and cultural objects inextricably connected to the relief and to the general landscape of the city of Volgograd. The territory has recreational and cultural historical values, it represents the remained historical landscape and it is located in the central part of the city. Its land improvement and development will increase the quality of recreational life of the inhabitants, preserving the historical memory of the objects and significant events in this territory; It will become a place of attraction of the population and will promote drawing attention of the citizens and guests of Volgograd.

**Key words:** urban planning, reconstruction, greening, land improvement, recreation, historical and cultural landscape.

*For citation:*

Chernyavskaya T. A., Limanskaya T. N. [Possibilities of reconstruction of modern urban parks 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], 2018, iss. 53(72), pp. 205—215.

*About authors:*

**Tat'yana A. Chernyavskaya** — Candidate of Biology, Docent, Docent of Urban Development Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation

**Tat'yana N. Limanskaya** — Master's Degree student of Urban Development Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, tanya-13limanskaya@mail.ru

УДК 728.51

**Е. А. Мащенко**

*Московский архитектурный институт (Государственная академия) — МАРХИ*

## **ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЕВРОПЕЙСКИХ И АМЕРИКАНСКИХ ОТЕЛЕЙ КОНЦА XIX — НАЧАЛА XX ВЕКА**

Рассматриваются особенности исторического формирования гостиниц повышенного комфорта в странах Европы и США. Объектом исследования являются городские гостиницы высшего класса. Цель работы — изучить особенности их формирования и провести архитектурно-типологический сравнительный анализ структуры гостиничных зданий класса люкс конца XIX — начала XX века, который позволяет выявить их основные различия.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** архитектурно-типологический анализ, типология гранд-отелей, типология гостиниц класса люкс, исторические отели, история развития гостиниц, городские отели.

Сегодня во всем мире представлено огромное разнообразие отелей различных категорий. К сегменту люкс относят и исторические отели в Европе и Америке, и современнейшие небоскребы в Дубае, и модные бутик-отели, делающие ставку на оригинальность и возможность удивить своих гостей. Большинство исторических городских отелей, исследованию которых посвящена данная работа, обладает значительной историко-культурной ценностью, однако в связи с развитием международных стандартов комфорта условия, сложившиеся в таких гостиницах, перестают соответствовать международным представлениям об отелях класса люкс. С течением времени концепции организации гостиниц этого сегмента меняются, появляются новые. Поэтому интересно рассмотреть историю формирования отелей высшего класса, выделить основные факторы, повлиявшие на их развитие, выявить типологические особенности, характерные для средств размещения класса люкс в Старом и Новом свете.

Первые известные прототипы гостиниц относятся к эпохе Античности, уже в этот период существует дифференциация предприятий по типам, например известны *deversoria*, *caupone*, *porinae* (лат.) — публичные трактиры для низших классов и др. В I веке до н. э. на территории Римской империи существовала сеть постоянных дворов для размещения путников. Основной целью путешествий была торговля, однако имели место и поездки, совершавшиеся со спортивными, образовательными и религиозными целями. «Существовали два типа „пристанищ“ в провинциях и в самом Риме: один из них предназначался только для патрициев (мансионас), а другой — для плебеев (стабулярии)» [1].

Многие известные писатели-путешественники эпохи Античности, такие как Геродот, Тацит и Цицерон, были благородного происхождения и, несомненно, имели доступ к хорошо оборудованным постоянным дворам с банями, туалетами и тепидарием, обогреваемым при помощи теплого воздуха. Большинство гостевых домов, обнаруженных при раскопках в Помпеях, обладало системой дренажа и отопления, однако с падением Римской империи и угасанием культуры стандарты гигиены снизились до архаического уровня, такая ситуация продолжалась почти до конца Средних веков [2].

С V в н. э. количество путешествий значительно сокращается. Специалисты, занимающиеся вопросами туризма, неоднократно обращались к вопросам его истории. Так, А. Г. Семенова отмечает, что «появление множества новых государств с нестабильной внутренней обстановкой привело к созданию политических барьеров, да и сами путешествия были небезопасны» [3]. Передвижения на дальние расстояния в те годы связаны либо с королевским двором, либо с церковью. Рост паломничества вызывает увеличение количества постоянных дворов с примитивными условиями комфорта. В этот период монастыри и аббатства являются учреждениями, всегда готовыми предложить убежище для странников. Наиболее полную картину развития первых предприятий туризма отражают данные, касающиеся Англии в эпоху Средневековья.

Для Англии были характерны такие типы средств размещения, как инны и таверны, большинство из которых появляется в результате перепрофилирования бывших монастырей и жилых домов. Так, инн «Готбегот» был приютом аббатства «Сейнт Смифанс» в 1002 г., «Бингли Армс» в Бардси недалеко от Лидса являлся гостевым домом для священников в 953 г. (priest inn), «Джордж» в Нортон Сейнт Филип был основан в 1397 г. монахами одновременно как гостевой дом и хранилище для шерсти, производимой в данном монастыре. «Джордж» имел внутренний двор, окруженный галереями, что, вероятно, можно считать первым примером применения в гостиничном деле такого плана, позже получившего широкое распространение. Однако к XV—XVI вв. повсеместное существование религиозных орденов и монастырей подходит к концу, и при Генрихе VIII аббатства закрываются.

На протяжении XVI в. в Англии было зарегистрировано более 600 гостиниц. Их устройство обычно представляет собой мощный внутренний двор, вокруг которого расположены основные постройки. Окна спален выходят на две стороны двора, кухни и общих комнат — на фасад, а конюшен и складов — на торец здания [4].

В 1657 г. между Лондоном и Честером начинают курсировать общественные дилижансы, время в пути составляет четыре дня, появляется необходимость в отдыхе, крове и смене лошадей. Постепенно маршруты дилижансов охватывают всю страну, это становится причиной расцвета придорожных постоянных дворов, повсюду строятся инны и реконструируются уже существующие, в них появляются абсолютно новые помещения, например обеденные и бальные залы. В период наивысшего расцвета этой эпохи более 2 млн людей в год путешествует, пользуясь общественным и личным транспортом. К 1800 г. наиболее крупные инны становятся центрами светской жизни и обладают таким набором помещений, как кофейные комнаты, залы собраний, бальные залы, кроме того, появляются отдельные спальни. Отмечается строгое разделение помещений для обеспеченных людей, путешествующих внутри кареты, и прислуги, которая едет снаружи (в иннах прислуга допускается лишь на кухню). В гостиницах начинают проходить общественные мероприятия: балы, концерты, выставки, собрания и увеселительные вечера. Например, зал ассамблей Лайон в Шрусбери в 1807 г. почтил своим присутствием герцог Кларенс (Duke of Clarence), позже — Вильгельм IV, в 1830 г. мадам Тюссо проводит здесь выставку восковых фигур, в 1831 г. в этом зале дает концерт Паганини.

Завершается эпоха дилижансов с разветвлением по территории всей страны сети железных дорог. Поезда позволяют добраться из города в город значительно быстрее и дешевле [5]. Как только путешествия стали более легкими, поменялось и отношение к ним. В 1863 г. Томас Кук создал первую в мире фирму, которая занималась продажей нового вида услуг — путешествий ради удовольствия. С этого момента мы можем говорить о начале развития туристического бизнеса.

