

Министерство образования и науки Российской Федерации

**ВЕСТНИК
ВОЛГОГРАДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

Вып. 3(76) **Серия: Строительство и архитектура**
Научно-теоретический и производственно-практический журнал **2019**

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

ВолгГТУ

С о д е р ж а н и е

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

- Алексиков С. В., Лескин А. И., Гофман Д. И., Грмушан Э. М.** Проектирование переливной насыпи в условиях засушливого климата Нижнего Поволжья 5
- Буров А. М., Иванов М. В., Плетнев М. С., Погорелов И. А., Сапожников М. Е.** Конструктивные особенности возведения шпунтовых искусственных островов 15
- Кудрявцев С. А., Вальцева Т. Ю.** Исследование искусственного основания фундамента с использованием геосинтетических материалов в условиях острова Сахалин 22
- Кузнецова С. В., Махова С. И., Степанова Е. А., Махов И. Д.** Анализ проблем инженерно-геологических изысканий на территории г. Волгограда 32
- Саламов А. М., Габибов Ф. Г., Саламов Ф. А.** Исследования оползневых процессов на правобережной части Мингечаурского водохранилища методами электроразведки 40

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

- Девятков М. М., Скрылев Г. В., Хрунина М. В., Давыденко Н. Д.** Создание эффекта импульсного световозвращения горизонтальной дорожной разметки на участках автомобильных дорог повышенной опасности 50
- Коростелева Н. В., Азизов Д. И., Долганов В. А.** Проблемы организации мест для хранения автомобилей на жилой территории на примере города Волгограда 63
- Лескин А. И., Алексиков С. В., Гофман Д. И., Катасонов М. В.** Повышение эффективности снегозащиты автомобильных дорог (на примере Волгоградской области) 73
- Сапожкова Н. В., Барышников В. А., Федина М. А., Кубахова А. С.** Внедрение платного парковочного пространства на улично-дорожной сети г. Волгограда с целью разгрузки полосы общественного транспорта 81
- Сапожкова Н. В., Федина М. А., Кубахова А. С., Барышников В. А.** Обоснование мероприятий по

обеспечению безопасности дорожного движения на участках УДС г. Волгограда вблизи образовательных учреждений	92
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ	
Ковылин А. В., Карапузова Н. Ю., Ершова В. О., Рязова А. С. Экспериментальное определение теплофизических свойств ограждающих конструкций зданий по тепловым измерениям на поверхностях	102
ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ	
Игнаткина Д. О., Войтюк А. А., Москвичева А. В., Доскина Э. П., Поздняков А. П. Разработка альтернативных способов утилизации отработанного сорбционного материала для производства новой продукции в строительной индустрии	109
Тимофеев А. Г., Сидякин П. А., Щитов Д. В., Лебедев Д. Н., Николова О. Е., Москвичева А. В. Оптимизация процесса переработки нефтеотхода во вторичное сырье	118
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА	
Коростелева М. В., Коростелева Н. В. Обращение с твердыми коммунальными отходами как фактор обеспечения экологической безопасности: анализ зарубежного и российского опыта	124
Лупиногин В. В. Об оценке влияния складских помещений на запыленность городской среды	134
Лупиногин В. В. Методика определения скорости оседания мелкодисперсных частиц пыли различных диапазонов складских помещений методом видеофиксации	142
АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	
Матовников С. А., Борзенко С. Е., Картавцева Я. С. Дизайн медицинского учреждения как необходимый элемент лечебного процесса	149
Матовников С. А., Борзенко С. Е., Картавцева Я. С. Дизайнерские аспекты оптимизации среды жилой детской комнаты с учетом гендерного и количественного факторов	157
Матовникова Н. Г., Борзенко С. Е., Картавцева Я. С. Проектирование городского пространства на примере скверов Волгограда	165
ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. ТЕОРИЯ РАЗВИТИЯ ГОРОДА	
Пастух О. А., Елистратов В. Н. Комплексный подход к реновации Мадрида с учетом программы Mad-Re и требований мультикомфортного дома (на примере квартала Colonia Ciudad Pegaso)	173
Ястребова Н. А. Градостроительное зонирование как вид научной деятельности в системе охраны территориальных объектов культурного наследия	185
ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ	
Кадыров Т. Э. Формирование общественных пространств в исторических центрах городов на примере г. Казани	196
Серебряная В. В. Эволюция колоколен православных храмов в Волго-Донском междуречье (вторая половина XVIII — начало XX вв.)	208

Content

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

- Aleksikov S. V., Leskin A. I., Gofman D. I., Grmushyan E. M.** The design overflow of the embankment in the arid climate of the Lower Volga region 5
- Burov A. M., Ivanov M. V., Pletnev M. S., Pogorelov I. A., Sapozhnikov M. E.** Features of construction of sheet pile artificial islands 15
- Kudryavtsev S. A., Valtseva T. Yu.** Study of artificial base of the basement using geosynthetic materials in the conditions of Sakhalin island 22
- Kuznetsova S. V., Makhova S. I., Stepanova E. A., Makhov I. D.** Problems of engineering geological surveys (on the example of the city of Volgograd 32
- Salamov A. M., Gabibov F. G., Salamov F. A.** Research landslide processes on the right-bank part of Mingechaur water reservoir by means of electric prospecting methods 40

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

- Devyatov M. M., Skrylev G. V., Khrunina M. V., Davydenko N. D.** The effect of creating pulse horizontal retroreflection of road markings on the roads of danger 50
- Korosteleva N. V., Azizov D. I., Dolganov V. A.** Problems of the organization of places for storage of cars in the inhabited territory on the example of the city of Volgograd 63
- Leskin A. I., Aleksikov S. V., Gofman D. I., Katasonov M. V.** Improving the efficiency of snow protection of roads (on the example of Volgograd region) 73
- Sapozhkova N. V., Baryshnikov V. A., Fedina M. A., Kubakhova A. S.** Introduction of paid parking space on the street-road network of Volgograd with the purpose of unloading the public transport strip 81
- Sapozhkova N. V., Fedina M. A., Kubakhova A. S., Baryshnikov V. A.** Justification of measures to ensure road safety in areas of UDS in the city of Volgograd near educational institutions 92

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

- Kovylin A. V., Karapuzova N. Yu., Ershova V. O., Ryauzova A. S.** Experimental determination of the thermophysical properties of building envelopes by thermal measurements on surfaces 102

WATER SUPPLY, SEWERAGE, CONSTRUCTIONS FOR WATER RESOURCES PROTECTION

- Ignatkina D. O., Voityuk A. A., Moskvicheva A. V., Doskina E. P., Pozdnyakov A. P.** The development of alternative methods for disposal of spent sorption material for the production of new products in the construction industry 109
- Timofeef A. G., Sidiyakin P. A., Shchitov D. V., Lebedev D. N., Nikolova O. E., Moskvicheva A. V.** Optimization of process of processing of petrowithdrawal in secondary raw materials 118

ENVIRONMENTAL ISSUES IN URBAN PLANNING

- Korosteleva M. V., Korosteleva N. V.** Treatment of solid municipal waste as factor of ensuring environmental safety: analysis of foreign and Russian experience 124
- Lupinogin V. V.** About estimation of the effect of warehouse on dustiness of the urban environment 134
- Lupinogin V. V.** Method of determining the rate of settling of fine dust particles of different ranges of warehouses by video recording 142

GENERAL ARCHITECTURE

- Matovnikov S. A., Borzenko S. E., Kartavtseva Ya. S.** Design medical institutions as an essential element of the treatment process 149
- Matovnikov S. A., Borzenko S. E., Kartavtseva Ya. S.** Design aspects of optimization of environment of the nursery gender and quantitative factors 157
- Matovnikova N. G., Borzenko S. E., Kartavtseva Ya. S.** Basics of architectural and planning design of urban space on the example of the squares of Volgograd 165

URBAN PLANNING. THEORY OF URBAN DEVELOPMENT

- Pastukh O. A., Elistratov V. N.** Packaged approach to the renovation of Madrid based on the Mad-Re program and the requirements of a multi-comfort house (like the Colonia Ciudad Pegaso residential neighbourhood) 173

Yastrebova N. A. Urban planning zoning as a type of scientific activity in the system of protection of territorial objects of cultural heritage	185
THEORY AND HISTORY OF ARCHITECTURE, RESTORATION AND RECONSTRUCTION OF HISTORICAL AND ARCHITECTURAL HERITAGE	
Kadyrov T. E. Public spaces organization in historical city centers	196
Serebryanaya V. V. Evolution of bell towers of orthodox churches in the Volga-Don interfluvium (second half of XVIII — early XX centuries)	208

УДК 625.72

С. В. Алексиков, А. И. Лескин, Д. И. Гофман, Э. М. Грмушян

Волгоградский государственный технический университет

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕРЕЛИВНОЙ НАСЫПИ В УСЛОВИЯХ ЗАСУШЛИВОГО КЛИМАТА НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Приведена методика проектирования переливных насыпей на дорогах с невысокой интенсивностью движения в условиях засушливого климата Волгоградской области.

К л ю ч е в ы е с л о в а: автомобильная дорога, насыпь, скорость водного потока, укрепление откоса, переливной лоток, проезжая часть.

Более 450 (32 %) сельских населенных пунктов Волгоградской области не имеют устойчивую круглогодичную транспортную связь с сетью дорог общего пользования. В настоящее время в регионе реализуется национальный проект строительства подъездных дорог с твердым покрытием к сельским населенным пунктам в рамках федеральной программы «Устойчивое развитие сельских территорий». До 2020 года планируются к сдаче более 63 дорог с низкой интенсивностью движения (до 200 авт./сут), стоимостью 20—35 млн руб./км. Для успешной реализации плановых показателей программы важно обеспечить высокое качество и надежность транспортных сооружений с минимальными финансовыми затратами. Практика строительства показывает, что на дорогах IV—V категорий эффективно сооружение переливных насыпей (лотковых сооружений) взамен железобетонных или металлических водопропускных труб¹. Лотковые сооружения представляют собой укрепленные асфальтобетоном, сборным или монолитным бетоном пониженные участки насыпей, в местах пересечения периодически действующих водотоков с глубиной не более 0,40 м [1]. При наличии местного каменного материала больших фракций лотковые сооружения иногда совмещают с фильтрующими насыпями. Длина фильтрующей насыпи лоткового типа определяется объемом фильтрации воды в период паводка с учетом процессов заиления. Стоимость переливных насыпей в 1,5...1,8 раз ниже водопропускных труб, однако возможны перерывы в движении автотранспорта в период паводков² [2, 3]. Поэтому целесообразность строительства обосновывается

¹ Наставление по изысканиям и проектированию железнодорожных и автодорожных мостовых переходов через водотоки. ЦНИИС Главтранспроект Минтрансстроя СССР. М. : Транспорт, 1972. С. 1—280.

Руководство по гидравлическим расчетам малых искусственных сооружений. М. : Транспорт, 1974. 296 с.

Пособие по гидравлическим расчетам малых водопропускных сооружений. ВНИИ транспортного строительства (ЦНИИС), главное управление проектирования и капитального строительства (ГУПиКС) Минтрансстроя СССР. М. : Транспорт, 1992. 408 с.

² Методические рекомендации по проектированию рациональных конструкций земляного полотна периодически затопляемых участков автомобильных дорог. М. : СоюздорНИИ, 1990.

техничко-экономическими расчетами с учетом не только стоимости сооружения, но и убытков от перерывов движения транспорта. При допущении движения автотранспорта во время перелива в пределах лотка предусматривается установка через 10 м ограждений-ориентиров в виде направляющих столбиков [3].

Размеры переливной насыпи и ее укрепление определяются расчетным расходом ливневого или весеннего паводков. Исследования показали, что водосборные бассейны Волгоградской области характеризуются следующими показателями: длина лога — 0,2...2,85 км, уклон лога — 1,2...13 ‰, площадь водосбора — 0,1...3,02 км². Расчетный расход ливневого стока — 0,29...5,19 м³/с, в 1,46 раза превышает расход от весеннего стока и зависит от площади водосборного бассейна (рис. 1).

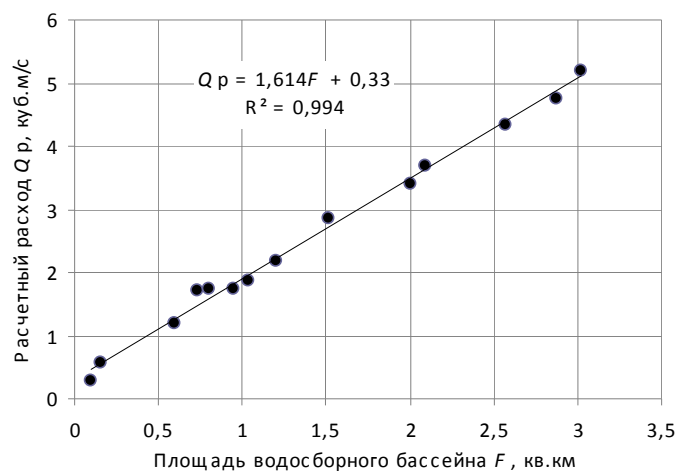


Рис. 1. Зависимость расчетного расхода ливневого стока от площади водосборного бассейна F

Поэтому при проектировании переливных насыпей в качестве расчетного достаточно принимать расчетный расход весеннего стока (Q_p) в зависимости от площади водосборного бассейна (F):

$$Q_p = 1,614 \cdot F + 0,33 \text{ м}^3/\text{с}. \quad (1)$$

Коэффициент корреляции — 0,98.

Практика эксплуатации переливных насыпей показала, что просчеты в назначении расчетного расхода стока незначительно влияют на надежность работы сооружения [4, 5]. В условиях засушливого климата и равнинной местности Нижнего Поволжья, на дорогах с низкой интенсивностью движения предпочтительно проектировать переливные лотки без ограничения ширины разлива и длительности перерыва движения автотранспорта. Это возникает при пересечении небольших логов и протекании нестесненного водного по-

Лотковые сооружения на лесохозяйственных автомобильных дорогах. Альбом I. Типовые материалы для проектирования 503-0-50-87: Союзгипролесхоз: Утв. Гослесхозом СССР 24.09.87 (Протокол № 2): введ. 01.10.87 (приказ № 115). М. : 1987. 46 с.

тока глубиной до 0,4 м, при условии наибольшем вписывании переливного сооружения в поперечное сечение водотока³ [6] (рис. 2):

$$\frac{w_l}{w_6} \geq 0,85. \quad (2)$$

Длину l лотка, расчетную (критическую) глубину h_k перелива через лоток и среднюю скорость водного потока V определяют из уравнения⁴:

$$Q_p = Q_{\text{пер}} = w_l V_l = w_6 V_6, \quad (3)$$

где w_l — площадь живого сечения потока на лотке по оси трассы; w_6 — то же, по оси трассы в бытовых условиях (см. рис. 2); $Q_{\text{пер}}$ — максимальный расход водного потока протекающий через лоток заданной вероятности превышения.

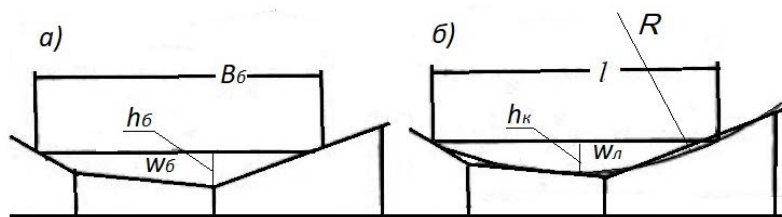


Рис. 2. Схема продольного профиля переливного лотка в условиях нестесненно-го водного потока

Наибольшее соответствие рельефу поперечного сечения лога, представленного на рис. 2, а, при наименьшем стеснении потока достигается круговой вертикальной кривой вогнутого очертания (см. рис. 2, б). Отрезок круговой вертикальной вогнутой кривой при больших радиусах и сравнительно малых глубинах перелива практически совпадает с параболой, поэтому площадь живого сечения при переливе w_l равна $0,67h_k l_p$, где l_p — ширина разлива воды на лотке, зависит от вогнутой кривой R и глубины потока по оси дороги h_k (рис. 3).

Для предотвращения размыва переливного лотка укрепление обочин и откосов насыпи следует выполнять в пределах ширины разлива воды, за 10 м до начала и конца лотка⁵ [7].

Протяженность укрепленной части лотка в продольном профиле дороги l зависит от радиуса вогнутой кривой R и глубины потока по оси дороги h_k :

$$l = 20 + 2,28\sqrt{Rh_k}, \text{ м} \quad (4)$$

Критическая глубина потока по оси дороги h_k назначается не менее 0,15 м из условия устойчивости расчетного автомобиля при его проезде

³ Методические рекомендации по проектированию рациональных конструкций земляного полотна периодически затопляемых участков автомобильных дорог. М. : СоюздорНИИ, 1990.

⁴ Методические рекомендации по проектированию рациональных конструкций земляного полотна периодически затопляемых участков автомобильных дорог. М. : СоюздорНИИ, 1990.

⁵ Сравнение вариантов строительства мостовых переходов через р. Оку у г. Спасск-Рязанский с затопляемыми подходами. М. : Союздорпроект, 1995. 31 с.

по лотку в период прохождения расчетного паводка. Согласно⁶ [7], в случае пропуска транспорта грузоподъемностью более 7 т при продольных уклонах водотоков до 10 ‰ указанную глубину можно назначать до 0,4 м. Для транспортных средств грузоподъемностью меньше 7 т при тех же уклонах водотока глубина назначается в пределах 0,15...0,35 м.

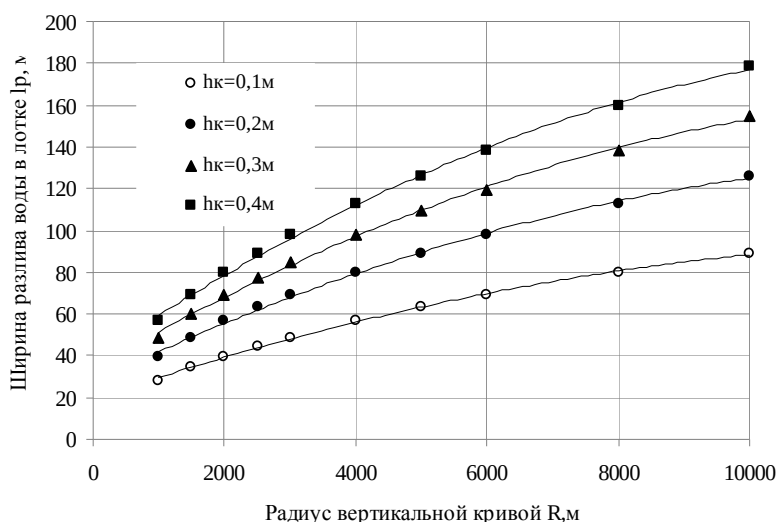


Рис. 3. Зависимость ширины разлива воды в лотке от критической глубины по оси дороги и радиуса вогнутой кривой

При проектировании укреплений откоса и нижнего бьефа сооружения важно знать скорость течения водного потока. Установлено, что скорость течения зависит от глубины потока по оси дороги $h_{кр}$ и расстояния по откосу насыпи от ее бровки L (рис. 4). При увеличении протяженности откоса насыпи от 0 до 4-х метров скорость потока возрастает в 1,68...1,83 раза. Увеличение глубины потока по оси дороги с 0,2 до 0,6 м приводит к увеличению скорости в 1,6 раза. Поэтому строительство переливного лотка целесообразно выполнять при минимальной высоте насыпи или в нулевых отметках местности. Это позволяет максимально снизить строительные затраты на укрепительные работы⁷.

Зависимость скорости водного потока по нижнему откосу насыпи от глубины потока по оси дороги $h_{кр}$ и расстояния от бровки насыпи L имеет вид:

$$V = 5,85 h_k^{0,495} L^{0,058}, \text{ м/с} \quad (5)$$

Коэффициент множественной корреляции — 0,95, стандартное отклонение — 0,11.

⁶ Методические рекомендации по проектированию рациональных конструкций земляного полотна периодически затопляемых участков автомобильных дорог. М. : СоюздорНИИ, 1990.

⁷ Руководство по гидравлическим расчетам малых искусственных сооружений и русел. Главтранспроект Министерства транспортного строительства. М. : Транспорт, 1967. 15 с.

Укрепление откоса и русла в нижнем бьефе сооружения назначается, согласно⁸, по условию:

$$V > V_d, \quad (6)$$

где V_d — допустимая неразмывающая скорость водного потока, зависит от типа грунта или материала укрепления⁹.

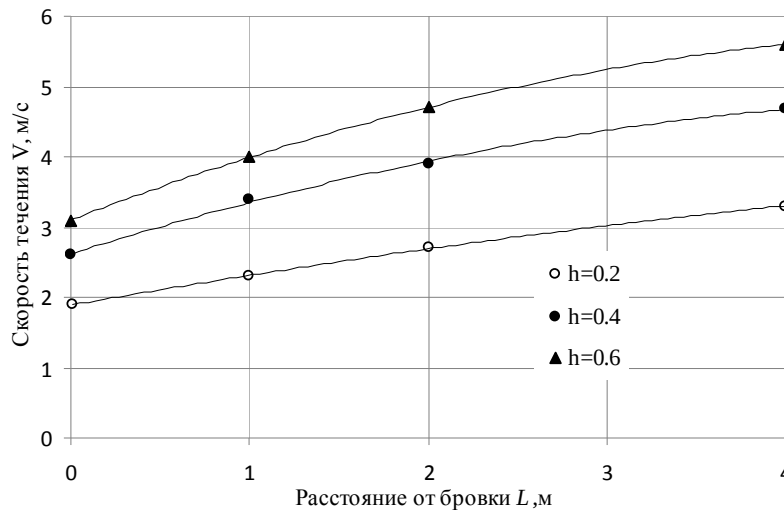


Рис. 4. Зависимость скорости потока по откосу от глубины потока по оси дороги $h_{кр}$ и расстояния от бровки насыпи, L

Расположение переливных сооружений в плане дороги, как правило, подчинено ее направлению. Их устраивают преимущественно на прямолинейных участках дороги длиной от 20 до 270 м. На подходах к переливным лоткам при значительной интенсивности движения (больше 400 авт./сут.) и продолжительности перерыва движения более 1,5 ч следует предусматривать незатопляемые участки для остановки и стоянки автомобилей¹⁰.

Продольный и поперечный профили лотковых сооружений, как и расположение их на местности, следует проектировать исходя из условия наименьшего ограничения скорости и наибольшей безопасности движения. Предельно допустимые нормативы проектирования продольного профиля переливных сооружений следует назначать согласно табл. 1.

⁸ Руководство по гидравлическим расчетам малых искусственных сооружений и русел. Главтранспроект Министерства транспортного строительства. М. : Транспорт, 1967. 15 с.

⁹ Методические рекомендации по проектированию рациональных конструкций земляного полотна периодически затопляемых участков автомобильных дорог. М. : СоюздорНИИ, 1990.

Лотковые сооружения на лесохозяйственных автомобильных дорогах. Альбом I. Типовые материалы для проектирования 503-0-50-87: Союзгипролесхоз: Утв. Гослесхозом СССР 24.09.87 (Протокол № 2); введ. 01.10.87 (приказ № 115). М. : 1987. 46 с.

¹⁰ Методические рекомендации по проектированию рациональных конструкций земляного полотна периодически затопляемых участков автомобильных дорог. М. : СоюздорНИИ, 1990.

Т а б л и ц а 1

Нормативы проектирования продольного профиля переливных сооружений [6]

V, км/ч	Уклон, ‰	Минимальные радиусы вертикальных кривых, м		
		$R_{\text{вып}}$	$R_{\text{вогн}}$	
			Рекомендуемый	Минимально допустимый
150	30	25 000	8000	4000
120	40	15 000	5000	2500
100	50	7500	3000	1500
80	60	2500	2000	1000
60	70	2000	1500	600
50	80	1500	1200	400
40	90	1000	1000	300
30	100	600	600	200

Поперечный профиль периодически затопляемых (переливных) сооружений может быть односкатным или двускатным. Поперечные уклоны проезжей части при односкатном поперечном профиле лотка нужно принимать в зависимости от вида покрытия: для цементобетонных и асфальтобетонных — не меньше 20 ‰; для брусчатых, клинкерных мостовых и покрытий, обработанных органическими вяжущими — не меньше 25 ‰. Для этих типов покрытий поперечный уклон переливных лотков надо принимать независимо от уклона водотока, а для щебеночных и гравийных покрытий и мостовых из колотого и булыжного камня поперечный уклон переливных лотков — равным продольному уклону водотока в месте перехода, но не больше 40 ‰.

В отдельных случаях ширина проезжей части лотка может быть принята равной только для одностороннего движения. Ширину полосы движения в период максимально допустимого перелива следует назначать не менее 4,5 м для грузовых автомобилей и автобусов и не менее 4 м для легковых. Ширина проезжей части B назначается с учетом ее гарантийного уширения в пределах переливного лотка¹¹:

$$B = Nb_{\text{п}} + 2B_{\text{у}}, \text{ м} \quad (7)$$

где N — число полос движения; $b_{\text{п}}$ — ширина полосы движения автомобиля в период максимально допустимого перелива; $B_{\text{у}}$ — гарантийное уширение проезжей части, принимаемое в зависимости от длины l лотка, при $l < 100$ м $B_{\text{у}} = 0,5$ м; при $l = 100 \dots 150$ м $B_{\text{у}} = 0,75$ м и при $l > 150$ м $B_{\text{у}} = 1,0$ м.

Верховая часть переливного лотка состоит из обочины и откоса. Уклон обочины принимают равным уклону проезжей части, а верховой откос — не положе 1:1,5. Для предохранения лотка от разрушения потоком воды нужно предусматривать укрепление верхового откоса и обочины. Для защиты от местного размыва верховой части переливного лотка его рекомендуется укреплять путем устройства заглубленного откоса или заделкой концевой части (рис. 5). Упор и верховой откос заглубляют по расчету, но не меньше 0,5 м

¹¹ Руководство по гидравлическим расчетам малых искусственных сооружений и русел. Главтранспроект Министерства транспортного строительства. М. : Транспорт, 1967. 15 с.

для небольших водотоков при отсутствии русла, для водотоков с руслом заглубление должно быть не менее 0,7 м.

Материал укреплений обочин и откосов следует принимать в зависимости от наличия местных каменных материалов и гидравлических условий протекания водного потока. Материалом укрепления может быть железобетон, цементобетон, бутобетон, мощение на цементном растворе и насухо, габионы, горная сортированная масса, щебень, геосинтетические материалы и другие.

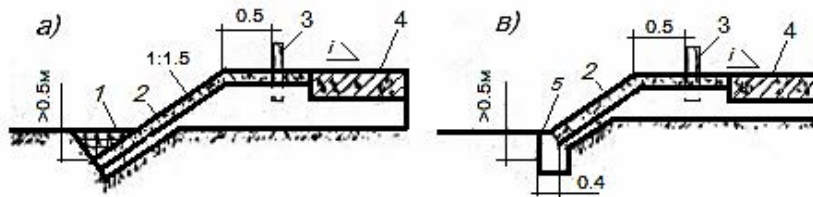


Рис. 5. Типы укрепления верхней части переливного лотка: *a* — с заглубленным откосом; *б* — с заделкой концевой части; 1 — каменная наброска; 2 — покрытие верхового откоса и обочины лотка; 3 — сигнальная тумба; 4 — покрытие проезжей части лотка; 5 — бетонный упор

При проектировании переливных лотков и определении расчетных перепускных расходов искусственную аккумуляцию паводковых вод, как правило, не рекомендуется допускать из-за длительного застоя воды перед дорогой. Исключение может составлять необходимый (по хозяйственным нуждам) или вынужденный (по условиям рельефа) сбор воды перед дорогой. В этих случаях расчетный сбросной расход определяется с учетом разлива паводковых вод при глубине воды, соответствующей расчетному уровню подпертых вод (РУПВ). Для уменьшения аккумуляции минимальное возвышение входа воды в лоток в верхнем бьефе рекомендуется назначать не более 0,2...0,3 м над поверхностью земли. В случае длительного застоя воды перед насыпью с верховой стороны лоткового сооружения необходимо устройство укрепленной присыпной бермы. Это позволяет исключить фильтрацию влаги в рабочий слой земляного полотна, сохранить проектную прочность грунтового основания под проезжей частью.

Особое внимание следует уделять организации вывода фильтрационного стока из основания дорожной одежды на подходах к лотковому сооружению и его полный перехват у начала и конца лотка. С этой целью в начале и конце лоткового сооружения следует устраивать две поперечные прорези на всю ширину земляного полотна, которые позволяют перехватывать и отводить воду на его откосы или подошву¹².

Конструкции переливных лотковых сооружений в нулевых отметках местности представлены на рис. 6 и 7.

Практика эксплуатации лотковых сооружений на дорогах Волгоградской области показала эффективность этих сооружений (рис. 7). Через 5—6 лет по-

¹² Руководство по гидравлическим расчетам малых искусственных сооружений и русел. Главтранспроект Министерства транспортного строительства. М. : Транспорт, 1967. 15 с.

сле строительства дороги размыва земляного полотна не наблюдаются. На проезжей части отсутствуют дефекты. В период пропуска ливневых и талых стоков движение автомобильного транспорта не прерывается. Экономический эффект от замены водопропускных труб на лотки составил 12 млн руб.

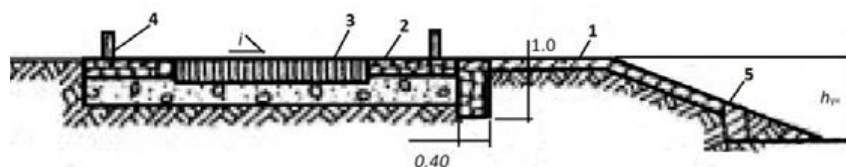


Рис. 6 Конструкция переливного лотка в нулевых отметках местности на трудноразмываемых грунтах¹³: 1 — укрепленный верховой откос; 2 — укрепленная обочина; 3 — покрытие проезжей части; 4 — сигнальная тумба; 5 — укрепленный низовой откос

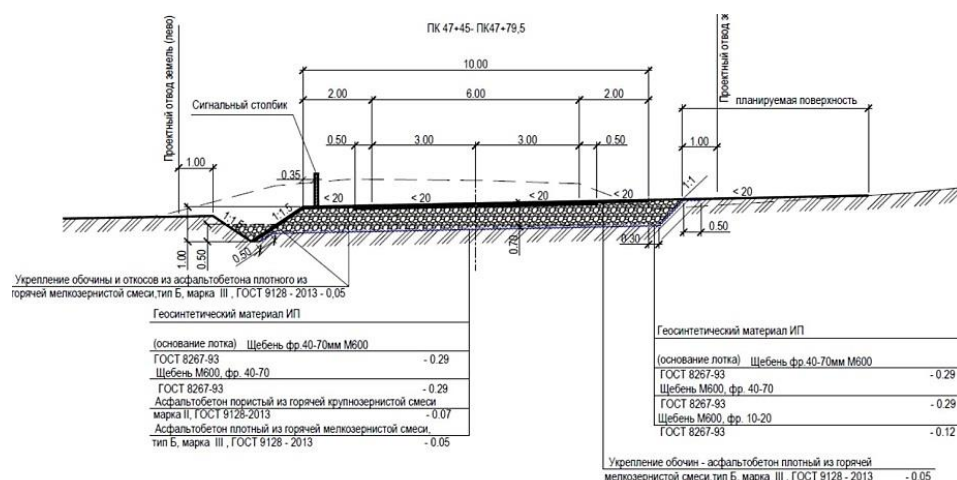


Рис. 7. Конструкция переливного лотка длиной 44,25 м на участке ПК 47 + 45 — ПК 47 + 79,5 автомобильной дороги «Иловатка — Белокаменка» в Старополтавском районе Волгоградской области

Выполненные исследования позволяют сделать вывод, что строительство переливных насыпей на дорогах с низкой интенсивностью движения (до 200 авт./сут.) взамен водопропускных труб в засушливых климатических условиях Волгоградской области экономически выгодно. Предложенная методика проектирования позволяет сократить трудоемкость инженерных расчетов при проектировании переливных насыпей без снижения надежности проектных решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Перевозников Б. Ф.* Нормативные требования и критерии по инженерной оценке проявления и воздействий опасных гидрометеорологических процессов на автомобильные дороги // Автомобильные дороги. Научно-технические достижения и передовой опыт в области автомобильных дорог : информ. сб. Вып. 4. М., 1993. С. 1—23.

¹³ Методические рекомендации по проектированию рациональных конструкций земляного полотна периодически затопляемых участков автомобильных дорог. М. : СоюздорНИИ, 1990.

2. *Перевозников Б. Ф.* Водопропускные сооружения лоткового типа. М. : Транспорт, 1978. 204 с.
3. *Солодовников Б. И.* Переливные сооружения на автомобильных дорогах. М. : Транспорт, 1983. 37 с.
4. *Полтаранова Т. Е.* Эксплуатация затопляемых дорог // Автомобильные дороги. № 1. 1966. С. 25—26.
5. *Карпасов А. М., Полтаранова Т. Е.* Опыт эксплуатации затопляемой дороги // Автомобильные дороги. 1986. № 2.
6. *Бликиштейн С. М.* Гидравлический расчет затопляемых дорог // Автомобильные дороги. № 12. 1973. С. 26—27.
7. *Бабков В. Ф., Андреев О. В.* Проектирование автомобильных дорог. Ч. 1. М. : Транспорт, 1987. 612 с.

© *Алексиков С. В., Лескин А. И., Гофман Д. И., Грмушян Э. М., 2019*

*Поступила в редакцию
в мае 2019 г.*

Ссылка для цитирования:

Проектирование переливной насыпи в условиях засушливого климата Нижнего Поволжья / С. В. Алексиков, А. И. Лескин, Д. И. Гофман, Э. М. Грмушян // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 5—14.

Об авторах:

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

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

Грмушян Эдуард Мхидарович — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

Sergei V. Aleksikov, Andrei I. Leskin, Dmitrii I. Gofman, Edward M. Grmushyan

Volgograd State Technical University

THE DESIGN OVERFLOW OF THE EMBANKMENT IN THE ARID CLIMATE OF THE LOWER VOLGA REGION

The technique of design of overflow embankments on roads with low traffic intensity in the conditions of arid climate of the Volgograd region is given.

Key words: road, embankment, water flow rate, slope strengthening, overflow tray, roadway.

For citation:

Aleksikov S. V., Leskin A. I., Gofman D. I., Grmushyan E. M. [The design overflow of the embankment in the arid climate of the Lower Volga region]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2019, iss. 3, pp. 5—14.

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

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

Edward M. Grmushyan — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation

УДК 624.152.634

А. М. Буров, М. В. Иванов, М. С. Плетнев, И. А. Погорелов, М. Е. Сапожников

Волгоградский государственный технический университет

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ ШПУНТОВЫХ ИСКУССТВЕННЫХ ОСТРОВОВ

В работе дан анализ эффективности строительства шпунтовых лицевых стенок из свай гнутого стального профиля типа «Ларсен», способных противостоять волновым, ледовым, ветровым нагрузкам. Предложена конструкция шпунтовой стенки с анкерными тягами на одном уровне, позволяющей повысить устойчивость к нагрузкам всех видов, и определены элементы конструкции анкерного соединения для проектного расчета, а также даны рекомендации по их антикоррозионной защите.

К л ю ч е в ы е с л о в а: искусственные острова, шпунтовые сваи, анкерные тяги, устойчивость шпунтового ограждения.

В настоящее время накапливается практический опыт строительства искусственных островов для морских месторождений мелководных участков шельфа с ледовыми условиями [1—4]. Опыт их эксплуатации показал, что основной недостаток грунтовых островов с естественными и укрепленными откосами заключается в сложности обеспечения защиты откосов от волновой и ледовой эрозии. Кроме того, почти повсеместно наблюдалось захлестывание волнами производственной площадки, что вызывает необходимость увеличения высоты сооружения и устройства волновых отражателей.

К существенным недостаткам искусственных островов следует отнести также низкие темпы ведения строительно-монтажных работ (СМР) в море, не обеспечивающие их возведение в один навигационный период, и в связи с этим возникновение опасности разрушения льдами недостроенного сооружения.

Цель работы — определение рациональных конструкторских и технических решений по созданию шпунтованных искусственных островов в мелководных районах Каспийского моря.

До настоящего времени шпунтовые конструкции применялись для устройства причалов и защиты отдельных участков острова, подверженных наиболее сильному волнению и ледовым нагрузкам, например в море Бофорта. В этом случае использовались шпунтовые конструкции в виде ячеек, очерченных по круговой дуге, которые соединялись анкерными тягами с поперечными стенами, расположенными в грунтовом массиве [5—7].

Использование анкерных шпунтовых стенок обусловлено рядом преимуществ по сравнению с естественными и укрепленными откосами:

- возможность проведения работ (бурение, формирование и армирование тела анкера) за один этап. При этом возрастает производительность, сокращаются сроки работ, снижаются трудозатраты, уменьшается время использования техники;
- при монтаже не используется ручной труд;
- нет необходимости применять дорогостоящие обсадные трубы;
- нет необходимости задействовать для укрепления стенки внутреннее пространство котлована;

- возможно погружение с использованием малогабаритного бурового оборудования;
- увеличивается несущая способность свай в слабых грунтах (плывунах, водонасыщенных песках);
- высокая устойчивость к растягивающим, изгибающим, сжимающим нагрузкам;
- универсальность применения.

В настоящее время наибольшее распространение получили стенки из шпунта «Ларсена» с одним ярусом анкеров (рис. 1), возводимых при глубине моря 4...15 м. Шпунт изготавливают длиной от 6 до 24 м. Для производства шпунта используют качественные низкоуглеродистые стали, например марки 16ХГ, с пределом прочности $\sigma_B \geq 420$ МПа, пределом текучести $\sigma_T = 270...290$ МПа, относительным удлинением $\delta = 24...27$ % и нормируемой ударной вязкостью при температуре -40 °С.

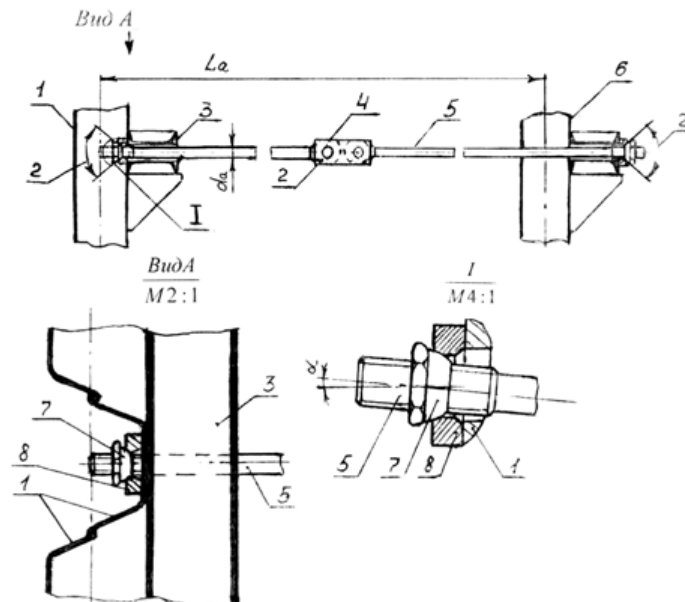


Рис. 1. Конструкция шпунтовой стенки из шпунта «Ларсен» с анкерным креплением: 1 — лицевая стенка; 2 — шарнирное соединение; 3 — распределительный пояс; 4 — соединительные пластины; 5 — анкерная тяга; 6 — анкерная стенка; 7 — сферическая гайка; 8 — несущая плита распределительного пояса

В данной работе представлены результаты расчета напряженного состояния с учетом гидростатического давления, а также волновой и ледовой нагрузки шпунтового ограждения искусственного острова в северной акватории Каспийского моря. Анализ напряженного состояния показывает, что в результате волновых и ледовых нагрузок лицевая шпунтованная стенка находится под действием переменных напряжений, приводящих к возникновению знакопеременных изгибающих моментов (рис. 2). Появление изгибающих моментов может привести к быстрой потере устойчивости шпунтового ограждения, а следовательно, к снижению его срока службы.

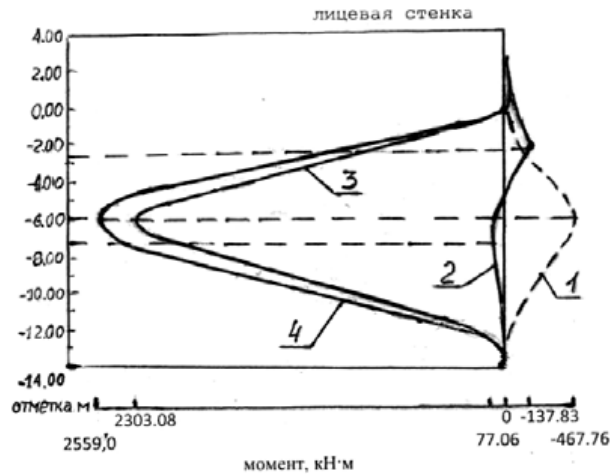


Рис. 2. Эпюры моментов сил действующих на лицевую стенку: 1 — с учетом гидростатического давления; 2 — с учетом гидростатического давления и волновой нагрузки; 3 — с учетом гидростатического давления и ледовой нагрузки; 4 — с учетом гидростатического давления и ледовой нагрузки (торосов)

Повысить устойчивость к растягивающим, изгибающим, сжимающим нагрузкам позволяет применение анкерных тяг, удерживающих лицевую стенку шпунтового ограждения [8, 9]. Так, анкерная тяга 5 расположена на некоторой высоте от уровня моря 2, но ниже отметки кордона 1 соединяет лицевую 4, заднюю анкерную стенку 6 и расположенную в грунтовом массиве (рис. 3).

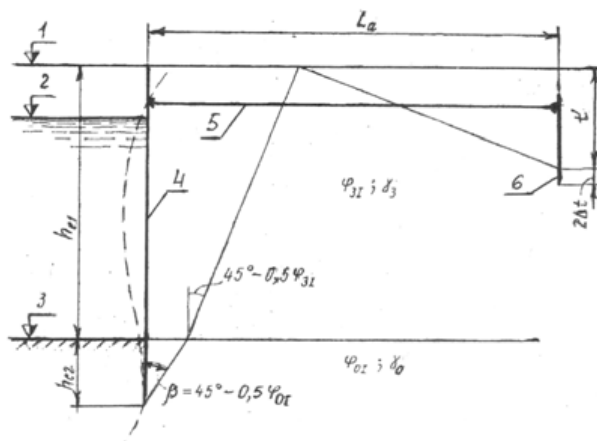


Рис. 3. Схема для определения расстояния между осями лицевой и анкерной стенки: 1 — отметка кордона; 2 — уровень моря; 3 — отметка дна; 4 — лицевая стенка; 5 — анкерная тяга; 6 — анкерная стенка

Растягивающие напряжения создаются в анкерной тяге натяжным устройством (талреп) при монтаже шпунтового ограждения и способствуют равномерному напряженному состоянию и уменьшению изгибающих моментов, действующих на лицевую стенку. Проектный расчет анкерных тяг заключается в определении ее длины и диаметра. В соответствии с теоретическими и

методическими данными¹ [10] длина анкерной тяги зависит от расстояния между шпунтовой лицевой и задней анкерной стенками (см. рис. 3) и определяется по формуле:

$$L_a = h_{c1} \operatorname{tg}(45^\circ - 0,5\varphi_{31}) + h_{c2} \operatorname{tg}(45^\circ - 0,5\varphi_{01}) + t^1 \operatorname{tg}(45^\circ + 0,5\varphi_{31}),$$

где h_{c1} — расстояние от отметки кордона 1 до дна 3 (см. рис. 1); h_{c2} — глубина погружения шпунтовой стенки 4; t^1 — расстояние от отметки кордона до подошвы анкерной стенки 6; $2\Delta t$ — дополнительная глубина на защемление анкерной стенки 6; $\varphi_{01}, \varphi_{31}$ — угол внутреннего трения соответственно для донного грунта с плотностью γ_0 и насыпного массива грунта с плотностью γ_3 .

Диаметр анкерных тяг 5 определяется по формуле:

$$d_a = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{y_n y_{ic} R_a}{\sigma_{\max} y_c \cos \alpha}},$$

где y_n — коэффициент надежности по назначению — $y_n = 1,15^2$; y_{ic} — коэффициент сочетания нагрузок — $y_{ic} = 1$ [3]; R_a — реакция в анкере по многоугольнику сил из графоаналитического расчета лицевой стенки; y_c — коэффициент условий работы, для анкерных тяг — $y_c = 0,9^3$; α — угол наклона анкерной тяги к горизонту; $\sigma_{\max}$ — наибольшее расчетное суммарное напряжение в материале анкерной тяги — $\sigma_{\max} = \sigma_p + \sigma_u \leq [\sigma_p]$, где σ_p — растягивающие напряжения в анкерной тяги; σ_u — изгибающие напряжения в анкерной тяге; $[\sigma_p]$ — допускаемое напряжение на растяжение материала анкерной тяги.

Необходимо отметить, что по истечении времени наблюдается явление «просадки» — провисание анкерной тяги, вызванное осадкой грунта и смещением анкерной стенки, это может создавать значительные изгибающие усилия в местах жесткого крепления анкерной тяги и локально увеличивать суммарные напряжения в тяге. Кроме этого, при осадке грунта в резьбовой части анкерной тяги могут создаваться касательные напряжения [11, 12], которые необходимо учитывать при проектном расчете диаметра анкерного болта на срез по формуле:

$$d_a = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{F_a}{[\tau_c]}},$$

где F_a — поперечная внешняя сила, срезающая анкерную тягу; $[\tau_c]$ — допускаемое напряжение на срез материала анкерной тяги.

¹ СНиП2.06.04—82. Нагрузки и воздействие на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). М. : Госстрой СССР, 1989.

РД 31.31.27—81. Руководство по проектированию морских причальных сооружений. М. : В/О Мортехинфорреклама, 1984. 400 с.

² РД 31.31.27—81. Руководство по проектированию морских причальных сооружений. М. : В/О Мортехинфорреклама, 1984. 400 с.

³ Там же.

Появление срезающих и изгибающих напряжений в анкерной тяге можно избежать путем установки шарнирных соединений в местах крепления анкеров к стенке. При жестком и шарнирном соединении анкерной тяги со стенкой нагрузка рассчитывается по-разному. При жестком соединении со стенкой обычно увеличивают размер резьбы анкера для компенсации возникающих изгибающих и срезающих усилий. При шарнирном соединении анкерной тяги со шпунтованными стенками отсутствует срезающая нагрузка и уменьшается изгибающая нагрузка, что ведет к снижению суммарных напряжений в анкерной тяге. При этом изгиб анкеров полностью исключается при $\alpha \leq 7^\circ$ (рис. 1).

Для снижения изгибающих усилий также могут устанавливаться защитные кожухи [13]. Однако установка кожуха может быть сложной и дорогой, и, если кожух не выровнен, он не предотвратит возникновение изгибающего момента при осадке грунта. В случае установки защитного кожуха рекомендуется использовать шарнирные соединения в местах крепления тяги к стенке для предотвращения изгиба тяги из-за подвижек кожуха и собственной массы тяги. В случае установки защитного кожуха необходимо наносить антикоррозийную защиту (например, «Керамикор-ЦС») для защиты тяги от воздействия морской воды, которая поступает непосредственно в кожух.

Таким образом: 1) применение анкерных тяг для крепления лицевой стенки позволяет повысить устойчивость к растягивающим, изгибающим, сжимающим нагрузкам; 2) применение шарнирных соединений в анкерных тягах позволит снизить действующие изгибающие напряжения, что приведет к уменьшению диаметра тяг и, как следствие, к экономии металла.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Суслов А. Г. Технология машиностроения : учебник. М. : КНОРУС, 2013. 336 с.
2. Перфилов В. А., Берлизов В. Д. Анализ сил трения на буровой колонне, возникающих в процессе строительства скважины // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура. 2018. № 52(71). С. 45—51.
3. Проектирование и строительство морских нефтегазовых сооружений : учебник. Рек. УМО РАЕ / В. А. Перфилов, В. В. Габова, И. А. Томарева, У. В. Канавец ; Волгоград : ВолгГТУ, 2017. Ч. 1. 226 с.
4. Быков Д., Перфилов В. А., Орешкин Д. В. Применение новых технологий разработки нефтегазовых месторождений арктического шельфа // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2015. № 6. С. 6—9.
5. Findik F. Investigation of explosive welding parameters and their effects on microhardness and shear strength. 2003. Pp. 659—664.
6. Myshkin N., Goryacheva I. Tribology: Trends in the half-century development // Journal of Friction and Wear. 2016. Vol. 37. Pp. 513—516.
7. Проектирование и строительство морских нефтегазовых сооружений. Ч. 2 : учебник / В. А. Перфилов, В. В. Ярошик, А. М. Буров и др. ; Волгоград : ВолгГТУ, 2018. 304 с.
8. Mellor B. G. Surface Coatings for Protection Against Wear. Woodhead Publishing, 2006. 448 p.
9. Fomenko N. A., Burlachenko O. V., Ivanov M. V. Protection system of hydraulic drive of road construction machinery // MATEC Web of Conferences. Vol. 129 : International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment (ICMTMTE 2017) (Sevastopol, Russia, September 11—15, 2017) / eds.: S. Bratan et al. ; Sevastopol State University, National University of Science and Technology «MISIS», Polzunov Altai State Technical University, Inlink Ltd. and International Union of Machine Builders. EDP Sciences, 2017. 6 p. URL: https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2017/43/mateconf_icmtmte2017_06001/mateconf_icmtmte2017_06001.html

10. Долматов Б. И. Механика грунтов, основания и фундамента : учебник для вузов. М. : Стройиздат, 1981. 319 с.
11. Ковалев Н. А. Прикладная механика : учебник для вузов. М. : высшая школа, 1982. 400 с.
12. Иванов М. Н. Детали машин : учебник для студентов вузов. М. : высшая школа, 2005. 383 с.
13. Бурлаченко О. В., Иванов М. В. Выбор эффективных способов защиты рабочих поверхностей пар трения от загрязнений окружающей среды // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности : материалы V Всерос. науч.-техн. конф. молодых исследователей (с междунар. участием), Волгоград, 23—28 апр. 2018 г. / под общ. ред. Н. Ю. Ермиловой / Волгоград : ВолгГТУ, 2018. С. 87—89.