В других странах Европы в этот период также происходит формирование гостиниц. На протяжении эпохи Просвещения путешествия с целью получения образования становятся предметом интереса среднего класса. Описания «Итальянского путешествия» Гете содержат массу упоминаний о профессионально управляемых гостевых домах, которые можно сравнить по уровню предоставляемых услуг с современными отелями среднего класса [2].

Во Франции и Германии большое распространение получают гостевые дома, расположенные возле термальных источников, о лечебных свойствах которых было известно еще в период Римской империи [6]. Так, в XVIII в. около источников Карслбад и Мариенбад таких средств размещения зафиксировано около 1500 [7]. Помимо Франции и Германии, особой популярностью пользуются поездки на швейцарские курорты, а также отдых на итальянской и французской Ривьере [3].

Подведением итогов развития гостиниц в Европе в XIX в. явилась первая европейская официальная классификация, которая делит их на три группы [1]:

*гранд-отели* — кроме продуманных величественных интерьеров предлагают высококласное обслуживание, ресторанное меню; для этой группы отелей большую роль играет репутация, которая зарабатывается годами;

*курортные отели* — характеризуются загородным расположением (часто вблизи источников);

*транзитные отели* — происходят от таверн и трактиров, обладают скромным уровнем комфорта.

Термин *hotel* появляется в английском языке в 1760 [8], являясь заимствованием из французского (от слова *hotel*, означавшего не место размещения странствующих, а резиденцию дворянина, больницу, ратушу или любое другое официальное крупное здание). В английском языке слово приобретает иное значение: это гостиница, преимущественно высокого класса, доказательством чего может косвенно служить высказывание одного шутника: «...таверны, называемые отелями, где под ложной идеей обеспечения большего комфорта, чем в иннах, хозяева стремятся обобрать своих гостей...» [9]. Понятие быстро набирает популярность, уже в 1776 г. лондонский драматург Томас Воган использует слово «отель» (отель понимается как учреждение с хорошими кроватями, качественной мебелью, поварами, официантами; жилье, пригодное как минимум для послов) в качестве названия для своей комедии — «The Hotel», будучи уверенным, что подобное заведение аудитории знакомо [10].

За достаточно короткий срок термин распространяется и на другой стороне Атлантики, в Северной Америке. Американское использование слова не отличается от английского. Так, в 1792 г. одно объявление гласило: «Собрание свободных землевладельцев из различных частей штата, в отеле „Коррес“ в Нью-Йорке». При этом термин все же используется лишь в разговорной

речи, в официальной документации средства размещения называются иннами и тавернами. Отель и в Англии, и в США в этот период не является выделенной архитектурной категорией, это лишь функция, которая может быть размещена в абсолютно любом здании. Такое положение вещей сохраняется до конца XVIII — начала XIX века, когда происходит выделение типологии гостиничных зданий.

Первые гостевые дома в США располагаются в бывших жилых домах, не имеют выделяющегося архитектурного облика, вывески, расположенные на них, столь невыразительны, что зачастую путники не могут найти себе гостиницу без помощи местных жителей. Археологические раскопки, проведенные в 1973 г. в Вирджинии, позволили прийти к выводу о том, что большинство таверн XVIII века обладали 6—10 комнатами, что для того времени было нормой. Основными функциональными зонами таверн являются следующие помещения: кухня, бар, общая комната, спальни и четверть здания, являющаяся жилищем для семьи владельца. Коренной переворот в развитии средств размещения США происходит во время путешествия Джорджа Вашингтона по территории штатов с конца 1789 до 1791 г., по политическим соображениям принявшего решение останавливаться лишь в общественных гостиницах, отказываясь от размещения в частных владениях.

Первый отель, появившийся в США, является заслугой коммерсанта Самуэля Блуджета, который, совершив два путешествия в Европу, начал изучать архитектуру. В 1793 г. был заложен первый камень «Юнион Паблик Хотел» в Вашингтоне. Это здание разительно отличалось от всех гостиничных сооружений, построенных ранее, в первую очередь оно значительно превосходило их в размерах. На первом этаже было несколько залов для общественных собраний, на верхних — дюжины спален. Здание было колоссальным для своего времени, его превосходили лишь две постройки в Вашингтоне — Белый дом и Капитолий [11].

Следующей грандиозной постройкой становится бостонский «Эксейндж Кофе Хаус & Хотел», открытый в 1809 г. В здании насчитывается семь этажей, фасад украшен ионическими колоннами, поддерживающими мраморный архитрав. Интерьер также поражает своим величием, в центре объема расположен 5-этажный атриум, в здании более 200 спален, в состав помещений входят кухня, размещенная в подвальном этаже, кладовые, обеденный и бальный залы, бар, кофейная комната, разнообразные магазины, комната для чтения и специальная комната для чтения газет, обсерватория, офисы, масонская ложа и многочисленные номера.

С началом второй Войны за независимость в 1812 г. строительство отелей приостанавливается. Однако в период между 1826—1829 гг. отели появляются в столице практически каждого штата, к 1840 г. — почти в каждом крупном городе. Количество номеров в большинстве крупных отелей этого периода составляло около 200 штук. Первый отель, уровень комфорта в котором был максимально приближен к современному пониманию сегмента люкс, — «Тремонт Хаус», открытый в 1829 г. в Бостоне [12].

В своем стремительном развитии индустрии гостеприимства Америка обгоняет Европу и, начиная с 1793 г., задает мировые стандарты комфорта в гостиничном деле. Новшества в виде центрального отопления в гостинице, устройства пассажирского лифта и парного размещения номеров, при кото-

ром на две комнаты для гостей приходится лишь один узел сантехнических коммуникаций, появляются именно в США. В своей статье А. Г. Семенова сообщает, что «к XIX в. гостиничная индустрия США достигла относительно высокого уровня развития, что позволило ей сравниться, а затем и превзойти европейскую» [3].

Ко второй половине XIX века европейские наблюдатели признали американцев основоположниками современных отелей и законодателями моды в гостиничной сфере. «Американский отель, — заметил лондонский журналист в 1861 г., — соотносится с английским, как слон и улитка». И в 1875 г. еще один трансатлантический посетитель пришел к выводу: «В Соединенных Штатах отели представляют собой целый институт. Система, появившаяся здесь около сорока лет назад, произвела революцию в гостиничном бизнесе по всему миру» [9].

Американские отели XIX века создаются как нечто принципиально новое, их архитектура и техническое оснащение предвосхищают запросы путешественника того времени, в связи с чем сложно выделить единственное образцовое здание, поскольку каждая последующая постройка предлагает посетителям принципиально новые условия комфорта.

Европа стремится догнать Америку. К середине XIX века гранд-отели появляются во многих столицах Старого света: в Лондоне, Париже, Берлине, Венеции, Мюнхене, Цюрихе. Понятие *гранд-отель* формируется именно в Европе — это городской или курортный отель высшего класса с вместимостью от 150 номеров и более, предлагающий своим посетителям наивысший для своего времени уровень жилых и общественных пространств, питания и обслуживания [13]. Иногда этот термин одновременно является и названием гостиницы. К концу XIX века гранд-отели появляются и в России («Европейская», 1875 г. и «Англетер», 1876 г. в Санкт-Петербурге).

К началу XX века в нашей стране появляются такие грандиозные отели, как «Националь» (1902) и «Метрополь» (1899—1901) в Москве, «Астория» (1911—1912) в Санкт-Петербурге [14]. В большинстве случаев создание гостиниц высокого класса не только приносило экономическую выгоду, но и значительно повышало статус города, в связи с чем их строительство зачастую поддерживалось правительством. Так, король Испании Альфонс XIII был обеспокоен тем, что в столице необходим престижный отель, и в результате в 1910 г. открывается «Риц». Чтобы не отстать, Барселона открывает свой собственный «Риц» в 1919 г.

Таким образом, на протяжении XX века постепенно складываются основные критерии, которые позволяют отнести гостиницу к высшему классу [15]:

*расположение* — в случае с городскими гостиницами речь идет о центральной части города;

*архитектурная ценность* — как правило, крупные отели являются уникальными проектами, в работе над которыми принимают участие выдающиеся мастера своего времени;

*стандарты комфорта* номерного фонда и общественных пространств [16] — гостиницы высшей категории создавали наилучшие условия комфорта по меркам своего времени, можно говорить о соревновании между отелями, в котором каждое заведение стремилось превзойти предыдущее;

*арендные площади* — с момента появления первых высококлассных гостиниц помещения на нижних этажах арендовались сторонними организациями, специализировавшимися на торговле и услугах. Такой прием позволяет повысить экономическую выгодность здания и значительно увеличить функционал.

Анализ планировочных структур гранд-отелей (нами проанализировано около 50 гостиниц в Америке и 60 в Европе конца XIX — начала XX века) позволил выявить ряд типологических отличий, характерных для двух континентов (рис.).

В Европе:

*Этажность от 1 до 6 этажей.* Большинство городов Европы в это время застраивалось зданиями именно такой высоты. Высота парижского «Гранд Отеля» (1862) составляет 5 этажей, что продиктовано планом Османа, согласно которому на месте снесенной застройки создавались здания с единой высотой под карниз (20 м).

Этажность гостиниц Санкт-Петербурга «Англетер», «Европейской», «Астории» составляет 4, 5 и 4 этажа соответственно, что было обосновано ограничением высотности застройки, введенным в 1765 г. и предусматривающим максимальную высоту зданий 10 сажен, которые приравняются к 21,6 м.

В стихотворении М. Цветаевой «Домики старой Москвы» (1911) есть следующие строки:

Домики с знаком породы,  
С видом ее сторожей,  
Вас заменили уроды —  
Грузные, в шесть этажей.

Гостиницы «Метрополь» и «Националь» в Москве насчитывают 5 и 6 этажей соответственно, это обычная высота новой застройки Москвы данного периода.

*Наличие одного или нескольких внутренних дворов.* Для гранд-отелей, конечно, стремились выбрать центральный участок в городе. Так, парижский «Гранд Отель» расположен в нескольких сотнях метров от Вандомской площади, «Кайзерхоф» в Вене находится в центре исторической части города, «Метрополь» в Москве расположен в непосредственной близости от Кремля. Большинство планов исторических городов Европы нерегулярные, что и определило значительное количество планов гранд-отелей неправильной формы — треугольных, многоугольных. Стремление увеличить световой фронт для размещения значительного количества номеров привело к тому, что наиболее характерной планировочной особенностью для европейского гранд-отеля становится наличие одного или нескольких внутренних дворов: «Гранд Отель» и отель «Континенталь» в Париже, «Метрополь» в Вене, «Кайзерхоф» в Берлине, «Метрополь» и «Националь» в Москве. В свое время эти дворы использовались для хозяйственных нужд, большинство же из них были застроены в ходе поздних реконструкций по крайней мере на высоту одного этажа. На период начала XIX века плотность застройки участка у большинства гостиниц составляла около 60...70 % [17], к середине XIX века плотность застройки вырастает до 80...95 %, это происходит по двум сценариям: путем застройки хозяйственных дворов гостиницы жилыми корпусами или расширением общественных пространств гостиниц за счет этих территорий.

### В США:

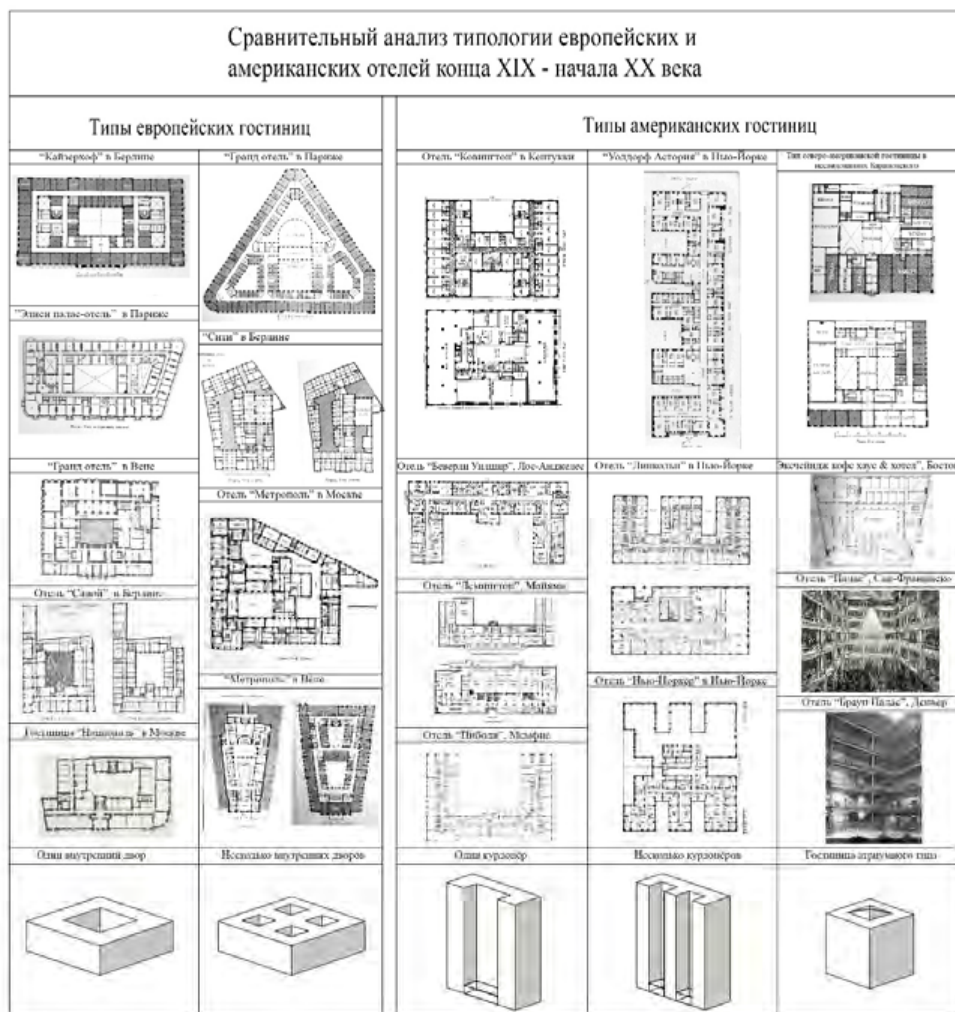
*Этажность от 7 этажей (начало XIX века) и выше в более поздние периоды.* Высотные гостиницы характерны для центральных районов крупных городов: «Манхеттен» в Нью-Йорке, «Луп» в Чикаго, центральные районы Майами, Сан-Франциско, Лос-Анджелеса. Однако и загородные отели высшего класса в США в основном выше, чем в Европе, что обусловлено ориентированием на высотное строительство общественных зданий в США в целом. Решение всех технических проблем, связанных с высотным строительством, произошло существенно раньше, чем в Европе: вводились в эксплуатацию лифты, огнеупорные конструкции, получали развитие современные инженерные системы. Первый подъемник для багажа появляется в 1832 г. в отеле «Холт», а первый пассажирский лифт — в 1859 г. в отеле «Пятая авеню», оба отеля располагались в Нью-Йорке.