© Буров А. М., Иванов М. В., Плетнев М. С., Погорелов И. А., Сапожников М. Е., 2019

Поступила в редакцию
в мае 2019 г.

Ссылка для цитирования:

Конструктивные особенности возведения шпунтовых искусственных островов / А. М. Буров, М. В. Иванов, М. С. Плетнев, И. А. Погорелов, М. Е. Сапожников // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 15—21.

Об авторах:

Буров Анатолий Михайлович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры морских нефтегазовых сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, 20burov15@mail.ru

Иванов Максим Витальевич — аспирант кафедры технологий строительного производства, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, clevermax18@mail.ru

Плетнев Максим Сергеевич — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, DTS1613@mail.ru

Погорелов Иван Анатольевич — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, vanyanook@yandex.ru

Сапожников Максим Евгеньевич — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, sapog8897@mail.ru

**Anatoliy M. Burov, Maksim V. Ivanov, Maksim S. Pletnev, Ivan A. Pogorelov,
Maksim E. Sapozhnikov**

Volgograd State Technical University

FEATURES OF CONSTRUCTION OF SHEET PILE ARTIFICIAL ISLANDS

In the work of the analysis of the efficiency of the construction sheet pile walls face bent Larsen type profile, capable of withstanding wave, ice, wind loads. The construction of grooved wall with anchor rods at the same level, allowing to increase resistance to stress of all kinds and identified elements of the anchor links for project calculation, as well as recommendations on their anticorrosive protection.

Key words: artificial islands, tongued piles, anchor rods, sustainability Groove protection.

For citation:

Burov A. M., Ivanov M. V., Pletnev M. S., Pogorelov I. A., Sapozhnikov M. E. [Features of construction of sheet pile artificial islands]. *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], 2019, iss. 3, pp. 15—21.

About authors:

Anatoliy M. Burov — Candidate of Engineering Sciences, Docent of Sea Oil and Gas Constructions Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, 20burov15@mail.ru

Maksim V. Ivanov — Postgraduate student of Construction Technologies Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, clevermax18@mail.ru

Maksim S. Pletnev — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, DTS1613@mail.ru

Ivan A. Pogorelov — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, vanyanook@yandex.ru

Maksim E. Sapozhnikov — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, sapog8897@mail.ru

УДК 621.131

С. А. Кудрявцев, Т. Ю. Вальцева

Дальневосточный государственный университет путей сообщения

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ОСНОВАНИЯ ФУНДАМЕНТА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ
В УСЛОВИЯХ ОСТРОВА САХАЛИН**

Целью работы является разработка рациональной конструкции искусственно подготовленного основания фундамента с использованием современных технологий и перспективных геосинтетических материалов, обеспечивающей эксплуатационную надежность работы сооружения при особых условиях строительной площадки. Задача исследования заключается в разработке на основе результатов численного моделирования геотехнических конструкций с использованием свойств современных геосинтетических материалов, обеспечивающих эксплуатационную надежность совместной работы слабого основания с фундаментами здания на острове Сахалин в соответствии с требованиями нормативных документов, действующих на территории Российской Федерации.

Ключевые слова: слабый грунт, основание, фундамент, двухосная георешетка, численное моделирование, напряженно-деформированное состояние.

Введение

В исследовании рассмотрен вариант использования в качестве искусственного основания перераспределяющей способности геокомпозитной подушки из инертных материалов требуемой структуры с прослойками геосинтетической интегральной георешетки. При этом конструкция искусственного основания должна обеспечивать минимальные равномерные осадки в условиях расчетной сейсмичности района площадки строительства до 9 баллов в пределах требований СП 22.13330.2016¹ (раздел 6.13. Особенности проектирования оснований сооружений, возводимых в сейсмических районах). В данном разделе указывается, что на площадках, сложенных грунтами категории III по сейсмическим свойствам, необходимо предусматривать мероприятия по улучшению строительных свойств грунтов основания до начала строительства. Нельзя использовать в качестве оснований сейсмостойких сооружений водонасыщенные грунты, способные к динамическому разжижению, без проведения предварительных специальных мероприятий по улучшению строительных свойств грунтов.

Одной из серьезных геотехнических проблем, встречающихся при строительстве в Дальневосточном регионе, являются слабые основания. Территории, пригодные для поселения людей и развития городов, часто располагаются у крупных рек. Геологическое строение таких районов представлено аллювиальными отложениями: песками, глинами илами. Таким образом, существует необходимость в строительстве на слабых грунтах, однако инженерное решение данной проблемы очень сложно. Самым оптимальным и широко применяемым вариантом является строительство на свайном фундаменте, но не всегда оказывается возможным опирание свай на коренные грунты,

¹ СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01—83.

что вызывает большие трудности в выборе надежного решения геотехнической конструкции. Рекомендуемая мощность экскавации и замены слабого грунта основания должна быть рациональной с точки зрения равномерности и технологической реализуемости.

Инженерно-геологические условия площадки исследования

Для выделения инженерно-геологических элементов, границ распространения грунтов, количественной оценки характеристик физико-механических свойств, оценки пространственной изменчивости состава и свойств грунтов в двух точках выполнено статическое зондирование грунтов на глубину 19,7...21,0 м. Статическое зондирование производилось до максимально возможной глубины в зависимости от состояния, состава грунтов и технической возможности установки. Точки статического зондирования располагались в непосредственной близости от точки бурения скважин (1,0...1,5 м).

Испытание грунтов статическим зондированием выполнялось аппаратурой ТЕСТ-АМ, смонтированной на буровой установке ПБУ-2. Комплект аппаратуры имеет сертификат Госстандарта России RU.C.28.005.A № 9418, зарегистрированный в Государственном реестре средств измерений под № 14976, и допущен к применению в Российской Федерации. Тип установки — легкая, с предельным усилием вдавливающего зонда до 50 кН. Вдавливание зонда осуществлялось гидравлической системой буровой установки через колонну штанг диаметром 36 мм. Тензометрический зонд 2 типа с диаметром основания конуса 35,7 мм и углом при вершине 60°. Перед началом и в процессе работ выполнена тарировка и настройка зонда. Регистрация данных зондирования производилась двухканальным контроллером с преобразованием дебаланса тензометрических полуэлементов в цифровые значения, с хранением результатов зондирования и передачи на IBM-совместимый компьютер для последующей обработки. Основная погрешность измерений усилий составляет не более 5 %. Обработка результатов статического зондирования выполнена в соответствии с ГОСТ 19912—2000, программой Geoexplorer, предоставленной изготовителем оборудования.

В геологическом строении площадки принимают участие современные насыпные грунты и четвертичные аллювиальные отложения. Грунты, пройденные в пределах исследуемой территории, характеризуются неоднородным литологическим составом. Следует отметить сложный характер переслаивания грунтов, невыдержанность прослоев по простиранию, смену литологического состава грунтов по глубине. Для всего разреза характерно переслаивание линз глин, илов, суглинков, песков, поэтому выделение инженерно-геологических элементов произведено по преобладанию соответствующих разностей.

С поверхности до глубины 1,0...2,1 м скважинами пройден насыпной грунт, неоднородный по составу, представленный щебнем, песком, строительным мусором, супесью, шлаком (ИГЭ-1). Насыпной грунт отсыпан сухим способом, без уплотнения, давность отсыпки — более 15 лет. Насыпной грунт средней плотности, средней степени водонасыщения и насыщенный водой.

Насыпные грунты подстилаются минеральными и органоминеральными связными грунтами. Минеральные глинистыми отложения представлены:

- глиной серого и желто-серого цвета, легкой пылеватой текучепластичной, прослоями мягкопластичной, с примесью органических веществ (ИГЭ-6), мощностью 0,4...5,7 м, с тонкими линзами песка и супеси;

- суглинком серого и желто-бурого цвета, тяжелым, тугопластичным, гравелистым, прослоями с примесью органических веществ, с тонкими прослоями песка (ИГЭ-13), мощностью 0,6...1,7 м.

Органно-минеральные отложения представлены:

- илами серого и желто-серого цвета, глинистыми, с примесью органических веществ, с тонкими прослойками песка и супеси (ИГЭ-7), мощностью 10,8 м;

- илами серого и желто-серого цвета, суглинистыми, с примесью органических веществ, с тонкими прослойками песка, супеси и суглинка текучего (ИГЭ-8), мощностью 0,4...7,9 м.

Под глинистыми грунтами и в их толще скважинами пройдены песчаные отложения, представленные:

- песком серого цвета, пылеватым, средней плотности, насыщенным водой (ИГЭ-2), с прослоями супеси, мощностью 1,4...1,9 м;

- песком серого цвета, мелким, средней плотности, насыщенным водой (ИГЭ-3), с тонкими линзами суглинка, с гравием, иногда с примесью органических веществ, мощностью 2,3...2,8 м;

- песком серого цвета, средней крупности, средней плотности, насыщенным водой (ИГЭ-4), с тонкими прослоями суглинка, с гравием, мощностью 0,5...3,2 м;

- песком серого цвета, гравелистым, средней плотности, насыщенным водой (ИГЭ-10), с частыми тонкими линзами суглинка и супеси, мощностью 5,4 м.

Песчаные и глинистые отложения подстилаются крупнообломочными грунтами, представленными:

- галечниковым грунтом с песчаным заполнителем до 30 %, плотным, насыщенным водой (ИГЭ-11), с прослойками песка, мощностью 2,0 м;

- галечниковым грунтом с суглинистым, прослоями с супесчаным заполнителем до 30 %, плотным, насыщенным водой (ИГЭ-12), с прослойками песка, вскрытой мощностью 1,5...2,4 м.

Гидрогеологические условия исследуемой площадки характеризуются распространением первого от поверхности горизонта грунтовых вод аллювиальных отложений, который вскрыт скважинами на глубинах 0,0...0,5 м (абсолютные отметки 4,75...4,78 м).

Горизонт грунтовых вод приурочен к песчаным и крупнообломочным отложениям, представленными песками различной крупности и галечниковыми грунтами, а также к линзам и тонким прослоям песков в глинистых отложениях.

В период изысканий появление грунтовых вод фиксировалось в момент проходки скважин, установившийся уровень — через 24 часа. Установившийся уровень грунтовых вод отмечен на этих же глубинах.

По типу циркуляции грунтовые воды порово-пластовые. Питание водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, гидравлической связи с речными водами, подпитывания трещинными водами со стороны склона. Разгрузка грунтового потока происходит в сторону моря.

В насыпных грунтах вскрыта верховодка, водоупором для которой служат залегающие ниже отложения илов и глин.

Во время интенсивных паводков и обильного выпадения осадков, во время прохождения тайфунов возможно обводнение насыпных грунтов на всю их мощность.

Скважинами, пройденными на данной площадке ранее, горизонт грунтовых вод вскрыт на глубинах 1,0...1,8 м, что соответствует абсолютным отметкам 3,78...4,06 м. Установление уровня грунтовых вод отмечено на глубинах 1,0...1,4 м, что соответствует абсолютным отметкам 3,78...3,46 м.

Исследуемая территория расположена в пределах местности с сезонным промерзанием грунтов. Нормативная глубина сезонного промерзания (d_{fn})² при сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур воздуха за зиму $-25,5^\circ\text{C}$, на оголенной от снега поверхности — 1,7 м.

Разработка конструкции искусственно подготовленного основания фундаментов

В результате анализа результатов предварительного моделирования работы вариантов конструкций геокompозитного основания установлено, что в наибольшей степени удовлетворяющая требованиям действующих нормативных документов по эксплуатационным параметрам должна быть конструкция, представленная на рис. 1.

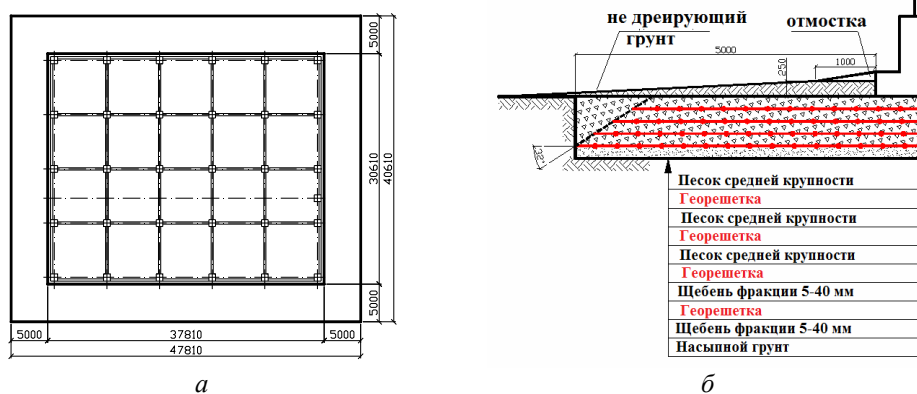


Рис. 1. Конструкция усиления основания сооружения геоячейкой: а — план; б — разрез

Общая мощность геокompозитного основания под фундаментом плитой составляет 1,0 м, включая слой из песка для подготовки основания. Расположение слоев георешетки в материале засыпки должно соответствовать схеме на рис. 1, б. Инертные материалы для послойной засыпки при формировании конструкции:

- выравнивающий слой мощностью 0,2 м из песка средней крупности;
- засыпка между слоями георешетки и под монолитной плитой составляет $4 \times 0,2$ м общей мощностью 0,8 м. Выполняется послойно щебнем фракции 5...40 мм (ГОСТ 8267—93).

Мощность монолитной железобетонной плиты с ребрами жесткости должна составлять 400 мм. Конструкция проектируемого геокompозитного основания предусмотрена шире монолитной железобетонной плиты на 5,0 м в каждую из четырех сторон, равно как и размеры котлована под устройство

² СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01—83.

основания. Конструкция уширенного геокомпозитного основания, являясь уширенной платформой для перераспределения нагрузок от сооружения, позволяет предотвратить выпоры слабого грунта основания из-под здания, в то же время является демпферным узлом, обеспечивая дополнительную сейсмическую устойчивость сооружения в целом [1, 2].

Методика геотехнического моделирования

Геотехническое моделирование конструкции усиления слабого основания из илистых глинистых и песчаных грунтов для строительства детского сада проводилось на программном комплексе «FEM-models», разработанном геотехниками Санкт-Петербурга. Основой программного комплекса является метод конечных элементов, что позволяет решать трехмерные теплофизические и напряженно-деформированного состояния задачи сооружений и их оснований размерностью в несколько миллионов степеней свободы в приемлемое время (часы) на обычном персональном компьютере, и в этом отношении она не имеет ни отечественных, ни европейских аналогов [3—5]. Комплекс «FEM-models» позволяет решать как микро, так и макро задачи, связанные не только с конструкциями стандартного представления, но и с аморфными средами, изменяющими свои физические и геометрические параметры в пространстве и во времени (гидротехнические сооружения, глобальные и местного уровня изменения параметров геологических систем). В силу своих возможностей программный комплекс «FEM-models» признан «Российским Обществом по механике грунтов, геотехнике и фундаментостроению» как базовый для решения сложных практических задач геотехники.

Для описания работы слабого основания под нагрузкой на данном этапе проектирования применялась упругопластическая модель с предельной поверхностью, описываемой критерием Кулона — Мора. Выбор этой модели обуславливался тем, что ее параметры могут быть взяты из имеющихся материалов стандартных инженерно-геологических изысканий [6, 7]. В такой постановке численные расчеты хорошо согласуются с традиционными инженерными методами расчета осадок и позволяют с достаточной точностью описать деформирование сооружений на слабых основаниях. На последующих этапах проектирования планируется применить разработанные нами более тонкие модели механики грунтов, позволяющие полнее отразить особенности поведения грунтов, выявленные при инженерно-геологических изысканиях.

На всех стадиях моделирования конструкций усиления сооружений использована упруго-пластическая модель. Задачи решены в пространственной постановке.

Идеализация модели грунтового основания осуществляется следующим образом. Если при внешнем воздействии нагрузок напряжение грунта «характерного объема» меньше предельного $\sigma \neq \sigma_{пр}$, то связь между напряжениями и деформациями описывается законом Гука (рис. 2, область I), который для условий плоской деформации может быть записан в виде:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{E(\varepsilon_1 + \nu \varepsilon_3)}{(1 - \nu^2)} \\ \sigma_3 &= \frac{E(\varepsilon_3 + \nu \varepsilon_1)}{(1 - \nu^2)} \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

где E и ν — плоские аналоги модуля Юнга E и коэффициента Пуассона ν .

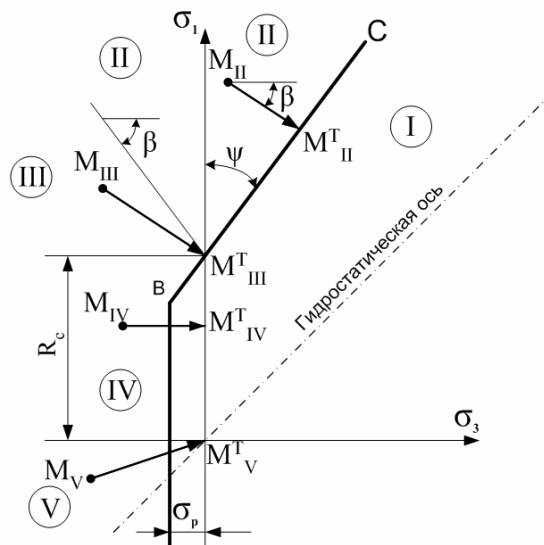


Рис. 2. Схема к определению теоретических напряжений в упругопластической модели грунта

Предельные напряжения в области растяжения ограничиваются прочностью на растяжение σ_p (рис. 2).

Таким образом, область I в зоне растяжения ограничивается напряжением $\sigma_3 = \sigma_p$, а в области сжатия — критерием прочности Кулона:

$$\sigma_1 = R_c + \sigma_3 \operatorname{ctg} \psi, \quad (2)$$

где R_c — прочность на одноосное сжатие.

Если точка оказывается вне контура текучести, то находятся «теоретические» напряжения в следующем порядке. Если точка суммарных напряжений M_{II} попадает в область II (основная зона пластичности), то «теоретическая» точка M_{II}^T лежит на пересечении границы текучести с прямой $M_{II}M_{II}^T$. Угол β наклона прямой $M_{II}M_{II}^T$ определяется законом сечения и задан.

Если точка суммарных напряжений попадает в зону III (точка M_{III} , рис. 2), то теоретические напряжения принимают значения $\sigma_1^T = R_c, \sigma_3^T = 0$. Элемент при этом будет разорван в направлении действия напряжения σ_3 , а напряжения σ_1 снизятся до уровня сопротивления грунта на одноосное сжатие.

Для области IV, в которой напряжения σ_1 не превосходят сопротивление одноосному сжатию, $\sigma_1^T = R_c, \sigma_3^T = 0$. Наконец, для области V, у которой элемент будет разорван по всем направлениям, $\sigma_1^T = \sigma_3^T = 0$.

В программе FEM-models природное напряженное состояние заменяется гидротехническим тензором обжатия «характерного объема» грунта, который суммируется с фактическими напряжениями в массиве:

$$\{\sigma_{1,3}\} = \{\sigma_{1,3}^\Phi\} + \{\sigma_{1,3}^F\}. \quad (3)$$

Принятое нами допущение отвечает реальной картине природного напряженного состояния слабых грунтов.

Результаты исследования

Используемая методика и программный комплекс реализованы авторами для многих строящихся и эксплуатируемых объектов России и Дальневосточного федерального округа [8—10]. Применение методов и подходов для расчетов и проектирования геотехнических сооружений при использовании приложений программного комплекса FEM-models показало, что он позволяет достоверно и объективно выполнять подбор материалов и определять наиболее рациональные параметры геотехнических решений.

При разработке вариантов конструкции усиления в качестве исходных данных использованы характеристики грунтов в соответствии с результатами лабораторных исследований при проведении инженерно-геологического обследования основания площадки строительства.

В основании здания залегают мощные слои илов с модулем общей деформации $E = 600$ кПа (ИГЭ-7) и $E = 1200$ кПа (ИГЭ-8). Пространственная схема инженерно-геологических элементов площадки строительства представлена на рис. 2, б. Непосредственно под зданием в основании залегают: ил с примесью органических веществ, с тонкими прослойками песка и супеси (ИГЭ-7) мощностью до 11 м и ил с примесью органических веществ, с тонкими прослойками песка, супеси и суглинка текучего (ИГЭ-8) мощностью до 8 м.

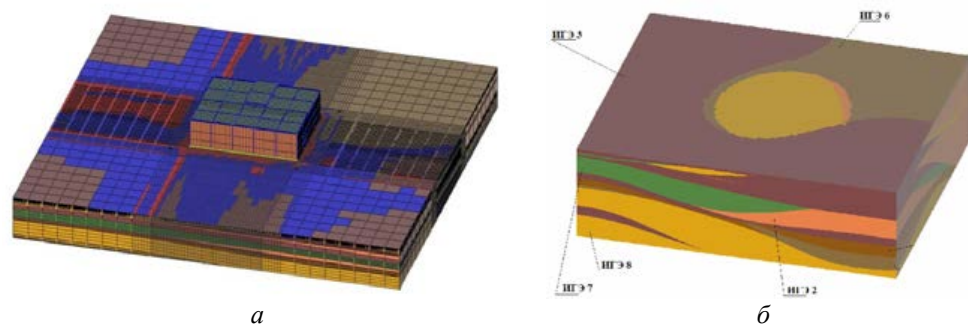


Рис. 3. Пространственная расчетная схема: а — здания; б — основания: ИГЭ-2 — песок пылеватый, средней плотности, насыщенный водой; ИГЭ-3 — песок мелкий, средней плотности, насыщенный водой; ИГЭ-6 — глина текучепластичная; ИГЭ-7 — ил с примесью органических веществ, с тонкими прослойками песка и супеси; ИГЭ-8 — ил с примесью органических веществ, с тонкими прослойками песка, супеси и суглинка текучего

Расчеты выполнялись методом конечных элементов с использованием конечных элементов, позволяющих проводить исследование напряженно-деформированного состояния основания в упругопластической стадии [7]. Для снижения неравномерности осадок и зон пластических деформаций под подошвой фундамента предлагается устройство щебеночной подушки толщиной 1 м, усиленной 4 слоями георешетки по высоте подушки [11—13]. Размеры щебеночной подушки в плане больше контура здания на 5,0 м во все стороны (рис. 3, а).

Для снижения осадки и неравномерности осадки выполнен расчет при толщине фундаментной ребристой плиты толщиной 0,5 м устройством щебеночной подушки толщиной 1 м, усиленной георешеткой в 4 слоя при коэффициенте Пуассона илов $\nu = 0,45$.

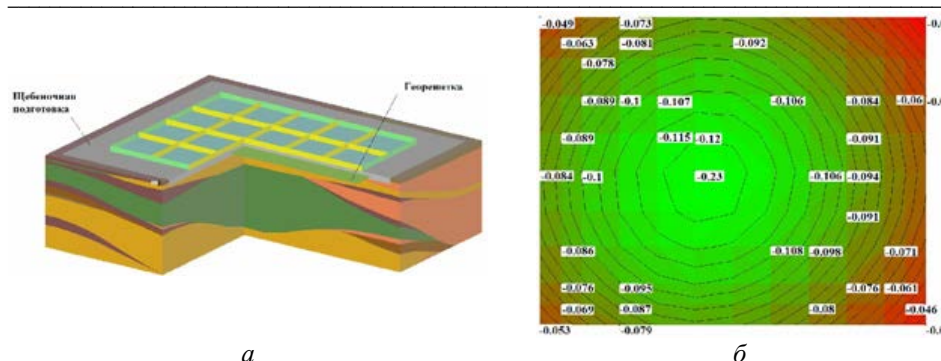


Рис. 4. Пространственный разрез инженерно-геологических условий основания под фундаментной плитой толщиной 0,5 м с устройством щебеночной подушки толщиной 1 м, усиленной георешеткой в 4 слоя

Результаты показывают, что максимальное значение осадки здания составляет 12,3 см в центре здания. При этом относительная неравномерность составляет $\Delta S/L = 0,004$, что равняется предельному значению $\Delta S/L_u = 0,004$.

Выводы:

1. Участок геотехнического моделирования расположен на острове Сахалин. В геоморфологическом отношении участок работ расположен на правобережной надпойменной террасе реки, отсыпанной в настоящее время насыпными грунтами. Рельеф площадки относительно ровный, абсолютные отметки изменяются от 4,72 м до 5,28 м. В геологическом строении площадки принимают участие современные насыпные грунты и четвертичные аллювиальные отложения.

3. По схематической карте сейсмического микрорайонирования исследуемая территория расположена в границах участка с сейсмической интенсивностью в девять баллов. При проведении исследований площадки на микросейсморайонирование сейсмическая интенсивность составила восемь баллов.

4. Непосредственно под зданием в основании здания залегают: ил с примесью органических веществ, с тонкими прослойками песка и супеси мощностью до 11 м с модулем общей деформации $E = 600$ кПа и ил с примесью органических веществ, с тонкими прослойками песка, супеси и суглинка текучего (ИГЭ-8) мощностью до 8 м $E = 1200$ кПа.

5. Для снижения неравномерности осадок и зон пластических деформаций под подошвой фундамента предлагается устройство щебеночной подушки толщиной 1 м, усиленной 4 слоями георешетки по высоте щебеночной подушки с размерами в плане больше контура здания на 5,0 м во все стороны.

6. Для снижения осадки и неравномерности осадки фундаментной ребристой плиты целесообразно выполнить ее толщиной 0,5 м с устройством щебеночной подушки толщиной 1 м, усиленной 4 слоями георешетки. По результатам численного моделирования методом конечных элементов в программном комплексе FEM-models максимальная величина осадки фундаментной плиты составит $S = 12,3$ см, а относительная неравномерность ее равняется $\Delta S/L = 0,004$. Такая конструкция позволяет исключить относительную неравномерность деформаций и снижения значений осадки до допускаемых величин.

7. В связи с уникальностью и сложностью объекта необходимо проведение мониторинга. Все мероприятия, а также объем и продолжительность проводимого мониторинга на площадке строительства и в зонах его влияния должны выполняться на основе нормативных документов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Technological reliability of building of geotechnical structures / S. A. Kudruavtsev, T. V. Shepitko, S. Lutsky, S. Zabolotny, V. S. Kovshun // MATEC Web of Conferences. 2019. Vol. 265. 07001. URL: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201926507001>
2. Kudruavtsev S. A., Shestakov I. V., Kazharsky A. V. Monitoring and protection of the foundations of buildings of dangerous production plants on seasonally heaving ground // Proceeding of the 8th Asian young geotechnical engineers conference. Astana, Kazakhstan. 2016. Pp. 191—196.
3. Кудрявцев С. А., Склярова К. М. Натурные наблюдения и численное моделирование строительства высотного здания на плитном фундаменте в г. Хабаровске // Современные технологии, системный анализ, моделирование. Научный журнал ИРГУПС. 2013. № 2(38). С. 86—91.
4. Survey of plate foundation bases in high buildings by numerical modeling method and seismic tomography / S. A. Kudruavtsev, A. V. Kazharskyi, D. Y. Maleev, K. M. Sklyarova, E. D. Goncharova // The 5th International Geotechnical Symposium-Incheon, Geotechnical engineering for disaster prevention & reduction. Incheon, Republic of Korea. 2013. Pp. 477—483.
5. Кудрявцев С. А. Численные исследования теплофизических процессов в сезонно-мерзлых грунтах // Криосфера Земли. 2003. Т. IX. № 4. С. 102.
6. Sakhalin real-time shaking map tool for industrial and civil facilities safety / A. Stepnov, A. Kononov, V. Klachkov, R. Dmitrienko, A. Gavrilov, E. Bogdanov, K. Manaychev // MATEC Web of Conferences. 2019. Vol. 265. 03002. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201926503002>.
7. Кудрявцев С. А., Берестяный Ю. Б. Строительство объектов с использованием геосинтетических материалов в холодных и сейсмоопасных регионах Дальнего Востока // Строительство зданий и сооружений в холодных и сейсмоопасных регионах Дальнего Востока : материалы Международного российско-японского научно-технического семинара. ДВГУПС, 2012. С. 10—14.
8. Кудрявцев С. А., Склярова К. М. Анализ напряженно-деформированного состояния оснований плитных фундаментов зданий повышенной этажности в инженерно-геологических условиях г. Хабаровска // Вестник ТОГУ. 2012. № 3(26). С. 113—122.
9. Control of surface subsidence based on building deformation monitoring data / I. Shardakov, A. Barayakh, V. Yepin, R. Tsvetkov, I. Glot // MATEC Web of Conferences. 2019. Vol. 265. URL: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201926505026>
10. Berestianyi I., Goncharova E., Kudriavtsev S. Engineering and construction of geotechnical structures with geotechnical materials in coastal arctic zone of Russia // Proceedings of the International Offshore and Polar Engineering Conference. Ser.: "Proceedings of the 23rd International Offshore and Polar Engineering Conference, ISOPE 2013". 2013. Pp. 562—566.
11. Кудрявцев С. А. Влияние миграционной влаги на процесс морозного пучения сезонно промерзающих грунтов // Реконструкция городов и геотехническое строительство. 2003. № 7. С. 233.
12. Кудрявцев С. А. Расчет процесса промерзания и оттаивания по программе «Termoground» // Реконструкция городов и геотехническое строительство. 2004. № 4. С. 83.
13. Perov V., Perov S. On the question of reducing deformability of subsiding soils in construction of multi-storey apartment buildings // MATEC Web of Conferences. 2019. Vol. 265. 04003. URL: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201926504003>

© Кудрявцев С. А., Вальцева Т. Ю., 2019

Поступила в редакцию
в августе 2019 г.

Ссылка для цитирования:

Кудрявцев С. А., Вальцева Т. Ю. Исследование искусственного основания фундамента с использованием геосинтетических материалов в условиях острова Сахалин // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 22—31.

Об авторах:

Кудрявцев Сергей Анатольевич — д-р техн. наук, профессор кафедры мостов, тоннелей и подземных сооружений, Дальневосточный государственный университет путей сообщения (ДВГУПС). Российская Федерация, 600021, г. Хабаровск, ул. Серышева, 47, olgakudr56@mail.ru

Вальцева Татьяна Юрьевна — канд. техн. наук, доцент кафедры мостов, тоннелей и подземных сооружений, Дальневосточный государственный университет путей сообщения (ДВГУПС). Российская Федерация, 600021, г. Хабаровск, ул. Серышева, 47, vtu25@mail.ru

Sergey A. Kudryavtsev, Tatyana Yu. Valtseva

Far Eastern State Transport University

STUDY OF ARTIFICIAL BASE OF THE BASEMENT USING GEOSYNTHETIC MATERIALS IN THE CONDITIONS OF SAKHALIN ISLAND

The objective of the work is to develop a rational construction of an artificially prepared base of the foundation, with using modern technologies and advanced geosynthetic materials which provides the operational reliability of the structure under special conditions of the construction site. Task of the research study is to develop, based on the results of numerical modeling of geotechnical structures using the properties of modern geosynthetic materials which provides the operational reliability of the joint operation of a weak base with the foundations of a building on Sakhalin Island in accordance with the requirements of regulatory documents operating in the Russian Federation.

Key words: weak soil, base, foundation, biaxial geogrid, numerical simulation, stress-strained state.

For citation:

Kudryavtsev S. A., Valtseva T. Yu. [Study of artificial base of the basement using geosynthetic materials in the conditions of Sakhalin island]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2019, iss. 3, pp. 22—31.

About authors:

Sergey A. Kudryavtsev — Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Bridges, Tunnels and Underground Structures, Far Eastern State Transport University (FESTU). 47, Seryisheva St., Khabarovsk, 600021, Russian Federation, olgakudr56@mail.ru

Tatyana Yu. Valtseva — Candidate of Engineering Sciences, Docent of the Department of Bridges, Tunnels and Underground Structures, Far Eastern State Transport University (FESTU), 47, Seryisheva St., Khabarovsk, 600021, Russian Federation, vtu25@mail.ru

УДК 624.131.3(470.45+57)

С. В. Кузнецова, С. И. Махова, Е. А. Степанова, И. Д. Махов

Волгоградский государственный технический университет

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ВОЛГОГРАДА

Анализ результатов инженерно-геологических изысканий в сложных условиях Волгограда позволил выявить ряд недостатков, которые в основном связаны с невыполнением требований нормативных документов. В результате инженерно-геологические условия, включая свойства грунтов, стали оцениваться некачественно и часто формально, что нередко вызывает необходимость проведения дополнительных изысканий. Это, естественно, приводит к значительному увеличению сметной стоимости на изыскания, а также к кардинальному изменению проектов фундаментов и даже функциональной части зданий.

Ключевые слова: проблемы инженерных изысканий, инженерно-геологические изыскания, специфические грунты, опасные геологические и инженерно-геологические процессы и явления.

Строительство любого объекта включает в себя несколько этапов: инженерные изыскания — проектирование фундамента и функциональной части здания — строительство объекта — эксплуатация объекта.

Инженерные изыскания — это первый этап, самый непродолжительный по срокам и самый дешевый по стоимости. Инженерно-геологические изыскания изначально обеспечивают безопасность зданий и сооружений, особенно на площадях развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов. В результате выполнения инженерно-геологических изысканий проектировщик получает информацию о геологическом строении участка; рельефе; гидрографии; гидрогеологических условиях; составе и свойствах грунтов; геологических процессах; сейсмической опасности. Все это позволяет выбрать тип основания и фундамента, размеры здания и максимальные нагрузки на основание.

Однако в последнее время участились «дешевые» формально выполняемые инженерные изыскания, которые не позволяют получить достоверную и качественную информацию об инженерно-геологических условиях площадки, в том числе о составе и свойствах грунтов, что может привести к неблагоприятным последствиям. В то же время произошли и существенные изменения как в характере строительства, так и в проведении инженерно-геологических изысканий. Появилось много частных акционерных организаций, в том числе из других регионов, не всегда укомплектованных необходимым оборудованием, проводящих изыскания с разным уровнем профессионализма, по различным методикам, без учета специфических свойств местных грунтов.

В результате инженерно-геологические условия, включая свойства грунтов, стали оцениваться некачественно и часто формально, что нередко вызывает необходимость проведения дополнительных изысканий, привлекая изыскательские организации г. Волгограда. Это, естественно, приводит к значительному увеличению сметной стоимости на изыскания, а также к кар-

динальному изменению проектов фундаментов и даже функциональной части здания.

Изменения в характере строительства выразились в том, что произошел переход от строительства по типовым проектам к проектированию и строительству объектов по индивидуальным проектам. Стало нормой строительство зданий выше 12—20 этажей с обязательной заглубленной подземной частью, с передачей нагрузки через опоры глубокого заложения на слабо сжимаемые грунты. Все это привело к существенному росту давления на грунт до 0,8...1,2 МПа вместо 0,3...0,5 МПа. Изменился и характер нагрузок на грунты, появилась необходимость учета ветровых нагрузок, динамических и сейсмических воздействий. 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.

Волгоград — крупнейший индустриальный центр Нижнего Поволжья, расположен на юго-востоке Русской равнины, на правом берегу Волги. Отметки рельефа города изменяются в широких пределах от 11...17 м (на юге) до 27...154 м (на севере). В последние годы город растет в ширину, увеличивается плотность застройки, этажность, осваиваются незастроенные территории [1].

В административном отношении город подразделяется на 8 районов, между которыми существуют разрывы, достигающие нескольких километров — это долины рек (Сухая и Мокрая Мечетка, Царица), балок (Ельшанка, Отрада, Горная поляна), крупные овраги (Долгий, Банный, Дедушенковский и др.), заболоченные пространства (Бекетовская низина, Сарпинская низменность), оползни по берегам Волги и ее притоков, связанные с хвалынскими глинами, а на склонах Приволжской возвышенности — с майкопскими глинами.

Инженерно-геологические условия сложные, а это является одним из основных факторов, определяющих объемы и, соответственно, затраты на изыскания. В сфере воздействия промышленно-гражданского строительства здесь принимают участие отложения палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем, в строении которых широко распространены специфические (структурно-неустойчивые) грунты — просадочные, набухающие, слабые и техногенные. В связи с этим стояла и будет стоять проблема строительства промышленно-гражданских сооружений, дорог, в основании которых залегают специфические грунты. Наличие этих грунтов в геологическом разрезе требует особого подхода к выбору типа фундаментов, определению несущих слоев грунта для устройства фундаментов.

Техногенные грунты вследствие высокой неоднородности в качестве естественного основания для фундаментов не используются. При свайном варианте фундаментов они полностью прорезаются сваями и опираются на слабо сжимаемые грунты. К просадочным грунтам относятся покровные лессовые породы, распространенные на водораздельных пространствах и склонах Приволжской возвышенности, а также погребенные лессовые породы ательского горизонта Прикаспийской синеклизы [1].

Набухающие грунты представлены глинами майкопской серии палеогена; при замачивании они увеличиваются в объеме, а давление набухания составляет 0,15...0,3 МПа. Другим типом набухающих пород являются верхнечет-

вертикальные глины хвалынского горизонта; их давление набухания достигает 0,5 МПа.

К слабым грунтам относятся верхнечетвертичные озерно-аллювиальные глины и суглинки бекетовского горизонта, образовавшиеся около 10 тысяч лет назад и вследствие этого обладающие высокой пористостью, влажностью, сжимаемостью и крайне низкой прочностью, а также современные аллювиальные грунты.

Важнейшей компонентой инженерно-геологических условий является геоморфологическое строение и рельеф рассматриваемых территорий. Основной характеристикой естественного рельефа является величина уклона, от которого зависит вероятность возникновения таких геологических процессов, как оползни, овражная эрозия, заболачивание, а также степень загрязнения грунтов экологически вредными веществами [1, 2].

Рельеф осваиваемых территорий постоянно изменяется. В Волгограде наибольшей техногенной перестройке подвергся рельеф застроенных территорий, включающих промышленную и селитебную застройку. Наиболее существенные преобразования рельефа отмечаются на эродированном Волжском склоне и в долинах рек и оврагов. Например, на территории г. Волгограда и Волжского суммарный объем перемещений грунта составляет (в миллионах кубических метров): выемки и срезы 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 млн м³ [3, 4]. К началу 80-х гг. коэффициент горизонтальной эрозионной расчлененности для застроенной части Волгограда уменьшился в сравнении с первоначальным: с 1,5 до 0,8 км/км². За последние пятьдесят лет в зоне городской застройки полностью ликвидировано более 100 км оврагов. В настоящее время продолжается накопление техногенных грунтов в результате засыпки оврагов и планировки территории на участках строительства крупных жилых и торговых комплексов, автодорог [2, 4].

Изменение естественного рельефа приводит к нарушению поверхностного стока атмосферных вод, изменению режима грунтовых вод, вызывающих возникновение специфического комплекса инженерно-геологических процессов: увеличение влажности грунтов, подъем уровня подземных вод, оползни, заболачивание и др.

Техногенные грунты Волгограда по ГОСТ 25100—2011 относятся к классу дисперсных грунтов. Среди них выделяются намывные и насыпные грунты. Намывные пески широко распространены в приустьевых частях р. Мокрая и Сухая Мечетка, Царица, в балках Ельшанка, Купоросная, в оврагах Долгий, Крутой. Их мощность — до 10 м, реже — 15...19 м. Максимальная мощность (21,65 м) отмечается в овраге Крутом. Насыпные грунты являются наиболее часто встречающимися, т. к. образуются при любой техногенной деятельности человека. Они состоят из пород природного происхождения, первоначальная структура которых изменена в результате разработки и вторичной укладки; образуются при отрывке котлованов, вскрышных работах на карьерах, планировочных работах. Мощность их изменяется в широких пределах от 0...5 м до 8...16 м. Максимальная мощность (26,7 м) отмечается в долине р. Царицы. Формирование насыпей, сложенных литейными шлаками и

формовочными песками, связано с отходами литейного производства. Общая мощность этих образований составляет 10...15 м. Максимальная мощность металлургических шлаков (27,5 м) отмечается в долине р. Мокрая Мечетка, а формовочных песков (10,7 м) — в б. Забазная [1].

При определении источников техногенного воздействия на изменение ландшафтов (окружающей среды) необходимо учитывать загрязнение атмосферного воздуха в зоне влияния промышленных узлов (промузел г. Волжского, северный промузел г. Волгограда, промузел заводов «Баррикады» и «Красный Октябрь» и южный промузел г. Волгограда).

Следует упомянуть о накоплении хлорорганических отходов в шламо-накопителе «Белое море» (Кировский район), образование которых было связано с прошлой деятельностью на ВОАО «Химпром». Эксплуатация накопителя в качестве сборника промышленных сточных вод началась в 1949 г. и продолжалась до августа 1988 г. С момента образования накопителя в него сбрасывались без очистки наиболее грязные жидкие производственные отходы и шлам действовавших в то время производств. И только в 2011—2014 гг. были выполнены инженерно-геологические изыскания для обоснования проектно-изыскательских работ по ликвидации химически опасных объектов от прошлой деятельности на ВОАО «Химпром», в частности для получения необходимых и достаточных данных для их ликвидации [5].

Загрязнители атмосферы, попадая на почву, вызывают нарушение химического состава твердой, жидкой и газообразной фаз почвы, а также почвенной биоты. Инфильтрация атмосферных осадков через почву, в свою очередь, вызывает загрязнение подземных вод. Подземные воды, разгружаясь в водоемы, загрязняют поверхностные воды.

Загрязнение почв, подземных и поверхностных вод оценивается содержанием нормируемых компонентов, которое бывает допустимым, умеренно опасным и чрезвычайно опасным.

Таким образом, изменения инженерно-геологических условий территории Волгоградской агломерации связаны с планировкой (срезка, подсыпка), ликвидацией оврагов (засыпка), проявлением геологических процессов (овражная эрозия, речная эрозия, оползни, заболачивание, оседание поверхности земли), обводнением грунтов в результате подъема уровня грунтовых вод и, как следствие, набуханием хвалыньских и майкопских глин, просадкой лесовых пород, техногенным загрязнением окружающей среды (воздух, почвы, подземные и поверхностные воды).

Как показала практика строительства, наиболее надежным и эффективным способом безаварийного строительства является применение свайных фундаментов с полной прорезкой техногенных, просадочных и набухающих и слабых грунтов. В значительной степени длина свай зависит от мощности этих отложений. Наиболее эффективным и экономичным является использование буронабивных или вдавливаемых свай с заглублением в подстилающие грунты [6—9]. При освоении новых территорий распространения майкопских и хвалыньских глин необходимо учитывать потенциальную подтопляемость территорий. При любом виде освоения могут развиваться следующие процессы и явления: появление новых водоносных горизонтов, верховодки; подтопление; набухание; термоусадка; просадка; уменьшение прочности пород; коррозия металла и бетона; оползание. В связи с этим проектированию

новых массивов освоения должны предшествовать детальным инженерно-геологическим изысканиям (количество выработок, отбор монолитов, проб грунтов и воды, лабораторные определения физических и механических свойств грунтов, химического состава воды, полевые испытания грунтов, опытно-фильтрационные работы) в соответствии с нормативными документами. Однако за последние десятилетия инженерно-геологические изыскания выполняются с определенными недостатками. Среди недостатков инженерно-геологических изысканий на территории города отмечаются следующие (многие из которых зафиксированы в заключениях государственной и негосударственной экспертиз материалов инженерно-геологических изысканий для строительства):

1. Прием непроработанных технических заданий и редкое участие изыскателей в их разработке.
2. Неполное и неэффективное использование материалов исследований прошлых лет.
3. Формальное составление программ изысканий с малообоснованными видами и объемами работ.
4. Отсутствие топогеодезических привязок горных выработок.
5. Отсутствие данных по дате бурения.
6. Бурение скважин осуществлялось без отбора монолитов.
7. Описание скважин не отвечает общепринятым требованиям.
8. Не ясно, какой уровень грунтовых вод зафиксирован — появившийся или установившийся.
9. Малый объем полевых испытаний специфических грунтов.
10. В отдельных отчетах значения характеристик грунтов приводятся из справочников, СНиПов. Эти данные, естественно, отличаются от результатов реальных полевых и лабораторных исследований.
11. Практически не выполняются опытно-фильтрационные работы. Отсутствуют данные о режиме подземных вод, о возможном изменении инженерно-геологических условий в период изысканий, а также в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений.
12. Изучение опасных геологических и инженерно-геологических процессов поверхностное.

Таким образом, та информация, которую представляют изыскатели, не всегда может полностью удовлетворять проектировщиков. В то же время и проектировщики не всегда четко и ясно представляют особенности взаимодействия здания с грунтовым массивом и то, каким образом можно адекватно учесть особенности такого взаимодействия в конструкциях сооружений. Например, проектирование подземной части жилого дома в майкопских глинах с глубиной заложения фундамента на глубине 7 м для устройства подземных (3-х этажных) гаражей в Краснооктябрьском районе или проектирование помещений вспомогательных служб гостиницы «Хилтон» в обводненных песчано-алевритовых породах мечеткинских слоев палеогена (глубина залегания подземных вод 3 м) в Центральном районе. В начальный период строительства в первом случае была изменена глубина заложения фундамента (уменьшили этажность гаражей), а во втором из-за невозможности понизить уровень подземных вод был полностью изменен проект фундамента и функциональной части здания.

Решение этой сложной проблемы возможно в повышении качества инженерно-геологических изысканий и строгом выполнении всех требований нормативных документов¹:

1. Бурение скважин должно осуществляться преимущественно колонковым способом, особенно при вскрытии специфических грунтов. Отбор монолитов проводить грунтоносом, а в просадочных грунтах — обуривающим грунтоносом в объеме, установленном нормативными документами. Описание керна скважин необходимо выполнять по установленному плану, начиная с генезиса грунта.

2. Глубина изучения должна определяться глубиной заложения фундамента, нагрузками на грунт.

3. Выполнять гидрогеологические исследования: опытно-фильтрационные работы, изучение режима грунтовых вод в период изысканий (создание пьезометрической сети), а также в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

4. Выполнять испытания грунтов в условиях естественного залегания для получения интегральных характеристик физико-механических свойств грунтов в том диапазоне нагрузок и при таких воздействиях, которые реализуются в пределах активной зоны оснований фундаментов. Это статическое или динамическое зондирование, штамповые испытания грунтов и др.

5. Лабораторные исследования проводить в полном объеме с обязательным определением гранулометрического состава, физико-механических свойств. Структурно-неустойчивые грунты (просадочные, набухающие, слабые, техногенные) исследуются на всю мощность в объеме, соответствующему нормативным документам².

6. При строительстве сооружений необходимо учитывать характер, степень и скорость развития экзогенных геологических процессов.

Инженерно-геологические изыскания изначально должны обеспечивать безопасность зданий и сооружений, особенно на площадях развития специфических грунтов и опасных геологических и инженерно-геологических процессов.

¹ СП 47.13330.2012 (Актуализированная редакция СНиП 11.02—96) «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

СП 22.13330.2011 (Актуализированная редакция СНиП 2.02.01—83) «Основания зданий и сооружений»

СП 14.13330.2011 (Актуализированная редакция СНиП II-7—81). Строительство в сейсмических районах.

СП 11-105—97 «Инженерные изыскания для строительства. Часть 1. Общие правила производства работ».

СНиП 11-02—96 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция».

СНиП 2.02.01—83 «Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция».

СНиП 2.03.11—85 «Защита строительных конструкций от коррозии».

ГОСТ 25100—2011 «Грунты. Классификация».

ГОСТ 12071—2000 «Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов».

ГОСТ 5180—84 «Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик».

ГОСТ 12248—2010 «Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости».

ГОСТ 23161—2012 «Грунты. Метод лабораторного определения характеристик просадочности».

² Там же.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инженерная геология и геоэкология Волгограда / В. Н. Синяков, С. В. Кузнецова, С. В. Честнов и др. Волгоград : ВолГАСУ, 2007. 124 с.
2. Кузнецова С. В., Махова С. И. Изменение инженерно-геологических условий территории Волгоградской агломерации под влиянием техногенной нагрузки // Антропогенная трансформация геопространства: история и современность : материалы III Международной науч.-практ. конф. Волгоград, 17—20 мая 2016 г. Волгоград : ВолГУ, 2016. С. 251—259.
3. Брылев В. А., Самусь Н. А. Геоморфология и геология Волгоградской агломерации и некоторые аспекты их антропогенных изменений // Природные условия и ресурсы Нижнего Поволжья : межвузовский сборник научных трудов. Волгоград, 1981. С. 65—79.
4. Дьяченко Н. П. Процессы техногенного рельефообразования на территории Волгоградской агломерации // Поволжский экологический вестник. Волгоград, 2005. Вып. 11. С. 156—158.
5. Кузнецова С. В., Махова С. И. Гидрогеохимические аномалии Волгоградской городской агломерации и примеры их ликвидации // Вестник ВолГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура. 2017. № 48. С. 175—183.
6. Кузнецова С. В., Махова С. И. Инженерно-геологическое обоснование строительства на оползнеопасных участках берега Волги в Ворошиловском районе города Волгограда // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2017. Т. 8. № 1. С. 128—133.
7. Кузнецова С. В., Махова С. И. Инженерно-геологические условия строительства на майкопских глинах Волгограда // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2017. Т. 8. № 1. С. 134—147.
8. Кузнецова С. В., Махова С. И., Степанова Е. А. Влияние инженерно-геологических и тектонических условий на сейсмичность строительных площадок на территории Волгограда // Вестник ВолГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура. 2018. № 53. С. 25—33.
9. Kuznetsova S. V., Makhova S. I. The Problems of Foundation Making in the Maikop clays of the Lower Volga Region (by the example of Volgograd) Procedia Engineering // 2nd International Conference on Industrial Engineering (ICIE-2016). 2016. Vol. 150. Pp. 2218—2222.

© Кузнецова С. В., Махова С. И., Степанова Е. А., Махов И. Д., 2019

Поступила в редакцию
в июне 2019 г.

Ссылка для цитирования:

Анализ проблем инженерно-геологических изысканий на территории г. Волгограда / С. В. Кузнецова, С. И. Махова, Е. А. Степанова, И. Д. Махов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 32—39.

Об авторах:

Кузнецова Светлана Васильевна — д-р геол.-минерал. наук, профессор, профессор кафедры гидротехнических и земляных сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). 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 (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, info@vgasu.ru

Степанова Екатерина Александровна — доцент кафедры гидротехнических и земляных сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, ekserstepan@bk.ru

Махов Иван Дмитриевич — аспирант кафедры безопасности жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, sv_kgmn@mail.ru

Svetlana V. Kuznetsova, Svetlana I. Makhova, Ekaterina A. Stepanova, Ivan D. Makhov

Volgograd State Technical University

PROBLEMS OF ENGINEERING GEOLOGICAL SURVEYS (ON THE EXAMPLE OF VOLGOGRAD)

Analysis of the results of engineering and geological surveys in the difficult conditions of Volgograd made it possible to identify a number of shortcomings, which are mainly related to non-compliance with the requirements of regulatory documents. As a result, geotechnical conditions, including the properties of soils, were assessed poorly and often formally, which not rarely necessitates additional surveys. This naturally leads to a significant increase in the estimated cost of the survey, as well as to a fundamental change in the design of the foundations and even the functional part of the buildings.

Key words: engineering surveys, engineering geological surveys, specific soils, fracture, hazardous geological and engineering geological processes and phenomena.

For citation:

Kuznetsova S. V., Makhova S. I., Stepanova E. A., Makhov I. D. [Problems of engineering geological surveys (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], 2019, iss. 3, pp. 32—39.

About authors:

Svetlana V. Kuznetsova — Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Professor of Hydraulic and Earthwork Structures Department, 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 — Docent of Hydraulic and Earthwork Structures Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, ek-serstepan@bk.ru

Ivan D. Makhov — Postgraduate student of Health and Safety in Construction and Municipal Services Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, sv_kgm@mail.ru

УДК 550.837

А. М. Саламов^а, Ф. Г. Габиев^б, Ф. А. Саламов^в

^а Академия наук Азербайджана

^б Агентство интеллектуальной собственности Азербайджанской Республики

^в Отдел разработки скважин ВР Азербайджана

ИССЛЕДОВАНИЯ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЧАСТИ МИНГЕЧАУРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА МЕТОДАМИ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ

В данной статье рассмотрены проблемы исследования оползневых процессов на правобережной части Мингечаурского водохранилища в Азербайджане. Целью исследования являлось: детальное расчленения геологического разреза до глубины 30 м; выявление и прослеживание разрывных нарушений; определения глубины залегания предполагаемого зеркала скольжения и мощности оползневого тела. В результате проведенных работ было выявлено, что на правобережной части Мингечаурского водохранилища, на склоне Боздагского хребта функционируют факторы, которые активизируют оползневые процессы: на площади оползня между углом внутреннего трения пород и углом падения склона имеется значительная разница; геологический разрез составлен чередованием маломощных слоев глин с другими литологическими слоями; постоянное влияние на грунты склона воды водохранилища.

К л ю ч е в ы е с л о в а: оползень, геофизика, электроразведка, удельное электрическое сопротивление, слой, порода, вода, плотина, глина.

Введение

Мингечаурское водохранилище расположено в северо-западной части Азербайджанской Республики (рис. 1). Длина водохранилища составляет 75 км, ширина — от 8 до 20 км, площадь — 625 км², максимальная глубина — 75 м, объем полной воды равен 15,75 км³, полезный объем — 8,2 км³. В состав гидроузла водохранилища входят земляная плотина высотой 80 м, Верхне-Ширванский и Верхне-Карабахский каналы длиной 213 км и 172 км соответственно.



Рис. 1. Общий вид Мингечаурского водохранилища

На правобережной части водохранилища в северо-восточной части предгорий горы Боздаг, на площади 0,44 км² (рис. 2) проводились геофизические исследования методом вертикального электрического зондирования (ВЭЗ).

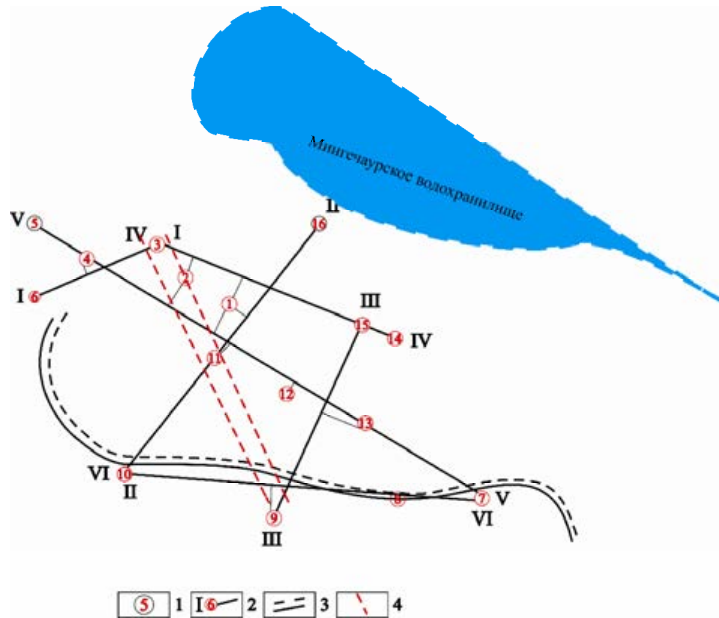


Рис. 2. Схематический план расположения геофизических профилей: 1 — точки ВЭЗ; 2 — линии профилей; 3 — грунтовая дорога; 4 — разрывные нарушения, выделенные результатами геофизических исследований

Исследования проводились с целью изучения условий образования оползней на береговых участках Мингечаурского водохранилища. Были поставлены нижеследующие инженерно-геологические задачи:

- детальные геологические расчленения геологического разреза до глубины 30 м;
- выявление и прослеживание разрывных нарушений;
- определения глубины залегания предполагаемого зеркала скольжения и мощности оползневой массы.

Природно-геологические условия исследуемого региона

Климат площади исследования относится к полупустынному и сухому климату Кура-Аракской низменности. Влияние климата на процесс формирования оползней достаточно заметно. Этот тип климата характеризуется сухим жарким летом и умеренной зимой. Годовые атмосферные осадки на территории исследования составляют 200...400 мм, испарения — 20...50 %. В результате этого верхние слои почвы подвергаются процессам эрозии и активизации оползней.

Геоморфологические особенности площади. На первый взгляд, геологическое строение рассматриваемой площади представляется неопределенным, но в то же время наблюдаются некоторые геоморфологические генетические типы и рельефные формы. Здесь основной геологической структурой является Боздагский хребет, который имеет сундучную антиклинальную складчатость [1]. Склон горы характеризуется крутым падением, но по скло-

ну кверху падение уменьшается, и это носит ступенчатый характер. Кроме этого, по тектоническим разрывам наблюдаются взбросы и оползни. В результате трансгрессивных и регрессивных процессов на северо-восточном склоне Боздагского хребта образовались несколько террас.

Гидрогеологические условия верхних отложений четвертичного возраста относительно глубоколежащих пластов изучены детально.

Породы апшеронского возраста данного участка по гидрогеологическим характеристикам делятся на три типа:

- 1) воды, накопленные в пластах, обладающих определенной мощностью, составленной песчанистыми отложениями и характеризующейся собственным гидрогеологическим режимом;
- 2) воды, накопленные в пластах с чередующимися водоупорными глинами с маломощными песчанистыми слоями;
- 3) воды, накопленные в пластах глин с чередующимися песчанистыми слоями.

Воды, накопленные в породах разных мощностей Апшеронского возраста, являются трещинными. Коэффициент фильтрации отложений нижнего Апшерона изучен в лабораторных условиях и составляет 0,069 м/сут., а для отложений верхнего Апшерона меняется в пределах 0,1728...0,7773 м/сут.

Минерализация подземных вод на окружающих территориях составляет 13...40 г/л. В составе воды присутствуют в основном анионы — хлор-ион, сульфат-ион и в незначительном количестве катионы. Вода жесткая и к бетону агрессивная.

Непосредственно на склоне Боздага грунтовые воды не обнаружены. Это связано с развитием глинистых отложений в верхней части разреза и отсутствием благоприятных условий для накопления атмосферных осадков.

В разрезе исследуемой площади подземные воды существуют за счет трансгрессии из водохранилища.

Короткая геологическая характеристика исследуемой площади

Геологическое строение района исследования сложено неогеновыми (N_2^{2ak}) отложениями, представленными глинами, песчанистыми глинами и слабо цементированными песчаниками.

В тектоническом отношении Боздагский хребет является антиклинальной складчатостью северо-восточного направления и пересечено глубокими оврагами [2]. Крутизна склона Боздага составляет 15...45°, а местами достигает 60°. На фоне Боздагской антиклинали в результате взбросов и сбросов наблюдается вторичное складкообразование, и это еще больше осложняет геологическое строение исследуемого района. Распространение неогеновых (N_2^{2ak}) и четвертичных отложений в регионе по возрасту и по литологическому составу носит непрерывный характер. Породы неогенового возраста относятся к акчагылскому комплексу, и их видимая мощность составляет 400 м. Эти отложения делятся на три группы: нижнюю, среднюю и верхнюю.

Породы нижней группы составлены из песков, песчаников, конгломератов, которые в геологическом разрезе чередуются глинами серого цвета.

Отложения средней группы составлены из чередующихся глин и песков серого цвета.

Породы, составляющие верхнюю группу, в литологическом отношении сложены чередующимися песками и песчанисто-мергелистыми глинами.

Отложения четвертичного отдела на территории Мингечаурского водохранилища представлены в основном породами апшеронского, голоценового и современного возрастов [1].

Методика и техника полевых исследований

Исследования методом ВЭЗ проводились по шести (I—VI) профилям общей протяженностью 898 погонных метров. Направления профилей I, II, III северо-восток — юго-западное, профилей IV, V, VI северо-запад — юго-восточное. Координаты местоположения точек наблюдений были определены по измерениям GPS. Для детального расчленения геологического разреза в каждой точке наблюдения проводилось большее количество измерений по сравнению с тем, что указано в инструкции по проведению электроразведочных работ методом ВЭЗ [3]. Полевые работы проводились с помощью электроразведочной аппаратуры АЕ-72 и ERA-MAX.

Интерпретация полевых измерений проводилась с применением компьютерной программы AVAZ-2002. В результате интерпретации полевых материалов было определено кажущееся электрическое сопротивление $\rho_{к.э.с}$ и удельное электрическое сопротивление $\rho_{у.э.с}$ пород, слагающих геологический разрез. Помимо этого, определялись некоторые предполагаемые физические и физико-химические параметры пород оползневого тела: мощность H , м; естественная влажность W_0 , %; естественная влажность по поверхности плоскости скольжения оползня W_{01} , %; предполагаемый удельный вес грунта оползня под водой γ' , т/м³.

По этим параметрам были построены соответствующие карты площади (см. рис. 2), где проводились геофизические исследования.

Результаты геофизических исследований

В результате геофизических исследований по отработанным профилям были составлены разрезы вертикального кажущегося электрического сопротивления и предполагаемые литолого-геофизические разрезы. Также составлены карты распределения следующих предполагаемых параметров: мощности оползневого тела H , м; естественной влажности оползневого тела W_0 , %; естественной влажности по поверхности плоскости скольжения оползня W_{01} , %; удельного веса грунта оползня под водой γ' , т/м³.

Соответственно задачам, которые были поставлены перед геофизическими работами, глубина геофизических исследований составила 30 м. В составленных разрезах кажущееся сопротивление ρ_k и удельное электрическое сопротивление $\rho_{у.э.с}$ пород меняются соответственно в пределах 1...280 и 1...400 Ом · м.

В составленных литолого-геофизических разрезах выделены шесть слоев разной мощности и литологического состава пород (рис. 3). Литологический состав этих отложений в основном состоит из глин, чередующихся с мало-мощными песчанниками. Увлажняющим фактором геологического разреза в основном является трансгрессия воды водохранилища. Слои, составляющие геологический разрез, падают в северо-восточном направлении. А по простиранию структуры в слоях прослеживаются следы пликтивных и дизъюнктивных дислокаций.

Во всех разрезах выделяется слой мощностью примерно 2...2,5 м, предположительно сильно увлажненный и обладающий сопротивлением $\rho_{у.э.с}$, равным 1...2 Ом · м (III), поэтому кровля данного слоя принимается как предполагаемая плоскость скольжения оползня (рис. 3).

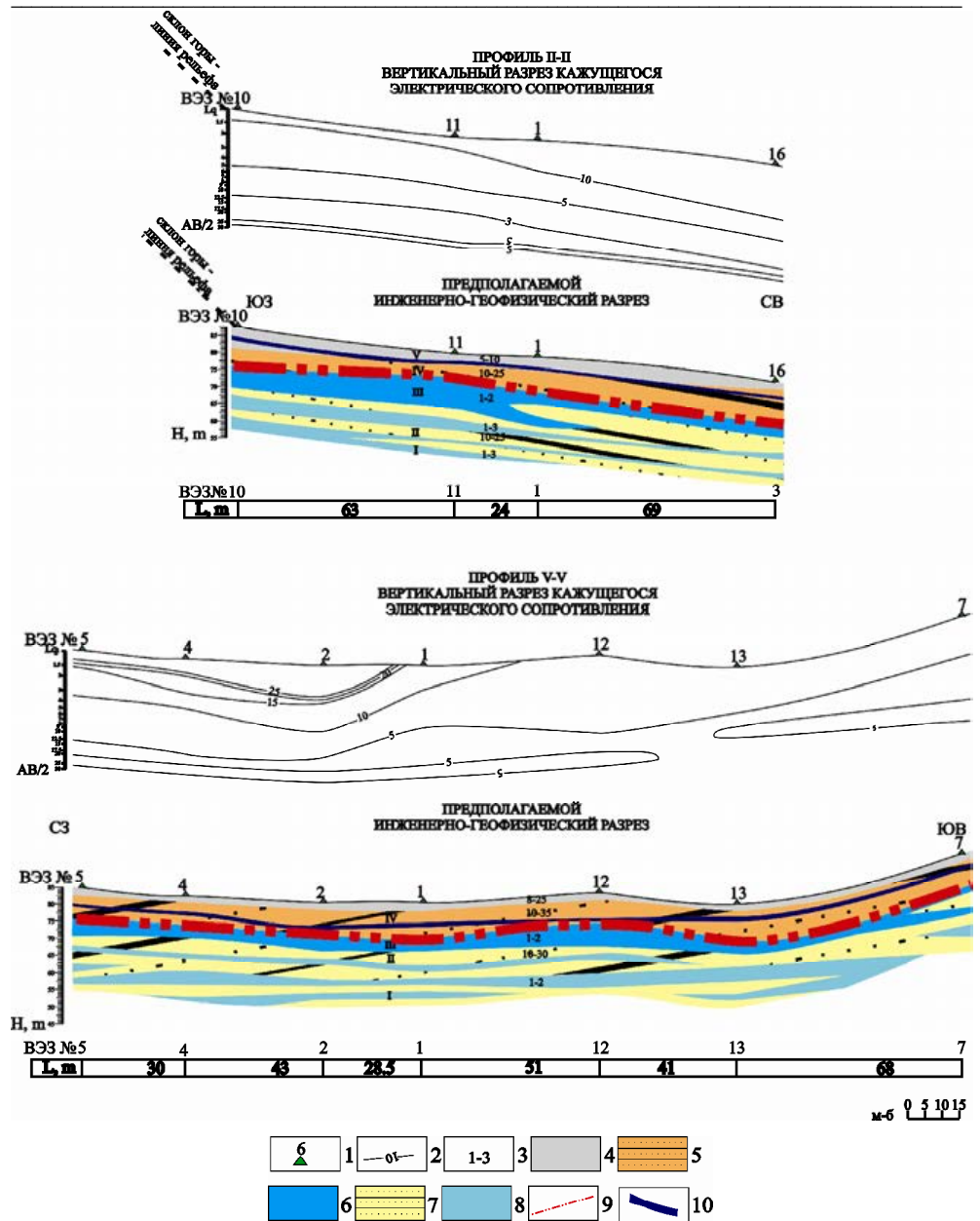


Рис. 3. Разрезы по профилям II, V, составленные по результатам исследований методом ВЭЗ: 1 — № точек ВЭЗ; 2 — кривые изолинии кажущегося электрического сопротивления; 3 — удельные электрические сопротивления пород; 4 — техногенные отложения; 5 — глинистые пески; 6 — сильно увлажненные глины; 7 — песчаные глины; 8 — мало-мощные часто вклинивающиеся, увлажненные глинистые слои; 9 — предполагаемая плоскость скольжения оползня, выявленная по данным геофизических исследований; 10 — предполагаемый слой, выполняющий функцию накопления вод аэрации

В верхней части составленных разрезов в подошве техногенных отложений (V) прослеживается прослойка мощностью примерно до 1 м, с УЭС 0,5...1,0 Ом · м. По всей вероятности, этот слой выполняет функцию накопления вод аэрации.

В результате проведенных геофизических исследований было выявлено ранее неизвестное разрывное нарушение СЗ-ЮВ направления (рис. 2). Предположительно это разрывное нарушение является основной бровкой срыва оползня. Линия уклона предполагаемой плоскости скольжения составляет примерно 8° , и поверхность скольжения пересекает различные грунты, залегающие наклонно по падению склона, форма поверхности неровная, вогнутая, проходит по контакту разных слоев, составленных разными литологическими составами. Поэтому оползень по классификации относится к инсеквентным оползням.

С увеличением глубины исследования удельное электрическое сопротивление ($УЭС$) пород падает, что связано с трансгрессией воды к береговой части водохранилища.

Мы предполагаем, что из-за небольшого уклона плоскости скольжения в верхней части исследуемой площади, скорее всего, будут развиваться процессы вертикальной осадки участка. Фактором этого процесса является трансгрессия и регрессия воды водохранилища, в результате чего происходит выщелачивание пород в плоскости скольжения оползня.

Мощность оползневой массы по площади исследования меняется в пределах 7...12 м. Вдоль линии профиля V—V в интервале ВЭЗ № 5—13 мощность оползневой массы уменьшается и составляет 7...10 м, а к северо-востоку и юго-западу увеличивается и достигает до 12 м (рис. 4).

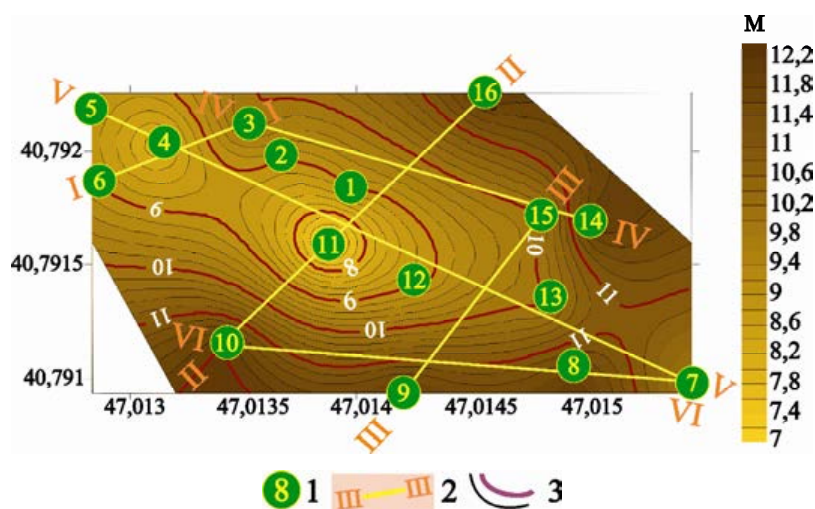


Рис. 4. Карта предполагаемой изомощности оползневого тела (H , м): 1 — точки ВЭЗ; 2 — линии профилей; 3 — линии изомощностей оползневого тела

Согласно карте предполагаемой естественной влажности оползневой массы влажность W_0 меняется в интервале 14...48 %. А в северо-восточной и юго-западной части участка влажность отложений достигает до 34...48 % (рис. 5).

На карте, составленной по плоскости скольжения оползня (рис. 6), предполагаемая естественная влажность пород меняется в интервале 10...70 %. В северо-восточной части плоскости скольжения предполагаемая влажность пород достигает 65 %. Эта часть участка исследования прогнозируется как потенциальная площадь оползня.

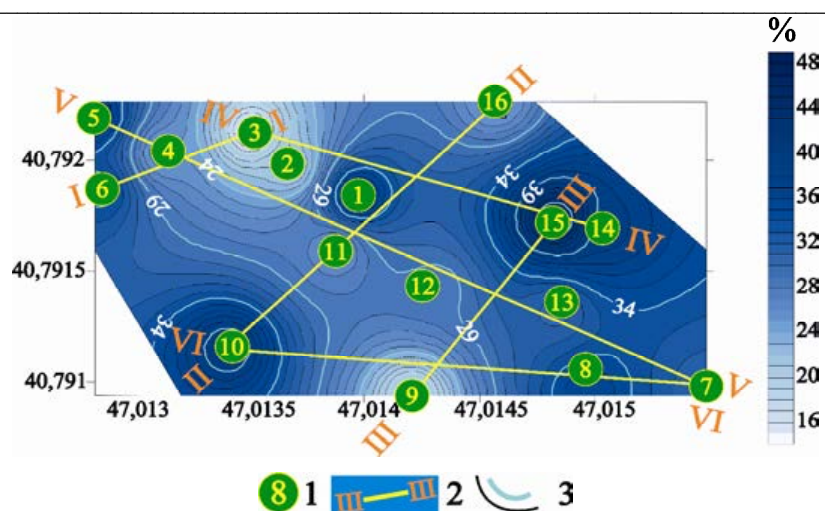


Рис. 5. Карта предполагаемого изменения интенсивности естественной влажности оползневого тела (W_0 , %): 1 — точки ВЭЗ; 2 — линии профилей; 3 — линии интенсивности естественной влажности

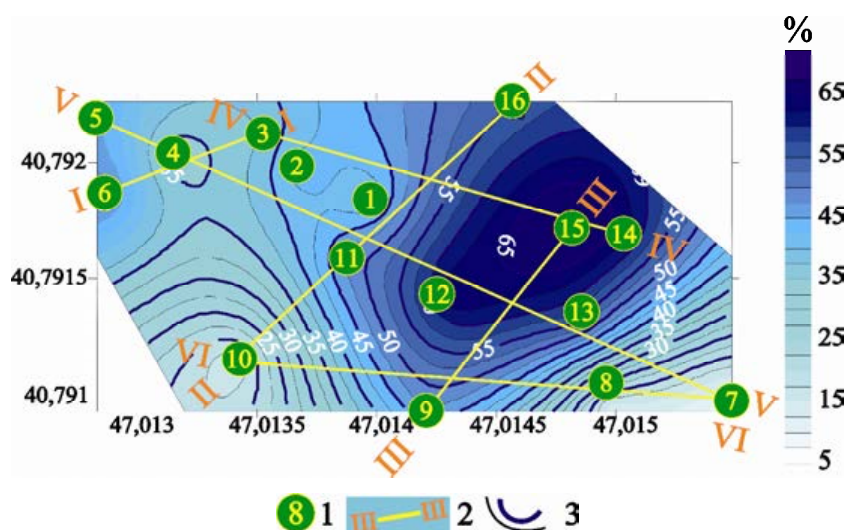


Рис. 6. Карта предполагаемой естественной влажности по плоскости скольжения оползневого тела (W_{01} , %): 1 — точки ВЭЗ; 2 — линии профилей; 3 — линии интенсивности естественной влажности по плоскости скольжения

Согласно составленной карте (рис. 7) предполагаемый удельный вес грунтов оползня под водой меняется в интервале $0,65...1,43 \text{ т/м}^3$. А в северо-восточной (языковой) части площади исследования удельный вес грунтов под водой оползневого тела составляет $0,63...0,92 \text{ т/м}^3$, что меньше, чем удельный вес воды. Это результат взвешивающего действия воды.

Характерной частью исследований является тот факт, что имеющиеся максимальные значения предполагаемой естественной влажности оползневого тела по плоскости скольжения оползня, а также наименьший удельный вес грунта оползня под водой расположены в северо-восточной части участка.

Основываясь на эти предполагаемые факты, площадь исследования можно разделить на две части: первая — восточная часть, где, по всей вероятности, происходят процессы просадки, вторая — западная часть, где, предположительно, ожидаются процессы обвального оползня, поскольку угол внутреннего трения составляет грунтов $\varphi = 14...18^\circ$, а угол наклона склона — $\alpha = 35...45^\circ$.

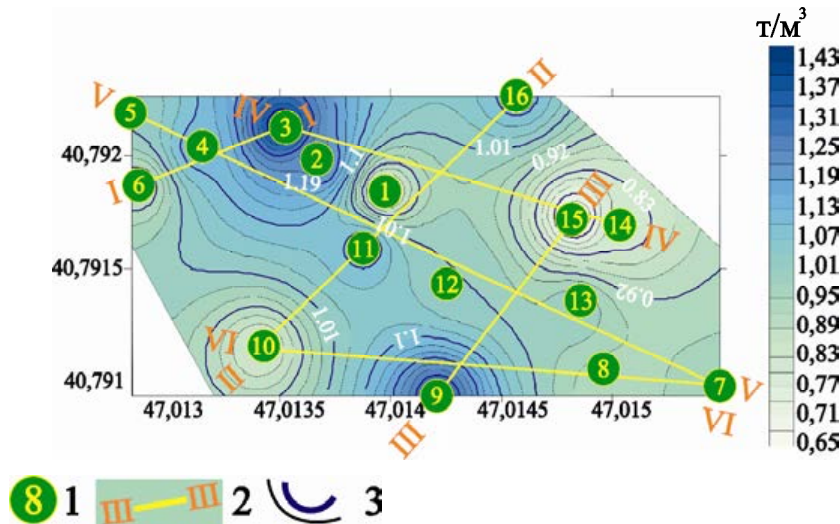


Рис. 7. Карта предполагаемого удельного веса грунта тела оползня под водой γ , t/m^3 : 1 — точки ВЭЗ; 2 — линии профилей; 3 — изолинии удельных весов грунтов оползня под водой

На исследуемом участке были пробурены инженерно-геологические скважины глубиной 15 м. Сравнительные исследования в точках наблюдения показали практическое совпадение глубины скольжения с глубиной скольжения, полученной геофизическим методом. Показатели расположения глубин границ различных грунтовых слоев практически совпадают с глубинами, полученными геофизическим методом. Параметры физико-механических свойств грунтов, полученных геофизическими и лабораторными методами, отличаются в пределах 9...12 %, что можно отнести к приемлемым.

Заключение

Надо отметить, что на правобережной части Мингечаурского водохранилища, на склоне Боздагского хребта функционируют факторы, которые активизируют оползневые процессы:

на площади оползня между углом внутреннего трения пород и углом падения склона имеется значительная разница;

геологический разрез составлен чередованием маломощных слоев глин с другими литологическими слоями;

постоянный общий контакт склона горы с водой водохранилища.

В районе исследования нарушено естественное равновесное состояние грунтового массива, т. е. наблюдается уменьшение плотности, повышение влажности, уменьшение угла внутреннего трения и силы сцепления пород, что является основной причиной активизации оползневых процессов.

Подверженность исследуемого массива тектоническим воздействиям также способствует активизации оползневых процессов.

Допустимая сходимост параметров оползневого склона, полученная геофизическим и инженерно-геологическим методами, позволяет использовать предложенную методику в качестве предварительного прогнозного мониторинга устойчивости оползнеопасных береговых склонов водохранилищ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Геология четвертичных отложений Азербайджана / С. А. Али-заде, А. А. Байрамов, А. В. Мамедов и др. ЭЛМ, 1978. 159 с.
2. Ахмедбейли Ф. С. Неотектонические движения их отражения в структуре предгорий Большого Кавказа. Баку : Азернешир, 1962, 154 с.
3. Методические рекомендации по использованию ВЭЗ для детального расчленения разреза при решении геологических и инженерно-геологических задач / Е. А. Попов, К. М. Тен, Г. Н. Фунтиков и др. М. : Ротапринт, 1990, 52 с.

© Саламов А. М., Габиров Ф. Г., Саламов Ф. А., 2019

Поступила в редакцию
в июне 2019 г.

Ссылка для цитирования:

Саламов А. М., Габиров Ф. Г., Саламов Ф. А. Исследования оползневых процессов на правобережной части Мингеаурского водохранилища методами электроразведки // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 40—49.

Об авторах:

Саламов Аваз Махмуд оглы — канд. геол.-минерал. наук, 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

Габиров Фахраддин Гасан оглы — канд. техн. наук, старший советник отдела инноваций, Агентство интеллектуальной собственности Азербайджанской Республики. Азербайджан, г. Баку, farchad@yandex.ru

Саламов Фируз Аваз оглы — руководитель отдела разработки скважин ВР Азербайджана. Азербайджан, г. Баку, Firuz.Salamov@bp.com

Avaz M. ogly Salamov^a, Fakhraddin G. ogly Gabibov^b, Firuz A. ogly Salamov^c

^a Academy of Sciences of Azerbaijan

^b Department intellectual property Agency of the Republic of Azerbaijan

^c BP Azerbaijan

RESEARCH LANDSLIDE PROCESSES ON THE RIGHT-BANK PART OF MINGECHAUR WATER RESERVOIR BY MEANS OF ELECTRIC PROSPECTING METHODS

In the represented article they consider problems of researching landslide processes on the right-bank part of Mingechaur water reservoir in Azerbaijan. The aim of research is detailed distribution of geological section in 30 m depth; revealing and following rupture breaks; finding the depth of lying of supposed mirror of sliding and strength of sliding body. As a result of work done they find out that on the right bank part of Mingechaur water reservoir on the slope of Bozdag mountain ridge the factors activating landslide process function functionate: there is considerable difference between the angle of internal friction of land and the angle of the slope in area of landslide; geological section consists of interchange of not thick strata with other litological ones; constant influence of the water of reservoir on the ground of the slope.

Key words: landslide, geophysics, electrical prospecting, specific electric resistance, stratum, ground, water, reservoir, dam, clay.

For citation:

Salamov A. M., Gabibov F. G., Salamov F. A. [Research landslide processes on the right-bank part of Mingechaur water reservoir by means of electric prospecting methods]. *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], 2019, iss. 3, pp. 40—49.

About authors:

Avaz M. ogly Salamov — Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, 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, avazsalamov@yandex.ru

Fakhraddin G. ogly Gabibov — Candidate of Engineering Sciences, Senior Advisor of innovation Department intellectual property Agency of the Republic of Azerbaijan. Baku, Azerbaijan, farchad@yandex.ru

Firuz A. ogly Salamov — Geologist of BP Azerbaijan. Baku, Azerbaijan, Firuz.Salamov@bp.com

УДК 625.746.533.85:656.13.08(470.45)

М. М. Девятков, Г. В. Скрылев, М. В. Хрунина, Н. Д. Давыденко

Волгоградский государственный технический университет

**СОЗДАНИЕ ЭФФЕКТА ИМПУЛЬСНОГО СВЕТОВОЗВРАЩЕНИЯ
ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ
НА УЧАСТКАХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ**

В статье рассматривается метод повышения безопасности дорожного движения с использованием рельефной горизонтальной дорожной разметки на кривых участках загородных автомобильных дорог, приводится обоснование использования предлагаемого конструктивного решения с точки зрения повышения световозвращающего эффекта дорожной разметки, а также влияние эффекта мелькания и вибрации на водителей транспортных средств.

К л ю ч е в ы е с л о в а: безопасность дорожного движения, шумовая полоса, профильно-комбинированная дорожная разметка, частота мелькания, световозвращающий эффект, дорожно-транспортные происшествия, автомобильные дороги.

Одним из главных направлений развития дорожной инфраструктуры является повышение безопасности дорожного движения, которое реализуется различными программами, проектами, стратегиями. В рамках перспективного проекта «Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018—2024 годы», принятого Правительством Российской Федерации от 8 января 2018 г. № 1-р, основными задачами по реализации направления, связанного с совершенствованием улично-дорожной сети по условиям безопасности дорожного движения, включая работы по организации дорожного движения, являются: совершенствование дорожных условий и дорожной инфраструктуры в части повышения безопасности дорожного движения за счет малозатратных, но эффективных мероприятий (устранение мест концентрации дорожно-транспортных происшествий, установка дорожных знаков и указателей, нанесение дорожной разметки и т. д.)¹. Горизонтальная дорожная разметка проезжей части является важнейшим инструментом для обеспечения безопасности дорожного движения, а также средством организации движения, регулирования скорости, упорядочивания потоков транспорта. На сегодняшний день дорожная разметка должна иметь максимальную эффективность и функциональность, так как она сопровождает водителей транспортных средств на всем протяжении движения, в любое время года и время суток, в любых погодных условиях. Указанные обстоятельства обосновывают актуальность исследований в данном направлении.

На кривых участках загородных автомобильных дорог, а также в местах концентрации ДТП со съездами с проезжей части предложено применение профильно-комбинированной дорожной разметки по типу «гребешок».

Цель работы — разработка методов воздействия рельефной горизонтальной дорожной разметкой, выполненной из термопластика по типу шумо-

¹ Официальный интернет-портал правовой информации «Российская газета», № 15, 25.01.2018; «Собрание законодательства РФ», 29.01.2018, № 5, ст. 774. URL: <http://www.pravo.gov.ru>

вой полосы посредством мелькания элементов разметки, на водителей транспортных средств, для предупреждения о необходимости изменения скорости и траектории движения в различных условиях.

Задачи, решаемые в работе:

1) анализ психофизиологического влияния эффекта мелькания элементов разметки на водителя транспортного средства;

2) анализ оптимального шага нанесения профильных элементов разметки с целью обеспечения эффекта мелькания разметки и исключения ее слияния в единую линию;

3) подбор оптимальной высоты элементов шумовой разметки, выполненной термопластиком по типу «гребешок».

Согласно мировой статистике дорожно-транспортных происшествий 25 % всех ДТП произошли по причине усталости и потери бдительности водителями транспортных средств. Постоянная повышенная концентрация внимания за рулем автомобиля оказывает серьезную нагрузку на нервную систему и зрительный аппарат водителя. Длительная езда, монотонность окружающей обстановки, движение в темное время суток — все это приводит к накоплению усталости, снижению бдительности и нормальной реакции на дорожную обстановку, а также оказывает усыпляющий эффект на водителя². Существует термин «дорожный гипноз», который применяется для обозначения снижения функциональности нервной системы, ослабления внимания при вождении. Он проявляется в процессе однообразной, монотонной работы и способствует развитию сонливости, появляющейся при низком уровне активности, характерной для монотонии. Таким образом, можно сделать вывод о том, что долгое управление автомобилем и езда в темное время суток могут являться независимым фактором риска возникновения дорожно-транспортных происшествий на дорогах общего пользования.

В недавнем исследовании, проведенном американским институтом, исследующим проблемы аварийности на автомобильных дорогах США, выяснилось, что 46 % ДТП происходит по причине сонного состояния за рулем. Отмечено, что в подобные дорожно-транспортные происшествия попадают молодые водители от 18 до 30 лет. Например, в Германии по этой причине происходит 25 % аварий с летальным исходом, в Швеции — 15 %, в Великобритании — 4 % ДТП³. В России, по данным исследований компании «Форд», 32 % опрошенных водителей признались, что засыпали за управлением своим автомобилем, при этом 3,8 % респондентов просыпались уже после ДТП⁴.

Анализ статистики ДТП по Волгоградской области за 2015—2018 гг. и первой четверти 2019 года, связанных с выездом на обочину, показал, что за

² Система контроля состояния водителя. URL: <http://systemsauto.ru/active/monitoring-condition-driver.html>

³ Как избежать аварийных ситуаций на дороге? URL: <http://www.1gai.ru/baza-znaniy/sovety/516280-kak-ne-otvlekatsya-za-rulem.html>

Данные из рекомендаций French Motorway Companies (ASFA) и National Institute of Sleep and Vigilance (INSV). URL: <http://www.sleepnet.ru/son-za-rulem/fakty-i-statistika>

⁴ Каждый третий водитель хотя бы раз засыпал за рулем. URL: <https://www.zr.ru/content/news/908432-usnuvshego-za-rulem-novosibirsk/>

4 года произошло около 100 дорожно-транспортных происшествий с погибшими и получившими травмы участниками движения (рис. 1)⁵.

Концентрации ДТП чаще всего возникают на участках с резким изменением направлением движения, затяжных прямых участках, затяжных подъемах и спусках, закрытых поворотах и т. д.



Рис. 1. Основные причины ДТП с выездом на обочину

В основном аварии с выездом на обочину происходят на криволинейных и на затяжных прямых участках загородных автомобильных дорог (рис. 2).



Рис. 2. Места дорожно-транспортных происшествий, связанных с выездом на обочину: а — Алексеевский район; широта 50.087500, долгота 42.252778. Дата 26.07.2015, время 20:05; б — Новоаннинский район; широта 50.562500, долгота 42.603611. Дата 04.05.2015, время 02:30; в — Новоаннинский район; широта 50.56271, долгота 42.60372; г — Городищенский район; широта 48.652717, долгота 44.119850 (фото Г. В. Скрылев)

⁵ Официальный сайт Госавтоинспекции. Показатели состояния безопасности дорожного движения. URL: <http://stat.gibdd.ru/>

Все это говорит о целесообразности совершенствования существующих технических средств организации дорожного движения, направленных на восприятие водителями ТС дорожной обстановки, увеличение концентрации внимания на опасных участках автомобильных дорог. Важным фактором обеспечения безопасности дорожного движения остается горизонтальная дорожная разметка, которая должна функционировать круглый год независимо от погодных условий и времени суток.

Различные авторы, говоря о роли горизонтальной дорожной разметки, в общих показателях аварийности указывают, что отсутствие или неудовлетворительное состояние разметки является сопутствующим фактором в 10...30 % всех ДТП. Подробно функционирование ГДР описано в работе М. М. Девятова, В. В. Улевского⁶, в труде В. В. Сильянова (Рунэ Эльвик, Аннэ Боргер Мюсен, Трулс Ваа) [1] показаны результаты исследований влияния различных типов разметки на аварийность. В статье Б. С. Юшкова, А. М. Бургунутдинова, В. С. Юшкова [2] рассматривается ГДР как инструмент повышения БДД, обоснование выбора материалов с целью увеличения срока службы разметки. Так, в статье М. М. Девятова, Г. В. Скрылева предлагается конструктивное решение ГДР, совмещенной с шумовой полосой, которое рассматривается как сложная система, способствующая повышению безопасности дорожного движения, световозвращающего эффекта дорожной разметки и сохранности покрытия [3].

Наряду с использованием на автомобильных дорогах горизонтальной дорожной разметки для повышения безопасности дорожного движения все чаще используются шумовые полосы, которые могут наноситься с применением термопластиков или холодных пластиков для ГДР со световозвращающими элементами, а также методом фрезерования дорожного покрытия⁷. В мире широко используются шумовые полосы на проезжей части перед опасными участками, что положительно сказывается на снижении количества дорожно-транспортных происшествий. С целью повышения внимания водителей ТС на аварийно-опасных участках применяются в США, Японии, Южной Корее и странах Европы устройство шумовых полос методом фрезерования асфальтобетонного покрытия на краевых линиях, а также вдоль линии разделительной полосы. Согласно данным зарубежных исследований в области транспорта и дорожного строительства данный метод устройства ШП способствует снижению количества ДТП по причине съезда с основных полос движения и выездом на встречную полосу на 30...70 %⁸. На дорогах Японии использование шумовых полос до 55 % позволило снизить количество столкновений со встречными ТС.

В последнее время на дорогах России активно стали использовать шумовые полосы как метод информирования участников дорожного движения об опасных участках автомобильных дорог. Так, на российских дорогах с 2019 г.

⁶ Повышение эффективности световозвращения горизонтальной дорожной разметки URL: <https://www.dissercat.com/content/povyshenie-effektivnosti-svetovozvrashcheniya-gorizontальной-dorozhnoy-razmetki>

⁷ ГОСТ 33025—2014. Дороги автомобильные общего пользования. Полосы шумовые. Технические условия. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200119188>

⁸ Устройство шумовых полос для повышения безопасности дорожного движения. URL: <http://bavcompany.ru/industrial/rumble-strips/>

появятся экспериментальные участки с шумовой разметкой. Первые тестовые участки появятся на трассах М-7, Р-22, в Татарстане, Уральском районе и Сибири. Эксперты предлагают нанесение такого вида дорожной разметки на разделительных полосах с существующим риском ДТП, а также в местах, где невозможна установка барьерных ограждений⁹.

С целью увеличения полезных свойств горизонтальной дорожной разметки, таких как повышение световозвращения, увеличения срока службы разметки, применяется комбинированная схема с использованием фрезерованных шумовых полос (рис. 3).



Рис. 3. Использование шумовой полосы совместно с ГДР в Дубовском районе Ростовской области (фото Г. В. Скрылева)

Линии горизонтальной дорожной разметки, нанесенные на перемычки между углублениями ШП, естественным образом подвергается истиранию. Но благодаря конструкции шумовой полосы, дорожная разметка на фрезерованных выемках, сливаясь, для глаз водителя будет визуальнo образовывать единую линию, компенсируя при этом недостаток разметки на перемычках.

Помимо положительного эффекта имеется ряд недостатков: повреждение верхнего слоя асфальтобетона фрезой и скопление атмосферных осадков в углублениях шумовой полосы, которое приводит к снижению его долговечности (рис. 4).



Рис. 4. Дефекты шумовой полосы (фото Г. В. Скрылева)

⁹ На российских дорогах появится шумовая разметка. URL: https://tvzvezda.ru/news/vstrane_i_mire/content/201812200916-qlyu.htm

Альтернативным вариантом фрезерованной шумовой полосы является структурная разметка — горизонтальная дорожная разметка, наносимая не сплошным слоем, а отдельными фрагментами. Такая разметка может быть выполнена в виде поперечных штрихов, надписей, точек, капель, шахматной маркировки, профилей на гладком штрихе со сплошным штрихом и в комбинации штрих-пробел, а также без нижнего штриха и т. д.

Объектом исследования является рельефная разметка профильного комбинирования, выполненная термопластиком с нанесением на ее поверхность световозвращающих элементов (стекломикрошариков) (рис. 5).

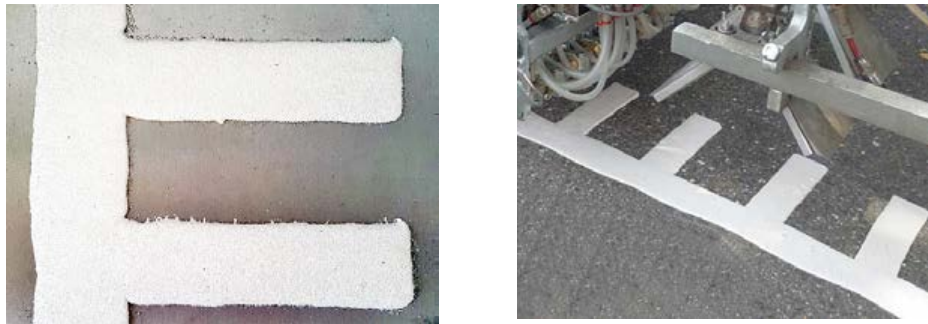


Рис. 5. Рельефная разметка профильного комбинирования «гребешок»

Дорожная разметка наносится экструдером с опущенным валком подачи термопластика, цилиндр с отверстиями, прижатый к рабочей кромке, равномерно распределяет порции материала поперечных элементов и сплошного штриха. Внутри рабочего элемента экструдера находится полый цилиндр для перемешивания материала и точного определения шаблона наносимой разметки.

Рельефная (структурная) разметка имеет как положительные, так и отрицательные качества (табл. 1).

Таблица 1

Рельефная профильная разметка	
Достоинства	Недостатки
Шумовой эффект обеспечивается без использования машин и оборудования, повреждающих поверхность дорожного полотна	Меньшая долговечность в сравнении с комбинированной схемой ШП и ГДР
Дорожная разметка оказывает на водителей двойное действие: отличное визуальное восприятие и шумовое воздействие	Подверженность разрушению отвалами снегоуборочной техники
Легкий демонтаж и обновление	Большая стоимость оборудования
Экономия строительных материалов	

Существующая конструкция предлагает нанесение структурной разметки типа «гребешок» с шагом поперечных элементов 10 см, толщиной элементов 5 или 3 см и общей шириной линии разметки 15...20 см. При движении на высокой скорости элементы визуально сливаются в единую линию, сохраняя при этом световозвращающие свойства на нормативном уровне. Про-

фильно-комбинированная разметка помимо шумового воздействия при наезде автомобиля способно визуальное оказывать дополнительное психофизиологическое воздействие на водителя ТС.

С целью совершенствования данной конструкции предлагается конструктивное изменение в виде увеличения шага расположения поперечных линий рельефной разметки, при этом возникает дополнительный эффект мелькания, способный через зрительный аппарат человека воздействовать на его нервную систему, тем самым снимая усыпляющий эффект. Слияние световых ощущений объясняется «инерцией зрения» — временем, необходимым для возникновения зрительного ощущения, которое длится в среднем $0,03...0,1$ с. С точки зрения психофизиологии, наименьшая частота вспышек света, при которых происходит объединение отдельных световых ощущений в единую линию, называется критической частотой слияния мельканий, которая при средних освещенностях составляет 10—15 вспышек в 1 секунду [4].

В рамках исследования было проведено испытание, целями которого явились:

- подбор оптимального шага профильных элементов рельефной разметки для достижения эффекта мелькания;
- подбор оптимальной высоты элементов разметки для обеспечения наилучшего эффекта световозвращения.

Для опыта при поддержке УНПП «Аспект» было подготовлено 400 образцов разметки, по 200 образцов 150×50 мм и 150×30 мм. Запись результатов фиксировалась письменно и видеорегистратором Junsun S500. Испытания проводились на автомобильной дороге в Милютинском районе Ростовской области. Был выбран наиболее благоприятный участок автомобильной дороги, так как он имеет малую интенсивность движения и криволинейный в плане. Исследование проводилось в дневное и ночное время, в ясную погоду.

Ход эксперимента. Вдоль краевой линии проезжей части укладывались с определенным шагом образцы с нанесенной разметкой. Далее осуществлялось 5 проездов на автомобиле Volkswagen Polo с постоянной скоростью, начиная с 60 км/ч и с каждым заездом увеличивая скорость на 10 км/ч (рис. 6). Ночной эксперимент проводился с фиксацией результатов на включенном ближнем и дальнем свете фар автомобиля.



Рис. 6. Этапы проведения эксперимента (фото Г. В. Скрылева)

В ходе эксперимента было выявлено следующее:

- с увеличением шага расположения элементов в светлое время суток видимость элементов с шириной 50 мм обеспечивается, но в темное время

суток возникла необходимость увеличить ширину объектов до 147 мм (пологая часть 50 мм и 48,5 мм наклонная с обеих сторон);

- шаг нанесения поперечных элементов структурной разметки на криволинейном участке автомобильной дороги без ограничения скорости движения следует делать 2,5 м, так как при разрешенной скорости движения 90 км/ч или 25 м/с в промежуток времени 1 секунду автомобиль проезжает 10 элементов ГДР (рис. 7);

- на участках с ограничением скорости нанесение рельефной разметки рекомендуется уменьшать шаг между элементами в соответствии с ограничивающими условиями;

- наиболее оптимальная высота поперечных элементов разметки над уровнем проезжей части должна быть 10...12 мм, при этом обеспечивается ее наилучшая видимость.



Рис. 7. Расположение образцов разметки в ходе проведения эксперимента в дневное и ночное время

На рисунке 8 представлен график влияния скорости движения и шага расположения поперечных элементов рельефной разметки на частоту световых мельканий. Наилучшее восприятие мелькания разметки ощущается на уровне нижнего порога мелькания (10 Гц). Низкие частоты мельканий света, звука (инфразвук) и вибрации способны оказывать сильное воздействие на организм человека. Человеческое сердце бьется с частотой около 1...2 Гц, резонансная частота биения сердца — 5...7 Гц, резонансные частоты работы мозга, желудка и печени составляют 4...9 Гц. В зависимости от деятельности человека его мозг функционирует по-разному: дельта-ритм головного мозга спящего человека — 5...7 Гц, альфа-ритм бодрствующего человека составляет 9...13 Гц. Зрительная утомляемость наблюдается при частоте мелькания света — 3...8 Гц. Создаваемый наездом колеса автомобиля на шумовую полосу инфразвук с частотой в 12 Гц способен оказывать сильное воздействие на вестибулярный аппарат с симптомами тошноты и головокружения.

Но необходимо отметить, что любое негативное воздействие на организм человека мельканием света или вибрацией достаточно кратковременно и не способно нанести вред человеку, а визуальная и тактильная встреча с рельефной шумовой полосой, наоборот, способна взбодрить засыпающего водителя.

Важнейшим фактором в применении рельефной шумовой разметки является повышение световозвращающего эффекта дорожной разметки. Согласно принципам волновой оптики функционирование микростеклошариков можно объяснить совокупностью многократных отражений и преломлений световых волн на границе «воздух — стекло». Как известно, направленный свет фар

автомобиля фокусируется на внутренней поверхности стеклянных микросфер и отражается в обратном направлении, но из-за диапазона гранулометрического состава, различных дефектов СМШ, глубины погружения в разметочный материал, компоновки СВЭ поверхность микростеклошариков по-разному взаимодействует с потоками света.

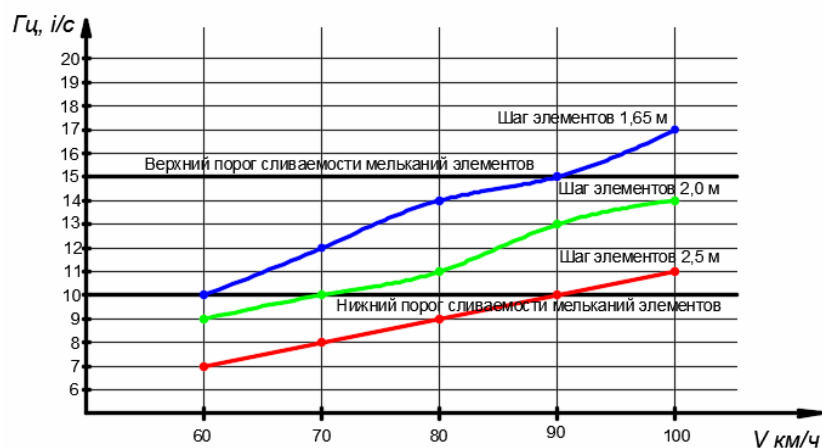


Рис. 8. График влияния скорости движения автомобиля и шага поперечных элементов разметки на частоту световых мельканий

Эффективность световозвращения горизонтальной дорожной разметки можно увеличить изменением схемы работы стекломикрошариков. На световозвращение ГДР влияет площадь поверхности стеклошариков, зависящая от глубины «втапливания» СМШ в материал разметки и формы подстилающего слоя самой разметки. Использование рельефной дорожной разметки способствует активации для световозвращения дальних полусфер стекломикрошариков, перекрываемых впереди стоящими. С увеличением площади поверхности СМШ возрастает и интенсивность отраженного света, направленного к источнику.