Говоря о следующих типологических приемах, свойственных американским отелям в крупных городах, следует обратиться к исторически сложившимся габаритам и форме кварталов. В крупных городах Америки для блоков характерна прямоугольная форма членения, регулярная прямоугольная сетка улиц в США обусловила планы отелей правильной формы. Второй особенностью кварталов является относительно небольшой размер, например габариты одного блока в Нью-Йорке составляет около  $80 \times 270$  м. При этом в связи с высокой стоимостью земли гостиницы в большинстве случаев занимают лишь часть такого квартала (исключение составляет «Уолдорф-Астория», под которую был выкуплен целый блок). Например, отель «Нью-Йоркер» занимает около  $1/4$  квартала, размер плана гостиницы составляет около  $70 \times 60$  м, высота отеля составляет 41 этаж. Как мы видим, прием увеличения светового фронта за счет создания внутренних дворов при таком размере плана и этажности уже не является целесообразным по ряду причин (в первую очередь с точки зрения инсоляции), в связи с чем в практике создания грандиозных высотных отелей в крупных городах США появляются два основных типологических решения:

*Атриум.* Именно США архитектура Нового времени обязана возрождением интереса к атриумным зданиям, которые немедленно нашли применение и в проектировании отелей. Первый атриум в отеле, описание которого удастся найти, относится к 1809 г., он появляется в «Эксчейндж Кофе Хаус & Хотел» в Бостоне (см. выше). Современный исследователь атриумных пространств М. Баушева в качестве примеров атриумных гостиниц называет отель «Палас» в Сан-Франциско, открытый в 1875 г., и отель «Браун Палас» в Денвере, построенный архитектором Френком Эдбруком и открытый в 1892 г. [18]. Атриум позволяет одновременно решить проблему организации центральной части гостиницы при периметральном расположения номерного фонда и создать эффектное общественное пространство.

*Форма плана с курдонерами* (одним или несколькими). Планы гостиниц с курдонерами в США характерны для большинства зданий с высотой более 10 этажей, поскольку такой прием позволяет увеличить световой фронт, однако, в отличие от замкнутых внутренних дворов, даже при строительстве гостиниц значительной высотности не создает проблем с инсоляцией. К гостиницам XIX — начала XX века, форма плана которых обладает одним или несколькими подобными открытыми дворами, относятся «Бeverly-Уилшир»

в Лос-Анжелесе, «Шредер» в Милуоки. Частным примером использования такого приема является наличие подобной формы лишь на уровнях с гостиничными номерами и их отсутствие на нижних этажах с общественными пространствами, где плотность застройки составляет 100 % от площади участка, такие типологические решения характерны для следующих отелей: «Плаза», «Линкольн», «Барклай хотел» в Нью-Йорке. В этот же раздел может быть отнесен и отель «Нью-Йоркер», форма плана которого построена на принципе создания ряда П-образных изломов линии фасада, позволяющих значительно увеличить световой фронт.



Графоаналитическая схема «Сравнительный анализ типологии европейских и американских отелей конца XIX — начала XX века»

Исторический анализ гостиничных зданий позволил проследить пути формирования такого понятия, как «гранд-отель», выявить основные критерии принадлежности к классу люкс на конец XIX — начало XX века. В ходе сравнения планировочных особенностей гостиниц высшей категории удалось

выявить характерные приемы их организации: так, наиболее часто встречающиеся типы гранд-отелей в Европе имеют высоту до 6 этажей и план с одним или несколькими внутренними дворами. При этом большинство отелей, построенных в крупных городах США в этот же период времени, имеют значительно большую высотность и представляют собой, как правило, атриумные здания или здания с курдонерами.

Подводя итоги, можно отметить, что в ходе работы удалось прийти к следующим выводам:

1. История формирования гранд-отелей позволяет прийти к заключению о временных границах становления данного типа зданий. Гранд-отели формируются к середине XIX века.

2. Основными критериями принадлежности к городским гранд-отелям являются следующие параметры: центральное расположение, архитектурная ценность, стандарты комфорта и наличие арендных площадей.

3. Сравнительный анализ типологических особенностей европейских и американских гостиниц конца XIX — начала XX века позволяет подвести следующие итоги:

европейские гостиницы обладают этажностью до 6 этажей и одним или несколькими внутренними дворами;

для американских гостиниц характерна высотность от 7 этажей и форма плана, обладающая одним или несколькими разомкнутыми внутренними дворами.

Результаты приведенных исследований могут быть использованы при разработке проектов реконструкции существующих зданий отелей или при проектировании новых объектов гостиничного бизнеса.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Саак А. Э., Якименко М. В. Менеджмент в индустрии гостеприимства (гостиницы и рестораны) : учеб. пособие. СПб. : Питер, 2012. 432 с.
2. Weidinger H. Hotels im Wandel der Zeit = Hotels in the course of history // Detail Konzept. 2007. № 3. Hotels. S. 154—158.
3. Семенова А. Г. Туристический и гостиничный бизнес: грани взаимодействия // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов. 2010. № 1. С. 118—121. URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_13058590\\_14237649.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_13058590_14237649.pdf)
4. Griffiths P. London: A Social and Cultural History, 1550—1750. By Robert O. Bucholz and Joseph P. Ward (Cambridge: Cambridge University Press, 2012, xvi plus 413 pp.) // Journal of Social History. 2015. Vol. 48. Iss. 3. Pp. 745—747.
5. Bruning T. Historic inns of England. London : Prion books LTD, 2000. 256 p.
6. Denby E. Grand hotels: Reality and Illusion : an architectural and social history / E. Denby. London : Reaktion Books, 1998. 304 p.
7. Levi-Bonvin J. Hotels. A brief history // Hospitality Net : official site. URL: <https://www.hospitalitynet.org/opinion/4017990.html>
8. Simpson J. A., Weiner E. S. C. The Oxford English dictionary. 2nd ed. Vol. 7. Oxford : Clarendon Press, 1989. 1143 p.
9. Sandoval-Strausz A. K. Hotel: An American History. New Haven : Yale University Press, 2007. 375 p.
10. Vaughan T. The Hotel; Or, The Double Valet. London : T. Becket, 1776. 35 p.
11. Longstreth R. Hotel Dreams: Luxury, Technology, and Urban Ambition in America, 1829—1929. By Molly W. Berger (Baltimore : The Johns Hopkins University Press, 2011. 328 p.) // Journal of Social History. 2013. Vol. 46. Iss. 4. Pp. 1074—1075.
12. Мащенко Е. А. Обеспечение стандартов комфорта как принцип реконструкции номерного фонда исторического отеля класса люкс // Architecture and Modern Information Tech-

nologies. 2017. № 4(41). С. 133—143. URL: [http://www.marhi.ru/AMIT/2017/4kvart17/10\\_mashhenko/index.php](http://www.marhi.ru/AMIT/2017/4kvart17/10_mashhenko/index.php)

13. Проектирование отелей : практ. пособие / М. Ронштедт, Т. Фрай, Д. Кац и др. ; пер. В. Серова. 2-е изд., доп. Берлин : DomPublishers, 2014. 324 с.

14. Малинин Н. С. Метрополь. Московская легенда. М. : Метрополь, 2015. 265 с.

15. Мащенко Е. А. Типология и основные приемы реконструкции исторических отелей класса люкс // Архитектон: известия вузов. 2017. № 4(60). URL: [http://archvuz.ru/2017\\_4/8](http://archvuz.ru/2017_4/8)

16. Гулак Л. И., Ковешникова Е. А. Анализ объемно-планировочных решений гостиниц // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2017. № 1(26). С. 62—67.

17. Ширяев Т. В. Гостиницы Западной Европы XIX в. Принципы застройки городских участков // Новый взгляд. Международный научный вестник : сб. науч. тр. Вып. 12 / Под общей ред. С. С. Чернова. Новосибирск : Центр развития научного сотрудничества, 2016. С. 21—31. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26148250>

18. Баушева М. Д. Эволюция атриумных пространств: от элемента древней жилищной архитектуры до ключевого элемента в композиции современных гостиниц // Известия Казан. гос. архит.-строит. ун-та. 2011. № 4(18). С. 16—22. URL: [http://izvestija.kgasu.ru/files/4\\_2011/16\\_22\\_Bausheva.pdf](http://izvestija.kgasu.ru/files/4_2011/16_22_Bausheva.pdf)

© Мащенко Е. А., 2018

Поступила в редакцию  
в июне 2018 г.

Ссылка для цитирования:

Мащенко Е. А. Типологические особенности формирования европейских и американских отелей конца XIX — начала XX века // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 216—225.

Об авторе:

Мащенко Елизавета Андреевна — аспирант кафедры архитектуры общественных зданий, Московский архитектурный институт (Государственная академия) — МАРХИ. Российская Федерация, 107031, Москва, ул. Б. Дмитровка, 24, стр. 1, e.mashchenko@markhi.ru

**Elizaveta A. Mashchenko**

**Moscow Institute of Architecture (State Academy) — MARCHI**

## THE TYPOLOGICAL PECULIARITIES OF THE FORMATION OF EUROPEAN AND AMERICAN HOTELS OF THE END OF THE XIX — THE BEGINNING OF THE XX CENTURY

The article is devoted to the historical hotels formation peculiarities increased comfort in European countries and the USA. The object of research are the highest class urban hotels. The aim of the work is to study the peculiarities of their formation and to conduct an architectural and typological comparative analysis of the late XIX — early XX century luxury hotel buildings structure, which allows to identify their main differences.

**Key words:** grand-hotels typology, luxury hotels typology, historical hotels, hotel development history, city hotels.

For citation:

Mashchenko E. A. [The typological peculiarities of the formation of European and American hotels of the end of the XIX — the beginning of the XX 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], 2018, iss. 53(72), pp. 216—225.

About author:

**Elizaveta A. Mashchenko** — Postgraduate student of Public Buildings Department, Moscow Institute of Architecture (State Academy) — MARCHI. Build. 1, 24, Bol'shaya Dmitrovka St., Moscow, 107031, Russian Federation, e.mashchenko@markhi.ru

УДК 378.4.091.6

**О. Г. Мельникова, Э. С. Косицына, Е. А. Мельникова**

*Волгоградский государственный технический университет*

**ФОРМИРОВАНИЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ  
И СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ БАЗЫ ВолгГТУ  
В ПЕРИОД РЕОРГАНИЗАЦИИ УНИВЕРСИТЕТОВ**

Архитектурная концепция современного учебного комплекса создается средствами, которые подчеркивают специфику данного образовательного учреждения или его структурного элемента. Это находит свое отражение и в объемно-пространственном решении зданий, и в архитектурно-планировочном территориальном планировании. В статье рассматриваются особенности организации территории научно-производственной и спортивно-оздоровительной базы ВолгГТУ в период реорганизации университетов. Место расположения — пос. Сахарный Среднеахтубинского района Волгоградской области.

**К л ю ч е в ы е   с л о в а:** учебно-производственная база ВолгГТУ, спортивно-оздоровительная база, молодежный лагерь, жилые корпуса, спортивные площадки, озеленение территории, производственная практика, профессорско-преподавательский коллектив, студенты, научно-исследовательская деятельность, экспедиционная площадка, полигон, планировка территории.

Социально-экономические преобразования и формирование свободных рыночных отношений, основанных на многообразии форм собственности, появление конкуренции на рынке труда требуют изменений в сфере профессиональной подготовки специалистов. В новой концепции развития высшего образования России акценты переносятся с узкопрофессионального подхода к подготовке специалистов на многостороннее интеллектуально-духовное развитие личности, освоение и реализацию обучающимся ключевых функций, социальных ролей, компетенций в контексте нового подхода.

Сегодня, как и многие века ранее, строительство играет огромную роль. Мир не стоит на месте, а постоянно развивается, увеличивается и обустраивается. На современном этапе развития общества и технологических процессов формирование и обучение молодых специалистов играет ключевую роль. Современное высшее образование в сложных условиях его модернизации переживает новый этап своего развития, связанный с гибкой системой подготовки кадров, предполагающий реализацию личностного образовательного маршрута будущего специалиста, компетентного в своей сфере. Подготовка студентов должна учитывать инновационные процессы, происходящие в системе профессионального образования [1].

Эта ситуация привела к необходимости подготовки инициативных, компетентных, предприимчивых, профессионально мобильных специалистов.

Качество подготовки специалистов напрямую зависит не только от программы и методов изучения, но и от условий, в которых проходит образовательный процесс. Для многих вузов необходимо обновление и расширение материально-технической базы. Строительные и технические вузы нуждаются не только в учебных корпусах, но и в площадках для дополнительного образования, площадках для прохождения различных видов практики.

Особенно актуальна данная проблема в области высшего образования для строительно-технических вузов. Переход высшего технического профессионального образования на новую компетентностную основу возможен лишь при повышении качества подготовки будущих инженеров-строителей. Данный процесс предполагает, соответственно, изменение условий обучения, построение адекватных предметных программ, применение соответствующих ситуационно-моделирующих технологий и контрольно-измерительных материалов.

Процесс подготовки будущего специалиста должен интегрировать все прогрессивное, что накоплено в теории и практике профессионального обучения, обеспечивать действенность, динамичность и оперативность знаний, прочность отработки основных профессиональных навыков и умений.