Уменьшение площади тени, а также интенсивность световозвращения и преломленного света на поверхности дорожной разметки можно описать, используя геометрические особенности шумовой полосы (рис. 9). $\gamma = 14^\circ$ — угол наклона касательной ребра элемента рельефной разметки к горизонтальной поверхности дорожного полотна.

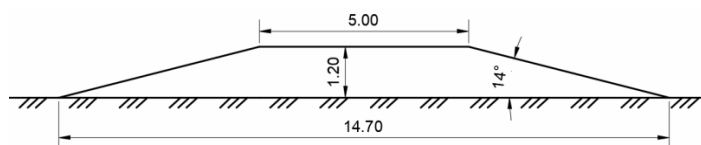


Рис. 9. Схема поперечных элементов рельефной разметки

Представленный на рис. 10, а график, описывающий зависимость площадь тени СМШ от угла наклона света фар, показывает, что с увеличением угла наклона γ до 14° площадь тени уменьшается в 8 раз.

Также наклонные грани рельефной дорожной разметки способствуют увеличению показателя интенсивности преломленного света (рис. 10, б). Изменяя величину угла падения света фар с $88,76^\circ$ (при угле наклона $1,24^\circ$ для обычно нанесенной ГДР) до 76° , интенсивность преломленного света увеличится с 11,7 % до 73,6 %. Это означает, что при использовании рельефной разметки увеличение угла наклона пучка света к подстилающей поверхности ГДР на 14° способствует повышению интенсивности световозвращения в 6,3 раза, в сравнении с классически нанесенной горизонтальной дорожной разметкой.

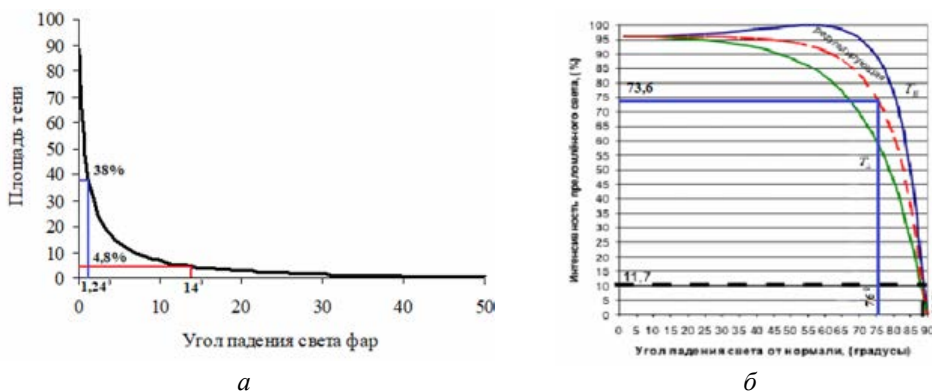


Рис. 10. Показателя интенсивности преломленного света: а — зависимость площади тени от СМШ от угла наклона подстилающей поверхности; б — взаимосвязь между интенсивностью преломленной световой волны и углом ее падения на поверхность СМШ

Проводимые специалистами кафедры ИПТС ИАиС ВолгГТУ исследования величины световозвращения ГДР показали, что во влажных погодных условиях и при дожде функциональные качества классической линии разметки снижаются на 90...93 %, в то время как в комплексе с шумовой полосой СВР снижается на 40...60 %, имея уровень 60...100 мкд/(лк*м²). Улучшение качества световозвращения обусловлено оптическими свойствами особого расположения микростеклошариков на поверхности ГДР.

Для сравнения: при использовании комбинированной схемы фрезерованной шумовой полосы и горизонтальной дорожной разметки, при нанесении последней непосредственно на ШП определим теоретическое значение величины угла наклона в области выемки ШП к горизонтальной поверхности (рис. 11). Подставляя геометрические параметры предлагаемой шумовой полосы ($a = 200$ мм, $b = 16$ мм и $0 \leq \gamma \leq \frac{\pi}{2}$) в формулы, вытекающие из теоремы

Пифагора и геометрии круга (1) и (2), определим угол наклона касательной к окружности в верхней точке фрезерованного углубления шумовой полосы.

$$\sin \gamma = \frac{a}{2R}, \quad (1)$$

$$R = \frac{a^2 + 4b^2}{8b}. \quad (2)$$

Получаем $R = 320,6$ мм — радиус барабана фрезы для нарезки шумовой полосы, $\gamma = \arcsin \frac{a}{2R} = 18,2^\circ$ — угол наклона касательной к горизонтальной поверхности на верхней грани выемки ШП.

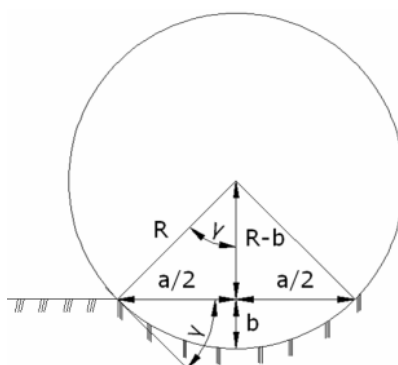
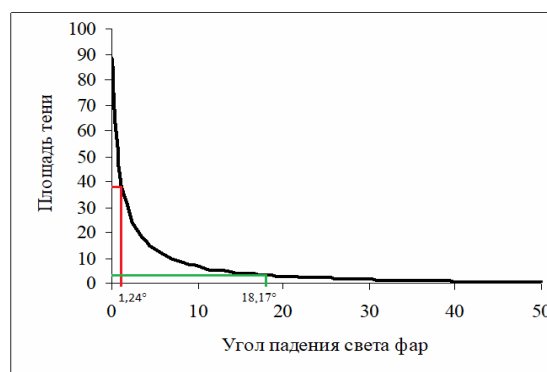
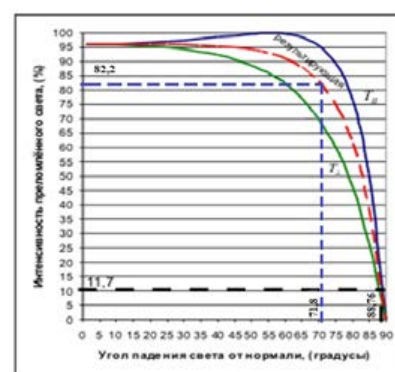


Рис. 11. Определение параметров шумовой полосы для обеспечения световозвращающего эффекта горизонтальной дорожной разметки

Представленный на рисунке 12, а график показывает, что с увеличением угла наклона γ до $18,2^\circ$ площадь тени уменьшается в 9,5 раз. Также комбинирование линии горизонтальной дорожной разметки с шумовой полосой способствует увеличению показателя интенсивности преломленного света (рис. 12, б) с 11,7 % до 82,2 %. Таким образом, на фрезерованной шумовой полосе с нанесенной на ее поверхность ГДР увеличение угла наклона подстилающей поверхности ГДР на $18,2^\circ$ способствует повышению интенсивности световозвращения в 7 раз, в сравнении с классически нанесенной горизонтальной дорожной разметкой.



а



б

Рис. 12. а — зависимость площади тени от СМШ от угла наклона подстилающей поверхности; б — взаимосвязь между интенсивностью преломленной световой волны и углом ее падения на поверхность СМШ

Предлагаемый вариант структурной дорожной разметки является экономически целесообразным, так как при нанесении используется меньший объ-

ем материала (термопластика) ввиду уменьшения площади линии горизонтальной дорожной разметки. Таким образом, увеличивается площадь пятна покрытия шины с дорожным полотном, что положительно сказывается на сцепных качествах покрытия опасных участков автомобильных дорог, где принято использование данного конструктивного решения.

Заключение

1. Достигнута поставленная цель: выполнена разработка методов воздействия горизонтальной дорожной разметки, выполненной из термопластика по типу шумовой полосы, посредством мелькания элементов разметки на водителей транспортных средств, для предупреждения о необходимости изменения скорости и траектории движения в различных условиях.

2. Проведен анализ оптимального шага нанесения профильных элементов дорожной разметки, при котором обеспечивается эффект мелькания разметки без возникновения слияния элементов в единую линию. Рекомендуемый шаг расположения поперечных элементов разметки:

60 км/ч — 16,7 м/с — 1,65 м;

70 км/ч — 19,4 м/с — 2,0 м;

80 км/ч — 22,2 м/с — 2,0 м;

90 км/ч — 25,0 м/с — 2,5 м.

3. Анализ психофизиологического воздействия эффекта мелькания элементами разметки на водителя транспортного средства показал, что наилучшее восприятие мелькания разметки ощущается на уровне нижнего порога мелькания (10 Гц), и в зависимости от дорожных условий и ограничения скорости на опасном участке рекомендуется изменять шаг мелькающих элементов разметки.

4. Определена оптимальная высота элементов шумовой разметки, выполненной термопластиком по типу «гребешок». При высоте поперечных элементов разметки $h = 12$ мм достигается наилучший эффект световозвращения, увеличение угла наклона пучка света к подстилающей поверхности ГДР на 14° способствует повышению интенсивности световозвращения в 6,3 раза, в сравнении с классически нанесенной горизонтальной дорожной разметкой. С увеличением угла наклона γ до 14° площадь тени уменьшается в 8 раз, при этом в работу вступает максимальное количество микростеклошариков, увеличивая тем самым эффект световозвращения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Справочник по безопасности дорожного движения / Пер. с норв. под ред. В. В. Сильянова. М. : МАДИ(ГТУ), 2001.

2. Юшков Б. С., Бургутдинов А. М., Юшков В. С. Современные подходы по нанесению дорожной горизонтальной разметки. URL: http://vestnik.pstu.ru/get/_res/fs/file.pdf

3. Скрылев Г. В., Девятков М. М. Шумовые полосы, совмещенные с горизонтальной дорожной разметкой, как сложная система, обеспечивающая безопасность дорожного движения и сохранность покрытия : материалы XII Международной науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, 23—25 мая 2018 г., Волгоград. С. 242—246.

4. Александров Ю. И. Психофизиология : учебник для вузов. 4-е изд. С. 63.

© Девятков М. М., Скрылев Г. В., Хрунина М. В., Давыденко Н. Д., 2019

Поступила в редакцию
в мае 2019 г.

Ссылка для цитирования:

Создание эффекта импульсного световозвращения горизонтальной дорожной разметки на участках автомобильных дорог повышенной опасности / М. М. Девятков, Г. В. Скрылев, М. В. Хрунина, Н. Д. Давыденко // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 50—62.

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, ipts_vgasu@mail.ru

Скрылев Григорий Васильевич — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, ipts_vgasu@mail.ru

Хрунина Мария Викторовна — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, ipts_vgasu@mail.ru

Давыденко Никита Дмитриевич — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, ipts_vgasu@mail.ru

Mikhail M. Devyatov, Grigory V. Skrylev, Maria V. Khrunina, Nikita D. Davydenko

Volgograd State Technical University

**THE EFFECT OF CREATING PULSE HORIZONTAL RETROREFLECTION
OF ROAD MARKINGS ON THE ROADS OF DANGER**

The article discusses a method of increasing the safety of traffic using the relief road marking on curved sections of country roads, the rationale of using the proposed constructive solution from the point of view of enhancing the reflective effect of road markings, as well as the effect of flashing and vibration on drivers of vehicles.

Key words: road safety, noise strip, profile-combined road marking, frequency of flickering, retroreflective effect, road accidents, roads.

For citation:

Devyatov M. M., Skrylev G. V., Khrunina M. V., Davydenko N. D. [The effect of creating pulse horizontal retroreflection of road markings on the roads of danger]. *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], 2019, iss. 3, pp. 50—62.

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; ipts_vgasu@mail.ru

Grigory V. Skrylev — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation; ipts_vgasu@mail.ru

Maria V. Khrunina — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation; ipts_vgasu@mail.ru

Nikita D. Davydenko — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation; ipts_vgasu@mail.ru

УДК 711.58: 625.712.63

Н. В. Коростелева, Д. И. Азизов, В. А. Долганов

Волгоградский государственный технический университет

ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ МЕСТ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ НА ЖИЛОЙ ТЕРРИТОРИИ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ВОЛГОГРАДА

В статье рассмотрены современные нормативы и правила организации мест для хранения автомобилей на жилой территории. Проведена оценка ситуации с организованными местами для парковки автомобилей на жилой территории города Волгограда. Проанализированы существующие в градостроительной практике методы хранения автомобилей, и даны рекомендации по выбору наиболее оптимального решения для различных ситуаций.

Ключевые слова: машино-место, подземные парковки, наземные многоярусные парковки, жилая территория.

Ежегодный рост уровня автомобилизации в России и нехватка мест хранения транспортных средств значительно понизили условия проживания населения страны. Особенно это актуально для жителей крупнейших городов [1—5]. Причем наиболее уязвимыми оказались жители многоэтажных многоквартирных домов, т. к. при незначительных размерах дворового пространства наблюдается чрезмерная концентрация автомобилей [6]. Эта ситуация не может не влиять на снижение качества жизни на данной территории. Во-первых, ухудшаются санитарно-гигиенические показатели дворового пространства из-за значительного загрязнения окружающей среды отработанными газами и маслами [7]. Во-вторых, из-за парковки машин на не предназначенных для этого местах нарушается безопасность пребывания во дворах (особенно для детей), создаются проблемы для передвижения транспорта экстренных служб (скорой помощи и пожарных машин) и работы коммунальных служб. В-третьих, способствуют сокращению озелененных территорий (происходит повреждение газонов при парковке на них) и мест для отдыха населения (при несанкционированных парковках на площадках различного назначения). Помимо этого, во дворах наблюдается увеличение психологического напряжения между владельцами транспортных средств и жителями, которые их не имеют [8]. Поэтому проблема организации мест для хранения автомобилей на территории жилых образований является очень актуальной и требует всестороннего анализа и решения.

На сегодняшний день во многих городах Российской Федерации обеспеченность местами для хранения автомобилей по месту проживания населения составляет в среднем 35...40 % от требуемого количества, при этом обеспеченность местами для парковки автомобилей у объектов тяготения не превышает 25 % [9]. При этом противоречия между набирающей темпы автомобилизацией населения, планировкой и застройкой территорий, на которых автомобиль занимает все больше и больше пространства, с каждым годом только усугубляются [10, 11]. Недостаток доступных мест постоянного хранения автомобилей влияет на безопасность жизнедеятельности населения (как с точки зрения сохранности автомобиля и его технического состояния,

так и безопасности движения) и на экологическую безопасность городской среды (хранение автомобилей на тротуарах, газонах) [12, 13].

Для того чтобы улучшить сложившуюся ситуацию, необходимо выполнить целый комплекс работ:

- 1) рассмотреть основные законодательные и градостроительные требования к размещению мест для хранения автомобилей на жилой территории;
- 2) провести анализ существующих способов хранения автомобилей. Определить их основные преимущества и недостатки;
- 3) с учетом полученной информации выбрать наиболее оптимальные с градостроительной, социальной и экологической точек зрения.

Согласно Федеральному закону от 29.12.2017 № 443-ФЗ «Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» решения о создании парковок общего пользования на территориях общего пользования в границах элемента планировочной структуры, застроенного многоквартирными домами, принимаются органами местного самоуправления в соответствии с утвержденной документацией по планировке территории, а также с учетом мнения собственников помещений в данных многоквартирных домах, расположенных на земельных участках, прилегающих к таким территориям общего пользования. Выявление и учет мнения собственников помещений в многоквартирных домах, а также установление границ элемента планировочной структуры осуществляется в порядке, предусмотренном муниципальными нормативными правовыми актами.

Проведем анализ нормативов, разработанных и принятых для города Волгограда.

В решении Волгоградской городской Думы № 72/2156 «Об утверждении местных нормативов градостроительного проектирования городского округа город-герой Волгоград» прописано, что в целях обеспечения населения местами постоянного и временного хранения личного транспорта на территории городского округа необходимо предусматривать стоянки. При этом размещение мест постоянного хранения личного транспорта должно осуществляться для 90 % расчетного парка автомобилей и их следует проектировать:

на территориях производственных зон, на территориях защитных зон между полосами отвода железных дорог и линиями застройки, в санитарно-защитных зонах производственных предприятий и железных дорог;

на территориях жилых районов и кварталов, в том числе в пределах улиц и дорог, граничащих с жилыми районами и кварталами.

Кроме мест постоянного хранения личного транспорта на территории Волгограда необходимо предусматривать размещение мест временного хранения транспорта, которое должно осуществляться из расчета уровня комфорта жилых домов, на расстоянии не более 150 м от жилых зданий.

В свою очередь, в Правилах землепользования и застройки городского округа города-героя Волгограда прописано, что для многоэтажной застройки должны быть предусмотрены места для хранения автомобилей из расчета 1 машино-место на 80 м² общей площади жилых помещений. При этом машино-места для хранения индивидуального автотранспорта, необходимые в соответствии с настоящими Правилами, могут быть организованы в виде:

1) отдельно стоящих и пристроенных гаражей, в том числе подземных, предназначенных для хранения личного автотранспорта граждан;

2) постоянных или временных гаражей с несколькими стояночными местами, стоянок (парковок), гаражей, в том числе многоярусных.

Но в то же время в настоящих Правилах прописано, что машино-места для хранения индивидуального автотранспорта размещаются на земельном участке или на иных земельных участках (стоянках-спутниках), расположенных в пределах квартала и предназначенных для размещения гаражей и автостоянок в пределах пешеходной доступности (не более 1500 м).

Если говорить непосредственно о придомовой территории, то согласно решению Волгоградской городской Думы N 34/1091 «Об утверждении Правил благоустройства территории городского округа Волгоград» непосредственно на территории дворов жилых зданий запрещается размещать наземные автостоянки, кроме гостевых.

Таким образом, на основе проведенного анализа можно сделать следующие заключения:

1) непосредственно на придомовой территории нельзя устраивать наземные парковки для хранения автомобилей жильцов;

2) места для хранения индивидуальных автомобилей населения должны располагаться в шаговой доступности, на специально отведенных для этого территориях.

Следовательно, необходимо искать альтернативу открытым наземным парковкам с возможностью их максимального приближения к жилым группам.

По нашему мнению, к такой категории можно отнести многоярусные подземные и наземные парковки. Рассмотрим более подробно основные их преимущества и недостатки.

Подземная парковка. Они могут быть как одноярусными, так и многоярусными, располагаться под зданием или под территорией двора. Главной особенностью данного вида паркинга является то, что он не занимает отдельной территории, т. е. помогает рационально использовать наземное пространство. Помимо этого, данный вид имеет множество преимуществ, таких как постоянный температурный режим, регулирование движения, обеспечение лучшей сохранности автомобиля, быстрая и удобная доступность, экологичность [14—16].

Несмотря на то, что подземные парковки крайне удобны в пользовании, они также и дорогостоящие, поскольку в отличие от наземных стоянок требуют дополнительных работ, связанных с гидроизолированием, усилением свода и прокладкой всех необходимых коммуникаций, которые обеспечивают комфортное пользование стоянкой.

При подземном размещении парковок улучшается состояние окружающей среды дворов, т. к. жители данной территории не испытывают неудобств от выхлопных газов и шума двигателей [17].

В Волгограде есть множество примеров эффективного внедрения подземных парковок в новую жилую среду. Одним из них является парковка под жилым комплексом, расположенным по адресу г. Волгоград, улица Туркменская, 6 (рис. 1). Данный объект включает в себя трехуровневую подземную парковку на 340 машино-мест.



Рис. 1. ЖК «Доминант» г. Волгоград, улица Туркменская, 6

К сожалению, такой вид хранения автомобилей, как их размещение непосредственно под зданием, возможен только при новом строительстве. В существующих же домах можно рекомендовать организовывать подземные парковки под территорией дворового пространства, а их крыши использовать для размещения основных элементов благоустройства — детских, спортивных площадок, мест отдыха и озеленения (рис. 2). Такое размещение позволяет рационально использовать территорию дворового пространства с обеспечением всех необходимых функций для благоприятного проживания людей [18].



Рис. 2. Пример подземной парковки под территорией жилого двора

Наземные многоярусные парковки. Они бывают стеллажного, башенного и пазлового типа. Их чаще всего используют в офисных и административных зданиях или в виде отдельно стоящих зданий. Главными их преимуществами являются: большая вместимость, экономия места, возможность автоматизации [19, 20]. Думаем, что данный вид можно использовать и на

территории жилого двора, тем более существуют примеры такой организации мест для хранения автомобилей во дворах.

Так, в Москве решили учесть опыт японских и европейских городов и начать установку полуавтоматических башенных парковок на многоэтажных жилых домах.

Система, которую было решено для начала опробовать на жилом доме советской серии И-700А, сочетает в себе лучшие качества лифтовой и карусельной парковок башенного типа. Дома такой серии самые популярные в Москве, так что выбор тут не случаен (рис. 3).



Рис. 3. Башенная парковка в районе Печатники г. Москва

Лифтовый механизм такой парковки надежно спрятан в грунт и защищен бетонным кожухом, поэтому непогода и российские морозы ему не страшны.

Каждый из слотов лифтовой стоянки выдерживает автомобиль массой до 5 тонн. Платформа опускается на уровень земли, поэтому на нее легко заезжает даже автомобиль с небольшим дорожным просветом. Чтобы вызвать автолифт, нужно просто набрать номер квартиры на специальном домофоне (они установлены внизу каждой башни) и нажать соответствующую кнопку.

Еще одним примером использования многоярусной наземной парковки является элеваторная парковка в жилой застройке города Красноярска (рис. 4).

Парковка представляет собой вертикальный замкнутый конвейер, который напоминает колесо обозрения. Водитель заезжает на платформу, ставит автомобиль на ручник и уходит. Платформа поднимается вверх, а на свободное место заезжает другой автомобиль. Парковка рассчитана на 9—15 автомобилей и по площади занимает всего 30 м², высота сооружения — 11 м.



Рис. 4. Элеваторная парковка в г. Красноярске по адресу пр. Свободный, 75

Если рассматривать зарубежный опыт, то, например, немецкие инженеры предлагают парковать автомобили прямо на балконе с помощью подъема и спуска автомобиля на специальном лифте (рис. 5). Такое решение проблемы предложил архитектор Манфред Дик. В 2006 году он разработал проект 6-этажного жилого дома с гаражом на лоджии и сразу запатентовал свою идею в 39 странах мира. С 2012 года в Берлине и во Франкфурте-на-Майне по этому проекту было возведено 5 домов.



Рис. 5. Дом с гаражами на лоджии в Германии

Таким образом, можно с уверенностью говорить о том, что существует достаточно вариантов для максимального приближения мест для хранения автомобилей к жилым домам. Данные способы подходят как для нового строительства, так и для существующей застройки.

Если все же вариант создания парковочных мест на территории жилой застройки по каким-то причинам невозможен, то решением проблемы может стать поиск максимально приближенных к застройке мест, непригодных для

жилищного строительства, с последующим оборудованием на них сооружений для хранения автомобилей [21].

Проведя тщательный анализ территориальных ресурсов Волгограда, в качестве таких территорий можно использовать овражные территории. Вся территория города практически равномерно в поперечном направлении разбита оврагами, пространство которых рекомендуется использовать для многофункционального нежилого назначения (рис. 6) [22—24]. Такое расположение мест для хранения автомобилей обеспечит пешеходную доступность не более 1500 метров, что будет соответствовать нормативам. Думаем, что построенные на данных территориях многоуровневые парковки в дневное время можно использовать для хранения автомобилей посетителей административно-деловых, торговых и рекреационных зон города, а в ночное время — жителей близлежащих жилых массивов.



Рис. 6. Схема возможного градостроительного освоения оврагов Волгограда

В Волгограде уже есть примеры подобного использования овражных территорий. Так, в пойме реки Царицы расположена многоуровневая парковка с ремонтной мастерской (рис. 7).



Рис. 7. Многоуровневая парковка (пойма реки Царицы г. Волгограда)

Выводы:

Для решения проблемы организации мест для хранения автомобилей на территории жилых образований можно рекомендовать следующие варианты:

1. Необходимо осуществлять максимальное освоение подземного пространства двора. Данный метод, во-первых, позволит более рационально использовать дворовую территорию для нужд населения. Во-вторых, улучшит экологическую ситуацию во дворе. Причем возможны различные варианты. Так, если речь идет о новом строительстве, то следует предусматривать возведение домов с подземной парковкой. В существующей же застройке можно рекомендовать организовывать подземные парковки под территорией дворового пространства.

2. При невозможности освоения подземного пространства двора рекомендуется возведение наземных башенных парковок возле жилых домов с автоматизированной системой их функционирования, что позволит увеличить количество парковочных мест с максимальным приближением их к жилым образованиям.

3. Дополнительным вариантом может стать строительство многоярусных парковок на овражных территориях, что поможет решить проблему хранения автомобилей не только жителей спальных районов города, но и в административно-деловых центрах Волгограда.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коростелева Н. В. Анализ основных транспортных проблем города Волгограда и пути их решения // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура. Волгоград : ВолгГАСУ, 2015. Вып. 41(60). С. 158—168.
2. Телегин В. Г., Клевеко В. И. Проблемы транспортной системы больших городов на примере города Перми и возможные пути их решения // Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика. 2014. № 1. С. 374—380.
3. Вавринчук П. А., Рябкова Е. Б. Паркинг — основное решение дефицита парковочных мест // Новые идеи нового века : материалы Международной научной конференции ФАД ТОГУ. 2014. Т. 2. С. 47—53.
4. Строительство подземных паркингов в центральной части Санкт-Петербурга / Р. А. Мангушев, М. А. Зайцев, Е. Б. Лашкова, В. Ю. Смоленков // Геотехника. 2015. № 3. С. 44—57.
5. Поликарпова О. А. Эколого-экономическая эффективность использования подземного пространства мегаполисов для размещения паркингов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № 8. С. 398—399.
6. Перетолчина Л. В., Глебушкина Л. В., Грищенко А. В. Методы решения проблемы размещения мест для постоянного хранения автомобилей // Труды БрГУ. Сер.: Естественные и инженерные науки. 2016. Т. 1. С. 98—102.
7. Дуванов И. А. Автомобильные стоянки и парковки в мегаполисах // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 12. С. 43—56.
8. Мурашова Е. В. Проблемы дефицита парковочных мест в городах и предложения по их решению // Тенденции развития науки и образования. 2017. № 25-2. С. 38—40.
9. Дьячкова, О. М., Ланских В. В. Автомобилизация современного города // Ученые заметки ТОГУ. 2014. Т. 5. № 2. С. 158—160.
10. Коростелева Н. В. Анализ степени влияния различных факторов на уровень шума городских магистралей // Наука и образование: архитектура, градостроительство и строительство : материалы Международной конференции, посвященной 60-летию образования вуза. Волгоград : ВолгГАСУ, 2012. С. 190—194.
11. Коростелева Н. В., Нестеренко Е. В. Развитие велоинфраструктуры в городах как способ снижения негативного влияния транспортной системы // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура. Волгоград : ВолгГАСУ, 2016. Вып. 45(64). С. 149—157.

12. Третьякова П. А., Шутова О. А. Исследование основных проблем благоустройства придомовых территорий районов с пятиэтажной застройкой / П.А. Третьяков, // Вестник ПНИПУ. Сер.: Строительство и архитектура. 2013. № 2. С. 131—138.
13. Ощепкова Н. Д., Дмитриева Н. Д. Предпроектный обзор актуальности проектирования подземных автостоянок в многоэтажных жилых комплексах // Сборник научных статей 3-й Международной молодежной научной конференции : в 2-х томах. Курск, 2014. С. 191—194.
14. Львова О. М., Тулин П. К. Подземные парковки в центре города // Инженерно-строительный журнал. 2009. № 4(6). С. 11—15.
15. Чернышев С. А., Петров А. В. К вопросу о применении многоэтажных механизированных автомобильных стоянок // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. 2009. № 2. С. 32—36.
16. Аглюков Х. И., Слободяников Е. А. Подземные паркинги // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2015. Т. 2. № 1. С. 25—27.
17. Цыплакова Е. Г. Вопросы обеспечения эколого-экономической безопасности безгражданского хранения автомобилей (на примере Севера России) // Вестник Ленинградского государственного университета имени А. С. Пушкина. 2010. Т. 6. № 4. С. 25—38.
18. Глебушкина Л. В., Перетолчина Л. В. Выявление территориальных резервов реконструируемых микрорайонов для хранения автотранспорта // Системы. Методы. Технологии. 2012. № 1. С. 153—159.
19. Кисиль С. С. Особенности функциональной организации многоэтажных автостоянок в крупнейших городах // Architecture and Modern Information Technologies. 2015. № 3(32). С. 13.
20. Dianov V. N., Gevondian T. A. Parking system of high reliability // Инновационные информационные технологии. 2014. № 2. С. 531—535.
21. Новикова Ю. К., Подгорная Т. И., Крадин Н. П. Градостроительные аспекты освоения овражно-балочных участков // Новые идеи нового века : материалы Международной научной конференции ФАД ТОГУ. 2017. Т. 2. С. 227—232.
22. Коньшова О. В., Коростелева Н. В. Проблемы и пути освоения сложного рельефа города Волгограда // Ежегодная научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава и студентов Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Волгоград, 29—30 апреля 2014 г. С. 297—300.
23. Коростелева Н. В., Долганов В. А., Азизов Д. И. Градостроительное освоение овражных территорий на примере г. Волгограда // Вестник ВолГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 1(74). С. 168—176.
24. Коростелева Н. В. Освоение овражных территорий крупных городов под объекты озеленения как способ улучшения благоустройства территории на примере г. Волгограда // Вестник ВолГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 46(65). С. 153—162.

© Коростелева Н. В., Азизов Д. И., Долганов В. А., 2019

Поступила в редакцию
в мае 2019 г.

Ссылка для цитирования:

Коростелева Н. В., Азизов Д. И., Долганов В. А. Проблемы организации мест для хранения автомобилей на жилой территории на примере города Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 63—72.

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

Азизов Дмитрий Игоревич — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, azizov011@gmail.com

Долганов Владимир Андреевич — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, dolgan1996@gmail.com

Nataliya V. Korosteleva, Dmitriy I. Azizov, Vladimir A. Dolganov

Volgograd State Technical University

**PROBLEMS OF THE ORGANIZATION OF PLACES FOR STORAGE OF CARS
IN THE INHABITED TERRITORY ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF VOLGOGRAD**

In article modern standards and rules of the organization of places for storage of cars in the inhabited territory are considered. Assessment of the situation with organized parking lots of cars in the inhabited territory of the city of Volgograd is carried out. The methods of storage of cars existing in town-planning practice are analysed and recommendations about the choice of the most optimal solution for various situations are made.

Key words: parking place; underground parkings; land many-tier parkings; residential area.

For citation:

Korosteleva N. V., Azizov D. I., Dolganov V. A. [Problems of the organization of places for storage of cars in the inhabited territory 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], 2019, iss. 3, pp. 63—72.

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

Dmitriy I. Azizov — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, azizov011@gmail.com

Vladimir A. Dolganov — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, dolgan1996@gmail.com

УДК 625.771

А. И. Лескин, С. В. Алексиков, Д. И. Гофман, М. В. Катасонов

Волгоградский государственный технический университет

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СНЕГОЗАЩИТЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ (НА ПРИМЕРЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

В работе приведены данные работоспособности снегозащитных насаждений различных конструкций, полученные с помощью методов анемометрических и снегомерных наблюдений, на характерных участках снежных заносов автомобильной дороги 1Р 228 «Сызрань — Саратов — Волгоград» на территории Волгоградской области. Установлено, что в зависимости от длины аэродинамической тени и расположения зоны выдувания расстояние от снегозащитной полосы до бровки автомобильной дороги должно быть в пределах от 30 до 50 метров в зависимости от объемов снеготранспорта конкретного участка.

Ключевые слова: метель, снежный занос, снегозащита, автомобильная дорога, лесополоса, выдувание.

Введение. В климатических условиях Волгоградской области установление морозной погоды практически всегда не совпадает по времени с выпадением снега. В северных районах температура воздуха опускается ниже нулевой отметки к началу ноября, а стабильный снежный покров формируется только к началу декабря. Продолжительность снежного периода с отрицательной температурой на севере региона составляет — 142—143 дня, в центральных районах — 130—132 дня, в южных — 120 дней. Высота снежного покрова на севере и северо-востоке области достигает толщины 26...40 см, в центральных, заволжских и южных районах — 16...32 см, случаются метели, которые связаны с прохождением атмосферных фронтов, вызванных усилением ветра и обильным выпадением снега, приводящим к заносам автомобильных дорог и населенных пунктов. За зиму бывает 10—20 дней с метелями, но в отдельные годы число их достигает 40—45. Интенсивные снеготранспортные явления периодически наблюдаются в Быковском, Камышинском и Николаевском районах, а также на границе с Саратовской областью (см. рис. 1).



Рис. 1 Снежные заносы на автомобильной дороге 1Р 228 «Сызрань — Саратов — Волгоград» в 2012—2019 гг. (фото из открытых источников)

Постановка задачи. Автомобильные дороги защищаются от снежных заносов с помощью постоянной или временной снегозащиты. К постоянной снегозащите относят лесные насаждения различной ширины и формы и постоянные заградительные заборы, к временной — снегозадерживающие щиты, снежные траншеи, валы и т. п. Наиболее надежным и экологически оправданным способом защиты от заносов снегом полотна автомобильной дороги являются снегозащитные лесные полосы¹. Создание таких насаждений является наиболее рациональной мерой для оптимального предохранения дорожной полосы от снегозаносимости, однако следует отметить, что снегозащитные лесонасаждения, применяемые в настоящее время, имеют значительные недостатки.

Плотные конструкции насаждений, предназначенные для защиты дороги в условиях зимы, на территории Волгоградской области оказываются недостаточно эффективными и даже приводят к отрицательным результатам. Такие лесополосы быстро заносятся снегом, подвергаются снеголому, теряют свои снегозащитные свойства и впоследствии не представляют собой препятствий для снего-ветрового потока. Снег при последующих метелях беспрепятственно проносится по снежному шлейфу и откладывается на проезжей части дороги, вызывая заносы.

Во избежание этого необходимо провести разработку оптимальных конструкций снегозащитных лесонасаждений, обладающих высокими снегоудерживающими свойствами и максимальной снегоемкостью. Для этой цели авторами было проведено изучение работоспособности снегозащитных лесонасаждений различных конструкций, расположенных вдоль автомобильных дорог в северной и северо-восточной части Волгоградской области, методами анемометрических и снегомерных наблюдений.

Результаты натурных исследований. Изучение влияния защитных лесонасаждений на изменение приземной скорости ветра и распределения снежного покрова на дорожном полотне и в полосе отвода проводилось в декабре—феврале 2017—2019 гг. на 3 участках автомобильной дороги 1Р 228 «Сызрань — Саратов — Волгоград» (км 448 + 000 — км 458 + 000, км 497 + 000 — км 507 + 000 и км 535 + 000 — км 545 + 000). Первый участок характеризуется в поперечном профиле 5 рядной полосой *непродуваемой* конструкции высотой 6...10 метров. Второй и третий участок — 4-х рядной полосой высотой 7...8 метров *продуваемой* и *ажурной* конструкций.

Данные анемометрических съемок, проведенных по поперечным профилям у снегозащитных лесных полос, представлены кривыми (рис. 2). Анализируя их, можно отметить следующее:

- у полосы плотной (1) *непродуваемой* конструкции максимальное снижение скорости ветра наблюдается как в самой полосе, так и на ее заветренной опушке в пределах до 30 % от скорости на открытой местности, после

¹ Инструктивные указания по созданию защитных лесных насаждений в засушливых районах. М. : Транспорт, 1987. 36 с.

Указания по производству изысканий и проектированию лесонасаждений вдоль автомобильных дорог. ВСН 33—87. М. : Транспорт, 1988. 47 с.

Рекомендации по проектированию лесных снегозадерживающих насаждений вдоль автомобильных дорог // Федеральное дорожное агентство (РОСАВТОДОР). М., 2014. 48 с.

чего происходит увеличение скорости ветрового потока и на расстоянии 20...26 H она постепенно восстанавливается (H — высота древостоя);

- перед полосой *продуваемой* (2) конструкции скорость ветра снижается на 10...15 %, после чего в самой полосе и на заветренной опушке увеличивается, достигая максимума 95...100 %, и с дальнейшим продвижением в заветренную сторону резко падает и достигает своего минимума на расстоянии 5...10 H , где составляет 55...60 % от скорости перед лесополосой, после чего она вновь постепенно увеличивается и на расстоянии 30...35 H восстанавливается;

- перед полосой *ажурной* конструкции (3) в самой полосе и в заветренной стороне скорость ветра плавно снижается и достигает наименьшего своего значения на расстоянии 3...8 H от опушки полосы, где скорость падает на 40 % от первоначальной скорости, затем скорость начинает увеличиваться и постепенно восстанавливается на расстоянии 28...32 H .

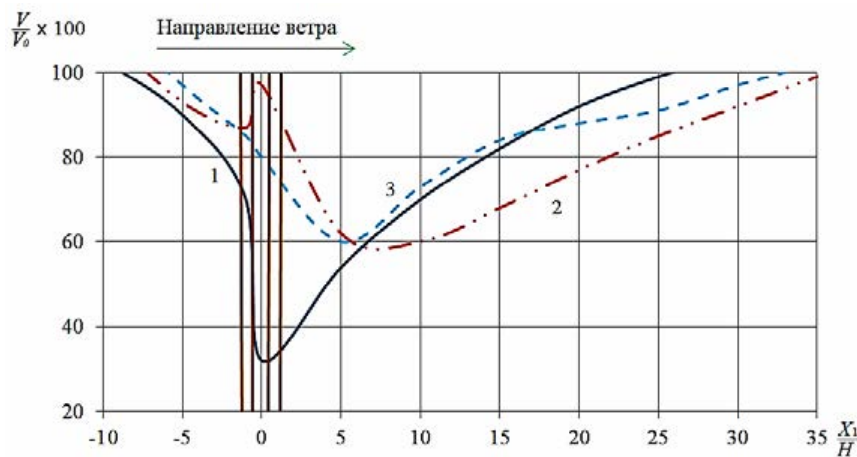


Рис. 2. Влияние лесных полос различных конструкций в безлистном состоянии на изменение скорости ветра: 1 — плотная (*непродуваемая*); 2 — продуваемая; 3 — ажурная, где $\frac{V}{V_0} \times 100$ — отношение минимальной скорости за полосой к исходной (начальной) перед полосой, $\frac{X_1}{H}$ — безразмерное расстояние от лесополосы

Таким образом, наибольшей эффективностью обладают *продуваемые* лесные полосы, дальность ветрозащитного действия которых достигает 35 H , затем *ажурные* — 32 H и *плотные* с 26 H — наименее эффективные. Эффективность продуваемой конструкции подтверждается также скоплением снежных отложений у полос. Ряд плотных непродуваемых насаждений, таких как снегосборных устройств, работают хуже продуваемых и ажурных лесопреград, так как быстро заносятся снегом с наветренной стороны, в связи с чем улучшается их обтекаемость, а зона затишья с подветренной стороны сильно уменьшается.

Как видно из графиков снегомерных съемок (рис. 3), наиболее высокие и крутые сугробы с коротким шлейфом формируются у плотных *непродуваемых* полос.

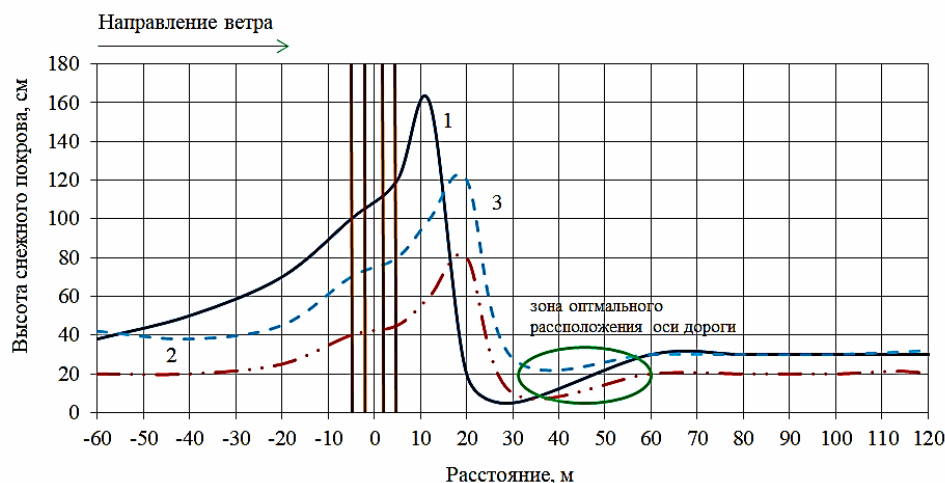


Рис. 3 Характер снежных отложений у лесных полос разных конструкций: 1 — плотная; 2 — продуваемая; 3 — ажурная

Максимальная высота сугроба располагается непосредственно как у заветренной опушки, так и в самой полосе. У ажурных и продуваемых полос максимальная высота сугроба находится на расстоянии 15...20 м от лесополосы, а снежные шлейфы длинные и пологие. Наиболее равномерное снегораспределение отмечено у продуваемых полос, однако вместе с тем в них отмечается минимальное количество снега по сравнению с плотными и ажурными, что объясняется высокими скоростями ветра в полосе, благодаря чему снег постоянно выдувается. На расстоянии 30...40 м от снежных сугробов, сформированных в заветренной стороне полос, наблюдается зона выдувания, в пределах которой высота снежного покрова меньше, чем в открытой степи, а дальше благодаря полному восстановлению силы ветра снегораспределение аналогично залеганию снега в открытом поле.

Анализируя данные анемометрических и снегомерных съемок, необходимо отметить, что зона выдувания у плотных непродуваемых полос расположена на расстоянии 20...25 м от полосы, где начинается резкое повышение силы ветра, а у ажурных и продуваемых полос — на расстоянии 35...40 м. Как видно из графиков, зона выдувания у плотных лесополос выражена более резко, а у ажурных и продуваемых она расплывчата и плавно сливается со снегоотложениями прилегающей территории. Однако образование зоны выдувания у плотных полос не всегда бывает постоянным, и обычно во второй половине зимы эти зоны начинают исчезать. С этого времени ветровой поток, пронесшийся над поверхностью снега, соприкасается с поверхностью гребня снежного вала и размывает его, сдувая снег к основанию. Зона аэродинамической тени такой полосы полностью забивается снегом, и она перестает задерживать снег.

Обсуждение результатов и планирование дальнейших исследований

Проведенные исследования показали, что наиболее рациональны по своим снегоудерживающим свойствам 4-5 рядные полосы снегозащитных насаждений продуваемой конструкции, имеющие максимальную величину продуваемости в нижнем ярусе от 80 до 90 % и минимальную — в верхнем от 20

до 30 %, с обтекаемым поперечным профилем, образованным путем формирования лесных насаждений из более низких пород в наветренных рядах и более высоких в подветренных (см. рис. 4).

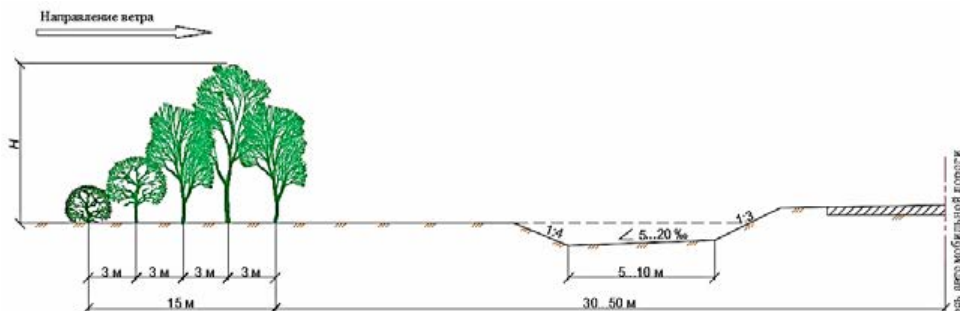


Рис. 4. Размещение 4-5 рядных полос снегозащитных насаждений в поперечном профиле

Значительная продуваемость таких лесополос в нижнем ярусе будет способствовать образованию минимальных отложений снега в самих полосах, а сравнительно большая плотность верхнего яруса — резко выраженному воздухопаду, что обеспечит устойчивую зону выдувания. Такие полосы благодаря своему более вытянутому шлейфу и обтекаемому профилю обладают максимальной снегоемкостью. С наветренной стороны для задержания поземкового снега рекомендуются два-три ряда низких кустарников.

Существенное влияние на снегозащитные свойства придорожных полос оказывает их расположение по отношению к преобладающим метелевым ветрам. Наиболее эффективно влияние снегозащитных полос при ветрах, имеющих перпендикулярное направление. С уменьшением угла подхода ветра к полосе зона ее ветрозащитного действия уменьшается. Исследованиями [1—5] установлено, что при отклонении угла встречи ветра с полосой от строго перпендикулярного направления на $20...25^\circ$ большей разницы в объемах снежных отложений не наблюдается, то есть ветры с таким подходом можно отнести к прямым. При дальнейшем уменьшении угла подхода ветра к полосе до 60° степень защитного влияния полосы уменьшается на 25...30 % по сравнению с работой ее при прямом направлении. С уменьшением угла встречи ветра с полосой до 45° защитное действие резко снижается и составляет примерно 40...45 % защитного действия при перпендикулярном направлении ветра.

На схематической карте, по данным наблюдений, в северной и восточной частях Волгоградской области можно выделить два района с преобладающим направлением ветров (рис. 5). В районе, расположенном к северу, явно выражено преобладание северо-восточных ветров со средней продолжительностью метелей в течение 27 дней. В восточной части преобладают восточные ветры, со средней продолжительностью метели в течение 20 дней. Поэтому в первом районе наиболее эффективное действие будут оказывать снегозащитные полосы при их расположении с северо-запада на юго-восток, а во втором — с севера на юг и юго-запад в меридиональном направлении.

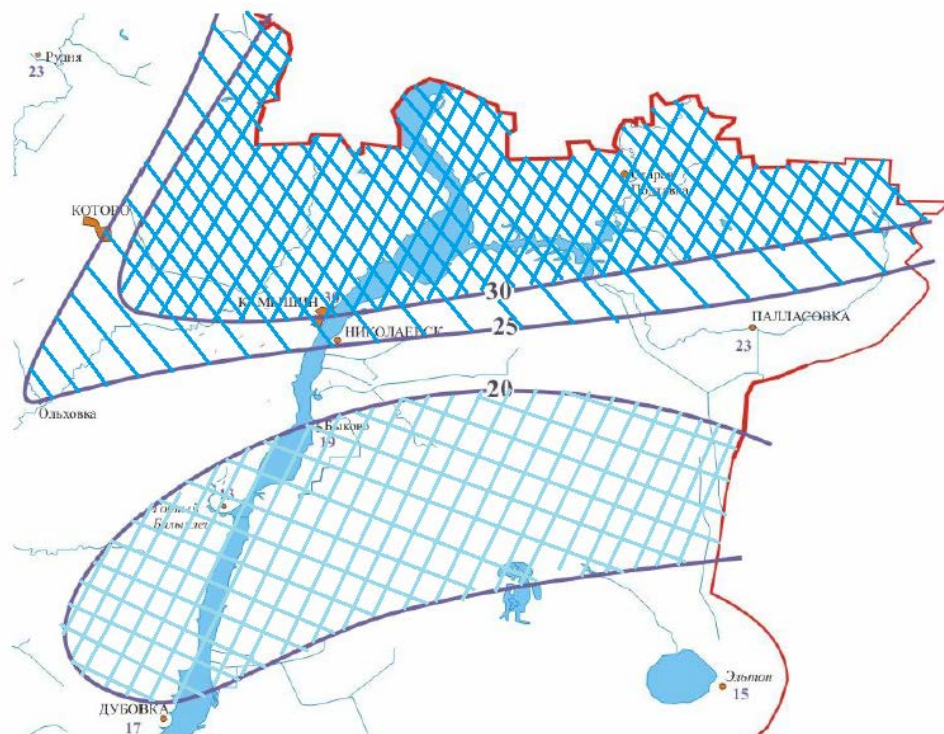


Рис. 5. Схематическая карта направления метелей и их продолжительность (дни) в северной и восточной частях Волгоградской области

Наибольшее внимание в деле снегозащиты необходимо уделить вопросу определения оптимального расстояния от снегозащитной полосы до полотна автомобильной дороги [6]. При этом обязателен учет аэродинамических свойств снегозадерживающих полос, а именно: длина ветровой тени, в которой размещаются основные массы снежных отложений, и расположение зоны выдувания, характеризующейся минимальными отложениями снега. Это расстояние должно быть таким, чтобы на нем могли полностью разместиться подветренные снежные отложения, а само полотно дороги находилось бы в зоне максимальных скоростей ветрового потока, то есть в зоне выдувания. При слишком близком расположении полосы полотно автомобильной дороги находится в зоне ветровой тени и снеговой вал образуется в пространстве между полосой и дорогой. Учитывая длину аэродинамической тени и расположение зоны выдувания, расстояние от полосы до дороги должно быть в пределах от 30 до 50 м в зависимости от объема снеготранспорта конкретного участка. Такое расположение будет способствовать предотвращению снеготранспорта автомобильных дорог даже в периоды, когда количество приносимого снега превысит снегозадерживающую способность.

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Наибольшей эффективностью обладают продуваемые лесные полосы, дальность ветрозащитного действия которых достигает 150...200 м.
2. Наиболее рациональны по своим снегозадерживающим свойствам 4-5 рядные полосы снегозащитных лесных насаждений с обтекаемым попе-

речным профилем, образованным путем формирования древостоя из более низких пород в наветренных рядах и более высоких в подветренных.

3. Снегозащитные лесонасаждения в районах с выраженной деятельностью метелевых ветров необходимо создавать ветропроницаемыми по всему профилю со стороны степи (поля) и ветронепроницаемыми со стороны автомобильной дороги.