Успешность профессиональной деятельности выпускников образовательного учреждения строительного профиля обусловлена переходом от процесса получения общетеоретического профессионального образования к формированию комплекса профессиональных навыков, востребованных в трудовой деятельности в условиях свободного рынка.

Следовательно, программы учебно-производственных практик должны ориентироваться на непрерывное повышение таких характеристик инженера-строителя, как квалификация и уровень подготовки, которые являются составными частями профессиональной компетентности, которая обеспечивается приобретением профессионального опыта работы в процессе поэтапного прохождения всех видов учебно-производственных практик в строительном вузе [2].

С целью поднятия результативности функционирования вузов в российской системе высшего профессионального образования происходят серьезные преобразования. Одной из форм этих преобразований является полное или частичное слияние и формирования на базе двух и более вузов нового опорного научно-образовательного учреждения.

Создание в 2017 г. первого опорного вуза в Волгограде в результате слияния ВолГТУ и ВолГАСУ стало точкой отсчета нового образовательного процесса для студентов и преподавателей. По данным мониторинга Облпромторга, в 2021 г. региону понадобится около 11 тыс. работников этих направлений. И на сегодняшний день основная задача — правильно подготовить их. Опорный вуз располагает многими специальностями. В нынешнем составе ИАиС ВолГТУ 32 кафедры, два филиала, четыре территориально необособленных института, 27 специализированных научно-производственных лабораторий и мастерских. Образовательный процесс ведется по 31 специальности, 14 направлениям бакалавриата и четырем направлениям магистратуры<sup>1</sup>.

В большинстве случаев для многих специальностей нужна производственная практика на различных курсах.

В учебно-образовательном процессе участвует более 12 тыс. человек (профессорско-преподавательский и учебно-вспомогательные составы и студенты). Как правило, при таком большом количестве людей возникает проблема в удовлетворении потребностей в отдыхе и различных формах занятий среди живописной природы, имеющих первостепенное культурно-просветительное и оздоровительное значение для широкой массы студентов. Следовательно, возникает потребность в рекреационных территориях, приле-

<sup>1</sup> URL: <http://www.vstu.ru/university/fakultety-i-kafedry/iais/>

гающих к крупным образовательным учреждениям города, которые могли бы иметь достаточную вместимость и выгодное расположение относительно учебного учреждения, а также и самой городской среды.

Помимо учебных корпусов, в черте города (где происходит основной образовательный процесс с сентября по май) опорный вуз располагает двумя территориями рекреационного типа. Это территория на Тумаке (Волгоградская область) и в пос. Сахарный Среднеахтубинского района Волгоградской области (рис. 1). Расстояние между ними 17 км.

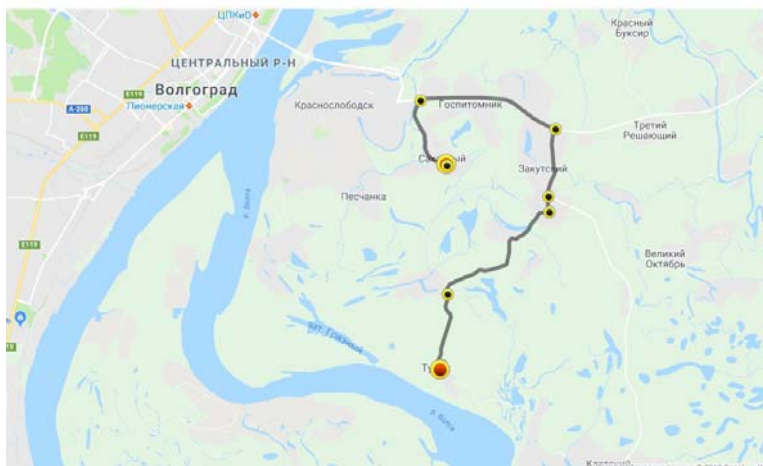


Рис. 1. Территориальная схема расположения существующих рекреационных площадок ВолгГТУ

Пос. Тумака расположен вблизи реки Волги в живописном природном уголке (рис. 2). База отдыха имеет свой пляж, спортивные площадки, спальные корпуса и т. д. То есть это прекрасное место (особенно в нашем климатическом районе) для студентов и преподавателей.

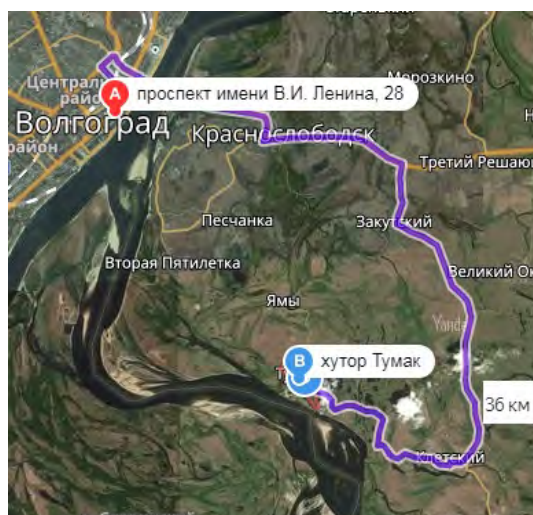


Рис. 2. Расстояние от ВолгГТУ до базы отдыха в пос. Тумака

Пос. Сахарный отличается прекрасной территорией в лесном массиве. У нее большая история не только как базы отдыха, но и как места, где студенты и сотрудники проводили научные эксперименты и лабораторные мероприятия (рис. 3).

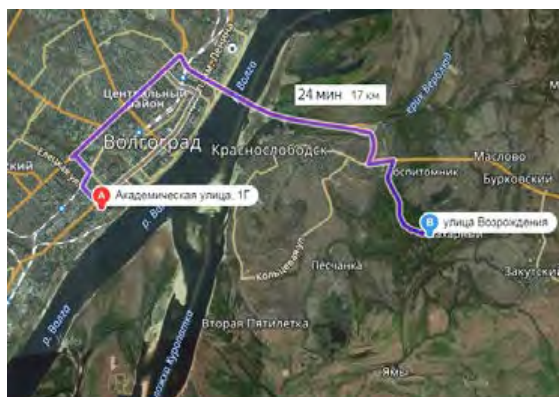


Рис. 3. Расстояние от ВолгГТУ до базы отдыха в пос. Сахарный

Казалось бы, две абсолютно разные территории по вместимости и отдаленности друг от друга. Что же может их объединить? В связи с современными тенденциями оптимизации и реорганизации образовательного процесса в ВолгГТУ предлагается реконструировать две эти территории под базы отдыха и научно-исследовательского центра подготовки студентов. На данный момент вузы не располагают полигонами для прохождения геодезических, технологических и других видов практик. Хотя несколько десятилетий назад была заложена платформа для этой деятельности, например полигон на территории базы отдыха в пос. Сахарный. Сейчас, к сожалению, он, как и жилые корпуса, находится в удручающем состоянии (рис. 4—6). Об этом говорит выполненный предварительный анализ территории, который необходимо проводить при разработке объектов архитектурно-планировочного направления на основе уже существующих строений или площадок [3].

В связи с этим студентам приходится проходить практику в городских условиях и на территориях институтов.

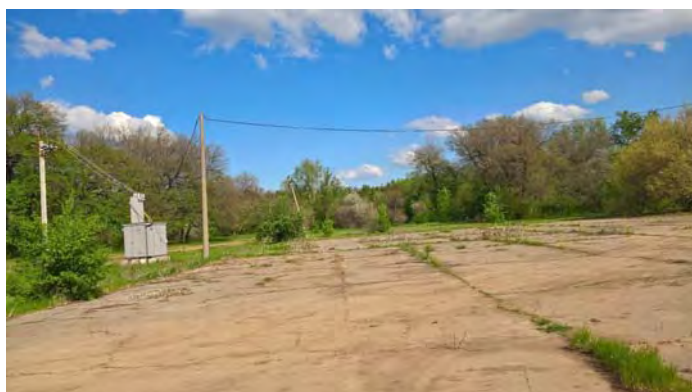


Рис. 4. Существующий полигон для научных исследований



Рис. 5. Существующее состояние жилых корпусов



Рис. 6. Здание столовой

Именно эта серия проблем является причиной активизации вопроса о реорганизации и создании универсальной базы научно-производственного и спортивно-оздоровительного типа на базе лагеря ВолгГТУ и ВолгГАСУ. Это будет способствовать повышению качества профессиональной подготовки студентов. Ведь вузу необходимо готовить работников, подготовленных к научной, профессиональной и творческой деятельности, способных к высокоинтенсивному труду, к осуществлению непрерывного профессионального образования. А качество образования напрямую зависит от условий, в которых проходит образовательный процесс.

Проектирование молодежного лагеря на базе опорного вуза (на примере ВолгГТУ) в Волгоградской области рассматривается как специфический вид архитектурно-планировочного объекта, который формируется с помощью функционального-архитектурного, территориального и организационного объединения:

- разного уровня образования;
- учебной и научной деятельности;
- образовательного процесса и получения практических навыков;
- технических видов деятельности и художественного творчества;
- отдыха, развлечения и оздоровления.

Все это отражается в многообразии форм, степени кооперации и объемно-пространственной композиции различных зон, позволяющих максимально использовать гибкость современных форм и методов обучения, с сохранением традиций данной базы, заложенных с 1970-го года.

В проектном предложении концепция молодежного лагеря основана на принципе полифункциональности, когда нет четкого разделения архитектурно-планировочного решения территории в зависимости от рода деятельности и специфики выполняемых работ. Территория решена как многоцентровая композиционная структура, объединяющая следующие «гибкие» зоны (рис. 7):

1. Административная зона.
2. Жилая зона.
3. Зона общественного питания.
4. Хозяйственная зона.
5. Культурно-развлекательная зона.
6. Спортивная зона.
7. Зона тихого отдыха.
8. Зона автостоянки.



Рис. 7. Схема функционального зонирования

В отдельную территорию зоны для прохождения разнопрофильной практики студентов не выделено, поскольку этот процесс при применении полигонального принципа планировки можно организовать практически в любой точке территории. Тем самым оптимизируется и пространство, и материально-техническое обеспечение, и время, и финансовое обеспечение данной территории.

Жилая зона представлена вариантами комбинаций зданий и сооружений стационарного и мобильного вида, расположенных на различных частях территории:

1. Стационарный корпус «Бранденбург» — одно из старейших зданий, хранящее историю данной территории. Общая площадь.
2. Стационарный проектируемый корпус вместимостью 95 человек. Общая площадь 1000 м<sup>2</sup>. Проектное предложение предусматривает его строительство на месте двух полуразрушенных старых корпусов.
3. Комплекс зданий мобильного сборно-разборного типа, предназначенных для временного проживания как на территории лагеря, так и во время научно-исследовательских экспедиций.
4. Комплект палаток вместимостью 2, 4, 8 человек. Данные палатки также могут использоваться как для экспедиций, так и для проживания в лагере.

Данный подход к организации вариативного жилья имеет следующие преимущества:

1. Оперативная организация жилья для различного количества студентов и профессорско-преподавательского состава.
2. Решение вопроса о расселении людей, приезжающих в лагерь на семинары, мастер-классы, опытно-экспериментальные работы и т. д.
3. Использование круглогодичного режима работы для стационарных корпусов в связи с индивидуальными системами жизнеобеспечения.
4. Решение вопроса о территориальной дислокации специалистов в случае исследования проблемных объектов или территорий, находящихся в других регионах. Это будет способствовать не только популяризации научно-исследовательских работ, но и получению большего опыта для научной деятельности, получению финансовой прибыли от выполняемых измерительных исследовательских работ и т. д.

Кроме того, значительно расширяется территориальный охват для проведения творческих пленэров, учений по БЖД и пожарной безопасности, марш-бросков оздоровительного типа и культурно-выездных мероприятий.

Поскольку на территории технических баз и лагерей целесообразна полная кооперация жилой и спортивной функциональных зон, объекты жилья, быта, отдыха и занятия спортом расположены в непосредственной близости (СНиП 2.07.01—89\* «Градостроительство, планировка и застройка городских и сельских поселений»).

*Спортивная зона.* Физкультурно-оздоровительные сооружения объединены в единую спортивную зону плоскостных объектов (кроме бассейна) и размещены в наиболее благоприятной части территории, окруженной озелененными участками и связанной пешеходными коммуникациями.

Набор спортивных площадок состоит из футбольного, волейбольного и баскетбольного полей, трибун, теннисного корта и турников<sup>2</sup>.

Это направлено на оздоровление и продвижение здорового образа жизни студентов и всех посетителей лагеря.

Бассейн расположен в противоположной части территории, вблизи водонапорной башни, так как она является источником водоснабжения чаши бас-

<sup>2</sup> URL: <http://gursesintour.com/aktualnye-novosti/volggtu-i-volggasu-obedinyayutsya/126115/>

сейна. Это наиболее оптимальный подход с точки зрения инженерных коммуникаций, водоотведения и водоснабжения.

*Культурно-развлекательная зона* расположена в центральной зоне базы, главная аллея ведет прямо к ней. Она представляет собой крытую летнюю сцену и крытый зрительный зал. В непосредственной близости находится корпус, в котором с одной стороны находятся помещения для сценических действий (репетиционная, костюмерная, гримерная и т. д.), а с другой — раздевалки и техническое помещение для бассейна.

*Хозяйственная зона* расположена за зданием столовой. В нее входят: территория водонапорной башни; емкости для сбора канализационных вод; контейнеры для мусора; инвентарные для ЧС.

*Научно-исследовательская зона.* Данная территория основана на концепции научно-исследовательских работ на полигоне, заложенной в 70-е гг. XX века. В проектном предложении предусмотрено расширение данного направления, формирование научно-исследовательской площадки с полигоном, мастерскими для изготовления макетов и опытных образцов, места хранения оборудования и экспедиционной площадки с жилыми корпусами и помещениями для обработки полученных данных на полевых испытаниях [4].

*Зона питомника.* Данная территория создана для выращивания древесно-кустарниковых пород и связана с несколькими направлениями:

- формирование шумозащитных, полос и полос, максимально защищающих от загрязнения атмосферы [4];
- создание живописных ландшафтных композиций;
- прохождение практики студентов специальности по ландшафтному дизайну;
- реализация выращенной продукции.