4. Расстояние от полосы до дороги должно быть в пределах от 30 до 50 м в зависимости от объема снеготранспорта конкретного участка. Такое расположение будет способствовать предотвращению снеготранспорта автомобильных дорог даже в периоды, когда количество приносимого снега превысит снегозадерживающую способность.

5. Создание снегозащитных лесонасаждений *продуваемой* конструкции для условий Волгоградской области окупится за счет минимизации затрат на зимнее содержание автомобильных дорог, а также уменьшения транспортных и экономических потерь от простоев автомобилей вследствие снежных заносов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Снегозадерживающие свойства лесных полос различного строения и явление снеготолпа. Защитные свойства лесонасаждений / Под ред. Н. Т. Макарычева // Тр. Всесоюз. науч.-исслед. ин-та ж.-д. трансп. Вып. 377. М.: Транспорт, 1969. С. 19—52.
2. Анопин В. Н., Васильев Ю. И., Рулев Г. А. Особенности методики расчета параметров в сухостепной зоне придорожных снегозащитных лесных насаждений // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура. 2013. № 32(51). С. 147—152.
3. Анопин В. Н., Юферев В. Г., Рулев Г. А. Технология мониторинга состояния полос отвода автомобильных дорог и придорожных территорий с использованием ГИС // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура. 2014. № 35(54). С. 160—165.
4. Методика определения нормативных объемов работ по содержанию автомобильных дорог в зимний период с учетом местных условий / З. Е. Альтшулер, Л. В. Николаева и др. // Повышение работоспособности железных и автомобильных дорог в сложных природных условиях: межвуз. сборник науч. тр. Новосибирск, 2001. С. 123—132.
5. Макарычев Н. Т., Варыгин Л. А., Комаров А. А. Аэродинамические свойства снегозадерживающих лесонасаждений. М.: Транспорт, 1978. 122 с.
6. Шевчук С. С., Могилович А. П., Николаева Л. В. Особенности проектирования снегозащиты на участке Северного обхода // Железные и автомобильные дороги в условиях Сибири: сб. науч. тр. Новосибирск, 2008. С. 73—84

© Лескин А. И., Алексиков С. В., Гофман Д. И., Катасонов М. В., 2019

Поступила в редакцию
в мае 2019 г.

Ссылка для цитирования:

Повышение эффективности снегозащиты автомобильных дорог (на примере Волгоградской области) / А. И. Лескин, С. В. Алексиков, Д. И. Гофман, М. В. Катасонов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 73—80.

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

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

Andrei I. Leskin, Sergei V. Aleksikov, Dmitrii I. Gofman, Maksim V. Katasonov

Volgograd State Technical University

IMPROVING THE EFFICIENCY OF SNOW PROTECTION OF ROADS (ON THE EXAMPLE OF VOLGOGRAD REGION)

The paper presents the data of snow protection plantings of various designs, obtained by methods of anemometric and snow-measuring observations on the characteristic areas of snow drifts of the highway 1P 228 "Syzran — Saratov — Volgograd", in the Volgograd region. It is established that depending on the length of the aerodynamic shadow and the location of the blowing zone, the distance from the snow strip to the edge of the road should be in the range of 30 to 50 meters depending on the volume of snow transport of a particular area.

Key words: snowstorm, snow drift, snow protection, road, forest belt, blowing.

For citation:

Leskin A. I., Aleksikov S. V., Gofman D. I., Katasonov M. V. [Improving the efficiency of snow protection of roads (on the example of 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], 2019, iss. 3, pp. 73—80.

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

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

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 Earthwork Structures Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, max.inga@rambler.ru

УДК 625.712.63

Н. В. Сапожкова, В. А. Барышников, М. А. Федина, А. С. Кубахова

Волгоградский государственный технический университет

ВНЕДРЕНИЕ ПЛАТНОГО ПАРКОВОЧНОГО ПРОСТРАНСТВА НА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ Г. ВОЛГОГРАДА С ЦЕЛЮ РАЗГРУЗКИ ПОЛОСЫ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Проведен анализ загруженности улично-дорожной сети (УДС) в зоне парковок г. Волгограда. Разработан и представлен комплекс мероприятий, направленный на усовершенствование схемы организации дорожного движения на участках дорог города, для увеличения пропускной способности на полосах общественного транспорта.

К л ю ч е в ы е с л о в а: парковочное пространство, улично-дорожная сеть, мероприятия по обеспечению безопасности дорожного движения, пропускная способность, общественный транспорт, полоса общественного транспорта.

В настоящее время наблюдается значительный рост темпов автомобилизации и загруженность УДС, что, в свою очередь, ведет к появлению транспортных заторов. Одним из способов улучшения дорожного движения и сокращения личного автомобиля является организация выделенных полос для движения городского общественного транспорта и предоставления ему приоритетного проезда перекрестков.

По мере развития автомобилизации все чаще УДС города не соответствует своим параметрам, что неминуемо приводит к исчерпанию пропускной способности автомобильной дороги, образованию заторов, нарушению нормального режима дорожного движения, ухудшению экологической среды города и возрастанию шумовой нагрузки [1].

Проблемы градостроительства и городского хозяйства накапливают большое количество вопросов, связанных с организацией пассажирского транспорта. А именно, с развитием городов и расширением потребностей населения в посещении памятников культуры, общественных центров, торгово-развлекательных комплексов, предприятий коммунально-бытового назначения, зон отдыха и спортивных сооружений повышается подвижность населения, причем не только городского, но также с периферии и из других областей [2]. Возникают задачи всемерного улучшения транспортных связей, сокращения времени на передвижение, повышения комфорта, а также развития сети улиц, магистралей, транспортных узлов, пунктов хранения транспортных средств и обустройство парковок.

Парковка — это место, где любое транспортное средство можно перевести в нерабочее состояние и оставить на непродолжительное время. В стесненной городской застройке в центральной части многих крупных городов практикуется внедрение платных парковочных зон.

Платные парковки — это специально оборудованная и обустроенная территория, примыкающая к обочине, проезжей части, тротуару, мосту и так далее. Зона государственного паркинга на платной основе предназначена для организованной легальной стоянки автотранспорта. На территории, отведен-

ной под эти цели, имеется паркомат, дорожная разметка парковочных мест и обозначение платной парковки — знак 6.4 «Парковка» с дополнительным знаком 8.8 «Платные услуги», представляющий собой табличку белого цвета с тремя монетами, в центре которых цифры 10, 15 и 20. Таким образом обозначается начало зоны платной парковки. Конец данной территории обозначается зачеркнутым знаком парковки (рис. 1).



Рис. 1. Пример обустройства платных парковок (г. Москва)

В рамках выполнения научно-исследовательской работы на кафедре ИПТС ВолгГТУ¹ был произведен анализ загруженности УДС в зоне парковок Центрального и Ворошиловского районов г. Волгограда.

Исследование проводилось на следующих участках УДС путем экспериментального прохождения по участкам в три временных периода (с 08:00 до 10:00; с 12:00 до 14:00; с 16:00 до 18:00) в прямом и обратном направлениях:

- 1) ул. Академическая (от ул. Рабоче-Крестьянской до ул. Социалистической);
- 2) площадь Павших Борцов (от пр. им. В. И. Ленина до ул. Мира);
- 3) ул. Советская (от ул. Володарского до магазина «СуперМАН»);
- 4) ул. Калинина (от ул. Рабоче-Крестьянской до ул. Циолковского).

Для проведения анализа были собраны следующие параметры: время парковки транспортных средств (ТС); месторасположение парковки; координаты стоянки ТС вне парковок; способ постановки ТС.

¹ «Разработка отдельных разделов комплексных схем организации дорожного движения городского округа город-герой Волгоград, включая проведение натурных обследований пассажирских потоков на территории городского округа город-герой Волгоград». НИР. Дог. № КС0711-2018/В, 1613/18-н ИАиС ВолгГТУ от 07.11.2018 г., Волгоград.

В таблице 1 приведена детализация плотности загруженности парковочного пространства на представленных 4-х участках.

Т а б л и ц а 1

Загрузка парковочного пространства на исследуемых участках

№ п/п	Участок УДС	Кол-во машино- мест	Загруженность (кол-во ТС, %)		
			8:00—10:00	12:00—14:00	18:00—20:00
11	ул. Академическая	183	101	151	121
			55 %	83 %	66 %
	от ул. Социалистической	83	38	66	44
			46 %	80 %	53 %
	к ул. Социалистической	100	63	85	77
			63 %	85 %	77 %
22	пл. Павших борцов	124	113	112	117
			91 %	90 %	94 %
	к ул. Мира	80	80	71	77
			100 %	89 %	96 %
	к ул. Ленина	44	33	41	40
			75 %	93 %	91 %
33	ул. Советская (без учета «СуперМАНа»)	105	83	103	87
			79 %	98 %	83 %
	от «СуперМАНа»	58	51	58	50
			88 %	100 %	86 %
	от ул. Володарского	47	32	45	37
			68 %	96 %	79 %
44	ул. Калинина	116	67	88	84
			58 %	76 %	72 %
	от ул. Рабоче-Крестьянской	56	38	44	46
			68 %	79 %	82 %
	к ул. Рабоче-Крестьянской	60	29	44	38
			48 %	73 %	63 %

Опираясь на результаты проведенного исследования в части загруженности УДС, получены следующие сведения:

в утренние часы загруженность УДС варьируется от 55 до 91 %;

в дневное время — от 76 до 98 %;

в вечернее время — от 66 до 94 %.

В части нарушения правил остановки и стоянки транспортных средств на рассмотренных участках было выявлено 134 нарушения п. 12.4 «Остановка запрещена» и п. 12.5 «Стоянка запрещена» Правил дорожного движения РФ, что составляет 25,3 % от общего количества припаркованных ТС, в частности:

1) 36 % (48 нарушений) — остановка и стоянка ТС ближе 15 метров от мест остановки маршрутных транспортных средств или стоянки легковых такси, обозначенных разметкой 1.17, а при ее отсутствии — от указателя места остановки маршрутных транспортных средств или стоянки легковых такси (кроме остановки для посадки и высадки пассажиров, если это не создаст помех движению маршрутных транспортных средств или транспортных средств, используемых в качестве легкового такси);

2) стоянка ТС на дорогах с полосой для маршрутных транспортных средств, обозначенных знаками 5.11, 5.13.1, 5.13.2, 5.14 «Дорога с полосой для маршрутных транспортных средств» (в статистику не включены, т. к. отсутствуют на рассматриваемых участках; пример на рис. 2);

3) 17 % (23 нарушения) — стоянка в местах, где расстояние между сплошной линией разметки (кроме обозначающей край проезжей части), разделительной полосой или противоположным краем проезжей части и остановившимся транспортным средством менее 3 м;

4) 39 % (52 нарушения) — остановка и стоянка ТС в зоне действия знаков 3.27 «Остановка запрещена» и 3.28 «Стоянка запрещена»;

5) 8 % (11 нарушений) — остановка и стоянка ТС в местах, где транспортное средство закрывает от других водителей сигналы светофора, дорожные знаки или делает невозможным движение (въезд или выезд) других транспортных средств, или создаст помехи для движения пешеходов.



Рис. 2. Пример нарушения правил остановки и стоянки ТС (стоянка на выделенной полосе на пр. им. В. И. Ленина)

Высокий уровень количества выявленных нарушений правил остановки и стоянки транспортных средств мешает пропуску общественного пассажирского транспорта, вынуждает людей выходить на проезжую часть и тем самым подвергать себя опасности. Все это является индикатором наличия дефицита доступных парковочных мест вблизи мест притяжения населения, что, в свою очередь, является необходимой предпосылкой для реализации проекта платного парковочного пространства в Центральном районе г. Волгограда.

Проведен анализ участка УДС по ул. Советской (от ул. Комсомольской до ул. Аллеи Героев). Схема текущего парковочного пространства на рассматриваемом участке по ул. Советской приведена на рис. 3.

Визуальный анализ существующего парковочного пространства на рассматриваемом участке выявил, что автомобили паркуются хаотично, с нарушением правил дорожного движения.

На рисунке 4 представлена картограмма интенсивности транспортных и пешеходных потоков на перекрестке ул. Комсомольской и ул. Советской.



Рис. 3. Существующая схема парковочного пространства по ул. Советской (по состоянию на 10.08.2018) от ул. Комсомольской до ул. Аллеи Героев

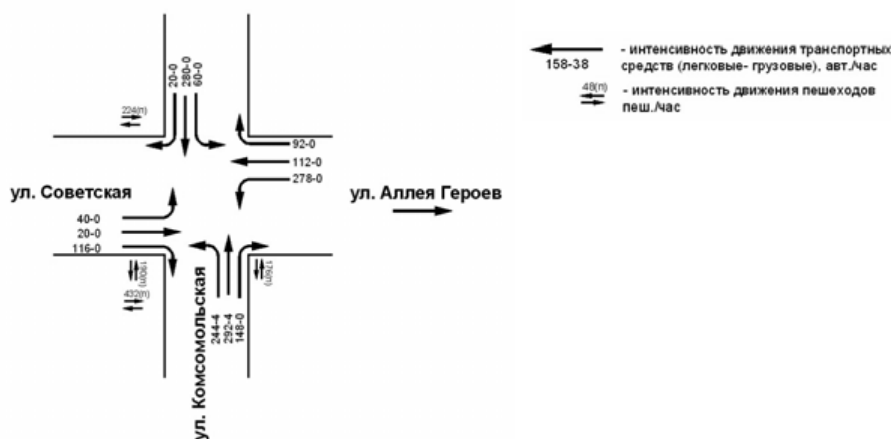


Рис. 4. Картограмма интенсивности транспортных и пешеходных потоков на перекрестке ул. Советской и ул. Комсомольской (по состоянию на 10.08.2018)

Исходя из картограммы можно заметить, что по ул. Советской от перекрестка с ул. Комсомольской в направлении пересечения с ул. Аллеей Героев в час передвигается 228 транспортных средств, в обратном направлении — 482 авт./час.

Среднее время задержки транспортных средств на участке от угла жилого дома № 13, ул. Советской до перекрестка «ул. Советская — ул. Комсомольская» составляет 35 с., средняя скорость движения транспортных средств составляет 32,2 км/ч, на участке от перекрестка «ул. Советская — ул. Комсомольская» до угла жилого дома № 13, ул. Советская задержка транспортных средств составляет 17,5 с., средняя скорость движения транспортных средств — 31,65 км/ч.

На основании приведенных данных можно сделать вывод, что интенсивность движения по ул. Советской может быть увеличена путем уменьшения

задержки транспортного потока, что также положительно повлияет на увеличение средней скорости движения транспортных средств.

Опираясь на результаты проведенного анализа исследования загруженности УДС Ворошиловского и Центрального районов Волгограда, можно сделать вывод, что загруженность парковочного пространства в утренний период составляет 65,92 %, в дневной период — 77 %, в вечерний период — 68,81 %. На рассмотренных участках выявлено 134 нарушения правил стоянки и остановки, что составляет 25,3 % от общего количества парковочных сессий (стоянка транспортного средства). Задержка транспортных средств, вызванная неправомерным размещением ТС в зоне перекрестков, достигает 35 с.

Полученные сведения свидетельствуют о высокой загруженности парковочного пространства как следствие провоцирующего нарушения правил остановки и движения транспортных средств, что циклично ухудшает транспортную проходимость анализируемых участков, и, как следствие, происходит очередной виток роста числа нарушений ПДД и повышение уровня загруженности парковочного пространства региона.

Повышение доступности спроектированных по ГОСТ и обустроенных проектов организации дорожного движения в части парковочного пространства способно структурно облегчить ситуацию на улично-дорожной сети города как первый этап улучшения состояния дорожно-транспортной ситуации, а организация платной парковки на территории центрального района Волгограда способно предоставить гарантированную возможность паркования для курсирующего транспорта и освобождение полосы общественного транспорта.

В совокупности указанные меры будут иметь положительный эффект на дорожно-транспортную ситуацию на анализируемом участке УДС. Один из положительных моментов — это беспрепятственный проезд общественного транспорта по выделенной полосе.

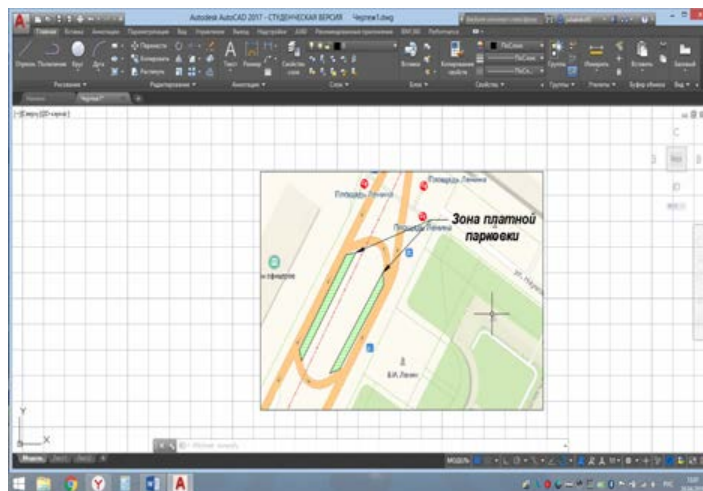


Рис. 5. Предлагаемый участок размещения платной парковки на пр. им. Ленина

Предлагаемый перечень объектов для размещения платного парковочного пространства на территории Центрального района г. Волгограда представлен в табл. 2.

Таблица 2

Участки УДС Центрального района Волгограда с размещением платных парковок

№ п/п	Наименование объекта	Длина сегмента, м	Способ постановки транспортного средства	Кол-во м/м для инвалидов	Общее кол-во м/м	Примечание
1	Пр. им. В. И. Ленина	433	Перпендикулярно проезжей части (или под углом)	27	231	
		230	Параллельно проезжей части	4	30	
2	ул. им. Роковского	—	Площадка	26	253	S = 396 м ²
		1284	Параллельно проезжей части	22	210	
		391	Перпендикулярно проезжей части (или под углом)	12	116	Необходимо введение одностороннего движения
3	ул. 7-й Гвардейской	—	Площадка	28	273	S = 5024 м ²
		282	Параллельно проезжей части	4	37	
		32	Перпендикулярно проезжей части (или под углом)	2	12	
4	Ул. Хиросимы	165	Перпендикулярно проезжей части (или под углом)	7	65	
5	Ул. Пращская	17	Перпендикулярно проезжей части (или под углом)	1	6	
		18	Параллельно проезжей части	1	2	
6	Ул. Наумова	290	Перпендикулярно проезжей части (или под углом)	13	116	
		—	Площадка	4	33	S = 784 м ²
7	Ул. 13-й Гвардейской	436	Перпендикулярно проезжей части (или под углом)	19	173	
		13	Параллельно проезжей части	1	2	
8	Ул. им. Гагарина	610	Перпендикулярно проезжей части (или под углом)	26	244	
		300	Параллельно проезжей части	5	39	
9	Ул. Порт-Саида	57	Перпендикулярно проезжей части (или под углом)	3	22	

Продолжение табл. 2

№ п/п	Наименование объекта	Длина сегмента, м	Способ постановки транспортного средства	Кол-во м/м для инвалидов	Общее кол-во м/м	Примечание
10	Ул. Комсомольская	715	Перпендикулярно проезжей части (или под углом)	31	286	
11	Ул. Аллея Героев	100	Параллельно проезжей части	2	13	
12	Ул. им. Гоголя	315	Параллельно проезжей части	5	41	Одностороннее движение
		405	Параллельно проезжей части	4	36	
		—	Площадка	6	56	S = 1280
13	Ул. им. Володарского	310	Перпендикулярно проезжей части (или под углом)	13	124	
		300	Параллельно проезжей части	5	38	
		—	Площадка	2	13	S = 320 м ²
14	Ул. им. Соколова	30	Перпендикулярно проезжей части (или под углом)	2	12	
15	Ул. им. В. И. Ленина	635	Параллельно проезжей части	9	83	
16	Ул. Мира	484	Перпендикулярно проезжей части (или под углом)	22	192	
		837	Параллельно проезжей части	13	110	
		—	Площадка	15	150	строительство
17	Ул. им. Пушкина	290	Параллельно проезжей части	4	38	
18	Ул. Волгодонская	30	Параллельно проезжей части	1	4	
		—	Площадка	15	139	S = 3250 м ²
19	Ул. им. М. Балонина	154	Перпендикулярно проезжей части (или под углом)	8	60	
		244	Параллельно проезжей части	4	32	
20	Ул. Новороссийская	530	Перпендикулярно проезжей части (или под углом)	22	212	
21	Ул. Кубанская	500	Перпендикулярно проезжей части(или под углом)	20	200	

№ п/п	Наименование объекта	Длина сегмента, м	Способ постановки транспортного средства	Кол-во м/м для инвалидов	Общее кол-во м/м	Примечание
22	Ул. Голубинская	88	Параллельно проезжей части	2	11	
		42	Перпендикулярно проезжей части (или под углом)	2	16	
		—	Площадка	19	174	S = 4190 м²
23	Ул. Коммунистическая	1779	Параллельно проезжей части	29	227	
		914	Перпендикулярно проезжей части (или под углом)	41	393	
		2296	Параллельно проезжей части	24	216	
24	Ул. Чуйкова	270	Перпендикулярно проезжей части (или под углом)	11	91	
		996	Перпендикулярно проезжей части (или под углом)	38	310	
25	Улица Советская	1537	Параллельно проезжей части	27	223	
		543	Перпендикулярно проезжей части (или под углом)	22	216	
26	Улица Набережная 62 Армии	721	Параллельно проезжей части	31	300	
		—	Площадка	7	60	S = 1400 м²
		—	Площадка	15	10	S = 3512 м²
27	Улица Краснознаменная	100	Параллельно проезжей части	9	67	
		97	Перпендикулярно проезжей части (или под углом)	5	38	
Всего по Центральному району					6167	

Внедрение 6167 платных парковочных мест на участках УДС в Центральном районе г. Волгограда позволит:

1. Увеличить пропускную способность полосы общественного транспорта.
2. Снизить время ожидания транспорта на остановочных пунктах.
3. Повысить безопасность дорожного движения на данных участках.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лобанов Е. М. Транспортные проблемы современных больших городов // Транспорт Российской Федерации. 2005. № 1. С. 29—31.

2. Осиповский Д. Е. Методические руководства по современным методам организации дорожного движения // Минтранс РФ, Департамент государственной политики в области автомобильного и городского пассажирского транспорта. Организация дорожного движения. Методы «успокоения движения». URL: https://www.mintrans.ru/documents/#document_42397

© Сапожкова Н. В., Барышников В. А., Федина М. А., Кубахова А. С., 2019

*Поступила в редакцию
в июне 2019 г.*

Ссылка для цитирования:

Внедрение платного парковочного пространства на улично-дорожной сети г. Волгограда с целью разгрузки полосы общественного транспорта / Н. В. Сапожкова, В. А. Барышников, М. А. Федина, А. С. Кубахова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 81—91.

Об авторах:

Сапожкова Наталья Васильевна — канд. техн. наук, доцент кафедры изысканий и проектирования транспортных сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, sapozhkovanv@mail.ru

Барышников Василий Алексеевич — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, vasyabar29@mail.ru

Федина Марина Алексеевна — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, Mrs_kolgushkina@inbox.ru

Кубахова Анжелика Сабировна — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, kilala76@yandex.ru

Natal'ya V. Sapozhkova, Vasily A. Baryshnikov, Marina A. Fedina, Angelica S. Kubakhova

Volgograd State Technical University

INTRODUCTION OF PAID PARKING SPACE ON THE STREET-ROAD NETWORK OF VOLGOGRAD WITH THE PURPOSE OF UNLOADING THE PUBLIC TRANSPORT STRIP

The analysis of the load of the road network (UDS) in the parking zone of the city of Volgograd. Developed and presented a set of measures aimed at improving the traffic management scheme on sections of the city's roads, in order to increase the capacity of the public transport strip.

Key words: Parking space, street road network, road safety measures, bandwidth, public transport, public transport strip.

For citation:

Sapozhkova N. V., Baryshnikov V. A., Fedina M. A., Kybakhova A. S. [Introduction of paid parking space on the street-road network of Volgograd with the purpose of unloading the public transport strip]. *Vestnik Volgo-*

gradskogo 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], 2019, iss. 3, pp. 81—91.

About authors:

Natal'ya V. Sapozhkova — Candidate of Engineering Sciences, Docent of Survey and Design of Transport Works Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, sapozhkovav@mail.ru

Vasily A. Baryshnikov — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, vasyabar29@mail.ru

Marina A. Fedina — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, Mrs_kolgushkina@inbox.ru

Angelica S. Kubakhova — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, kilala76@yandex.ru

УДК 656.13

Н. В. Сапожкова, М. А. Федина, А. С. Кубахова, В. А. Барышников

Волгоградский государственный технический университет

ОБОСНОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА УЧАСТКАХ УДС Г. ВОЛГОГРАДА ВБЛИЗИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Проведен анализ статистических данных дорожно-транспортных происшествий с участием детей за 2018 г. на территории г. Волгограда. Разработан и представлен комплекс мероприятий, направленный на усовершенствование схемы организации дорожного движения на подходах к образовательным учреждениям.

К л ю ч е в ы е с л о в а: дорожно-транспортное происшествие, водитель транспортных средств, уличная дорожная сеть, мероприятия по обеспечению безопасности дорожного движения, образовательные учреждения, безопасность дорожного движения.

По данным ГИБДД, за 2018 год в Волгограде количество дорожно-транспортных происшествий (ДТП) с участием детей снизилось на 15,8 % и составило 112 фактов, количество раненных детей уменьшилось на 14 % и составило 123 пострадавших, ДТП с погибшими детьми выросло на 100 % и составило 1 факт¹. Подробные статистические данные по распределению ДТП по районам города приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Случаи детского ДТП за 2018 г. по г. Волгограду

Наименование района	Детский травматизм						Динамика, %		
	2017 г.			2018 г.					
	ДТП	пог.	ран.	ДТП	пог.	ран.	ДТП	пог.	ран.
Красноармейский	20	0	22	18	0	18	−10	0	−18,2
Кировский	13	0	13	18	0	18	38,5	0	38,5
Советский	15	0	18	8	0	10	−46,7	0	−44,4
Ворошиловский	15	0	18	10	0	11	−33,3	0	−38,3
Центральный	19	0	20	14	0	15	−26,3	0	−25
Дзержинский	19	0	19	16	0	17	−15,8	0	−10,5
Краснооктябрьский	14	0	14	22	1	27	57,1	0	92,9
Тракторозаводский	18	0	19	6	0	7	−66,7	0	−63,2
ИТОГО:	133	0	143	112	1	123	−15,8	0	−14

Согласно статистике в числе раненых детей и подростков:

- 46 человек травмированы в возрасте до 7 лет (37,39 %);
- 24 — в возрасте от 8 до 10 лет (19,50 %);
- 34 — от 11 до 13 лет (27,64 %);
- 17 — от 14 до 16 лет (13,82 %).

Также стоит отметить, что 83 ДТП произошли по вине водителей, в которых 1 пассажир погиб и 79 несовершеннолетних детей получили травмы.

¹ URL: <http://stat.gibdd.ru>

По причине неосторожного поведения детей произошло 26 ДТП, в которых получили травмы 28 несовершеннолетних.

По вине взрослых произошло 3 ДТП, в которых получили травмы трое несовершеннолетних.

«Пик» ДТП с участием детей-пешеходов наблюдается в периоды с 15:00 до 16:00 и с 20:00 до 21:00 (рис. 1). В это время дети либо возвращаются из школ и секций домой или совершают прогулки и, как правило, находятся без присмотра родителей. Самыми аварийно-опасными днями стали вторник, четверг и пятница (рис. 2). Практически во всех случаях дети передвигались без сопровождения взрослых, а в темное время суток без специальных светоотражающих элементов.

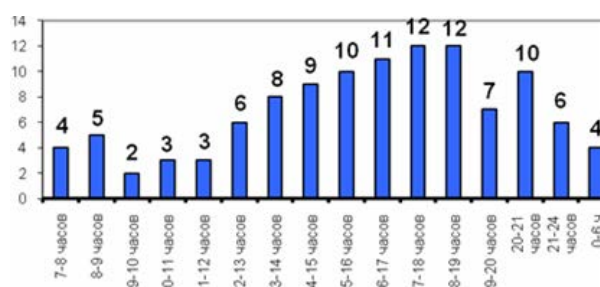


Рис. 1. График распределения числа ДТП суток с участием детей по времени суток

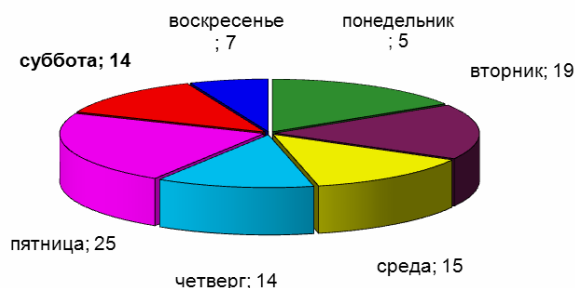


Рис. 2. Диаграмма распределения числа ДТП с участием детей по дням недели

Располагая данной статистикой, необходимо помнить, что во всех ДТП с участием детей-пешеходов виноваты, в первую очередь, взрослые, которые не выучили с ребенком правила безопасного поведения на дороге, не отработали с ним на практике маршрут движения от дома до образовательной организации, а также правила перехода проезжей части и посадки в общественный транспорт. Более того, некоторые родители не только откровенно игнорируют эту обязанность, но и сами нарушают правила в присутствии детей, провоцируя тем самым новые нарушения ПДД уже со стороны детей.

В рамках выполнения научно-исследовательской работы на кафедре ИПТС ВолгГТУ² проведено обследование УДС вблизи образовательных уч-

² «Разработка отдельных разделов комплексных схем организации дорожного движения городского округа город-герой Волгоград, включая проведение натурных обследований пассажирских потоков на территории городского округа город-герой

реждений (134 школы, 204 детских сада и 19 учреждений дополнительного образования) и собран фотоматериал с описанием существующей ситуации организации дорожного движения. На рисунке 3 в качестве примера представлен материал МОУ «Гимназия № 17» Ворошиловского района г. Волгограда с описанием существующей ситуации организации дорожного движения по ул. Ростовской.

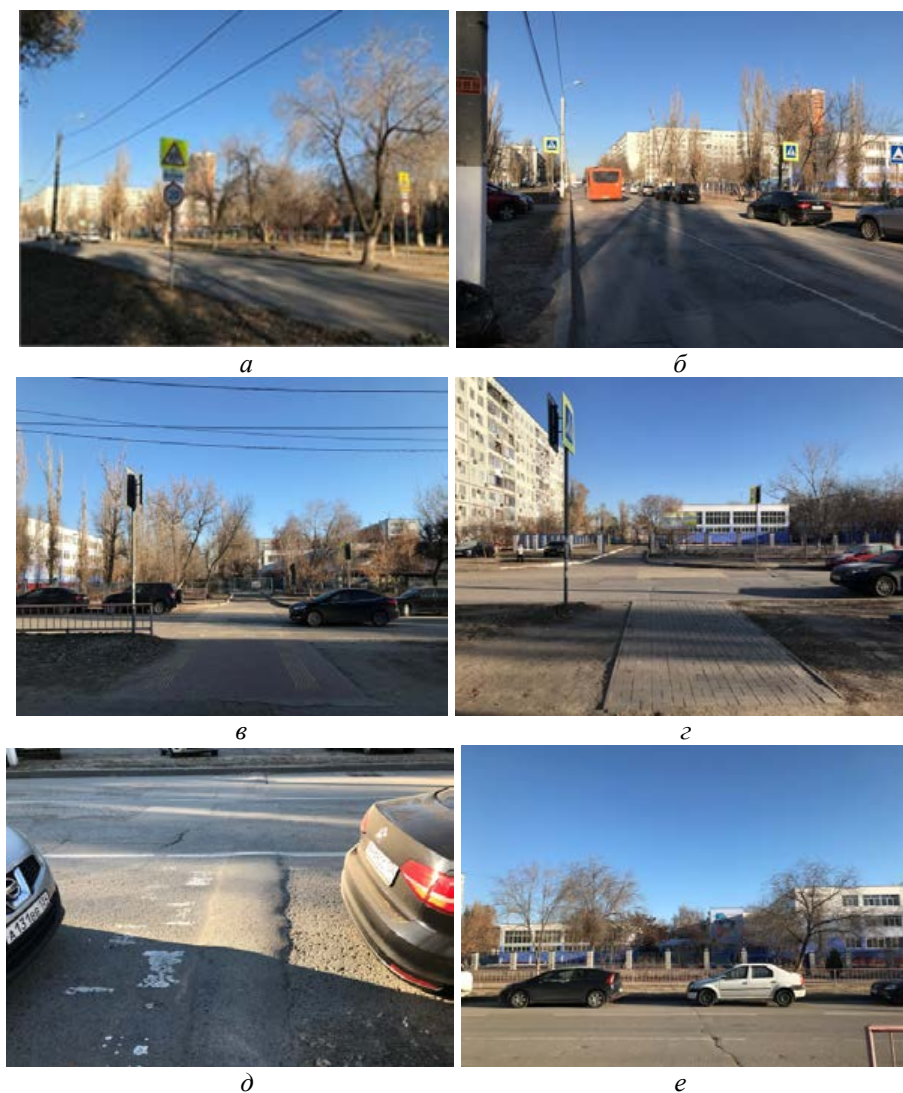


Рис. 3. Существующая ситуация организации дорожного движения по ул. Ростовской вблизи МОУ «Гимназия» № 17 Ворошиловского района г. Волгограда: *а* — одностороннее движение, три полосы, дорожные знаки, ограждение, освещение с одной стороны улицы; *б* — наличие дорожных знаков, разметки, отсутствует парковочное пространство; *в* — наличие первого пешеходного перехода, без светофора; *г* — наличие второго пешеходного перехода, без светофора; *д* — общий вид школы, отсутствует парковочное пространство; *е* — разрушенная искусственная неровность из асфальтобетона

Волгоград», НИР дог. № КС0711-2018/В, 1613/18-н ИАиС ВолгГТУ от 07.11.2018 г., Волгоград.

На дорогах Волгограда с 1997 г. начали выполняться работы по устройству искусственной неровности проезжей части (далее — ИНПЧ) в местах расположения школ вблизи дорог с интенсивным движением транспортных средств.

Анализ статистических данных о ДТП после устройства искусственных неровностей в Волгограде³ показывает, что за период времени 1995—2018 гг. общее количество ДТП сократилось на 77 % при полном отсутствии погибших.

Таким образом, многолетний опыт показывает эффективность мероприятий по устройству ИНПЧ и говорит о целесообразности его продолжения и совершенствования с внедрением современных элементов.

На основании полученных при детальном анализе статистических данных о ДТП по участкам дорог с ИНПЧ, можно сделать следующие выводы.

Основными причинами высокой аварийности в городской черте являются:

- со стороны пешеходов — нарушение правил дорожного движения;
- со стороны водителей — нарушение правил обгона, превышение скорости движения.

Указанные причины связаны между собой, так как они ведут к наиболее опасным видам происшествий — наезд на пешехода и столкновение.

Также следует учитывать, что расширение форм принудительного воздействия на режимы движения участников дорожного движения является целесообразным решением обеспечения безопасности на УДС согласно проводимым исследованиям на кафедре ИПТС ВолгГТУ [1, 2].



Исходя из данных диаграммы (рис. 5), можно сказать, что такая высокая статистика аварийности связана с такими основными причинами, как несоблюдение водителями предписываемых скоростных режимов на подходах к образовательным учреждениям (нарушение ПДД) и невнимательность пешеходов при переходе проезжей части (50 % не обращают внимания на приближающиеся к пешеходным переходам транспортные средства).

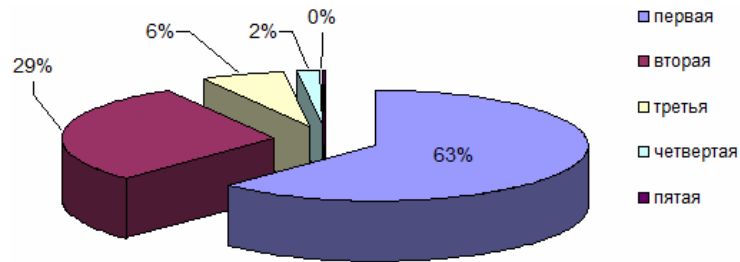


Рис. 5. Диаграмма статистики ДТП, совершенных на пешеходных переходах, в зависимости от полосы движения транспортного средства в России за октябрь—январь 2018 г.

В связи с этим представляется целесообразным в местах концентрации ДТП с участием пешеходов на первых полосах движения транспортных средств (далее — ТС), вблизи подходов к образовательным учреждениям использовать методы принудительного воздействия на скоростной режим ТС.

К таким методам относятся использование специальных элементов, обеспечивающих вынужденное (гарантированное) соблюдение водителями необходимых, обоснованных для безопасности движения скоростных режимов, в виде искусственных препятствий, изменяющих траекторию (далее — ИПИТ) движения ТС [2—4].

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, учитывающие на основе зарубежного опыта размещения ИПИТ.

Схема выбирается в зависимости от числа полос движения, размещения парковочных зон, пешеходных дорожек и схем сочетания дорог между собой.

При проектировании ИПИТ особое внимание должно уделяться методам визуального ориентирования.

Кроме принудительного регулирования скорости движения ТС с помощью ИПИТ необходимо подобрать соответствующие проектные решения в целях воздействия на пешеходов, особенно детей:

- Местные сужения ширины проезжей части.

Снижение скорости движения достигается за счет сужения ширины проезжей части (уменьшается зазор безопасности для движения автомобиля). Освободившееся пространство в результате можно использовать для устройства парковочных мест или для благоустройства прилегающей территории. Пример и геометрические параметры такого сужения представлен на рис. 6.

Возможно применение для успокоения как одностороннего, так и двустороннего движения. Рекомендуется комбинирование с устройством неровности проезжей части.

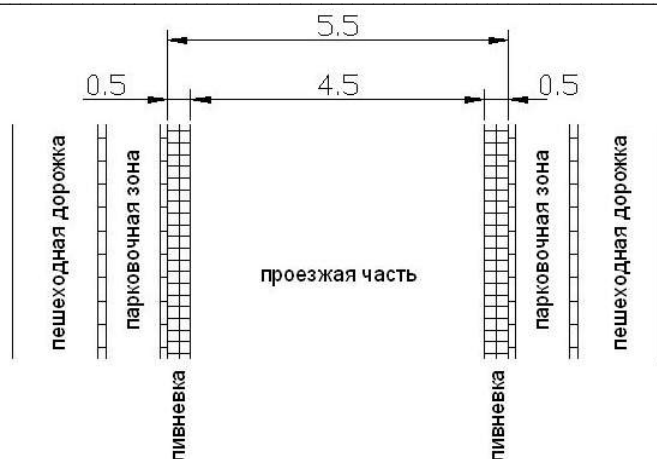


Рис. 6. Пример сужения проезжей части за счет устройства парковочной зоны и выделения брусчаткой ливневки

Длина сужения не должна превышать 20 м. Необходимая допустимая ширина этого участка должна быть в пределах 4,0...4,5 м. Это позволяет проезжать двум легковым машинам с невысокой скоростью.

- Островки безопасности.

Устройство островков безопасности на проезжей части обеспечивает существенную безопасность движения, а их озеленение не только обеспечивает ориентацию водителей и пешеходов, но и способствует более привлекательному разделению пространства улицы. Ширина островка должна быть не менее 2,0 м, зеленая зона островка — не менее 3,0 м. Ширина проезжей части с двух сторон от островка безопасности должна быть, как правило, $\geq 3,0$ м, но не менее 2,75 м (рис. 7).

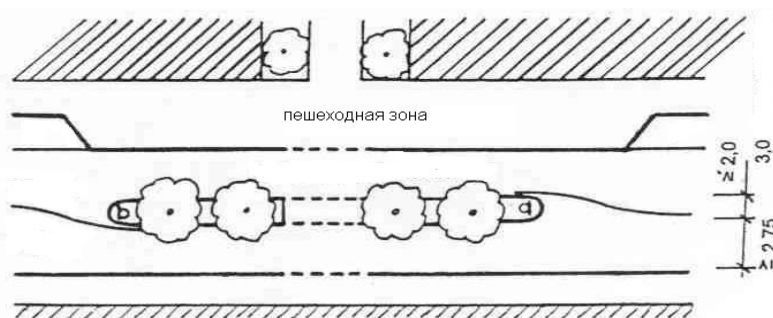


Рис. 7. Схема устройства островка безопасности

Конфигурация островков безопасности, в зависимости от конкретных условий, могут иметь различный вид.

Одним из элементов повышения безопасности перехода и сокращения пути через действующую проезжую часть является устройство пешеходных переходов в местах устройства островков безопасности и сужения проезжей части, пример представлен на рис. 8.

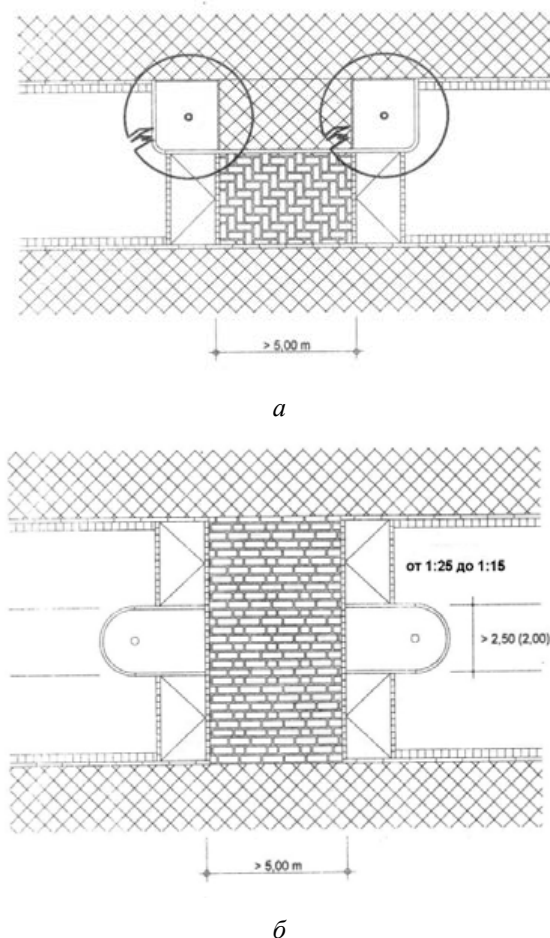


Рис. 8. Вариант устройства пешеходного перехода: *а* — с частичным перекрытием одной из полос проезжей части; *б* — с устройством островка безопасности посередине проезжей части

Также с целью повышения безопасности дорожного движения на подходах к образовательным учреждениям, после внедрения мероприятий краткосрочной перспективы необходимо усовершенствовать комплекс мероприятий по организации дорожного движения (рис. 9).

Необходимое дополнительное внедрение ИПИТ движения ТС — комплекс мероприятий по организации дорожного движения, требуемый на подходах к образовательным учреждениям.

Основные составляющие комплекса мероприятий по организации дорожного движения долгосрочной перспективы [5]:

- Оснащение светофоров источниками лазерной стены, которые будут дополнительно ограничивать движение автомобилей и пешеходов, для предотвращения их пересечения на проезжей части (рис. 10).

Лазерная стена представляет собой светофор, дополненный специальной установкой на противоположной стороне. Между ними будут проходить красные лазерные лучи. Если загорается зеленый для пешеходов, то лазер «преграждает» дорогу автомобилисту, и наоборот.

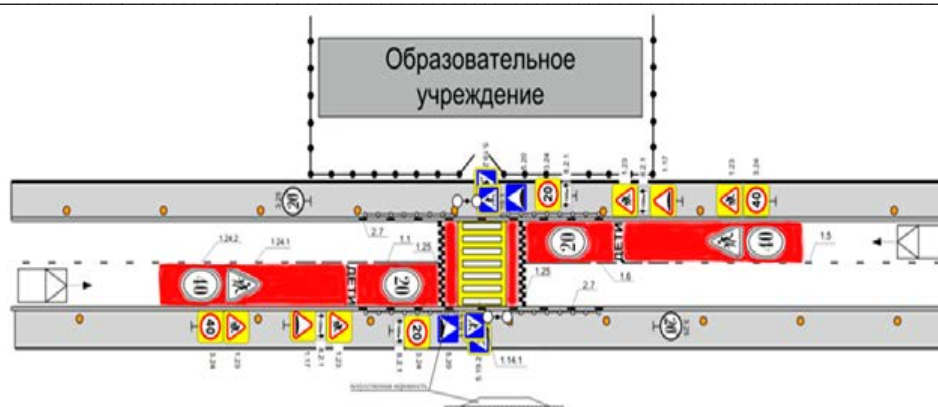


Рис. 9. Усовершенствованная схема размещения технических средств ОДД на подходах к образовательным учреждениям (цветовое зонирование, лазерные стены, светодиодные катафоты)



Рис. 10. Лазерная стена светофорного объекта на УДС

Такое чередование значительно сократит количество аварий с участием пешеходов, ведь если путь преграждает красный луч (стена), нарушить Правила дорожного движения на переходе будет значительно труднее психологически.

Внедрение цветового зонирования для повышения безопасности движения в местах, требующих повышенного внимания и ориентации на въезд или вход в «конфликтные зоны», происходит с использованием опыта зарубежных стран (рис. 11). Длина цветного участка покрытия на каждом подходе не менее 50 м.



Рис. 11. Пример внедрения цветового зонирования на УДС (зарубежный опыт)

Внедрение светодиодного дорожного катафота для повышения безопасности движения.



Рис. 12. Светодиодные дорожные катафоты на УДС

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Статистические данные о дорожно-транспортных происшествиях вблизи образовательных учреждений показывают, что существующие мероприятия по устройству искусственной неровности проезжей части недостаточно способствуют снижению ДТП с участием несовершеннолетних участников дорожного движения.

2. В представленной работе были разработаны мероприятия комплексной схемы организации дорожного движения с внедрением современных элементов, находящихся на различной стадии разработки и реализации на подходах к образовательным учреждениям. На основе проведенного анализа данные мероприятия показали существенное снижение детского дорожно-транспортного травматизма путем усовершенствования схемы организации дорожного движения на улично-дорожной сети вблизи образовательных учреждений города Волгограда.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Девятков М. М., Чернецов М. В. Эффективность применения искусственных препятствий для изменения траектории движения транспортных средств // Сборник докладов Международной науч.-практ. конф. Реконструкция — Санкт-Петербург. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. 2005. Ч. II. С. 143—146.
2. Девятков М. М., Вилкова Е. С., Слободенюк П. Ю. Искусственные препятствия, изменяющие траекторию движения транспортных средств, как метод модернизации местных участков 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.
3. Девятков М. М., Чернецов М. В. Классификация методов геометрического и визуального воздействия искривления прямолинейных участков дорог и улиц населенных пунктов // Вестник ВолгГАСУ. 2004. Вып. 4(13). Сер.: Строительство и архитектура. С. 76—80.
4. Осиповский Д. Е. Методические руководства по современным методам организации дорожного движения // Минтранс РФ, Департамент государственной политики в области автомобильного и городского пассажирского транспорта. Организация дорожного движения. Методы «успокоения движения». URL: https://www.mintrans.ru/documents/#document_42397
5. 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. 2004. Вып. 4(13). Сер.: Строительство и архитектура.

© Сапожкова Н. В., Федина М. А., Кубахова А. С., Барышников В. А., 2019

Поступила в редакцию
в июне 2019 г.

Ссылка для цитирования:

Обоснование мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения на участках УДС г. Волгограда вблизи образовательных учреждений / Н. В. Сапожкова, М. А. Федина, А. С. Кубахова, В. А. Барышников // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 92—101.

Об авторах:

Сапожкова Наталья Васильевна — канд. техн. наук, доцент кафедры изысканий и проектирования транспортных сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, sapozhkovanv@mail.ru

Федина Марина Алексеевна — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, Mrs_kolgushkina@inbox.ru

Кубахова Анжелика Сабировна — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, kilala76@yandex.ru

Барышников Василий Алексеевич — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, vasyabar29@mail.ru

Natal'ya V. Sapozhkova, Marina A. Fedina, Angelica S. Kubakhova, Vasily A. Barishnikov

Volgograd State Technical University

**JUSTIFICATION OF MEASURES TO ENSURE ROAD SAFETY IN AREAS OF UDS
IN THE CITY OF VOLGOGRAD NEAR EDUCATIONAL INSTITUTIONS**

The analysis of statistical data of road accidents involving children for 2018 in the city of Volgograd was carried out. Developed and presented a set of measures aimed at improving the traffic management scheme on the approaches to educational institutions.

Key words: traffic accident, the driver of the vehicle, street road network, road safety measures, educational institutions, road safety.

For citation:

Sapozhkova N. V., Fedina M. A., Kubakhova A. S., Barishnikov V. A. [Justification of measures to ensure road safety in areas of UDS in the city of Volgograd near educational institutions]. *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], 2019, iss. 3, pp. 92—101.

About authors:

Natal'ya V. Sapozhkova — Candidate of Engineering Sciences, Docent of Survey and Design of Transport Works Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, sapozhkovanv@mail.ru

Marina A. Fedina — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, Mrs_kolgushkina@inbox.ru

Angelica S. Kubakhova — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, kilala76@yandex.ru

Vasily A. Barishnikov — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, vasyabar29@mail.ru

УДК 536.2:692.4

А. В. Ковылин, Н. Ю. Карапузова, В. О. Ершова, А. С. Рязова

Волгоградский государственный технический университет

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ ПО ТЕПЛОВЫМ ИЗМЕРЕНИЯМ НА ПОВЕРХНОСТЯХ

Приведены натурные исследования теплового режима ограждающей конструкции без нарушения ее структуры и целостности в переходный период. Получены экспериментальные данные температур внутренней и наружной стенки здания и плотности теплового потока с помощью измерителя плотности тепловых потоков «Теплограф». Построен график изменения температуры на наружной и внутренней стенке жилого здания в течение суток.

Ключевые слова: теплофизические свойства, ограждающая конструкция, жилое здание, неразрушающий контроль, теплофизические свойства, коэффициент теплопроводности, коэффициент температуропроводности.