Территория питомника расположена рядом с научным полигоном, а также вблизи бассейна и водонапорной башни для оптимальной организации поливочной системы [5].

Все вышеперечисленные и другие территории взаимосвязаны друг с другом, и в процессе проведения мероприятий (прохождение практики по геодезии, пленэр, учения по МЧС, полевые испытания и т. д.) одни и те же фрагменты могут использоваться по-разному [6]. Кроме того, учитываются особенности формирования безбарьерной среды и универсального дизайна. Это соответствует принципу полифункциональности и значительно оптимизирует территориальное планирование [7].

*Вывод.* Таким образом, объединение полифункциональным методом учебно-практической и научной деятельности, функций оздоровления и культурно-просветительской деятельности способствует формированию гибкой планировочной системы не только в объемно-пространственном решении зданий, но и в архитектурно-планировочном территориальном планировании [8]. То есть архитектурно-пространственная среда является одним из основополагающих факторов, влияющих на современную организацию учебно-практического и научно-исследовательский процесса вуза. Это подтверждает концепция молодежного лагеря ВолГТУ в Среднеахтубинском районе Волгоградской области (пос. Сахарный).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Акутина С. П. Роль практики в формировании профессионального становления будущих социальных работников // Молодой ученый. 2016. № 6. С. 723—725. URL : <https://moluch.ru/archive/110/26663/>
2. Костыгина В. В. Формирование профессиональной компетентности будущих инженеров-строителей в процессе учебно-производственных практик. Пенза, 2010.
3. Яргина З. Н. Ландшафтный анализ территории // Научный вестник. 2015. Вып. № 8.
4. Косицына Э. С. Эколого-градостроительные проблемы озеленения Волгограда. Волгоград, 1995.
5. Косицына Э. С., Барсуков Г. М., Ганжа О. А. Зеленое строительство и основы дендрологии : учеб. пособие. Волгоград : ВолГАСУ, 2014. URL: [http://vgasu.ru/attachments/oi\\_kositcina-01.pdf](http://vgasu.ru/attachments/oi_kositcina-01.pdf)
6. Мельникова О. Г., Бельмакова А. С. Архитектурное проектирование объектов с учетом формирования безбарьерной среды : учеб. пособие. Волгоград : ВолГАСУ, 2017. URL: <http://vgasu.ru/publishing/on-line#13>
7. Мельникова О. Г., Рыбников Е. Г. Доступная среда для инвалидов / Регион. отд-е Общ. обществ. организации инвалидов Рос. союза инвалидов, Волгогр. ассоциация незрячих специалистов «Надежда». Волгоград : Т-Пресс, 2014.
8. Иванченко И. В. Проблема повышения качества образования в вузе // Молодой ученый. 2016. № 5.1. С. 18—21. URL: <https://moluch.ru/archive/109/26315/>

© Мельникова О. Г., Косицына Э. С., Мельникова Е. А., 2018

Поступила в редакцию  
в июне 2018 г.

Ссылка для цитирования:

Мельникова О. Г., Косицына Э. С., Мельникова Е. А. Формирование научно-производственной и спортивно-оздоровительной базы ВолГТУ в период реорганизации университетов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 53(72). С. 226—235.

Об авторах:

**Мельникова Ольга Геннадиевна** — доцент, доцент кафедры архитектуры зданий и сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, [grafdesign@mail.ru](mailto:grafdesign@mail.ru)

**Косицына Эльвира Сергеевна** — канд. техн. наук, профессор кафедры экологического строительства и городского хозяйства, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, [kositsyna\\_elvira@mail.ru](mailto:kositsyna_elvira@mail.ru)

**Мельникова Елена Александровна** — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1

***Ol'ga G. Mel'nikova, El'vira S. Kositsyna, Elena A. Mel'nikova***

***Volgograd State Technical University (VSTU)***

**FORMATION OF SCIENTIFIC-PRODUCTION AND SPORTS-IMPROVING BASE  
OF VSTU DURING THE REORGANIZATION OF UNIVERSITIES**

The architectural concept of the modern educational complex is created by means that emphasize the specifics of the educational institution or its structural element. This is reflected in the volume-spatial solution of buildings, and in the architectural and planning of territorial planning, the article discusses the features of the organization of the territory of scientific and industrial, sports and recreation base of the Volga state technical University during the period of reorganization of universities. Location — p. Sakhar'nyi Sredneakhtubinskii district of the Volgograd region.

**Key words:** architectural concept of modern educational complex, volumetric-spatial solution, universal base of scientific-industrial and sports-improving type.

*For citation:*

Mel'nikova O. G., Kositsyna E. S., Melnikova E. A. [Formation of scientific-production and sports-improving base of VSTU during the reorganization of universities]. *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], 2018, iss. 53(72), pp. 226—235.

*About authors:*

**Ol'ga G. Mel'nikova** — Docent, Docent of Architecture of Buildings and Constructions Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, grafdesign@mail.ru

**El'vira S. Kositsyna** — Candidate of Engineering Sciences, Professor of Ecological Building and Municipal Facilities Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, kositsyna\_elvira@mail.ru

**Elena A. Mel'nikova** — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation

## ОТ РЕДКОЛЛЕГИИ

«Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета» **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](http://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](http://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 заверяется 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 подрисуночной 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 ВолгГТУ <http://vgasu.ru/publishing/journals/> (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. А-215а. (8442)-96-98-65. E-mail: sk0522@yandex.com** (ответственный секретарь журнала Калиновский Сергей Андреевич).

Уточнить **условия публикации статей и приобретения** очередного номера журнала можно по тел. (8442)-96-98-65 у ответственного секретаря редсовета журнала **Калиновского Сергея Андреевича**.

**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: [mariapes@mail.ru](mailto:mariapes@mail.ru).**

Вниманию читателей и авторов!  
«Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета»  
выходит в одной серии

**«СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА» (4 выпуска в год).**  
**Подписной индекс по каталогу «Пресса России» 85343,**

По вопросу приобретения ранее вышедших номеров журнала  
обращаться по тел. 8-(844-2)-96-98-65 к отв. секретарю редсовета *С. А. Калиновскому* (каб. А-215а)

---

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 **Е 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](http://www.elibrary.ru)).  
Подробная информация о журнале на сайте ВолгГАСУ по адресу: <http://vgasu.ru/publishing/journals/>

Научное издание

**ВЕСТНИК  
ВОЛГОГРАДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО  
УНИВЕРСИТЕТА**

Научно-теоретический и производственно-практический журнал

**Серия: Строительство и архитектура**  
**2018. Вып. 53(72)**

Редактор *Н. Э. Ситникова*

Компьютерная правка и верстка *А. Г. Сиволобова*

Компьютерный дизайн обложки *О. Ю. Мелешин*

Информационно-библиографическое обслуживание *Е. В. Котляр*

Подписано в печать 20.09.2018. Формат 70 × 108/16. Бумага офсетная

Гарнитура Times New Roman. Цена свободная

Уч.-изд. л. 10,0. Усл. печ. л. 20,8. Тираж 500 экз. Заказ № 162

---

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Волгоградский государственный технический университет»  
Редакционно-издательский отдел  
Отдел оперативной полиграфии  
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1