В настоящее время в России большое внимание уделяется вопросам энергосбережения и энергетической эффективности зданий. При проектировании, строительстве и реконструкции зданий должны применяться энергосберегающие технологии и материалы.

В различные времена года ограждающая конструкция здания нагревается и охлаждается. Период температурных колебаний в ограждающих конструкциях зданий происходит в течении 24 часов, в основном за счет солнечной активности. В итоге через ограждающую конструкцию здания проходят тепловые потоки, которые изменяются в течении 24 часов 365 дней в году. Так, в зимний период тепловой поток имеет направление от внутренней стенки к наружной, а летом — наоборот.

На тепловой и воздушный режимы зданий, а также работу систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха сильное влияние оказывают теплофизические свойства (ТФС) ограждений. При распространении теплоты в полуграниченном пространстве коэффициент температуропроводности служит важнейшей теплофизической характеристикой, определяющей тепловую инерцию массива ограждающих конструкций зданий и сооружений.

Для определения комплекса теплофизических характеристик (коэффициентов теплопроводности, объемной теплоемкости и температуропроводности) наиболее перспективным способом является метод неразрушающего контроля ТФС материалов [1—3]. Авторами были проведены натурные исследования ТФС ограждающих конструкций здания в переходный период года, результаты представлены на рис. 1.

Полученные натурные данные через каждый час в течение 24 часов температуры на поверхности внутренней $T_{вн}$ и наружной стенки $T_{нар}$, температуры внутреннего $T_{вн.в}$ и наружного воздуха $T_{нар.в}$, теплового потока на наружной $q_{нар}$ поверхности стенки, Вт/м².

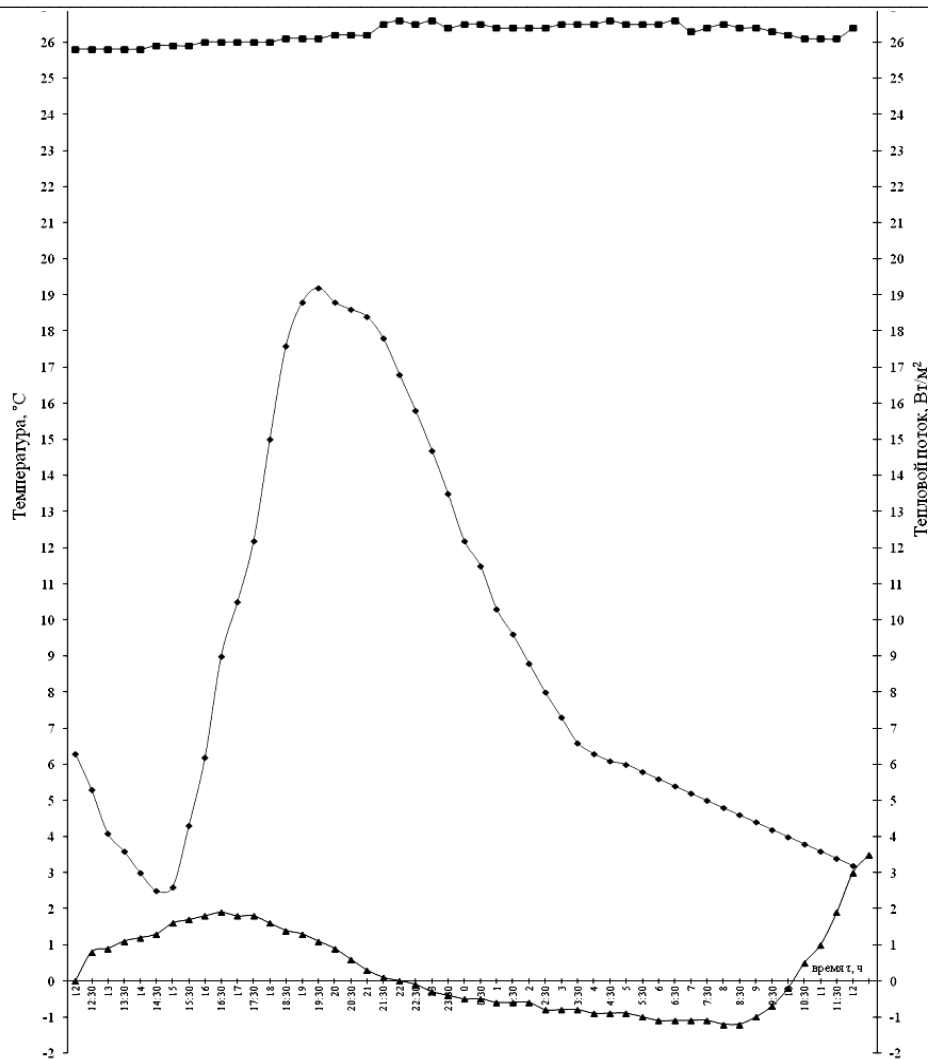


Рис. 1. Экспериментальные распределения температур и теплового потока ограждения здания (24—25 марта 2018 г.)

Макс плотность теплового потока ночью составляла: $q_{\text{max}}^n = 19,2 \text{ Вт/м}^2$; температура наружной стены: $t_{\text{нар}} = 0,9^\circ\text{C}$; температура внутренней стены: $t_{\text{вн}} = 26,1^\circ\text{C}$; разность температур наружной и внутренней стенки: $\Delta t = 26,1 - 0,9 = 25,2^\circ\text{C}$; толщина однородной стены здания: $\delta = 0,2 \text{ м}$.

Мин плотность теплового потока днем была и равняется $q_{\text{min}}^n = 2,5 \text{ Вт/м}^2$.

По полученным данным рассчитаны коэффициенты теплопроводности λ , $\text{Вт/(м} \cdot \text{К)}$, объемной теплоемкости (c_p), $\text{Дж/(м}^3 \cdot \text{К)}$ и коэффициент температуропроводности a .

Для определения коэффициента теплопроводности использовались температуры на поверхности внутренней $T_{\text{вн}}$ и наружной стенки $T_{\text{нар}}$, максимальный тепловой поток на наружной поверхности стенки $q_{\text{нар}}$, Вт/м^2 . Коэффициент теплопроводности λ равен:

$$\lambda = (q_n^{\max} \delta) / (t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}); \quad (1)$$

$$\lambda = (19,2 \cdot 0,2) / 25,2 = 0,15.$$

Мах амплитуда колебаний температурной волны $\vartheta_n^{\max}$ на наружной поверхности ограждения здания между 16 и 7:30 ч равняется [4, 5]:

$$\vartheta_n^{\max} = 0,5(t_1 - t_2); \quad (2)$$

$$\vartheta_n^{\max} = 0,5(1,9 + 1,2) = 1,55,$$

где $t_1 = 1,9$ °C — температура наружной стенки в 16 часов; $t_2 = -1,2$ °C — температура наружной стенки в 7:30 часов.

Коэффициент теплоусвоения ограждения находится [3]:

$$B = q_n^{\max} / \vartheta_n^{\max}; \quad (3)$$

$$B = 19,2 / 3,2 = 6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Для определения объемной теплоемкости использовался коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м · К), найденный по формуле (1), и мах амплитуда колебаний температурной волны $\vartheta_n^{\max}$, найденная по формуле (2). Объемная теплоемкость ограждения равняется [6, 7]:

$$(ср) = (B^2 z) / (\lambda \cdot 2\pi); \quad (4)$$

$$(ср) = (36 \cdot 86400) / (0,15 \cdot 2 \cdot 3,14) = 3301,$$

где $z = 86400$ с — полный период колебаний температуры на наружной поверхности ограждения.

Коэффициент температуропроводности ограждения здания находится по (5) и равен:

$$a = \lambda / (ср); \quad (5)$$

$$a = 0,15 / 3301000 = 0,05 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}.$$

На рисунке 2 представлены полученные натурные данные каждый час в течение 24 часов температуры поверхности внутренней $T_{\text{вн}}$ и наружной стенки $T_{\text{нар}}$, °C, температуры внутреннего $T_{\text{вн.в}}$ и наружного воздуха $T_{\text{нар.в}}$, °C, теплового потока на наружной $q_{\text{нар}}$ поверхности стенки, Вт/м².

При мах плотности теплового потока в ночное время $q_n^{\max} = 19,1 \text{ Вт}/\text{м}^2$ температура наружной стены составляла: $t_{\text{нар}} = 1,8$ °C, температура внутренней стены: $t_{\text{вн}} = 26,2$ °C, разность температур наружной и внутренней стенки: $\Delta t = 26,2 - 1,8 = 24,4$ °C, толщина стены здания: $\delta = 0,2$ м.

Min плотность теплового потока была днем и составила: $q_n^{\max} = 5,6 \text{ Вт}/\text{м}^2$.

Применив разработанный [8] метод и натурные данные, которые получили при эксперименте, произвели расчет коэффициента теплопроводности λ , Вт/(м · К), объемной теплоемкости (ср), кДж/(м³ · К), коэффициента температуропроводности a , м²/с.

Чтобы найти коэффициент теплопроводности, использовались температуры поверхности внутренней $T_{\text{вн}}$ и наружной стенки $T_{\text{нар}}$, °C, max тепловой поток на наружной поверхности стенки $q_{\text{нар}}$, Вт/м². Коэффициент теплопроводности λ равняется:

$$\lambda = (q_{\text{п}}^{\text{max}} \delta) / (t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}),$$

$$\lambda = (19,1 \cdot 0,2) / 24,4 = 0,16 \text{ Вт/(м·К)}.$$

Max амплитуда колебаний температурной волны $\vartheta_{\text{п}}^{\text{max}}$ на наружной поверхности ограждения здания между 15 и 6 ч. равняется [9]:

$$\vartheta_{\text{п}}^{\text{max}} = 0,5(t_1 - t_2) = 0,5(5,2 + 4) = 4,6 \text{ °C},$$

где $t_1 = 5,2 \text{ °C}$ — температура стенки в 15 часов; $t_2 = -4 \text{ °C}$ — температура стенки в 6 часов.

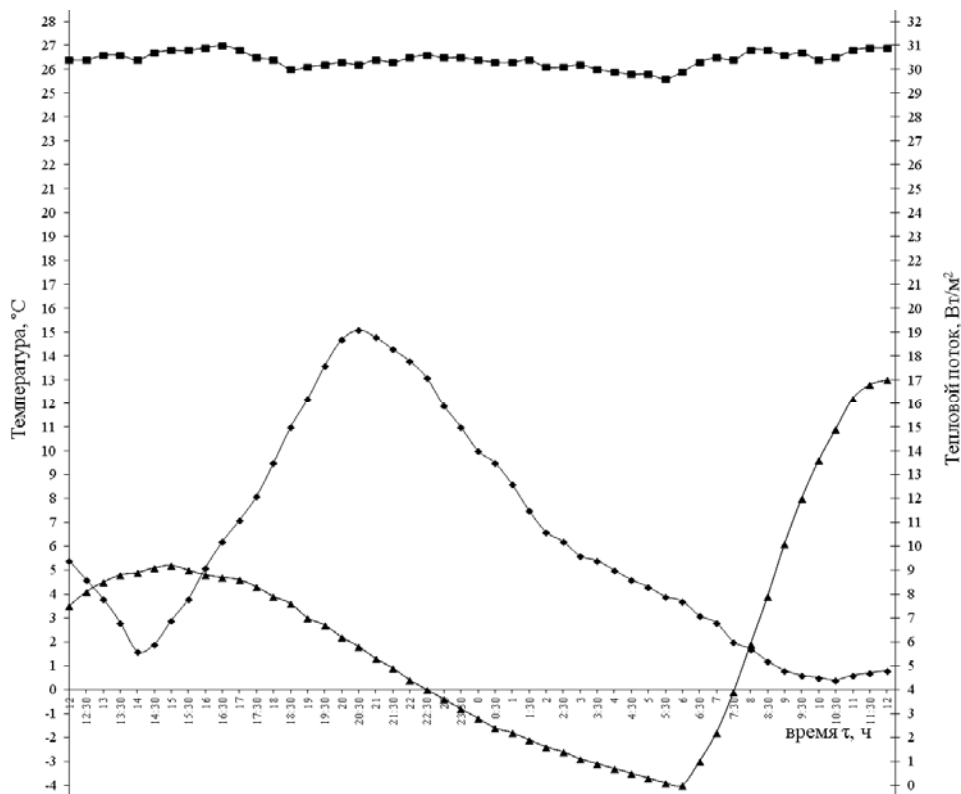


Рис. 2. Экспериментальные распределения температур и теплового потока ограждения здания (25—26 марта 2018 г.)

Коэффициент теплоусвоения ограждения определяется по формуле [10]:

$$B = q_{\text{п}}^{\text{max}} / \vartheta_{\text{п}}^{\text{max}} = 19,1 / 4,6 = 4,15 \text{ Вт/(м²·К)}.$$

Чтобы найти объемную теплоемкость, используется коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·К), рассчитанный по формуле (1), и max амплитуда ко-

лебаний температурной волны $\vartheta_n^{\max}$, °С, рассчитанная по формуле (2). Объемная теплоемкость ограждения определяется по формуле [11, 12]:

$$(ср) = (B^2 z) / (\lambda \cdot 2\pi);$$

$$(ср) = (17,2 \cdot 86400) / (0,16 \cdot 2 \cdot 3,14) = 1479 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{К}),$$

где $z = 86400$ с — полный период колебаний температуры на наружной поверхности ограждения.

Коэффициент температуропроводности здания определяется по формуле (5) и равняется:

$$a = \frac{\lambda}{ср};$$

$$a = \frac{0,16}{1479000} = 0,11 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}.$$

Найденные с помощью расчета данные коэффициента теплопроводности λ , объемной теплоемкости (ср), коэффициента температуропроводности a представлены в таблице для двух дней измерений.

Т а б л и ц а 1

Теплофизические свойства здания

Наименование	Коэффициент температуропроводности a , $\text{м}^2/\text{с}$	Коэффициент теплопроводности λ , $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	Объемная теплоемкость (ср) $\text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})$
24—25.03.2018	$0,5 \cdot 10^{-6}$	0,15	3301
25—26.03.2018	$0,11 \cdot 10^{-6}$	0,16	1479

Выводы. Результаты экспериментальных исследований показали, что полученные с помощью расчета [13] данные коэффициента теплопроводности λ , объемной теплоемкости (ср), коэффициента температуропроводности a , представленные в табл. 1, в разные дни для исследуемой стены здания различаются. Это говорит о том, что в течение суток за счет солнечного излучения температура ограждающей конструкции здания меняется. В результате чего через ограждающую конструкцию здания проходят тепловые потоки, которые меняются в течение суток.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фокин В. М., Ковылин А. В. Способ неразрушающего контроля комплекса теплофизических характеристик твердых строительных материалов : пат. № 2009129316/28 Рос. Федерации ; заявл. 29.07.2009 ; опубл. 10.02.2011, Бюл. № 4. 9 с.
2. Фокин В. М., Ковылин А. В., Чернышов В. Н. Энергоэффективные методы определения теплофизических свойств строительных материалов. М. : Спектр, 2011. 155 с.
3. Фокин В. М. Научно-методологические основы определения теплофизических свойств материалов методом неразрушающего контроля. М. : Машиностроение-1, 2003. 140 с.
4. Фокин В. М., Ковылин А. В. Теоретические основы определения теплопроводности, объемной теплоемкости и температуропроводности материалов по тепловым измерениям на поверхности методом неразрушающего контроля // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура. Волгоград, 2009. Вып. 14(33). С. 123—127.

5. Ковылин А. В., Фокин В. М. Методика определения коэффициентов теплопроводности, теплоусвоения, тепловой инерции, температуропроводности и объемной теплоемкости строительных и теплоизоляционных материалов методом неразрушающего контроля // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура. Волгоград, 2010. № 19(38). С. 112—117.

6. Ковылин А. В., Фокин В. М. Определение теплофизических свойств ограждающей конструкции здания методом неразрушающего контроля в летний период // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура. Волгоград, 2009. № 16(35). С. 58—60.

7. Теоретические основы определения теплофизических свойств материалов и теплообменных процессов в ограждениях : учеб. пособие / В. И. Лепилов, Н. Ю. Карапузова, А. В. Ковылин и др. Волгоград : ВолгГТУ, 2015. 113 с.

8. Усадский Д. Г. Методы технического контроля эффективных энергетических систем зданий и сооружений // Новая наука: стратегии и векторы развития. 2016. № 4-2(76). С. 181—184.

9. Тепловой метод неразрушающего контроля ограждающих конструкций при научном обосновании энергоэффективных строительных систем / Д. Г. Усадский, Н. М. Пашенко и др. // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура. Волгоград, 2013. № 30. С. 226—231.

10. Чернышов В. Н., Чернышов А. В., Жарикова М. В. Энергоэффективная измерительная система неразрушающего контроля теплофизических характеристик строительных материалов и изделий // Актуальные проблемы энергосбережения и эффективности в технических системах : тезисы докладов 3-й Международной конференции с элементами научной школы. 2016. С. 374—375.

11. Лепилов В. И., Перфилов В. А. Энергосберегающие ограждающие элементы // VIII Международная научная конференция «Качество внутреннего воздуха и окружающей среды». Волгоград, 2010. С. 201—206.

12. Чернышов В. Н., Чернышов А. В., Голиков Д. О. Метод и система оперативного контроля теплофизических характеристик строительных материалов // Контроль. Диагностика. 2010. № 11. С. 34—41.

13. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент : справочник / Е. В. Аметистов, В. А. Григорьев, Б. Т. Емцев и др.; под общ. ред. В. А. Григорьева и В. М. Зорина. М. : Энергоиздат, 1982. 512 с.

© Ковылин А. В., Карапузова Н. Ю., Ершова В. О., Ряузова А. С., 2019

Поступила в редакцию
в июне 2019 г.

Ссылка для цитирования:

Экспериментальное определение теплофизических свойств ограждающих конструкций зданий по тепловым измерениям на поверхностях / А. В. Ковылин, Н. Ю. Карапузова, В. О. Ершова, А. С. Ряузова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 102—108.

Об авторах:

Ковылин Андрей Васильевич — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры энергоснабжения, теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, Kovylin.andrei@mail.ru

Карапузова Наталья Юрьевна — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры энергоснабжения, теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, karapuzova_ny@mail.ru

Ершова Виктория Олеговна — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, karapuzova_ny@mail.ru

Ряузова Анна Станиславовна — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, karapuzova_ny@mail.ru

Andrei V. Kovylin, Natal'ya Yu. Karapuzova, Viktoriya O. Ershova, Anna S. Ryauzova

Volgograd State Technical University

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF BUILDING ENVELOPES BY THERMAL MEASUREMENTS ON SURFACES

The full-scale studies of the thermal regime of the enclosing structure without violation of its structure and integrity in the transition (autumn) period are presented. Experimental data on the temperature of the inner and outer walls of the building and the density of the heat flux were obtained using the «Tep-lograf» heat flux density meter. A graph of temperature changes on the outer and inner walls of a residential building during the day was constructed.

Key words: thermophysical properties; filler structure; residential building; unbrakable control; thermophysical properties; coefficient of thermal conductivity; thermal diffusivity.

For citation:

Kovylin A. V., Karapuzova N. Yu., Ershova V. O., Ryauzova A. S. [Experimental determination of the thermophysical properties of building envelopes by thermal measurements on surfaces]. *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], 2019, iss. 3, pp. 102—108.

About authors:

Andrei V. Kovylin — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Docent of Power Supply, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, Kovylin.andrei@mail.ru

Natal'ya Yu. Karapuzova — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Docent of Power Supply, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, karapuzova_ny@mail.ru

Viktoriya O. Ershova — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, karapuzova_ny@mail.ru

Anna S. Ryauzova — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, karapuzova_ny@mail.ru

УДК 628.3

Д. О. Игнаткина^а, А. А. Войтюк^б, А. В. Москвичева^а, Э. П. Доскина^а, А. П. Поздняков^а

^а *Волгоградский государственный технический университет*

^б *ООО «Лэндстрой»*

РАЗРАБОТКА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ СПОСОБОВ УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННОГО СОРБЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НОВОЙ ПРОДУКЦИИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

В статье представлены результаты лабораторных исследований, на основании которых были разработаны способы утилизации ГКС, исчерпавшего свой сорбционный ресурс, для производства новой продукции в строительной индустрии.

Ключевые слова: сточные воды, табачная индустрия сорбционная очистка, сорбент, утилизация, сжигание, поризующая добавка, сухие строительные смеси, цементация скважин.

В последние годы обострились проблемы, связанные с загрязнением водного бассейна. Сброс неочищенных сточных вод (СВ) в поверхностные водоемы приводит к снижению биоразнообразия и даже исчезновению жизни в экосистемах. Одно из решений проблемы охраны окружающей среды заключается в разработке и внедрении безотходных и малоотходных технологий очистки промышленных СВ.

Наиболее перспективным направлением в создании эффективных экологически безопасных технологий обработки промышленных СВ является адсорбционная очистка [1, 2]. Одним из производств, характеризующихся образованием высококонцентрированных СВ, являются предприятия табачной индустрии, входящие в состав пищевой промышленности, для которых метод сорбционной доочистки некондиционных вод является наиболее экономически оправданным и эффективным¹ [3, 4].

Авторами статьи были изучены процессы адсорбции загрязняющих веществ, входящих в состав СВ предприятия табачной индустрии РФ, с использованием ГКС, способ получения которого разработан сотрудниками кафедры водоснабжения и водоотведения ВолГТУ [5, 6]. На стадии адсорбционной очистки высококонцентрированных стоков обозначенного производства образуется значительное количество отработанного сорбента, содержащего органические загрязнители, входящие в состав СВ, — ХПК и БПК_{полн}, анионогенные поверхностно-активные вещества (АПАВ) и ионы хлора, в связи с этим возникает вопрос, связанный с утилизацией отработанного ГКС [7, 8]. В статье представлены результаты проведенных лабораторных исследований, на основании которых были предложены способы утилизации отработанного сорбента в качестве вторичного сырья в строительной индустрии.

После использования сорбционно-фильтрующего материала ГКС для доочистки СВ предприятия табачной индустрии РФ от загрязнений, концентра-

¹ Adsorption: progress in fundamental and application research: selected reports at the 4th pacific basic conference on absorption science and technology // World scientific Publishing company incorporated, 2007. 281 p.

ции которых многократно превышают допустимые значения даже после электрохимической обработки (см. табл. 1), предлагается не подвергать его регенерации в связи с экономической нецелесообразностью этого процесса ввиду необходимости использования значительного количества воды, а проводить утилизацию традиционным способом — сжиганием [9, 10]. Кроме того, на основании дополнительно проведенных исследований можно рекомендовать альтернативные направления использования отработанного ГКС: в качестве поризующей добавки в глиняную массу при изготовлении керамических изделий [11—14], в качестве сухих строительных смесей для устройства полов [15, 16], для цементации скважин при горизонтально направленном бурении (ГНБ) [17, 18].

Таблица 1

Состав загрязняющих компонентов СВ предприятия табачной индустрии РФ, концентрация которых превышает допустимые значения

№ п/п	Наименование компонента	Концентрация	ДК*
1	БПК _{полн.}	178...180 мг·О ₂ /дм ³	34,44
2	ХПК	204...210 мг·О ₂ /дм ³	51,66
3	АПАВ	0,9...1,2 мг/дм ³	0,42
4	Активный хлор	940...1000 мг/дм ³	72,3

Примечание: * — допустимые концентрации в соответствии с Постановлением администрации города Волгограда № 3229 от 24.10.2011 г.

Сжигание. Разработанный сорбент — ГКС, полностью исчерпавший свою сорбционную емкость, после доочистки загрязняющих компонентов, входящих в состав СВ предприятия табачной индустрии РФ, предлагается утилизировать в установке (рис. 1) для термической переработки твердых отходов (шламов, образовавшихся в результате водоочистки), где происходит полное разложение комплексных сложных соединений на простые [19, 20].

Принцип работы данной установки (рис. 1) предполагает следующие основные технологические операции [21, 22]: 1) отработанный ГКС поступает в загрузочный бункер, затем по винтовому шнеку (конвейеру) 14 отправляется в камеру пиролиза (имеющую U-образный вид), где он подхватывается воздушным потоком, создаваемым системой подачи воздуха 19, состоящей из компрессорной установки 20, воздушного ресивера 21. В результате чего создается смесь, которая подвергается пиролизу в камере 2; 2) на пути движения смеси установлены электроды. При помощи электрических дуг, создаваемых электродами, осуществляется поддержание необходимой температуры. При прохождении смеси через высокотемпературные зоны происходит сжигание большей части шлама. Затем шлам попадает в высокотемпературную зону, где происходит его дальнейшая газификация; 3) образовавшиеся продукты горения и пиролиза проходят через инжектор 13, выдуваются в камеру сгорания 3, куда дополнительно подается воздух, и происходит окончательное сжигание выделяющихся газов и остатков органической части шлама; 4) продукты горения поступают через патрубок 7 в циклон 10, предназначенный для разделения на минеральную часть, которая ссыпается в наклонный желоб 26, откуда подхватывается воздушным потоком и выводится в отвал, и на дымовые газы, которые отводятся во второй циклон 11, где происходит до-

очистка выброса от минерального остатка, поступающего так же через патрубок в отвал 28; 5) дымовые газы проходят обработку в нейтрализаторе, который заполнен металлической стружкой, где происходит их очистка от вредных примесей, и затем выбрасываются в атмосферу.

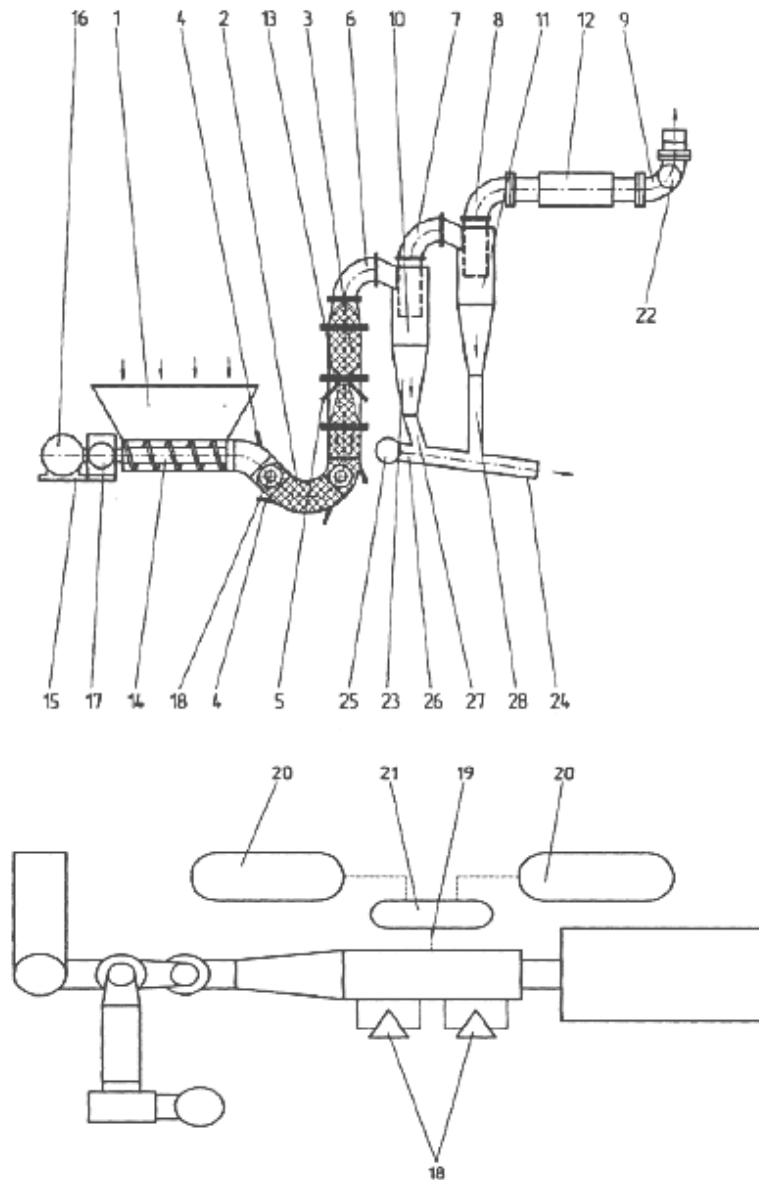


Рис. 1. Установка для термической (высокотемпературной) переработки шламов, образующихся в результате водоочистки: 1 — загрузочный бункер; 2 — камера пиролиза; 3 — камера сгорания; 4, 5 — патрубки подачи воздуха; 6, 7, 8, 9 — патрубки отвода газообразных продуктов горения; 10, 11 — циклон; 12 — нейтрализатор; 13 — инжектор; 14 — винтовой конвейер; 15 — привод; 16 — двигатель; 17 — редуктор; 18 — электроды; 19 — система подачи воздуха; 20 — компрессорные установки; 21 — воздушный ресивер; 22 — вентилятор; 23 — конусное сужение; 24 — разгрузочное устройство; 25 — вентилятор разгрузки; 26 — наклонный желоб; 27, 28 — патрубки отвода продуктов горения

Состав золы (минеральный остаток), которая пошла в отвал, необходимо дополнительно изучить и определить класс опасности образующегося отхода согласно методике расчета, утвержденной приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 4 декабря 2014 г. № 536 и представленной в документе «Критерии отнесения отходов к I—V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду», а затем можно давать рекомендации по ее дальнейшему использованию в качестве вторичного сырья.

Поризующая добавка в глиняную массу при изготовлении керамических изделий. Влажность фильтрационного шлама в виде отработанного ГКС, образующегося при доочистке многокомпонентных СВ, составляет около 75 %. С целью утилизации отработанного сорбента и ликвидации попадания загрязняющих веществ, входящих в состав стоков табачной фабрики (ТФ), в окружающую среду, а также для предотвращения изъятия земель из сельскохозяйственного оборота, занятых под складирование осадков, образующихся в результате очистки сточных вод, в настоящей работе предложено использовать отработанный ГКС в качестве поризующей добавки в глиняную массу при изготовлении неглазурованной плитки для облицовки полов внутри зданий.

Согласно литературным источникам [16, 21, 22] примерный состав массы, который применяется при производстве плитки для облицовки поверхности пола внутри здания, следующий: каолин (5...10 %), глина (25...70 %), полевошпатное сырье (13...25 %), кварцевый песок (10...15 %), карбонатное сырье (0...10 %) и бой изделий (5...10 %). Ранее проведенные исследования по определению состава ГКС также подтверждают наличие в нем большей части перечисленных выше компонентных ингредиентов, необходимых для производства неглазурованной напольной плитки.

На основании ГОСТ 6787—2001 «Плитки керамические для полов. Технические условия» плитку, предназначенную для облицовки полов, производят методом полусухого прессования, используя для подготовки сырьевых материалов мокрый способ. Поэтому крупные куски глин необходимо предварительно раздробить в валковых мельницах или бегунах. Затем сырьевые компоненты (глину, песок, плавни, ГКС) измельчают совместно в шаровых мельницах в воде до получения однородной суспензии (шликера) с размером частиц менее 0,1 мм и влажностью 35...50 %. Прессованные заготовки зачищают и сушат преимущественно в вертикальных роликовых сушилках. Температура сушки колеблется в зависимости от применяемой технологии от 120 до 350 °С. Остаточное влагосодержание полуфабриката не должно превышать 1 %. На заключительном этапе ведут обжиг плиток в течение 0,5...1 ч при температурах 950...1200 °С, после чего их сортируют и упаковывают. Предлагаемая схема производства неглазурованной плитки для облицовки полов внутри здания с использованием отработанного ГКС представлена на рис. 2.

В лабораторных условиях обжиг отформованных образцов — плиток размером 15 × 15 см и толщиной 4 мм — после высушивания в сушильном шкафу при температуре 120...130 °С проводили в муфельной печи при температуре 1020...1080 °С в течение 60 мин.

Поскольку в состав используемого ГКС входят CaCO_3 и адсорбированные многокомпонентные загрязнители, то в процессе спекания глиняной массы возможно протекание реакции с выделением газообразных веществ, кото-

рые будут способствовать порообразованию в теле керамической массы, что может приводить к снижению прочности готовых керамических изделий и улучшению их тепло- и звукоизоляционных свойств. Результаты по определению физико-механических показателей опытного образца с использованием отработанного ГКС, полученного в лабораторных условиях, представлены в табл. 2.

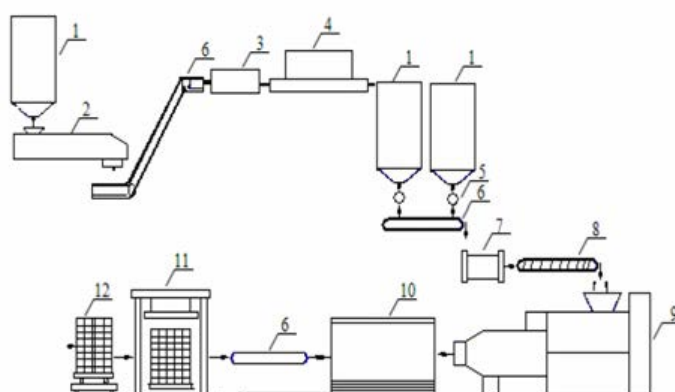


Рис. 2. Схема производства неглазурованной плитки для облицовки полов внутри здания с использованием отработанного ГКС: 1 — бункер; 2 — грохот; 3 — бегуны; 4 — сита; 5 — дозаторы; 6 — ленточный конвейер; 7 — смеситель; 8 — шнековый конвейер; 9 — пресс; 10 — вертикальная роликовая сушилка; 11 — обжиговая печь; 12 — готовая продукция

Таблица 2

*Физико-механические показатели для неглазурованной плитки,
 используемой при облицовке полов внутри здания*

№ п/п	Наименование показателя	Значения для неглазурованных плиток	
		Согласно ГОСТ 6787—2001	при добавлении отработанного ГКС
1	Водопоглощение, %, не более	3,5	2,5
2	Предел прочности при изгибе, МПа, не менее, для плиток толщиной до 9,0 мм включительно	28,0	32
3	Износостойкость (по кварцевому песку), г/см ² , не более	0,18	0,15
4	Морозостойкость, число циклов, не менее	25	50

Результаты испытаний, представленные в табл. 2, свидетельствуют о том, что при использовании отработанного ГКС в качестве добавки при производстве неглазурованной плитки установленные нормативы по прочности согласно ГОСТ 6787—2001 не снижаются, а значит, полученные керамические изделия могут быть использованы для отделки напольных покрытий внутри зданий.

Сухие строительные смеси для устройства полов. Отработанный ГКС после доочистки сточной жидкости также предлагается использовать в качестве водоредуцирующей добавки для изготовления сухих строительных смесей, которые можно применять как выравнивающую подоснову для устройства полов.

Водоредуцирующий эффект влияет на обрабатываемость раствора, что позволяет, в свою очередь, снизить водоцементное отношение, вследствие чего происходит повышение механической прочности без изменения консистенции, а также уменьшается тенденция расслоения и водоотделения готовой выравнивающей растворной смеси.

Технология получения добавки из отработанного ГКС сухой смеси, применяемой при устройстве полов, заключается в сушке отработанного ГКС в естественных условиях, его измельчении до порошкообразного состояния (размер частиц менее 0,1 мм), термической обработке при температуре 300...400 °С в течение 30 минут для удаления связанной влаги. В дальнейшем полученная добавка смешивается с основными компонентами сухой строительной смеси в пропорциях, приведенных в табл. 3.

Таблица 3

Состав сухих строительных смесей

№ п/п	Назначение	Марка	Состав по массе при марке цемента не ниже 400		
			Цемент	Песок	Добавка на основе отработанного ГКС
1	Для стяжек пола	150	1	3	0,3
		200	1	2,8	0,35
2	Для выравнивания покрытия	300	1	2,4	0,4

Таким образом, на основании полученных результатов, представленных в табл. 3, можно утверждать, что затворенная водой сухая смесь с добавкой из отработанного ГКС при неизменном водоцементном отношении трансформируется в сверхпластичный раствор без снижения окончательной механической прочности и позволяет получить структуру с улучшенным качеством поверхности, лишенную пор и ячеек.

Лабораторные испытания проведены согласно п. 8.2 ГОСТ 30459—2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов», а также проведен сравнительный анализ технических условий ТУ 5745-001-00000—2016 «Смеси сухие строительные для устройства полов» с результатами, полученными в ходе исследования образцов, изготовленных с добавлением отработанного ГКС, на соответствие техническим требованиям. Результаты представлены в табл. 4.

Результаты проведенных исследований показали, что предлагаемые смеси сухие строительные с добавкой отработанного ГКС удовлетворяют требованиям ТУ 5745-001-00000—2016 «Смеси сухие строительные для устройства полов» и могут быть использованы для устройства полов в качестве водоредуцирующей добавки.

Т а б л и ц а 4

Результаты испытаний выравнивающих строительных смесей

№ п/п	Наименование показателей	Значение показателей для марок смесей сухих напольных выравнивающих согласно ТУ	Смесь для устройства полов с добавкой на основе отработанного ГКС
1	2	3	4
1	Влажность сухой смеси, не более, %	0,5	0,5
2	Гранулометрический состав, остаток на сите № 1,25, не более, %; № 0,63, не более, %	5 10	0 5
3	Подвижность, глубина погружения конуса, см	4—5	4—5
4	Водоудерживающая способ- ность смеси, не менее, %	95	98,3
5	Диаметр расплыва раствора, см: не менее; не более	9 12	12 15
6	Жизнеспособность раствора, мин, не менее — 20	20	30
7	Сроки схватывания: начало, не ранее, мин; конец, не позднее, мин	40 180	40 180
8 9	Предел прочности, в возрасте 28 суток, не менее, МПа: при сжатии	20	18
10	Прочность сцепления с осно- ванием в возрасте 28 суток, не менее, МПа	0,3	0,5
11	Морозостойкость, не менее, циклов	35	35
12	Усадка, не более, мм/м	1,0	1,5

Выводы. Таким образом, представленные результаты подтверждают возможность применения отработанного ГКС в качестве вторичного сырья при производстве продукции в строительной отрасли:

1) после дополнительного исследования состава золы и определения ее класса опасности можно давать рекомендации по ее дальнейшему использованию в качестве вторичного сырья;

2) возможно использование отработанного ГКС в качестве добавки при производстве неглазурованной плитки для отделки напольных покрытий внутри зданий;

3) отработанный ГКС можно использовать в качестве водоредуцирующей добавки для изготовления сухих строительных смесей, которые можно применять как выравнивающую подоснову для устройства полов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Адсорбционная технология очистки сточных вод / А. М. Когановский и др. Киев : Техника, 1981. 175 с.
2. Ахмадеев В. Я., Савина Н. В. Физико-химические методы и основные теоретические принципы адсорбционной очистки сточных вод от органических соединений. М. : ЦНИИ «Электроника», 1975. 60 с.
3. Jisti D. M., Conway R. A. Activated Carbon Adsorption of Petrochemicals // Water Poll. Control fed. 1974. V. 46. P. 947.
4. Zuckerman M. M., Molof A. H. Activated Carbon Adsorption of organic from Aqueous Phase // Water Poll. Control fed. 1970. V. 42. P. 43.
5. Способ получения сорбента для очистки сточных вод от многокомпонентных загрязнений : пат. № 2017108520 Рос. Федерации / Д. О. Игнаткина и др. ; заявл. 14.03.2017 ; опубл. 14.02.2018, Бюл. № 5. 10 с.
6. Технология получения гранулированного сорбционно-фильтрующего композитного материала на основе отхода производства (на примере предприятия табачной индустрии РФ) / Д. О. Игнаткина и др. // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура. 2017. Вып. 49(68). С. 110—121.
7. Комбинированное устройство для очистки многокомпонентных сточных вод предприятий табачной индустрии / Д. О. Игнаткина, Е. В. Москвичева, Э. П. Доскина и др. // Водоснабжение и санитарная техника (ВСТ). 2018. № 3. С. 36—44.
8. Использование отработанного селективного сорбента для рекультивации нефтезагрязненных почв / Э. П. Доскина, Е. В. Москвичева, А. А. Войтюк и др. // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура. 2017. № 49(60). С. 134—143.
9. Беляев Е. Ю., Беляева Л. Е. Использование растительного сырья в решении проблем защиты окружающей среды // Химия в интересах устойчивого развития. 2000. № 8. С. 763—772.
10. Беляев Е. Ю., Беляева Л. Е. Применение целлюлозы в решении экологических проблем // Химия в интересах устойчивого развития. 2000. № 8. С. 755—761.
11. Галенко А. А., Плешко М. В. Керамическая плитка для внутренней облицовки стен с использованием техногенного сырья // Строительные материалы. 2014. № 4. С. 60—65.
12. Зубехин А. П., Яценко Н. Д. Теоретические основы инновационных технологий строительной керамики // Строительные материалы. 2014. № 1-2. С. 88—92.
13. Фоменко А. И., Каптюшина А. Г., Грызлов В. С. Расширение сырьевой базы для строительной керамики // Строительные материалы. 2015. № 12. С. 25—27.
14. Utilization of water treatment plant sludge in structural ceramics bricks / A. Benlalla et al. // Applied Clay Science. 2015. V. 118. P. 171—177.
15. Котельников Д. Д., Конюхов А. И. Глинистые минералы осадочных пород. М. : Недра, 1986. 247 с.
16. Столбоушкин А. Ю. Теоретические основы формирования керамических матричных композитов на основе техногенного и природного сырья // Строительные материалы. 2011. № 2. С. 10—13.
17. Иогансен К. В. Спутник буровика : справочник. М. : Недра, 1990. 303 с.
18. Мирзаджанзаде А. Х., Ширинзаде С. А. Повышение эффективности и качества бурения глубоких скважин. М. : Недра, 1986. 278 с.
19. Родионов А. И., Клушин В. Н., Троцешников Н. С. Техника защиты окружающей среды : учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Химия, 1989. 512 с.
20. Ряшко Г. М. Совершенствование кофейного производства и утилизация отходов // Сотрудничество для решения проблемы отходов : материалы III Международной конференции / Харьков, 2006. С. 87—92.
21. Керамическая масса : пат. № 2009143284/03 / Л. Б. Сватовская и др. ; заявл. 23.11.2009 ; опубл. 20.04.2011, Бюл. № 11. 5 с.
22. Столбоушкин А. Ю. Улучшение декоративных свойств стеновых керамических материалов на основе техногенного и природного сырья // Строительные материалы. 2013. № 8. С. 24—29.

© Игнаткина Д. О., Войтюк А. А., Москвичева А. В., Доскина Э. П., Поздняков А. П., 2019

Поступила в редакцию
в марте 2019 г.

Ссылка для цитирования:

Разработка альтернативных способов утилизации отработанного сорбционного материала для производства новой продукции в строительной индустрии / Д. О. Игнаткина, А. А. Войтюк, А. В. Москвичева, Э. П. Доскина, А. П. Поздняков // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 109—117.

Об авторах:

Игнаткина Дарья Олеговна — ассистент кафедры водоснабжения и водоотведения, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, viv_vgasu@mail.ru

Войтюк Александр Андреевич — главный архитектор, ООО «Лэндстрой». Российская Федерация, 400007, г. Волгоград, ул. им. Петра Гончарова, 2, оф. 1, voityuk.1987@list.ru

Москвичева Анастасия Владимировна — канд. техн. наук, доцент кафедры водоснабжения и водоотведения, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, viv_vgasu@mail.ru

Доскина Эльвира Павловна — канд. техн. наук, профессор, профессор кафедры водоснабжения и водоотведения, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, viv_vgasu@mail.ru

Поздняков Андрей Петрович — канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры математики и информационных технологий, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, viv_vgasu@mail.ru

Dar'ya O. Ignatkina^a, Aleksandr A. Voityuk^b, Anastasia V. Moskvicheva^a, El'vira P. Doskina^a, Andrey P. Pozdnyakov^a

^a **Volgograd State Technical University**

^b **"Landstroy" LLC**

THE DEVELOPMENT OF ALTERNATIVE METHODS FOR DISPOSAL OF SPENT SORPTION MATERIAL FOR THE PRODUCTION OF NEW PRODUCTS IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

This article presents the results of laboratory studies, on the basis of which methods were developed for utilization of the GCS, which has exhausted its sorption resource, for the production of new products in the construction industry.

Key words: waste water, tobacco sorption purification, sorbent, recycling, incineration, parirama additive, dry mortar, cementation of wells.

For citation:

Ignatkina D. O., Voityuk A. A., Moskvicheva A. V., Doskina E. P., Pozdnyakov A. P. [The development of alternative methods for disposal of spent sorption material for the production of new products in the construction industry]. *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], 2019, iss. 3, pp. 109—117.

About authors:

Dar'ya O. Ignatkina — Assistant of Water Supply and Disposal Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, viv_vgasu@mail.ru

Aleksandr A. Voityuk — Chief Architect, "Landstroy" LLC. 2, Petra Goncharova St., Volgograd, 400007, Russian Federation, voityuk.1987@list.ru

Anastasia V. Moskvicheva — Candidate of Engineering Sciences, Docent of Water Supply and Disposal Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, viv_vgasu@mail.ru

El'vira P. Doskina — Candidate of Engineering Sciences, Professor, Professor of Water Supply and Disposal Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, viv_vgasu@mail.ru

Andrey P. Pozdnyakov — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Docent, Docent of Mathematics and Information Technology Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, viv_vgasu@mail.ru

УДК 628.316.12

**А. Г. Тимофеев^а, П. А. Сидякин^б, Д. В. Щитов^б, Д. Н. Лебедев^б, О. Е. Николова^а,
А. В. Москвичева^а**

^а *Волгоградский государственный технический университет*

^б *Филиал Северо-Кавказского федерального университета в г. Пятигорске*

^с *ООО «Концессии водоснабжения»*

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТЕОТХОДА ВО ВТОРИЧНОЕ СЫРЬЕ

Представлены результаты, позволяющие оптимизировать процесс взаимодействия отхода с другими отходами полигона нефтеперерабатывающего завода на основе установления зависимости между основным показателем — содержанием нефти в конечном продукте и технологическими параметрами, существенно влияющими на технологический процесс, с помощью математических методов планирования и анализа эксперимента.

Ключевые слова: переработка нефти, производство присадки ДФ-11, отход КЕК, оптимальные условия процесса ликвидации полигона жидких отходов.

При производстве присадки ДФ-11 (нефтепереработка) образуются токсичные, опасные для окружающей среды отходы. Разработан способ их обезвреживания и получения ценного вторичного сырья для использования в строительной индустрии.

Проведена оптимизация процесса взаимодействия отхода с другими отходами полигона на основе установления зависимости между основным показателем — содержанием нефти в конечном продукте и технологическими параметрами, существенно влияющими на технологический процесс, с помощью математических методов планирования и анализа эксперимента.

Критерием при оптимизации явилось содержание углеводородов нефти в продукте взаимодействия КЕК с отходами производства присадок карты вязких отходов, направляемых в отвал, y_1 , мг/кг. В качестве варьируемых факторов принимали: содержание в исходной смеси отходов полигона (ГП) (X_1); содержание в исходной смеси КЕК (X_2); содержание в исходной смеси отхода производства присадок (ОПП) (X_3). При проведении эксперимента использовали симметричный план B_i для трех факторов (B_3).

Задача оптимизации процесса взаимодействия КЕК с другими компонентами полигона решалась путем установления зависимости между основным показателем — содержанием углеводородов нефти в конечном продукте и технологическими параметрами, существенно влияющими на технологический процесс, с помощью математических методов планирования и анализа эксперимента [1—3].

Данный выбор обуславливается значимостью этих технологических параметров, возможностью осуществления их регулировки и контроля.

При проведении эксперимента использовали симметричный план B_i для трех факторов (B_3). Матрица плана B_3 строится на кубе, в вершинах которого располагаются точки ядра. В качестве ядра служит матрица полного факторного эксперимента (ПФЭ). К точкам ядра добавляют «звездные» точки с плечом $\alpha = 1$. Плечо выбирается из условия максимизации определителя инфор-

мационной матрицы¹ [4—6]. План B_3 при небольшом числе опытов ($N = 14$) имеет хорошие статистические характеристики: определитель информационной матрицы $|M| = 4,53 \cdot 10^{-4}$, средняя дисперсия $d = 5,83$, максимальная дисперсия $d_{\max} = 11,2$ [4, 5, 7, 8]. План B_3 по свойствам близок к D -оптимальным планам, обеспечивающим максимальную точность в оценке коэффициентов регрессии, но имеет меньшее число опытов [1, 4, 9—11]. Матрица плана приведена в табл. 1. Согласно плану B_3 факторы варьируются на трех уровнях [1, 12—14] (табл. 1). При переходе от матрицы планирования к рабочей матрице эксперимента использовали соотношение:

$$X_i = (c_i - c_{0i}) / I_i, \quad (1)$$

где X_i — кодированное значение i -го фактора; c_i, c_{0i} — натуральное значение фактора на нулевом и i -м уровнях соответственно; I_i — интервал варьирования i -го фактора.

Т а б л и ц а 1

Уровни и интервалы варьирования факторов

Фактор	Обозначение	Уровни варьирования			Интервал варьирования
		–1	0	+1	
1	2	3	4	5	6
Содержание ГП, % масс.	X_1	0,25	0,75	1,25	0,5
Содержание КЕКа, % масс.	X_2	0,25	0,75	1,25	0,5
Содержание ОПП, % масс.	X_3	0,5	1,5	2,5	1

Выбор уровней варьирования факторов объясняется техническими возможностями оборудования. Рабочая матрица эксперимента представлена в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Рабочая матрица эксперимента

№	Кодированные значения				Y		
	X_0	X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3
1	2	3	4	5	6	7	8
1	+	+	+	+	72628,24	72435,67	72214,89
2	+	–	+	+	66575,88	66475,18	66342,57
3	+	+	–	+	69169,75	68456,12	67532,11
4	+	–	–	+	84732,95	83218,14	83452,98
5	+	+	+	–	70898,99	70643,13	70457,12
6	+	–	+	–	83868,32	83765,43	83665,12
7	+	+	–	–	79545,22	78432,15	78012,12
8	+	–	–	–	52741,94	50124,14	50112,56
9	+	+	0	0	83003,70	81235,56	80455,66
10	+		0	0	62252,75	62367,15	61245,98
11	+	0	+	0	75222,10	73321,90	76543,12
12	+	0	–	0	64846,64	64561,79	63978,12
13	+	0	0	+	49283,45	49013,12	49124,11
14	+	0	0	–	53606,56	52134,22	51654,97

¹ Инструкция по контролю за состоянием почв на объектах предприятий нефтегазпрома. РД 39-0147096-015-90. М. : Министерство нефтяной и газовой промышленности, 1990. 56 с.

Для проведения эксперимента разработана специальная опытно-промышленная установка, принципиальная схема, приведенная на рис. 1 и включающая как минимум две взаимосвязанные линии. Первая линия предназначена для переработки компонентов полигона вязких отходов при смешивании их с КЕКом и получения ГП. На второй линии отходы могут обезвреживаться как при взаимодействии с ГП, так и со смесью КЕКа и ГП.

Из карты отходы забираются сборщиком шлама марки СШ-1, конструкция и принцип действия которого описаны ниже, прокачивается насосом шламовым 2 марки ПБ60/20 в узел обработки отходов КЕКом, представляющий собой бункер 3 с дозаторами 4 для подачи отходов и КЕКа. Бункер выполнен в виде сварной емкости с коническим днищем, изготовленной из углеродистой стали. Объем бункера составляет 10...12 м³. Коническое днище заканчивается цилиндрической трубой, в которую вставлен шнековый или поршневой дозатор.

Полученная в результате тщательного перемешивания смесь отходов производства присадок и КЕКа поступает в барабанную вращающуюся печь 5, которая предназначена для высушивания продуктов переработки с целью удаления избытка влаги. ГП из барабанной печи подается в промежуточный сборник 6.

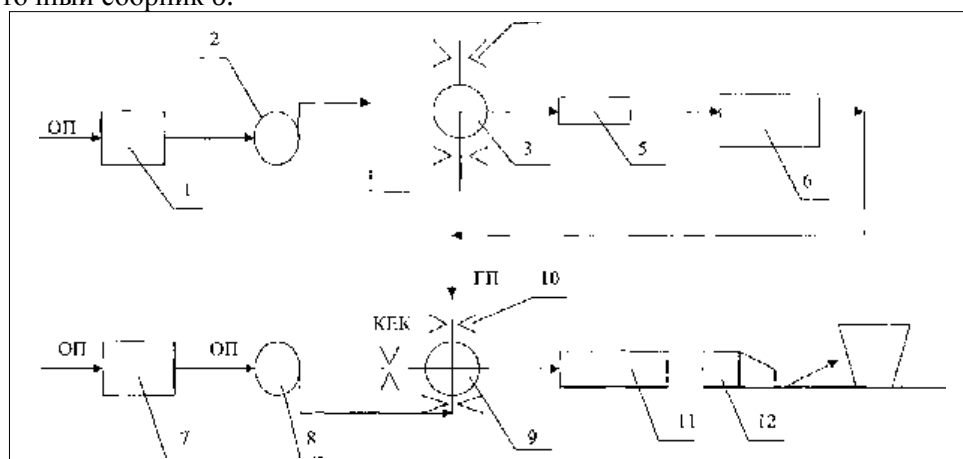


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1, 7 — сборщик СШ-1; 2, 8 — насосы шламовые марки ПБ 60/20; 3, 9 — бункеры; 4, 10 — дозаторы; 5, 11 — барабанные вращающиеся печи; 6, 12 — промежуточная, сборник-емкости

Отходы производства, отбираемые сборщиком 7, насосом 8 могут подаваться в узел обработки их ГП, который состоит из бункера 9 с дозаторами 10. ГП поступает в узел из сборника 6. Далее смесь направляется в барабанную вращающуюся печь 11 и затем в сборник 12, содержимое которого с помощью грузоподъемника разгружается в автосамосвал или тракторную тележку.

В результате обработки экспериментальных данных на ЭВМ было получено уравнение регрессии, позволяющее установить связь и исследовать влияние варьируемых факторов на параметр оптимизации:

$$Y_1 = 14370,02 - 5274,19 X_1 + 5591,23 X_2 - 3458,48 X_3 - 1981,45 X_1 X_2 - 36,05 X_1 X_3 - 1261,13 X_2 X_3 - 1675,20 X_1^2 + 9997,17 X_2^2 - 90,09 X_3^2. \quad (2)$$

Значимость коэффициентов уравнения проверяли по критерию Стьюдента. Табличное значение критерия Стьюдента при доверительной вероятности $p = 95\%$ и числе степеней свободы $f = 28$ составляет $t_t = 2,048$ [1].

Сравнивая табличные значения критерия с расчетными, определяли значимые члены уравнения, для которых выполнялось соотношение $t_p > t_t$. С учетом только значимых коэффициентов уравнение имеет вид:

$$Y_1 = 14370,02 - 5274,19 X_1 + 5591,23 X_2 - 3458,48 X_3 + 9997,17 X_2^2. \quad (3)$$

Полученное уравнение адекватно с доверительной вероятностью 95% . Проверка на адекватность осуществлялась по критерию Фишера [1, 4, 12].

Для более наглядного представления о закономерностях изменения параметров оптимизации при варьировании факторов были построены двумерные сечения поверхностей отклика (рис. 2).

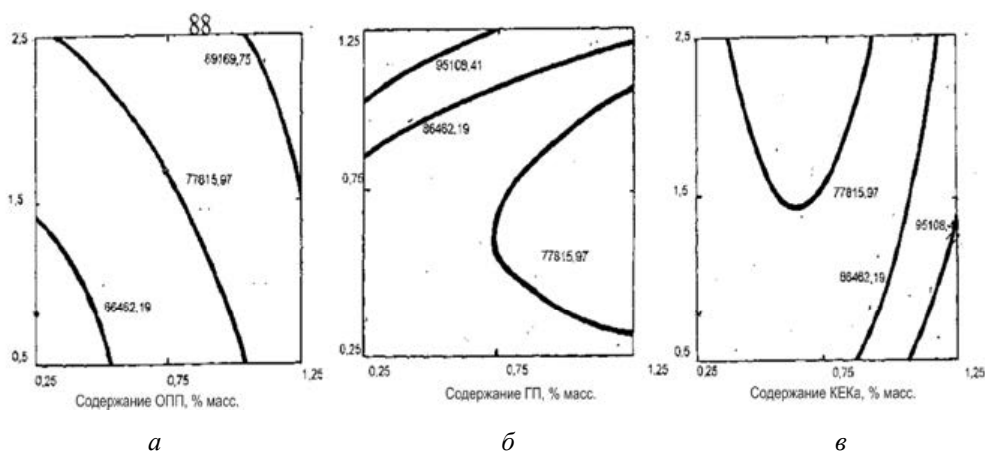


Рис. 2. Двумерные сечения поверхности отклика: а — $X_1 = 0,75\%$ масс.; б — $X_2 = 0,75\%$ масс.; в — $X_3 = 0,75\%$ масс.

Анализ приведенных математических и графических зависимостей показал, что на исследуемый параметр оказывают влияние все факторы. При увеличении содержания КЕКа количество поглощенных нефтеотходов увеличивается. При увеличении содержания ОПП наблюдается уменьшение величины выходного параметра от 95108,41 мг/кг до 77815,97 мг/кг. При увеличении содержания ГП в смеси выше $1,5\%$ масс происходит уменьшение количества поглощенных нефтеотходов. Это, вероятно, объясняется тем, что при таком соотношении ГП и ОПП за время эксперимента реализуется не вся обменная емкость сорбента, что приводит к нерациональному использованию ГП.

На основании изложенного сформулированы выводы:

1) получено уравнение регрессии, устанавливающее связь между количеством поглощенных нефтеотходов и содержанием в исходной смеси ОПП, ГП, и КЕКа, позволяющее оптимизировать состав смеси. Определено оптимальное содержание входящих в смесь компонентов;

2) в соответствии с установленными зависимостями оптимальными технологическими параметрами являются: содержание ГП — $(0,25...1,5)\%$ масс.; содержание КЕКа — $(0,5...1)\%$ масс.; содержание ОПП — $(0...1)\%$ масс.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ахназарова С. Л., Кафаров В. В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. М. : Высшая школа, 1978. 319 с.
2. Вдовиченко В. Д. Методика оценки влияния полигонов промышленных токсичных отходов на окружающую среду и здоровье населения : автореф. дис. канд. техн. наук. СПб., 2000. 18 с.
3. Гришаев В. В., Зуев В. В., Шиганов А. Н. Автоматизированная система мониторинга состояния окружающей среды // Международный семинар «Оптика атмосферы и океана». Томск, 1996. С. 239.
4. Голикова Т. И., Панченко Л. И., Фридман Н. В. Каталог планов второго порядка. Ч. 1. М. : МГУ, 1976. 388 с.
5. Гордаш Ю. Т. Утилизация присадки из осадка и обезвреживание шлама присадки ИНХП-21 // Нефтепереработка и нефтехимия-1983. № 5. С. 256—259.
6. Принципы конструирования полигонов промышленных отходов / В. Г. Зотенков, А. Ю. Макеев, Б. А. Землянский и др. // Известия вузов. Геология и разведка. 2001. № 2. С. 122—131.
7. Мазлова Е. А., Мещеряков С. В. Проблемы утилизации нефтешламов и способы их переработки. М. : Ноосфера, 2001. 52 с.
8. Turov Y. P., Gooznieva M. Yu., Kadychagov P. P. Data base of environmental organic contaminants for the regional chemical monitoring / *Chimia*. 1998. № 7-8. Pp. 391.
9. Алимов Н. И., Власов Ю. П., Перевозчиков А. Н. Применение метода спектрометрии ионной подвижности для мониторинга окружающей среды // Оборонный комплекс — научно-техническому прогрессу России. 2000. № 5. С. 46—51.
10. Абросимов А. А., Гуреев А. А. Экологические аспекты применения нефтепродуктов. Принцип повышения экологической чистоты производства // Экологический вестник России-1998. № 6. С. 41—54.
11. Изучение оптимальных условий процессов коагуляции с использованием модели на основе КЕКа / В. Ф. Желтобрюхов, А. Л. Винников, А. В. Андреев и др. // Международная конференция «Современный город и качество жизни его жителей». Волгоград : ВолгГУ, 2002. С. 19—20.
12. Использование нефтеотходов для переработки хромосодержащих стоков / В. Ф. Желтобрюхов, Е. В. Москвичева, А. Л. Винников и др. // Альманах-2002. Волгоград : ВолгГУ, 2002. С. 131—134.
13. Глазов Г. И., Фукс И. Г. Производство нефтяных масел. М. : Химия, 1986. 192 с.
14. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. Л. : Гидрометеиздат, 1974. 375 с.

© Тимофеев А. Г., Сидякин П. А., Щитов Д. В., Лебедев Д. Н., Николова О. Е., Москвичева А. В., 2019

Поступила в редакцию
в июне 2019 г.

Ссылка для цитирования:

Оптимизация процесса переработки нефтеотхода во вторичное сырье / А. Г. Тимофеев, П. А. Сидякин, Д. В. Щитов, Д. Н. Лебедев, О. Е. Николова, А. В. Москвичева // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 118—123.

Об авторах:

Тимофеев Антон Георгиевич — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, antonio1805@yandex.ru

Сидякин Павел Алексеевич — канд. техн. наук, доцент, проф. кафедры строительства, Филиал Северо-Кавказского федерального университета в г. Пятигорске. Российская Федерация, 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, sidyakin_74@mail.ru

Щитов Дмитрий Викторович — канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой строительства, Филиал Северо-Кавказского федерального университета в г. Пятигорске. Российская Федерация, 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, skfu.pgs@gmail.com

Лебедев Дмитрий Николаевич — канд. техн. наук, ООО «Концессии водоснабжения». Российская Федерация, 400050, г. Волгоград, ул. Пархоменко, 47а, d_lebedev34@yandex.ru

Николова Оксана Евгеньевна — аспирант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, nikolovao@mail.ru

Москвичева Анастасия Владимировна — канд. техн. наук, доцент кафедры водоснабжения и водоотведения, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, viv_vgasu@mail.ru

**Anton G. Timofeev^a, Pavel A. Sidyakin^b, Dmitrii V. Shchitov^b, Dmitriy N. Lebedev^c,
Oksana E. Nikolova^a, Anastasia V. Moskvicheva^a**

^a *Volgograd State Technical University*

^b *Branch of North-Caucasian Federal University in Pyatigorsk*

^c *«Concession supply» Ltd.*

OPTIMIZATION OF PROCESS OF PROCESSING OF PETROWITHDRAWAL IN SECONDARY RAW MATERIALS

The results are presented that allow to optimize the process of interaction of waste with other wastes of the refinery landfill based on the establishment of the relationship between the main indicator — the oil content in the final product and technological parameters that significantly affect the process, using mathematical methods for experiment planning and analysis.

Key words: oil refining, production of additives DF-11, KEK waste, optimal conditions for the process of liquidation of a liquid waste landfill.

For citation:

Timofeev A. G., Sidyakin P. A., Shchitov D. V., Lebedev D. N., Nikolova O. E., Moskvicheva A. V. [Optimization of process of processing of petrowithdrawal in secondary raw 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], 2019, iss. 3, pp. 118—123.

About authors:

Anton G. Timofeev — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, antonio1805@yandex.ru

Pavel A. Sidyakin — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Professor of Construction Department, Branch of North-Caucasian Federal University in Pyatigorsk. 1, Pushkina St., Stavropol', 355009, Russian Federation, sidyakin_74@mail.ru

Dmitrii V. Shchitov — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Head of Construction Department, Branch of North-Caucasian Federal University in Pyatigorsk. 1, Pushkina St., Stavropol', 355009, Russian Federation, skfu.pgs@gmail.com

Dmitriy N. Lebedev — Candidate of Engineering Sciences, «Concession supply» Ltd., 47а, Parkhomenko St., Volgograd, 400050, Russian Federation, d_lebedev34@yandex.ru

Oksana E. Nikolova — Postgraduate student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, nikolovao@mail.ru

Anastasia V. Moskvicheva — Candidate of Engineering Sciences, Docent of Water Supply and Disposal Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, viv_vgasu@mail.ru

УДК 628.4.03:349.6

М. В. Коростелева^а, Н. В. Коростелева^б

^а *Волгоградский институт управления — филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы*

^б *Волгоградский государственный технический университет*

ОБРАЩЕНИЕ С ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО И РОССИЙСКОГО ОПЫТА

В представленной работе рассмотрены нормативно урегулированные правила обращения с ТКО в целях предотвращения их вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду, а также вовлечения таких отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья. Авторы проанализировали проблемные вопросы, возникающие в сфере обращения с ТКО в Российской Федерации, и на основе анализа зарубежного опыта предложили возможные пути их решения.

К л ю ч е в ы е с л о в а: экологическая безопасность, твердые коммунальные отходы, обращение с отходами, муниципальное образование, региональный оператор.

Законодательство об охране окружающей среды определяет экологическую безопасность как состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий¹. Серьезное и постоянное негативное воздействие на окружающую среду оказывают отходы производства и потребления [1, 2]. По данным Росстата, в России ежегодно повышается уровень образования отходов производства и потребления: от 3734,7 млн т в 2010 г. к 6220,6 млн т в 2017 г.² Следовательно, за рассматриваемый период количество ежегодно образующихся отходов увеличилось на 66,5 %. Увеличение масштабов их образования напрямую связано с ростом благосостояния общества, и, если не принимать адекватные меры, это может вызвать серьезные экологические последствия³ [3].

Твердые коммунальные отходы (далее — ТКО) нормативно определяются как отходы, образующиеся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами. Товары, утратившие свои потребительские свойства в

¹ Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» // Собрание законодательства РФ. 2002. N 2. Ст. 133.

² Федеральная служба государственной статистики. Образование, использование, обезвреживание и размещение отходов производства и потребления в Российской Федерации. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/#

³ Федеральная служба государственной статистики. Образование, использование, обезвреживание и размещение отходов производства и потребления в Российской Федерации. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/#

Отходы в России: мусор или ценный ресурс? Сценарии развития сектора обращения с твердыми коммунальными отходами. Итоговый отчет. М. : Международная финансовая корпорация, группа Всемирного банка, 2014. URL: http://gov.cap.ru/UserFiles/orgs/GrvId_63/ifc_waste_in_russia_report.pdf

процессе их использования физическими лицами в жилых помещениях в целях удовлетворения личных и бытовых нужд, также являются ТКО. Кроме этого, к ТКО относятся и отходы, образующиеся в процессе деятельности хозяйствующих субъектов (юридических лиц и индивидуальных предпринимателей), которые по составу подобны отходам, образующимся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами (статья 1 Федерального закона от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»). Условием образования ТКО является смешение различных материалов и изделий при утрате ими потребительских свойств, что обуславливает схожесть компонентного состава видов отходов, относящихся к ТКО, вне зависимости от источника образования и агрегатное состояние «смесь материалов и изделий». В утвержденном Росприроднадзором федеральном классификационном каталоге отходов (ФККО)⁴ названы следующие виды отходов, относящиеся к ТКО:

- отходы из жилищ;
- отходы от уборки территории поселений;
- растительные отходы при уходе за зелеными насаждениями (такими как газоны, цветники, посадки деревьев и кустарника);
- мусор от помещений (офисных и бытовых) предприятий, организаций;
- мусор и смет от уборки вокзалов, аэропортов, портов, станций метро, от уборки подвижного состава железнодорожного и других видов транспорта, а также иные отходы, возникающие в процессе транспортного обслуживания населения;
- отходы при предоставлении услуг оптовой и розничной торговли;
- отходы (мусор) от уборки мест временного проживания (отелей, гостиниц и т. п.);
- отходы (мусор) от уборки помещений организаций, предоставляющих социальные услуги;
- отходы при предоставлении услуг в области образования, искусства, развлечений, отдыха и спорта;
- отходы при предоставлении услуг парикмахерскими, салонами красоты, соляриями, банями, саунами.

Муниципальные образования всех типов в той или иной мере участвуют в организации деятельности по обращению с ними. К вопросам местного значения городского поселения относится участие в организации деятельности по накоплению (в том числе раздельному) и транспортированию ТКО. Объем ТКО, вывезенных с территории городских поселений в целом по Российской Федерации, составил в 2017 г. 274,4 млн м³ (0,88 % от общего количества образованных отходов)⁵.

⁴ Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 г. № 242 «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов» (Зарегистрировано в Минюсте России 08.06.2017 г. № 47008). URL: <http://www.pravo.gov.ru>

⁵ Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году». URL: http://www.mnr.gov.ru/docs/o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii/gosudarstvennyy_doklad_o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii_v_2017/

На территориях сельских поселений этот вопрос решается органами местного самоуправления соответствующего муниципального района. Но при этом региональным законом этот вопрос может быть закреплён и за сельскими поселениями, расположенными на территории субъекта. В Волгоградской области за всеми сельскими поселениями этот вопрос закреплён⁶. Что касается таких муниципальных образований, как городские округа и муниципальные районы, то они на своей территории участвуют в организации деятельности не только по накоплению и транспортированию ТКО, но и по их сбору, обработке, утилизации, обезвреживанию, захоронению. Правила обращения с ТКО, которыми должны руководствоваться муниципальные образования, утверждены постановлением Правительства Российской Федерации⁷.

Несмотря на то, что удельный вес ТКО в общей структуре отходов невелик, степень эффективности обращения с ними напрямую влияет на состояние окружающей среды в границах как муниципальных образований, так и государства в целом [4, 5]. В процессе обеспечения устойчивого развития муниципальных образований данный фактор имеет весьма существенное значение [6, с. 4].

При этом существующая в России система управления ТКО не решает проблему сокращения того количества отходов, которое отправляется на объекты захоронения.

По данным Минприроды России, в подавляющем большинстве муниципальных образований ТКО без предварительной сортировки собираются в контейнеры. При такой системе сбора отходов минимизируется возможность использования таких вторичных ресурсов, как бумага, текстиль, пластиковые бутылки и полимерные отходы. Сложно осуществить их «выборку» в общей массе ТКО, кроме того, их качество серьезно страдает от намокания и загрязнения.

В большинстве муниципальных образований применяется самый дешёвый способ захоронения отходов — полигонное депонирование (хранение мусора на специально отведенных свалках). В 2017 году объём вывезенных ТКО на объекты захоронения составил 239 млн м³ (50,9 тыс. т), или 87 % от общего объёма вывоза ТКО. На обезвреживание, в том числе на мусоросжигательные предприятия, в 2017 г. вывезено всего 6,0 млн м³ (0,9 млн т), или 2,2 % от общего объёма вывоза ТКО⁸.

По причине того, что на полигоны вывозится почти вся масса образующихся ТКО, их катастрофически начинает не хватать (хотя количество поли-

⁶ Закон Волгоградской области от 28.11.2014 г. № 156-ОД «О закреплении отдельных вопросов местного значения за сельскими поселениями в Волгоградской области» // Волгоградская правда. 2014. № 225 (29 ноября).

⁷ Постановление Правительства РФ от 12.11.2016 г. № 1156 «Об обращении с твердыми коммунальными отходами и внесении изменения в постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2008 г. № 641» (вместе с «Правилами обращения с твердыми коммунальными отходами»). URL: <http://www.pravo.gov.ru>

⁸ Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году». URL: http://www.mnr.gov.ru/docs/o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii/gosudarstvennyy_doklad_o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii_v_2017_/

гонов неуклонно растет, следствием чего является существенный урон качественному состоянию природной среды) [7, с. 97]. Применение смешанной системы сбора ТКО увеличивает нагрузку на полигоны. Твердые коммунальные отходы оказывают отрицательное воздействие на состояние здоровья жителей муниципальных образований, являясь источниками физического, химического и биологического загрязнения их территории. Этот факт выступает существенной угрозой экологической безопасности муниципальных образований.

Необходимо отметить, что проблема обращения с ТКО весьма остро стоит в подавляющем большинстве стран мира в виду их негативного влияния на здоровье населения и экологическую безопасность в целом [8].

Поскольку возможности минимизации количества отходов, возникающих в процессе бытового потребления физическими лицами, существенно ниже, чем в промышленном секторе, основное внимание в процессе ее решения уделяется не способам предотвращения их образования (хотя среди способов обращения с ТКО именно оно является приоритетным, а во всем мире возникают экологические движения, выступающие за минимизацию потребления), а формированию и внедрению оптимальной с точки зрения экологической безопасности системы обращения с ТКО. Например, в Европейском союзе (ЕС) вторичной переработке ежегодно подлежит 61 млн т ТКО (что выше годового уровня их накопления в России), хотя процент их переработки значительно различается и варьируется от почти 100 % в таких странах, как ФРГ, Австрия и Бельгия, до 1...6 % — в таких странах, как Болгария, Босния и Герцеговина и Хорватия⁹.

В принятой в ноябре 2008 г. Директиве Европейского Парламента и Совета Европейского Союза 2008/98/ЕС «Об отходах и отмене ряда Директив» (Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives)¹⁰ регламентирован порядок сбора, переработки и утилизации отходов на территории ЕС. Развитие системы обращения с ТКО в странах ЕС базируется на программно-целевом методе, основанном на четкой иерархии целевых показателей и программных шагов по их достижению, учитывающих местную специфику. Согласно положениям Директивы 2008/98/ЕС в странах ЕС к 2015 г. должен быть внедрен раздельный сбор бумаги, пластмассы, стекла и металла, а к 2020 г. не менее 50 % (по весу) этих отходов от домашних хозяйств должны подлежать рекуперации.

При этом на базовом этапе формирования системы обращения с отходами основное внимание уделялось достижению таких показателей, как макси-

⁹ Федеральная служба государственной статистики. Образование, использование, обезвреживание и размещение отходов производства и потребления в Российской Федерации. С. 26. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/#

¹⁰ Директива N 2008/98/ЕС Европейского парламента и Совета Европейского Союза «Об отходах и отмене ряда директив» [рус., англ.] (Вместе с «Операциями по уничтожению, восстановлению», «Свойствами отходов, которые превращают их в опасные», «Примерами мероприятий по предотвращению образования отходов...», «Корреляционной таблицей») (Принята в г. Страсбурге 19.11.2008) // Доступ из СПС КонсультантПлюс.

мальное обеспечение жителей муниципального образования услугами по сбору и вывозу ТКО, а также захоронение ТКО на полигонах, выполняемое с обязательным и ответственным соблюдением установленных санитарных требований. И только после того, как эти целевые показатели были достигнуты, стал возможным процесс внедрения более сложных механизмов обращения с ТКО.

Способы обращения с ТКО ранжированы посредством «лестницы Лансинка» (Lansink's ladder)¹¹ (рис. 1).

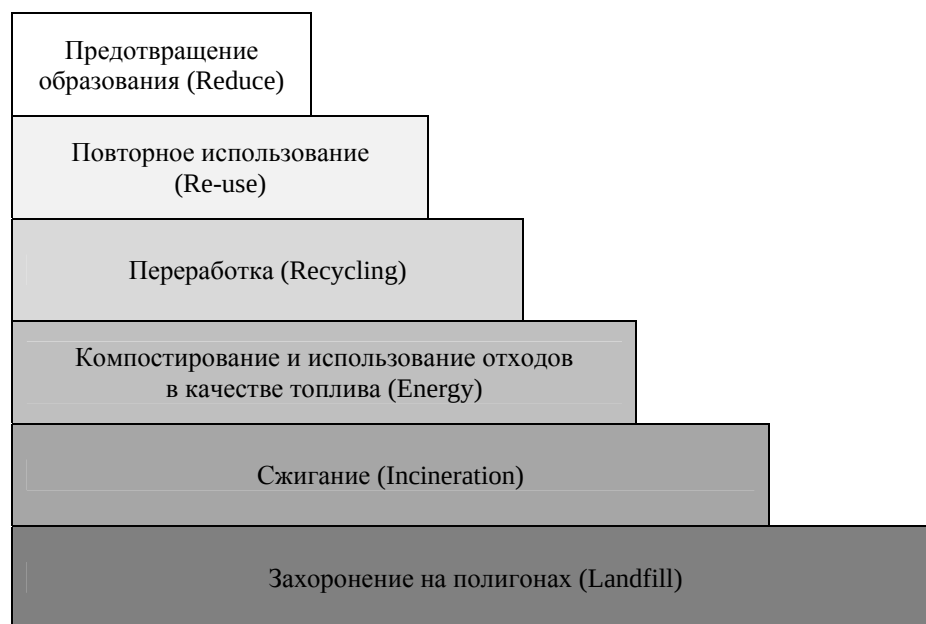


Рис. 1. Ранжирование способов обращения с ТКО посредством «лестницы Лансинка» (Lansink's ladder)

При этом новые члены ЕС, вступившие в союз уже в XXI в. (прежде всего, это страны Восточной Европы), вынуждены были проходить ускоренный процесс формирования современной системы обращения с ТКО. Проблемы, с которыми они столкнулись на пути их внедрения, были во многом схожи с российскими. В их числе существенная изношенность инфраструктуры муниципальных образований в сфере сбора и обращения с ТКО; недостаточность тарифных платежей даже для базовой модернизации отрасли; отсутствие заинтересованности жителей в получении более качественных услуг в сфере обращения с ТКО; ресурсная недостаточность муниципальных образований для самостоятельного решения задач в сфере обращения с ТКО на территории муниципального образования¹². Их удалось решить, лишь объеди-

¹¹ Waste Hierarchy: Lansink's Ladder. URL: <https://www.recycling.com/downloads/waste-hierarchy-lansinks-ladder/>

¹² Федеральная служба государственной статистики. Образование, использование, обезвреживание и размещение отходов производства и потребления в Российской Федерации. С. 30. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/#

нив усилия власти и частных операторов. Так, например, в прибалтийских республиках, в Венгрии, Чехии, Словакии процент отходов, направляемых на переработку, уже к 2005 г. вырос с нуля до 20...25 %. Практически полностью было прекращено захоронение ТКО на неконтролируемых свалках, а подавляющее большинство отходов поступает на новые объекты, в строительстве которых принимали участие частные операторы¹³.

Как уже отмечено, в муниципальных образованиях Российской Федерации основным способом обращения с ТКО является их захоронение. Динамика показателей объемов вывоза ТКО (с учетом вывоза их на объекты, используемые для обработки отходов) в городском округе Волгоград приведена в табл. 1¹⁴. При этом объектами обработки отходов являются как мусороперерабатывающие заводы, так и предприятия по предварительной подготовке отходов: их сортировке, разборке, очистке.

Т а б л и ц а 1

*Динамика показателей, характеризующих вывоз ТКО
 (в том числе на объекты, используемые для обработки отходов),
 в городском округе город-герой Волгоград, 2010—2017 гг., млн м³*

Показатель	Год							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
вывезено ТКО	2,62	2,58	3,16	3,15	3,14	3,29	3,29	3,83
в том числе вывезено на мусороперерабатывающие заводы	—	—	—	—	0,03	0,03	0,03	0,74

Организация обращения с ТКО в субъекте Российской Федерации обеспечивается одним или несколькими региональными операторами (согласно региональной программе обращения с отходами и территориальной схеме обращения с отходами). Все юридические лица, в деятельности которых помимо отходов производства образуются ТКО, обязаны заключить с региональным оператором договор. Но при этом пункт 6 статьи 24.7 Федерального закона от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ предоставляет право отказаться от его заключения тем из них, кто имеет (в собственности или на ином законном основании) объект размещения отходов. Данный объект должен быть расположен либо на том земельном участке, в границах которого образуются такие ТКО, либо на земельном участке, смежном по отношению к нему. Следовательно, хозяйствующие субъекты вправе как самостоятельно организовывать накопление отходов для дальнейшего направления их на утилизацию, так и заключить договор с региональным оператором по обращению с ТКО. При этом им необходимо иметь в виду следующие особенности. Накапливать отходы допустимо только в специально оборудованных местах (на площадках),

¹³ Там же. С. 31.

¹⁴ Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году». С. 270. URL: http://www.mnr.gov.ru/docs/o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii/gosudarstvennyy_doklad_o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii_v_2017/

которые соответствуют нормативно установленным к ним требованиям (в том числе правилам благоустройства муниципальных образований).

Минприроды России в своем письме от 15.01.2019 г. № 12-50/00189-ОГ «Об обращении с ТКО»¹⁵ обращает внимание на тот факт, что накапливать отходы можно посредством их отдельного складирования, которое допустимо осуществлять как по видам отходов, так и по группам отходов или группам однородных отходов. Такое отдельное складирование называется отдельным накоплением. В данном документе, являющемся экспертной позицией указанного министерства, отмечается, что в России не допускается осуществлять захоронение отходов, в составе которых находятся подлежащие утилизации полезные компоненты (пункт 8 статьи 12 Федерального закона от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ). Перечень видов таких отходов утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 25.07.2017 г. № 1589-р¹⁶. В их числе, например, лом алюминиевых банок из-под напитков; печатная продукция с черно-белой печатью, утратившая потребительские свойства и т. д.

Кроме того, с 2018 г. в России введен запрет на захоронение видов отходов, относящихся к типу ФККО «Отходы оборудования и прочей продукции, подлежащей особому контролю» (470000000000). К ним, в частности, отнесены отходы оборудования и прочей продукции, содержащих ртуть; отходы масел, содержащих стойкие органические загрязнители и т. п. С 2019 года вводится запрет на захоронение видов отходов, входящих в подтипы ФККО «Бумага и изделия из бумаги, утратившие потребительские свойства»; «Отходы продукции из пластмасс, не содержащих галогены, незагрязненные»; «Отходы стекла и изделий из стекла»; а также видов отходов, отнесенных к группе девятого блока ФККО «Отходы шин, покрышек, камер автомобильных».

Таким образом, хозяйствующим субъектам, имеющим право не заключать договор с региональным оператором по обращению с ТКО, необходимо учитывать эти нормативные предписания и организовывать именно отдельное накопление отходов для дальнейшего направления их на утилизацию. Как отмечает Минприроды, данный механизм регулирования обращения с отходами направлен на стимулирование отрасли их утилизации, развитие которой является в целом приоритетным направлением государственной политики в области обращения с отходами.

Также необходимо отметить, что в сфере обращения с ТКО проблемным является вопрос ликвидации мест их несанкционированного размещения. В утвержденных Правительством России правилах обращения с твердыми коммунальными отходами¹⁷ обязанность обеспечить ликвидацию места несанкционированного размещения ТКО (самостоятельно или посредством за-

¹⁵ Письмо Минприроды России от 15.01.2019 г. № 12-50/00189-О «Об обращении с ТКО» // ЖКХ эксперт: экономика и право. 2019. № 2.

¹⁶ Распоряжение Правительства РФ от 25.07.2017 г. № 1589-р «Об утверждении перечня видов отходов производства и потребления, в состав которых входят полезные компоненты, захоронение которых запрещается». URL: <http://www.pravo.gov.ru>

¹⁷ Постановление Правительства РФ от 12.11.2016 № 1156 «Об обращении с твердыми коммунальными отходами и внесении изменения в постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2008 г. № 641» // Собрание законодательства РФ. 2016. № 47. Ст. 6640.

ключения договора с региональным оператором) возложена на собственника земельного участка. Но нередко случаи, когда несанкционированные свалки возникают на земельных участках, государственная собственность на которые не разграничена. Даже в случае их расположения в границах муниципального образования они не находятся в муниципальной собственности. Решая этот вопрос, необходимо учитывать, что вступившие в силу с 1 января 2017 г. нормы Федерального закона от 3 июля 2016 г. № 334-ФЗ «О внесении изменений в Земельный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации»¹⁸ изменили порядок распоряжения такими земельными участками. Если земельный участок расположен на территории городского округа или городского поселения, право распоряжаться им принадлежит органам местного самоуправления данного округа или поселения. В том случае, если земельный участок находится на территории сельского поселения, полномочия по распоряжению им принадлежат органам местного самоуправления муниципального района. При этом субъект Российской Федерации, согласно положениям Федерального закона «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации»¹⁹, вправе осуществить перераспределение полномочий и отнести к полномочиям региональных органов полномочия по распоряжению земельными участками, государственная собственность на которые не разграничена. Например, до 1 января 2017 г. законом Волгоградской области²⁰ полномочия по распоряжению земельными участками, государственная собственность на которые не разграничена, расположенными в границах городского округа город-герой Волгоград, были перераспределены от органов местного самоуправления к органам государственной власти области. В настоящее же время на региональный уровень перераспределены муниципальные полномочия только по предоставлению земельных участков, государственная собственность на которые не разграничена²¹.

Таким образом, формирование и внедрение оптимальной, с точки зрения экологической безопасности, системы обращения с ТКО выступает значимым фактором ее обеспечения. Вместе с тем правовое регулирование и механизм организации обращения с ТКО в Российской Федерации находится в стадии формирования. Обозначенные в работе проблемы, которые возникают в про-

¹⁸ Федеральный закон от 3.06. 2016 г. № 334-ФЗ «О внесении изменений в Земельный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. 2016. № 27 (часть II). Ст. 4267.

¹⁹ Федеральный закон от 06.10.2003 г. № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. 2003. № 40. Ст. 3822.

²⁰ Федеральный закон от 06.10.2003 г. № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. 2003. № 40. Ст. 3822.

²¹ Закон Волгоградской области от 19.12.2014 № 175-ОД «О перераспределении полномочий между органами местного самоуправления городского округа город-герой Волгоград и органами государственной власти Волгоградской области по распоряжению земельными участками, государственная собственность на которые не разграничена, и признании утратившими силу отдельных законов Волгоградской области» // Волгоградская правда. 2014. № 240 (20 декабря) (утратил силу).

цессе внедрения системы обращения с ТКО, требуют скорейшего решения в целях обеспечения права на благоприятную окружающую среду и поддержания ее оптимальных качественных характеристик.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. A review of municipal solid waste environmental standards with a focus on incinerator residues / Alec Liu, Fei Ren et al. // *International Journal of Sustainable Built Environment*. 2015. Vol. 4. Iss. 2. Pp. 165—188.
2. Коростелева Н. В. К вопросу обеспечения экологической безопасности на территории города Волгограда // *Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура*. Волгоград : ВолгГАСУ, 2014. Вып. 36(55). С. 258—263.
3. Коростелева Н. В. Экологическая безопасность мегаполиса как фактор создания благоприятной среды // *Национальная безопасность России и проблемы ее обеспечения на современном этапе : Международная научно-практическая конференция*. Волгоград : ФГБОУ ВПО РАНХиГС, 2014. С. 127—132.
4. Environmental risk assessment and consequences of municipal solid waste disposal / D. V. Magdalena, Jakub Elbl et al. // *Chemosphere*. Vol. 208, October 2018. Pp. 569—578.
5. Ying-Chu Chen. Effects of urbanization on municipal solid waste composition // *Waste Management*. Vol. 79, September 2018. Pp. 828—836.
6. Коростелева М. В., Коростелева Н. В. Обеспечение устойчивого развития городских округов: правовые и архитектурно-планировочные аспекты // *Новая правовая мысль*. 2017. № 1. С. 4.
7. Мочалова Л. А., Гриненко Д. А., Юрак В. В. Система обращения с твердыми коммунальными отходами: зарубежный и отечественный опыт // *Известия УГТУ*. 2017. № 3(47). С. 97—101.
8. Geoffrey Hamer. Solid waste treatment and disposal: effects on public health and environmental safety // *Biotechnology Advances*. Vol. 22. Iss. 1-2, December 2003. Pp. 71—79.

© Коростелева М. В., Коростелева Н. В., 2019

Поступила в редакцию
в июне 2019 г.

Ссылка для цитирования:

Коростелева М. В., Коростелева Н. В. Обращение с твердыми коммунальными отходами как фактор обеспечения экологической безопасности: анализ зарубежного и российского опыта // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура*. 2019. Вып. 3(76). С. 124—133.

Об авторах:

Коростелева Марина Владимировна — канд. юрид. наук, доцент, доцент кафедры конституционного и административного права, Волгоградский институт управления — филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы (ВИУ РАНХиГС). Российская Федерация, 400131, г. Волгоград, ул. Гагарина, 8, ком. 311, korostelevamv@mail.ru

Коростелева Наталия Владимировна — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры экологического строительства и городского хозяйства, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, korostelevanv@mail.ru

Marina V. Korosteleva^a, Nataliya V. Korosteleva^b

^a *Volgograd Institute of Management, branch of RANEPA*

^b *Volgograd State Technical University*

TREATMENT OF SOLID MUNICIPAL WASTE AS FACTOR OF ENSURING ENVIRONMENTAL SAFETY: ANALYSIS OF FOREIGN AND RUSSIAN EXPERIENCE

In the presented work standardly settled rules of the address with for prevention of their harmful effects on human health and the environment and also involvement of such waste in economic circu-

lation as additional sources of raw materials are considered. The authors analyzed the problematic issues that arise in the treatment of MSW in the Russian Federation and, based on the analysis of foreign experience, suggested possible solutions.

Key words: environmental safety, solid municipal waste, the address with waste, municipality, regional operator.

For citation:

Korosteleva M. V., Korosteleva N. V. [Treatment of solid municipal waste as factor of ensuring environmental safety: analysis of foreign and Russian experience]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2019, iss. 3, pp. 124—133.

About authors:

Marina V. Korosteleva — Candidat of Juridical Sciences, Docent, Docent of Constitutional and Administrative Law Department, Volgograd Institute of Management, branch of RANEPa. 8, Gagarina St., Volgograd, 400131, Russian Federation, korostelevamv@mail.ru

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

УДК 614.715

В. В. Лупиногин

Волгоградский государственный технический университет

ОБ ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ СКЛАДСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ НА ЗАПЫЛЕННОСТЬ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Рассмотрена классификация пыли различных складских помещений, а также несколько различных видов пыли (строительной, текстильной, пищевой), образующихся на складских помещениях. Изучено влияние антипылевого покрытия на запыленность складских помещений как источника загрязнения. В работе представлены результаты химического анализа, исследована запыленность, определена классификация изучаемой пыли. Построены интегральные кривые распределения массы частиц по эквивалентным диаметрам.

К л ю ч е в ы е с л о в а: загрязнение воздуха, дисперсный состав, складские помещения, интегральная функция, запыленность, городская среда.

При производстве строительных материалов пылью считаются твердые частицы, размер которых менее 150 мкм. По размеру частиц пыль строительных материалов делится на следующие категории [1]:

1. Крупнодисперсная пыль (50...150 мкм), которая быстро выпадает из дисперсионной среды и заметна без использования специальных устройств.
2. Мелкодисперсная пыль (20...50 мкм), которая имеет незначительную скорость оседания и может быть рассмотрена в микроскопе при малых увеличениях.
3. Тонкодисперсная пыль (0,1...20 мкм), которая трудно оседает из дисперсионной среды и видна в обычных микроскопах.
4. Ультрадисперсная пыль (менее 0,1 мкм), которая находится в броуновском движении, обнаружить которую возможно с помощью электронного микроскопа.

Также существуют и другие классификации. Несмотря на их многообразие, можно говорить о том, что многие авторы [2, 3] называют пыль мелко- или тонкодисперсной размером не более 20 мкм. Характеристики пыли из разных групп дисперсности отличаются друг от друга как количественными изменениями физических свойств пыли, так и изменением характера законов, выражающих эти изменения.

В настоящее время в ряде стран, в том числе и в России, нормировано содержание в атмосферном воздухе частиц с размерами не более 2,5 мкм ($PM_{2,5}$) и не более 10 мкм (PM_{10}), поскольку наибольшую опасность представляют частицы пыли ультрадисперсного размера, которые способны проникать в легкие человека. Система контроля и оценки концентрации и состава частиц именно малых размеров на складских помещениях в настоящее время отсутствует, что не позволяет объективно оценить степень воздействия пыли на качество рабочей среды и выбросов в атмосферу.

Целью исследования является совершенствование оценки складов как источника пылевого загрязнения окружающей среды, для разработки на основании полученных данных мероприятий по повышению экологической безопасности этих помещений.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

Определение концентрации мелких фракций пыли производственных складов (PM_{10} , $PM_{2,5}$), а также исследование влияния антипылевого покрытия на запыленность окружающей среды вблизи складов.

Склад как источник загрязнения имеет несколько зон пылевыведения, через которые пыль, осевшая на пол и технологические площадки, поступает в окружающую среду. К ним относятся дефлекторы, различные проемы в помещении и системы аспирации при наличии технологических операций (упаковка, пересыпка, фасовка и т. д.).

Для оценки закономерностей загрязнения воздушной среды вблизи складских помещений использовалась методика определения концентрации и дисперсного состава пыли внутри и снаружи складов. Измерения дисперсного состава и концентрация пыли проводились согласно нормативным документам¹. Были выбраны несколько точек замеров концентрации пыли. Точки находились в зоне разгрузки/отгрузки. Также было рассмотрено дальнейшее распространение вредных веществ с наветренной и подветренной стороны. Так как зона погрузочно-разгрузочных работ является неорганизованным источником выброса загрязняющих веществ, то для расчетов объемов пылевыведения были использованы следующие формулы:

$$M = (k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 k_7 k_8 k_9 G 10^6 B) / 3600, \text{ г/с}; \quad (1)$$

$$M = (k_4 k_5 k_6 k_7 q F_{\text{паб}}) + (k_4 k_5 k_6 k_7 0,11q (F_{\text{пл}} - F_{\text{паб}}) (1 - \eta), \text{ г/с}; \quad (2)$$

$$M = (k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 k_7 k_8 k_9 G 10^6 B) / 3600, \text{ г/с}, \quad (3)$$

где коэффициенты, используемые для расчетов при разгрузке, хранении и погрузке взяты из методического пособия².

Далее с помощью программы УПРЗА «Эколог» (рис. 1) были заданы координаты источника пылевыведения со склада при погрузочно-разгрузочных работах, а также координаты точек на расстоянии от 50 (СЗЗ) до 600 м (конец жилой зоны), получены концентрации в точках заданных координат. По полученным данным была построена картина распределения концентрации пылевыведения от склада в зоне погрузочно-разгрузочных работ (рис. 2).

Определена общая и фракционная концентрации пыли. Построены интегральные функции распределения $F(\delta)$. Затем по значениям F для $\delta = 2$ мкм и $\delta = 10$ мкм определяли величины PM_{10} и $PM_{2,5}$:

$$PM_{2,5} = (C F(d) / 100, \text{ \%}) \quad (4)$$

$$PM_{10} = (C F(d) / 100, \text{ \%}) \quad (5)$$

¹ ГОСТ 17.2.1.04—77. Охрана природы. Атмосфера. Источники и метеорологические факторы загрязнения, промышленные выбросы. М. : Издательство стандартов, 1978.

ГОСТ 17.2.4.02—81. Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ. М. : Издательство стандартов, 1982.

Закон РФ № 96-ФЗ от 04.05.99 г. «Об охране атмосферного воздуха».

Закон РФ № 10, ст. 457, от 19.12.91 г. «Об охране окружающей природной среды».

² Методическое пособие по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов. Новороссийск : ЗАО «НИПИОТСТРОМ», 2001. 25 с.

где C — суммарная концентрация пыли в обследуемой точке, мг/м^3 ; $\text{PM}_{2,5}$ и PM_{10} — концентрация пыли, размером менее 2,5 мкм и 10 мкм соответственно, мг/м^3 ; $F(d)$ — интегральная функция распределения частиц по эквивалентным диаметрам, %; d — эквивалентный диаметр частицы [4].

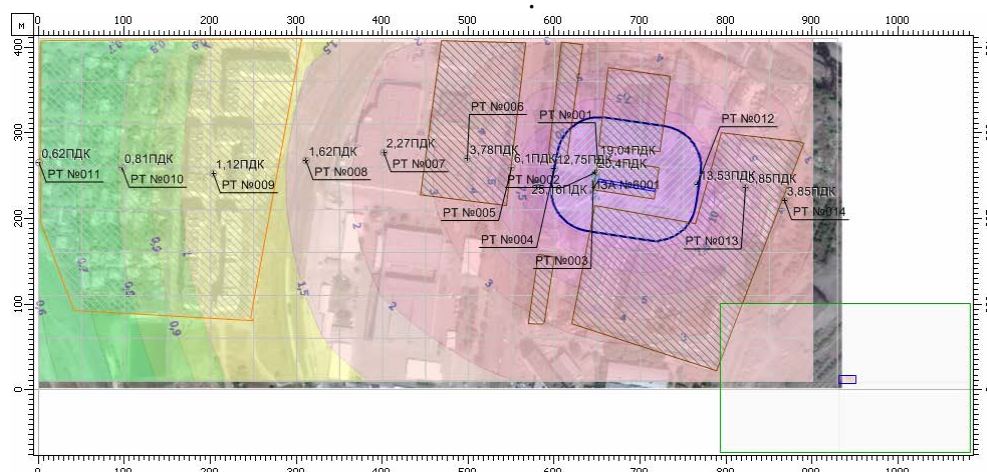


Рис. 1. Концентрация пыли в разных точках от складского помещения при погрузочно-разгрузочных работах

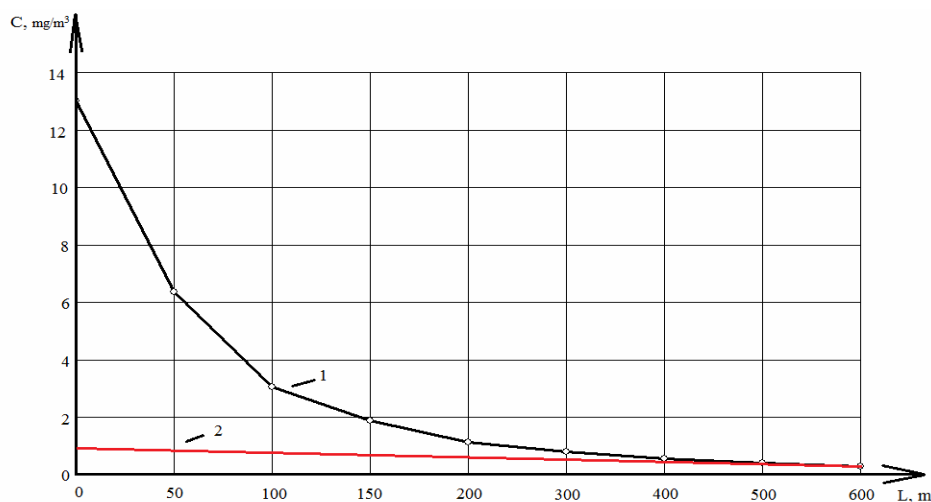


Рис. 2. Зависимость концентрации пыли складских помещений от расстояния: 1 — от ворот разгрузочно-погрузочных работ; 2 — в атмосфере городской среды

Для определения дисперсного состава и характеристик пыли в воздухе складских помещений использован метод микроскопии [5—7]. В связи с этим был проведен анализ пыли, отобранной в атмосфере складов трех типов материалов. На рисунке 3 представлены интегральные функции распределения массы частиц пыли по эквивалентным диаметрам в вероятностно-логарифмической системе координат для складских помещений, текстильных, строительных и пищевых материалов, в нижней и верхних зонах.

Исходя из данных, полученных в ходе эксперимента и видимых на рис. 3, можно сделать вывод, что пыль в верхней зоне по размеру частиц существенно меньше, чем в нижней. Так, для текстильной пыли $d_{50} = 4$ мкм (в верхней зоне) и $d_{50} = 5,8$ мкм (в нижней зоне); для пищевой пыли $d_{50} = 9$ мкм (в верхней зоне) и $d_{50} = 18$ мкм (в нижней зоне); для строительной пыли $d_{50} = 6,5$ мкм (в верхней зоне); $d_{50} = 10$ мкм (в нижней зоне).

В ходе проведенных исследований был осуществлен химический анализ пыли строительных материалов с последующим микрорентгеноспектральным анализом. Анализ проводился на оптическом микроскопе 3D Versa. Также с помощью этого микроскопа были измерены размеры частиц строительной пыли с различным увеличением. Для сравнения были выбраны пробы нескольких характерных образцов пыли, которые отобраны со склада. В составе всех образцов были обнаружены силикаты и карбонаты щелочных и щелочноземельных металлов, хлорид натрия, оксид железа и оксид молибдена, оксид алюминия. Преобладает в большей степени оксид кремния. Состав близок к бокситам, что подтверждается хранящимся на складах материалом — кирпичом. Размер наименьших частиц (рис. 3) варьируется от 0,6 до 0,7 мкм. Такая пыль появляется, например, при проведении технологических операций (фасовка, пересыпка, резка и др.). Пыль такого размера наносит существенный вред для рабочих внутри этого помещения, к тому же выносится и за пределы склада. Вследствие этого возникает необходимость установки аппаратов дополнительного пылеулавливания.

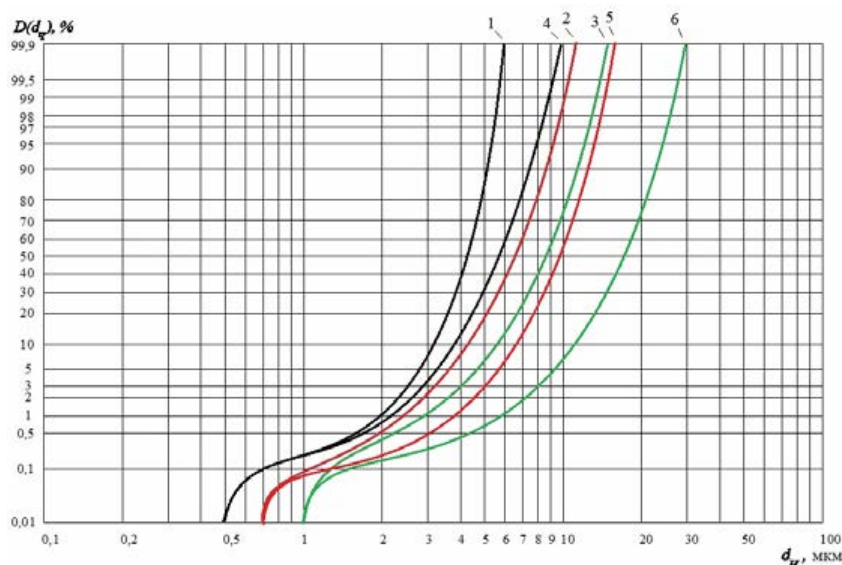


Рис. 3. Интегральные функции распределения массы частиц по диаметрам в верхней (1 — текстиль; 2 — строительные материалы; 3 — пищевые продукты) и нижней (4 — текстиль; 5 — строительные материалы; 6 — пищевые продукты) зонах склада

Исследования, проведенные вблизи складов для пищевой, строительной и текстильной промышленности, позволили получить данные о распределении дисперсного состава пыли при разных направлениях ветра относительно склада (подветренная и наветренная стороны) и наличии и отсутствии анти-

пылевого покрытия. В качестве примера на рис. 4 и 5 изображены результаты исследования функции распределения строительной и пищевой пыли. Как следует из полученных данных, для обоих типов складов в воздухе с наветренной стороны частицы пыли более крупные, так как в большей степени — это городская придорожная пыль.

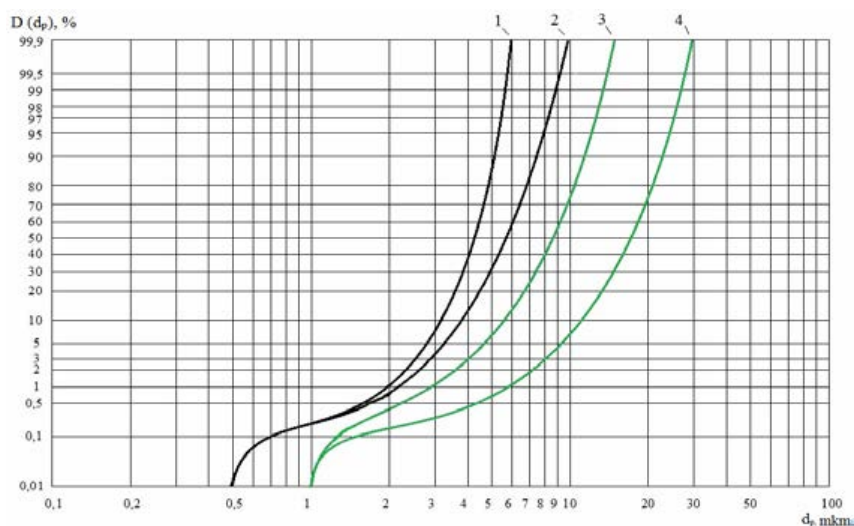


Рис. 4. Интегральные функции распределения массы частиц пыли по эквивалентным диаметрам в воздушной среде в санитарно-защитной зоне складов без антипылевого покрытия с подветренной стороны (1 — строительные материалы; 3 — пищевые продукты) и с наветренной стороны (2 — строительные материалы; 4 — пищевые продукты)

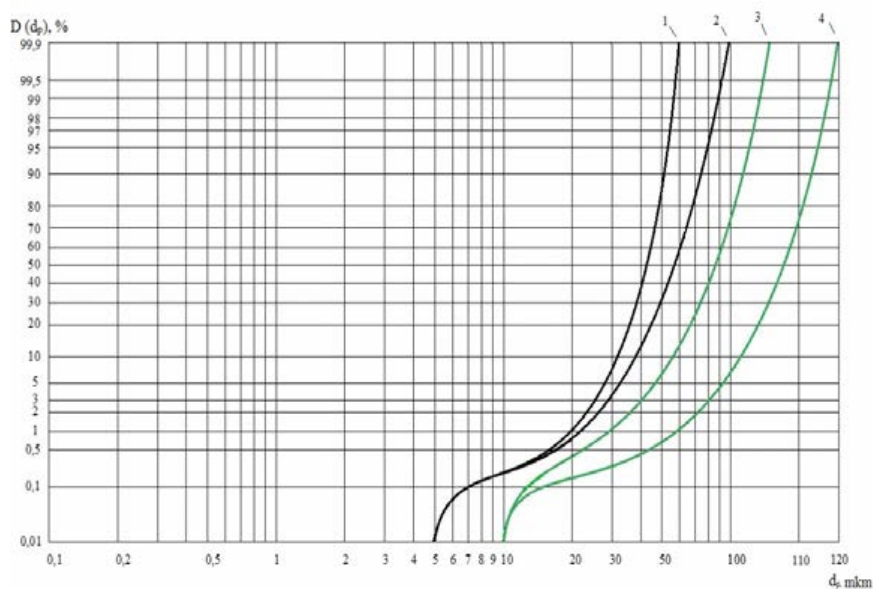


Рис. 5. Интегральные функции распределения массы частиц пыли по эквивалентным диаметрам в воздушной среде в санитарно-защитной зоне складов с антипылевым покрытием с подветренной стороны (1 — строительные материалы; 3 — пищевые продукты) и с наветренной стороны (2 — строительные материалы; 4 — пищевые продукты)

Исследования, проведенные для складов с антипылевым покрытием в зоне выгрузки/загрузки материалов (рис. 5) показали, что в этом случае процент мелкодисперсной пыли PM_{10} резко увеличивается (до 100 %). При этом общая и интегральная фракционная концентрация на складах с антипылевым покрытием меньше.

Проведенные исследования позволили провести анализ соотношения дисперсного состава пыли вредных веществ в воздухе с подветренной и наветренной сторон склада, непосредственной близости от границы санитарно-защитной зоны при наличии и отсутствии антипылевого покрытия. При этом ветер со скоростью 3...6 м/с приносил с наветренной стороны (от санитарно-защитной зоны) более крупную дорожную пыль и на другую сторону (подветренную) — более мелкую. Соответственно, при наличии антипылевого покрытия на складах в большей степени преобладает мелкодисперсная пыль. Так, доля строительных материалов с подветренной и наветренной сторон с антипылевым покрытием, с размером PM_{10} и менее в воздухе рабочей зоны составляет 100 % от общей массы пыли. Содержание пыли с подветренной и наветренной сторон без антипылевого покрытия, с размером PM_{10} и менее в воздухе санитарно-защитной зоны составляет менее 0,5 % от общей массы пыли. Содержание пыли с размером $PM_{2,5}$ на складах без антипылевого покрытия отсутствует. На складах с антипылевым покрытием с наветренной и подветренной сторон содержание частиц $PM_{2,5}$ приблизительно одинаково и составляет 3 % от общей массы пыли.

Аналогично, основываясь на проведенных автором исследованиях, количество пыли, пищевых продуктов с подветренной и наветренной сторон без антипылевого покрытия, с размером PM_{10} и более в воздухе рабочей зоны составляет 99 % от общей массы пыли, а с антипылевым покрытием с наветренной стороны составляет 70 %, с подветренной — 8 %. Остальное — крупные частицы. Содержание пыли с подветренной и наветренной сторон без антипылевого покрытия с размером $PM_{2,5}$ в воздухе санитарно-защитной зоны отсутствует. Содержание пыли с подветренной стороны с антипылевым покрытием с размером $PM_{2,5}$ составляет менее 1 %, с наветренной — 0,3 %. При больших скоростях ветра 6...12 м/с картина менялась. Крупнодисперсная пыль не оседала в СЗЗ складского помещения, поэтому концентрация на границе СЗ складов увеличилась (до 30 %), чем с наветренной. При этом доля мелкодисперсной пыли увеличилась PM_{10} (до 26 %). Доля пыли $PM_{2,5}$ во всех исследованиях не превышала 5 %.

По результатам работы можно сделать следующие **выводы**:

1. Результаты эксперимента показали, что наибольший процент выноса пыли со склада зависит от показателей влажности, скорости ветра и размера частиц. Кроме того, было исследовано влияние выноса пыли из складов на запыленность окружающей среды.

2. Размер пыли зависит от стороны склада относительно ветра и от наличия антипылевого покрытия.

4. На полученные результаты кроме метеорологических параметров оказывают влияния также плотность, размер и сорбирующие свойства частиц, как следствие — влияние общей концентрации пыли на содержание мелких фракций в жилой зоне, находящихся в непосредственной близости от складских помещений, нуждается в более глубоком изучении.

5. Определена классификация изучаемой пыли.
6. Для всех типов складов пыль с подветренной стороны, как правило, более мелкая.
7. Возможно изучение антипылевого покрытия как средства защиты от крупнодисперсной пыли.
8. Требуется внедрение нормативов, регистрирующих запыленность от складских помещений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Медников Е. П. Турбулентный перенос и осаждение аэрозолей. М. : Наука, 1981.
2. Фукс Н. А. Механика аэрозолей. М. : АН СССР, 1955.
3. Фукс Н. А., Стругин А. Г. Высокодисперсные аэрозоли. М., 1969. 80 с.
4. Research of air flows dynamics at construction works in the condition of urban built-up areas / I. V. Stefanenko, V. N. Azarov, K. A. Trokhimchuk, M. V. Trokhimchuk // Applied Mechanics and Materials The 2nd International Conference Material. 2018. Vol. 875. Pp. 183—186. URL: 10.4028/www.scientific.net/AMM.875.183
5. Азаров В. Н., Кошкарев С. А. Повышение экологической безопасности стройиндустрии совершенствованием систем обеспыливания с использованием комплексного дисперсионного анализа пылевых выбросов // Вестник ВолГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура. 2016. № 43. С. 161—174.
6. Azarov V. N., Sergina N. M., Kondratenko T. Problems of protection of urban ambient air pollution from industrial dust emissions // MATEC Web of Conferences. Vol. 106 : International Science Conference SPbWOSCE-2016 «SMART City» (St. Petersburg, Russia, November 15—17, 2016) / ed. by V. Murgul ; the Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University, Institute of Civil Engineering. 2017. URL: <https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2017/20/contents/contents.html>
7. Aerodynamic Characteristics of Dust in the Emissions Into the Atmosphere and Working Zone of Construction Enterprises / V. N. Azarov, A. I. Evtushenko, V. P. Batmanov, A. B. Streliaeva, V. Lupinogin // International Review of Civil Engineering. 2016. Vol. 7. No. 5. Pp. 132—136.

© Лупиногин В. В., 2019

Поступила в редакцию
в мае 2019 г.

Ссылка для цитирования:

Лупиногин В. В. Об оценке влияния складских помещений на запыленность городской среды // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 134—141.

Об авторе:

Лупиногин Владислав Владимирович — аспирант кафедры безопасности жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, vladlupinogin@gmail.com

Vladislav V. Lupinogin

Volgograd State Technical University

ABOUT ESTIMATION OF THE EFFECT OF WAREHOUSE ON DUSTINESS OF THE URBAN ENVIRONMENT

The classification of dust of various warehouses is considered. Several different types of dust (construction, textile, food) formed in warehouses were considered. The influence of anti-dust coating on the dustiness of warehouses as a source of pollution is studied. The paper presents the results of chemical analysis, investigated dust, determined the classification of the studied dust. Integral curves of particle mass distribution over equivalent diameters are constructed.

Key words: air pollution, dispersed composition, warehouses, integrated function, dust, urban environment.

For citation:

Lupinogin V. V. [About estimation of the effect of warehouse on dustiness 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], 2019, iss. 3, pp. 134—141.

About author:

Vladislav V. Lupinogin — Postgraduate student of Health and Safety in Construction and Municipal Services Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, vladlupinogin@gmail.com

УДК 628. 511.1

В. В. Лупиногин

Волгоградский государственный технический университет

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ ОСЕДАНИЯ
МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ ПЫЛИ РАЗЛИЧНЫХ ДИАПАЗОНОВ
СКЛАДСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ МЕТОДОМ ВИДЕОФИКСАЦИИ**

Была изучена мелкодисперсная пыль складских помещений в нескольких диапазонах. Проведен сравнительный анализ скорости оседания, полученных размеров частиц. Была произведена модернизация лабораторной установки и внедрение автоматического сброса образца, видеофиксатора с возможностью увеличения изображения и ручным наведением фокусировки. Благодаря внедрению дополнительных элементов в конструкцию установки получилось избавиться от механического вмешательства и упростить конструкцию оборудования. Одновременно с этим удалось уменьшить погрешность при проведении эксперимента. Основная задача заключалась в возможности определения дисперсного состава посредством регистрации на видеоаппаратуру с последующей обработкой полученных данных.

Ключевые слова: загрязнение воздуха, дисперсный состав, складские помещения, интегральная функция, запыленность, городская среда.

В настоящее время склад — это не просто помещение для хранения товара (продукции, техники, запчастей), а основа логистики по доставке к конечному потребителю. Кроме этого, склад превратился в огромный комплекс с дополнительными прилегающими помещениями и зонами технологических операций.

Появилась классификация складских помещений, своего рода градация. По ней идет разделение по некоторым пунктам, таким как тип сооружения, высота потолков, сетка колонн, покрытие пола, минимальная нагрузка на пол, высота пола от уровня земли, зона разгрузки, наличие технических и инженерных систем и зданий, наличие отдельного облагоустроенного участка, наличие административно-бытовых помещений.

Стандартные складские площади достигают до нескольких десятков тысяч квадратных метров. В связи с этим появилась необходимость структурирования и определения степени загрязнения от складов.

В настоящее время в ряде стран, в том числе и в России, нормировано содержание в атмосферном воздухе частиц с размерами не более 2,5 мкм ($PM_{2,5}$) и не более 10 мкм (PM_{10}), поскольку наибольшую опасность представляют частицы пыли ультрадисперсного размера, которые способны проникать в легкие человека. Система контроля и оценки концентрации и состава частиц именно малых размеров на складских помещениях в настоящее время отсутствует, что не позволяет объективно оценить степень воздействия пыли на качество рабочей среды и выбросов в атмосферу.

Целью исследования является совершенствование методики определения скорости оседания мелкодисперсных частиц на примере складских помещений.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: определение концентрации мелких фракций пыли складских комплексов (PM_{10} ,

PM_{2,5}), а также исследование аэродинамических характеристик частиц пыли PM₁₀ и PM_{2,5} на складах и в воздухе вблизи складов.

Для определения дисперсного состава пыли методом оседания в воздушной среде воспользуемся седиментометром [1] с модификациями (рис. 1). За основу была взята установка [1], на которой были произведены модификации оборудования. Была внедрена система автоматического сброса пыли 5. Также введена система видеофиксации 6 с выводом видео на экран 7 для калибровки видео. При оседании по фракциям анализируемая проба размельченного материала собирается в верхней части столба дисперсионной среды [1—5]. Сначала происходит выпадение наиболее тяжелых и крупных частиц фракции, которые, постигнув к некоторому времени τ высоту цилиндра H , оседают на дне седиментометра. Скорость оседания находится по формуле: $\omega = H/\tau$ [2]. Сброс частиц пыли совершается с помощью устройства с выдвижным механизмом, и под воздействием силы тяжести пылинки оседают в неподвижном воздушном пространстве. Двигаясь с различной скоростью, частицы оседают на поверхность (стекла), расположенную в нижней части.

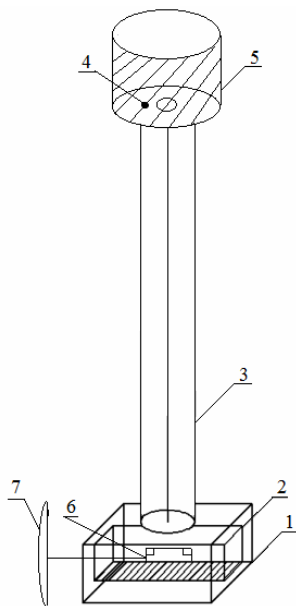


Рис. 1. Модифицированная экспериментальная установка: 1 — основание; 2 — поверхность оседания частиц (стекло); 3 — седиментационный цилиндр высотой $H = 2$ м, диаметром $d = 16$ см; 4 — светодиодная лампочка; 5 — устройство для автоматического сброса пыли; 6 — видеофиксатор для регистрации момента падения частиц; 7 — экран для связи и калибровки видеофиксатора

Перед проведением эксперимента были отсеяны и подготовлены пробы трех разных диапазонов размеров частиц: 1 — 40...60 мкм; 2 — 60...80 мкм; 3 — 80...100 мкм. Каждая проба была разделена на несколько образцов одинаковым весом 5 мг. После этого каждый образец загружался в устройство с автоматическим запуском и встроенным выдвижным механизмом для сброса пыли. Для улучшения видимости частиц при съемке поверхность подсвечивалась светодиодными вставками, и дополнительно для калибровки на поверхность оседания был нанесен «эталон» размером 1 мм² (1000 мкм) для сравнительного анализа оседающих частиц.

Для точного определения момента начала видеосъемки на устройство был установлен индикатор сброса. Этот индикатор представляет собой лампочку, которая в заданный момент загорается одновременно с запуском выдвижного механизма.

Для каждого образца получается уже отредактированное видео с началом оседания и до последней осевшей частицы. После этого происходит раскадровка полученной видеозаписи. Раскадровка представляет собой набор изображений (кадров) с момента начала и до последней упавшей частицы. Для каждого образца количество изображений может отличаться. Следующим этапом была обработка изображений (рис. 2). Изображения редактировались по яркости, контрасту и приводились в бинарный вид (белый фон и черного цвета частицы). Все это по аналогии с микроскопическим методом, но без его использования. Финальным этапом была загрузка всех обработанных изображений в специальную программу на языке Python с использованием открытых библиотек, разработанную для данного эксперимента, и производился подсчет количества черных пикселей на каждом изображении и представление в табличном виде (табл. 1).

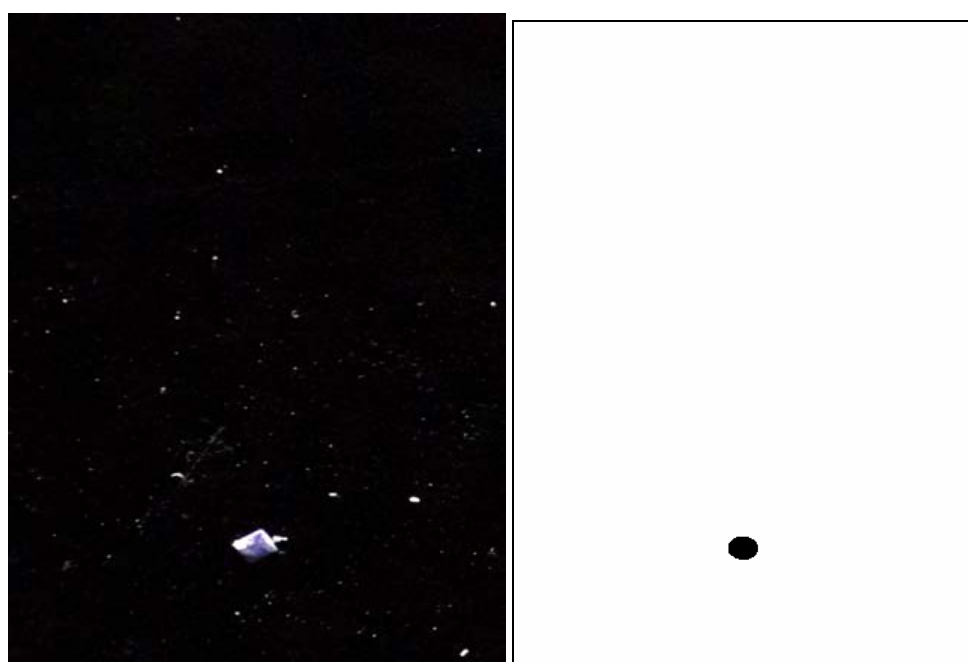


Рис. 2. Изображение калибровочного «эталоны» до (слева) и после (справа) обработки

Т а б л и ц а 1

Количество пикселей различных диапазонов мелкодисперсных частиц

№ изображения	Количество пикселей по каждой пробе					
	40...60 мкм		60...80 мкм		80...100 мкм	
	Пиксели	Время	Пиксели	Время	Пиксели	Время

На рисунке 3 представлены фотографии экспериментальных образцов различных диапазонов. Наглядно продемонстрировано, чем больший размер частиц, тем крупнее частицы на изображении.

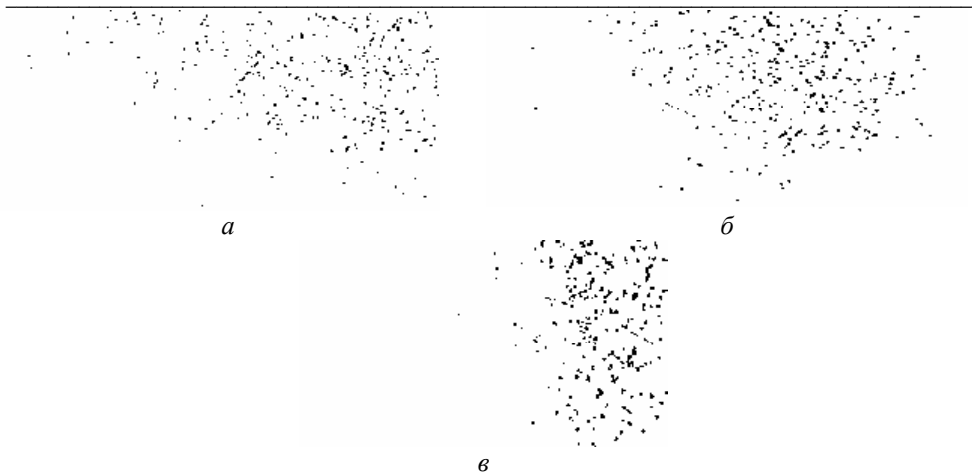


Рис. 3. Изображения осевших частиц пыли фракций различных диапазонов: *a* — 40...60 мкм; *б* — 60-80 мкм; *в* — 80...100 мкм

Так как частота кадров видеозаписи составляет 30 кадров/сек, следовательно, каждый кадр несет в себе информацию о количестве пыли на поверхности во временном интервале 0,033 с. Полученные данные преобразованы в общий график (рис. 4) для каждого из диапазонов. Построены интегральные кривые зависимости пикселей от времени оседания.

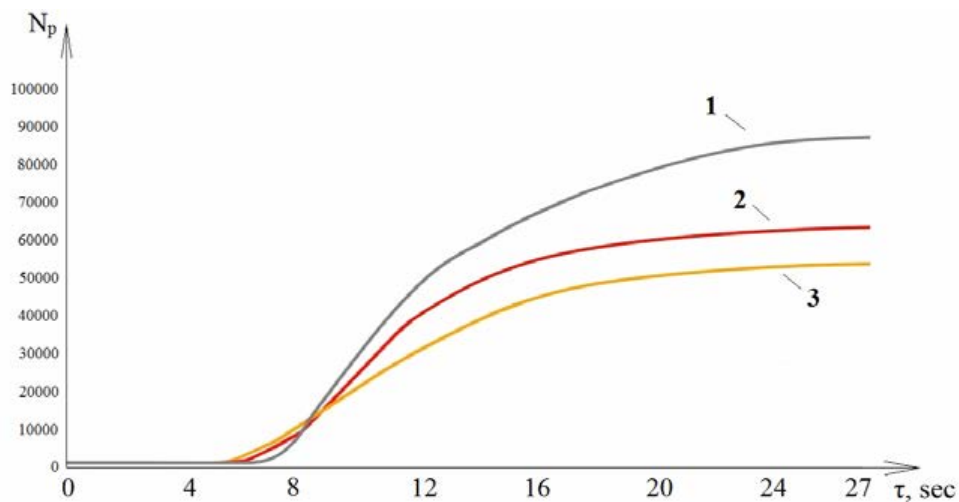


Рис. 4. Зависимость количества пикселей в суммарной площади миделевых сечений осевших частиц от скорости оседания для частиц размером (при одинаковой массе) от времени: 1 — 40...60 мкм; 2 — 60...80 мкм; 3 — 80...100 мкм

Проанализировав график на рис. 4, можно рассчитать скорость оседания частиц упавших вначале на основании данных о временном интервале между сбросом пробы и началом видеофиксации частиц. На рисунке 4 представлен весь временной период оседания. Для более подробного анализа выделен период начала падения первых частиц (4,33...6,67 с) и вынесен на отдельный

график (рис. 5). Согласно графику на рис. 5 видно время начала фиксации оседания частиц.

Анализ изображения на рис. 4 позволяет произвести расчет скорости оседания частиц. Все частицы 40...60 мкм, осевшие во временном интервале (от 5,6 до 19,6 с), следовательно, имеют скорость оседания в пределах (от 0,36...0,1 м/с). Аналогично для частиц 60...80 мкм скорость оседания будет колебаться в пределах (от 0,42 до 0,14 м/с). Соответственно, и для диапазона частиц 80...100 мкм скорость оседания находится в пределах (от 0,47 до 0,18 м/с).

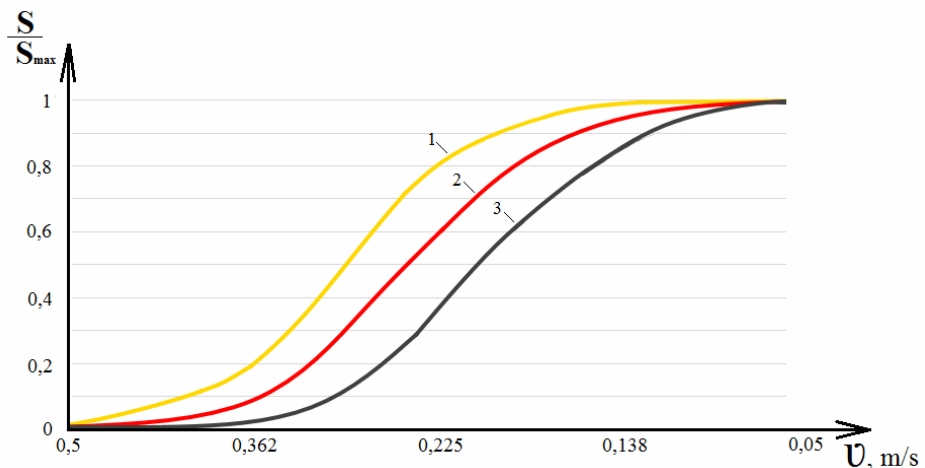


Рис. 5. Зависимость количества пикселей в суммарной площади миделевых сечений осевших частиц от скорости оседания для частиц размером (при одинаковой массе): 1 — 80...100 мкм; 2 — 60...80 мкм; 3 — 40...60 мкм

Косвенным подтверждением принципиальной правильности результатов является тот факт, что выполняется следующее условие: при исследовании двух монодисперсных фракций одинаковой массы, но разных диаметров отношение площадей, которые занимают осевшие частицы, равно обратному отношению диаметров. Для каждого диапазона определено максимальное количество пикселей ($S_{\max}$) миделевых частиц. Все значения S_t (текущие значения площадей) увеличиваются и после 27 секунды и стремятся к $S_{\max}$. Так, например, для диапазона 80...100 мкм площадь $S_{\max}$ составляет 90 000 пикселей, для диапазона 60...80 мкм — 60 000 пикселей, а для 40...60 мкм — 50 000 пикселей. Фактически графики на рис. 4 — это интегральные функции распределения массы пыли по эквивалентным диаметрам миделевых сечений частиц. При малых дозах пыли изменение площадей оседания частиц несущественно мало — не более 1,5 %.

На рисунке 4 участок графика зависимости количества пикселей от времени оседания в интервале от 4 секунды (0,5 м/с) до 27 секунды (0,05 м/с). На графике присутствуют пики, например пик на 5,33 секунде. Резкое увеличение числа пикселей и последующий спад на следующем кадре происходит из-за эффекта отскока частиц от поверхности оседания, в результате чего в кадр попадает отскочившая частица. Так как ее скорость перемещения достаточно высока, видеокамера не успевает запечатлеть ее как пятно, и мы можем на-

блюдать вытянутый шлейф, соответствующий направлению ее движения. Так как количество пикселей от следа пролета частиц больше реального числа пикселей, которое занимает проекция пятна, мы получаем резкий прирост числа пикселей на некоторых кадрах. Однако после ее пролета и релаксации следующий кадр не содержит следов пролета, в результате чего на последующих кадрах число пикселей меньше, чем на кадре, где зафиксирован отскок, в результате чего на графике появляется пик. Зависимость аппроксимирована, сглажена и приведена к понятному для зрительного восприятия виду.

Как показывает зависимость, количество осевших частиц со скоростью меньше чем 0,5 м/с для всех диапазонов не превышает 1,5 % от навески и наличие таких частиц объясняется образованием более крупных после вброса.

По результатам работы можно сделать следующие **выводы**:

1. Была модернизирована установка по исследованию аэродинамических характеристик пыли, и усовершенствована методика дисперсного анализа пыли.

2. Написана программа для подсчета количества пикселей каждого изображения, и построен график зависимости количества пикселей от скорости оседания. Программные вычисления позволяют строить интегральные и дифференциальные функции зависимости массы частиц по эквивалентным диаметрам миделевого сечения частиц.

3. В результате экспериментальных исследований установлено, что для частиц размером 40...60 мкм скорость оседания находится в пределах 0,36...0,1 м/с, а средняя скорость составляет 0,23 м/с; частицы размером 60...80 мкм имеют скорость оседания в пределах 0,42...0,14 м/с, средняя скорость — 0,28 м/с; частицы размером 80...100 мкм имеют скорость оседания в пределах 0,47...0,18 м/с, средняя скорость составляет 0,32 м/с. Показано, что можно пренебречь пересечением частиц при малых дозах частиц при вбрасывании в седиментационный цилиндр.

4. Построены интегральные функции распределения относительной площади миделевых сечений осевших частиц по скоростям оседания для одинаковой навески сбрасываемой пробы пыли.

5. Диапазон изменений ($S/S_{\max}$) от 0 до 1 меньше в интервале 80...100 мкм (90 мкм).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Медников Е. П. Турбулентный перенос и осаждение аэрозолей. М. : Наука, 1981.
2. Об исследовании аэродинамических характеристик асбестоцементной пыли в воздухе рабочей зоны / В. Н. Азаров, О. В. Бурлаченко, Р. А. Бурханова, Н. А. Маринин // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. Вып. 1(20). 2012.
3. Коузов П. А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов. 3-е изд., перераб. Л. : Химия, Ленингр. отд-ние, 1987.
4. Устройство для определения дисперсного состава пыли / Н. А. Маринин и др. : пат. на полезную модель № 135806 от 20.12.2013 г.
5. Фукс Н. А. Механика аэрозолей. М. : АН СССР, 1955.

© Лупиногин В. В., 2019

Поступила в редакцию
в мае 2019 г.

Ссылка для цитирования:

Лупиногин В. В. Методика определения скорости оседания мелкодисперсных частиц пыли различных диапазонов складских помещений методом видеофиксации // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 142—148.

Об авторе:

Лупиногин Владислав Владимирович — аспирант кафедры безопасности жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, vladlupinogin@gmail.com

Vladislav V. Lupinogin

Volgograd State Technical University

METHOD OF DETERMINING THE RATE OF SETTLING OF FINE DUST PARTICLES OF DIFFERENT RANGES OF WAREHOUSES BY VIDEO RECORDING

Fine dust of warehouses in several ranges was studied. A comparative analysis of the sedimentation rate and the obtained particle sizes was carried out. The laboratory installation was modernized and the introduction of automatic sample reset, video recorder with the possibility of increasing the image and manual focus guidance was introduced. Thanks to the introduction of additional elements in the design of the installation, it was possible to get rid of mechanical interference and simplify the design of the equipment. At the same time, it was possible to reduce the error during the experiment. The main task was to be able to determine the dispersed composition, by registering on video equipment with subsequent processing of the data.

Key words: air pollution, dispersed composition, warehouses, integrated function, dust, urban environment.

For citation:

Lupinogin V. V. [Method of determining the rate of settling of fine dust particles of different ranges of warehouses by video recording]. *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], 2019, iss. 3, pp. 142—148.

About author:

Vladislav V. Lupinogin — Postgraduate student of Health and Safety in Construction and Municipal Services Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, vladlupinogin@gmail.com

УДК 725.5

С. А. Матовников, С. Е. Борзенко, Я. С. Картавцева

Волгоградский государственный технический университет

ДИЗАЙН МЕДИЦИНСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ КАК НЕОБХОДИМЫЙ ЭЛЕМЕНТ ЛЕЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

В статье поднимается проблема необходимости создания дизайна медицинского центра для более комфортного лечебного процесса и благоприятного эмоционального состояния пациентов. Раскрываются характерные особенности стилевых направлений дизайна для использования в медицинских учреждениях и их влияние на психоэмоциональное состояние человека. Описывается несколько основных аспектов проектирования пространства интерьера удобного как для посетителей, так и для персонала.

К л ю ч е в ы е с л о в а: дизайн, медицинские учреждения, стиль, влияние на психоэмоциональное состояние человека.

Здоровье человека, как известно, во многом зависит от физического и психологического состояния. Медицинские учреждения, куда ежедневно обращаются люди за помощью, должны учитывать не только то, как соответствовать высокому уровню современных лечебных процессов, но и как окружить пациента атмосферой заботы. Стресс, возникающий зачастую под влиянием болезни, часто усугубляется окружающей архитектурной средой, в которой человек вынужден пребывать, рассчитанной исключительно на грубый функционализм. Необходимость совместить практичность для помещений, предназначенных для оказания широкого спектра медицинских услуг, их соответствие нормативам и требованиям, а также комфортные условия для пациентов делает медицинские учреждения одними из самых сложных с точки зрения архитектурного проектирования.

В первую очередь при проектировании объекта необходимо учитывать особенности типа медицинского учреждения и требуемого для него функционала, поэтому стандартных приемов будет недостаточно, потребуется индивидуальный подход для учета всех нужд учреждения. Главное условие — разделение потоков и зон: для людей (нестерильная) и лечебных процессов (стерильная), — которое бы не создавало лишних трудностей для работников, выполняющих свои обязанности, и было бы понятно и удобно для посетителей. Четкое планирование расположения кабинетов, их размерных характеристик и определение нужного набора мебели для них — необходимое для этого условие.

В выборе материалов для отделки медицинского центра следует обратить особое внимание на обеспечение безопасности, а потому возможность токсического отравления материалами и их легковоспламеняемость должны быть исключены. Данное требование неизменно для любого типа дизайна и вне зависимости от назначения кабинета. Наиболее распространено использование современных материалов благодаря отсутствию затруднений в работе с ними. Например, пластик, который легко чистится и может быть быстро заменен при повреждениях.

Пристальное внимание стоит уделить подбору цветовой гаммы. Рекомендуется определить основной цвет, которому будет отдано предпочтение в дизайне в целом, даже при варьировании основного стилевого решения. Наиболее удачный вариант — использование белого цвета и светлых оттенков при контрастном сочетании их с синим, зеленым или другими яркими и насыщенными цветами.

Отметим, что хороший дизайн медицинского центра всегда говорит сам за себя. При создании красивого и функционального дизайна, фирменного стиля медицинский центр будет пользоваться авторитетом и популярностью среди пациентов. Красивый и функциональный дизайн интерьера говорит о надежности, комфорте и современном уровне обслуживания.

Коммерческие клиники одними из первых осознали необходимость дизайна интерьеров в медицинских учреждениях. Клиенты оценивают обстановку, интерьер и сервис, что естественно влияет на его восприятие и настроение. Интерьер клиники должен располагать с первого взгляда и при этом подчеркивать уровень клиники и ее услуг. Для привлечения новых клиентов и удержания старых атмосфера должна быть комфортной и уютной. Привлекательный интерьер, домашняя обстановка, а также современные технологии способны привлечь не только клиентов, но и ценных сотрудников.

При создании дизайна интерьера медицинского учреждения нужна общая стилистическая идея. Даже если оформляются разные по назначению комнаты, они должны символизировать принадлежность к одному архитектурному пространству. Ведь дизайн интерьера — это не только сложная проектная работа, при которой необходимо учитывать нормы безопасности и санитарно-эпидемиологических требований, но и проектирование художественно-эстетического облика помещения. Необходимо выбрать единую тематическую составляющую, а также стилистическое направление, так как каждое из них несет свою идею, концепцию, но не каждый стиль можно использовать в оформлении интерьера медицинского учреждения. При выборе стиля нужно иметь ясное представление о его специфике и влиянии на восприятие атмосферы пространства.

Приведем пример. Классический стиль, чьи характерные особенности заключаются в его сдержанности и изысканности, создает впечатление респектабельности и солидности. Главное в этом стиле — его функциональность, а также строгость и элегантность. Достигается это при помощи четких линий, правильных геометрических форм и использования парных элементов в оформлении архитектурного пространства. Все это работает на соблюдение главного принципа — симметрии. Данный стиль можно назвать универсальным, потому что подходит для оформления любого помещения вне зависимости от его размерных характеристик. Чтобы интерьер не выглядел слишком строго, в него необходимо добавить уюта, этого можно достигнуть, правильно подобрав цветовую гамму, освещение и элементы декора (рис. 1).

Лучшим вариантом при выборе материалов будет решение совместить материалы природные (мрамор, гранит, дерево) и искусственные (пластик, композитные панели), однако не следует забывать про гигиенические нормы и необходимость обеспечить простоту в эксплуатации. Молдинги, деревянные стеновые панели и штукатурка в оформлении стен больничного учреждения помогут визуально расширить пространство по вертикали, а также

упорядочить интерьерную среду, что создаст нужный эффект симметрии. Часто используемый в отделке пола паркет можно заменить на кафель с имитацией древесного рисунка, что будет более уместно в плане практичности.



Рис. 1. Визуализация вестибюля дизайн-проекта интерьера частного медицинского центра в классическом стиле

Цветовое решение должно включать в себя нейтральные естественные оттенки, благодаря которым пространство кажется просторнее, и насыщенные цвета, вносящие ощущение аккуратности. Особый акцент следует сделать на обеспечение помещения естественным освещением. При недостатке света помещения должны быть оснащены многоуровневым искусственным освещением, состоящим из основного источника света в виде центральной люстры, а также побочными источниками, расположенными по периметру.

Таким образом, отдавая предпочтение медицинскому учреждению в классическом стиле, пациент получает уверенность и надежность в качестве предоставляемых медицинских услуг. А комфортность, уютность таких интерьеров препятствует стандартному негативному восприятию больниц (рис. 2).

Абсолютно иной вариант виденья архитектурного пространства медицинского учреждения предлагает нам стиль футуризм. Его название неспроста происходит от латинского слова *futurum*, что значит «будущее». Ощущение уже наступившего будущего, царство прогресса и технологий последнего уровня — основные ассоциации, вызываемые данным стилем. Главная идея — поиск новых, необычных и креативных дизайнерских решений и решительный отказ от привычных и традиционных. Основное требование стиля заключается в достижении максимальной функциональности помещения и наличии максимума свободного пространства. Визуальное оформление включает в себя использование как асимметрии и нестандартных геометрических форм в основных элементах (мебель, дверные и оконные проемы и др.), так и мягкие, скругленные линии в пространстве в целом.



Рис. 2. Визуализация кабинета терапевта дизайн-проекта интерьера частного медицинского центра в классическом стиле

В качестве основных материалов обычно выбираются металл, пластик и органическое стекло, поскольку они отвечают основным требованиям уборки медицинских помещений. Цветовое решение отличается своей монохромностью и содержит в основе светлые неяркие цвета: белый, серый, бежевый, а также различные их оттенки, но при этом отдельные элементы пространства должны содержать яркие цвета в небольшом количестве, чтобы не допускать ощущения однообразия. Мебель (чаще всего минималистичная и модульная), имеющая плавные и обтекаемые формы, должна отличаться своей практичностью и функциональностью, чему соответствует допускаемая обивка и возможные хромированные детали (рис. 3, 4).

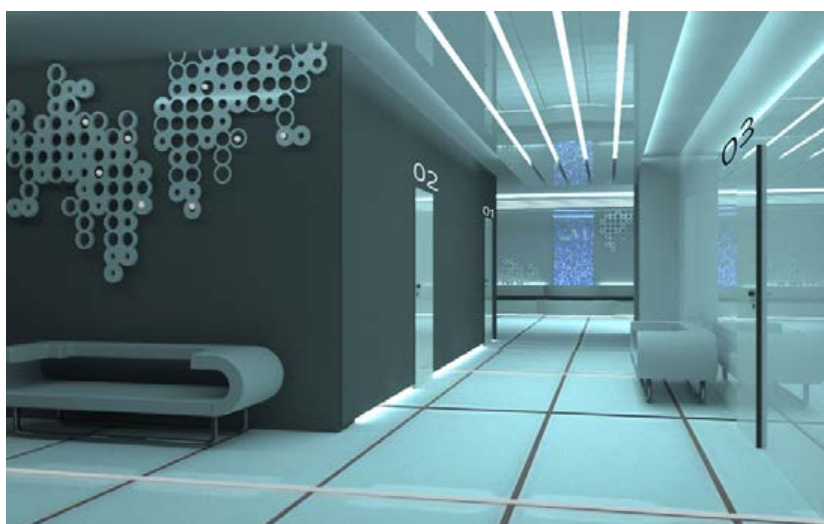


Рис. 3. Визуализация зоны ожидания дизайн-проекта интерьера частного медицинского центра в футуристическом стиле

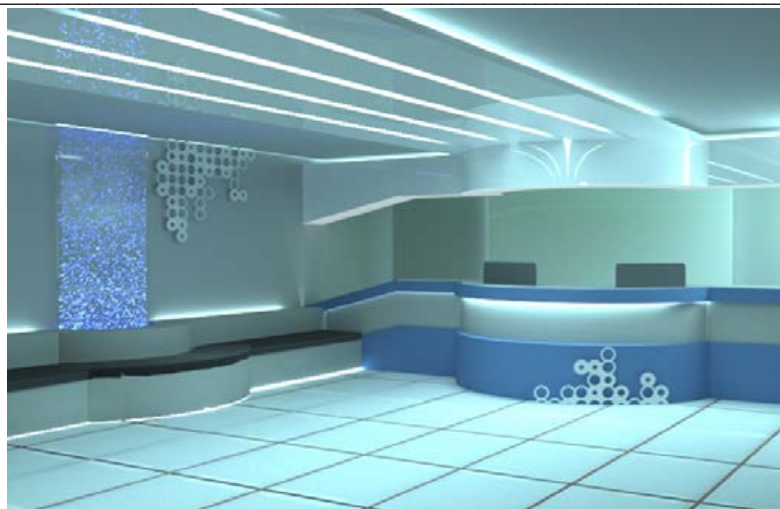


Рис. 4. Визуализация вестибюля дизайн-проекта интерьера частного медицинского центра в футуристическом стиле

Особое внимание следует уделить освещению. Наиболее удачным вариантом можно считать неоновые и светодиодные светильники, которые монтируются в ниши, потолок и другие элементы пространства. Это удобно, практично и создает необходимое ощущение присутствия новейших технологий в интерьере, а значит, полностью соответствует стилю.

Другим примером оформления больничных пространств может стать интерьерный стиль бионика. Гармоничное совмещение футуристических конструкций и естественных природных форм обладает уникальной эстетикой и эргономикой. Суть бионики — использование природных образов, а именно изогнутые линии без острых углов. Благодаря четко выраженной структуре в виде природных компонентов (соты, ячейки, пузыри), используемых повсеместно в перегородках, объемных панелях и предметах декора, человек ощущает себя в гармонии с пространством (рис. 5).



Рис. 5. Визуализация вестибюля дизайн-проекта интерьера частного медицинского центра в стиле бионика

Цвета оформления — преимущественно светлые натуральные оттенки, а также небесно-синий и зеленый — помогают воссоздать образ живой природы. Поверхности стен окрашены однотонно, узоры и орнаменты наблюдаются в сложных конструкциях или в композициях разных форм.

Для придания эмоционального баланса психологическому состоянию человека можно использовать живые растения, которые создают ощущение жизненной силы и безопасности. Они являются прекрасным дополнением к оформлению залов ожиданий и фойе. Помимо стандартного использования растений также применяют фитопанели, которые можно расположить под стеклом в санитарно-гигиенических целях, создавая особый микроклимат под ним. Бионический стиль представляет собой гармоничное сочетание элементов живой природы и инновационных технологий (рис. 6, 7).



Рис. 6. Визуализация кабинета стоматолога дизайн-проекта интерьера частного медицинского центра в стиле бионика

Интерьер больницы, выполненный в этом стиле, наполняет посетителя спокойствием за собственное здоровье и способствует развитию доверительного отношения к лечащим специалистам.

Таким образом, рассмотрев влияние интерьера больничного учреждения на самочувствие его посетителей, мы приходим к выводу о необходимости сознательного подхода в вопросе выбора дизайнерского решения. Такие стили, как «классический», «бионика», «футуризм», играют положительную роль в процессе лечения и способствуют его правильному проведению. В то время как безразличие к внешнему виду интерьера и тем более неудачное дизайнерское решение могут негативно сказываться на результатах лечебного процесса.



Рис. 7. Визуализация зоны ожидания дизайн-проекта интерьера частного медицинского центра в стиле бионика

© Матовников С. А., Борзенко С. Е., Картавцева Я. С., 2019

Поступила в редакцию
в июне 2019 г.

Ссылка для цитирования:

Матовников С. А., Борзенко С. Е., Картавцева Я. С. Дизайн медицинского учреждения как необходимый элемент лечебного процесса // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 149—156.

Об авторах:

Матовников Сергей Алексеевич — канд. архит., профессор, зав. кафедрой дизайна и монументально-декоративного искусства, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, matovnikov4@yandex.ru

Борзенко Софья Евгеньевна — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград. ул Академическая, 1, ssoonnyab@yandex.ru

Картавцева Яна Сергеевна — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград. ул Академическая, 1, kartavtsevaya@yandex.ru

Sergei A. Matovnikov, Sofia E. Borzenko, Yana S. Kartavtseva

Volgograd State Technical University

DESIGN MEDICAL INSTITUTIONS AS AN ESSENTIAL ELEMENT OF THE TREATMENT PROCESS

The article raises the problem of the need to design a medical center for a more comfortable treatment process and a favorable emotional state of patients. The characteristic features of style directions of design for use in medical institutions and their impact on the psycho-emotional state of a person are revealed. Several basic aspects of interior space design convenient for both visitors and staff are described.

Key words: design, medical institutions, style, influence on the psycho-emotional state of a person.

For citation:

Matovnikov S. A., Borzenko S. E., Kartavtseva Ya. S. [Design medical institutions as an essential element of the treatment process]. *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], 2019, iss. 3, pp. 149—156.

About authors:

Sergei A. Matovnikov — Candidate of Architecture, Professor, the Head of Design and Monumental and Ornamental Art Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, matovnikov4@yandex.ru

Sofia E. Borzenko — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, ssoonnyab@yandex.ru

Yana S. Kartavtseva — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, kartavtsevaya@yandex.ru

УДК 378(07)

С. А. Матовников, С. Е. Борзенко, Я. С. Картавцева

Волгоградский государственный технический университет

ДИЗАЙНЕРСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ СРЕДЫ ЖИЛОЙ ДЕТСКОЙ КОМНАТЫ С УЧЕТОМ ГЕНДЕРНОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО ФАКТОРОВ

В статье рассматривается проблема организации небольшого по площади интерьерного пространства среды детской комнаты. Особое внимание уделяется зонированию и цветовым предпочтениям в данном дизайнерском решении. Обосновывается дизайнерский аспект рационального использования пространства детской комнаты с целью адаптации его под запросы детей с учетом их пола и количества проживающих.

К л ю ч е в ы е с л о в а: дети разного пола и возраста, организация площади помещения, проектирование, зонирование, интерьер детской комнаты, личное пространство.

Основная цель дизайна жилого интерьера заключается в создании условий для удобного и комфортного нахождения человека в эстетически выразительной предметно-пространственной среде. Но в случае с детской комнатой иная ситуация.

При проектировании помещения для детей могут возникнуть трудности пространственного характера. Необходимо продумать зонирование, которое будет направлено на создание разных функциональных пространств. Как же все это совместить в одной комнате, когда в ней проживают сразу несколько разновозрастных детей с разными вкусовыми предпочтениями? Для правильного зонирования комнаты необходимо ориентироваться не только на особенности каждого ребенка, но и на площадь помещения. Ведь помимо спального места требуется также рабочая зона, гардероб, игровое пространство. Если в просторной комнате эти зоны можно расположить свободно, то в маленькой их необходимо разместить грамотно. Рационального использования пространства помещения можно добиться разными способами. Например, использовать мебель-трансформер.

Отличным вариантом для небольшой детской станут складные кровати, которые после сна можно убирать. Для детей младшего возраста этот процесс послужит игровой формой, а проблема нехватки места решится сама собой.

Другой тип организации спального места — двухэтажное расположение. Двухъярусная кровать уместна для соседствования как братьев и сестер, так и разнополых детей независимо от возраста (рис. 1).

Способ взбирания на верхнюю постель нужно выбирать с учетом возраста и физических способностей ребенка. Можно выбрать вариант вертикальной или наклонной лестницы с дополнительными ящиками для хранения. Такое размещение позволит выиграть место для предметов мебели других функциональных зон.

Необычные решения расположения мебели позволяют не только сэкономить пространство, но и привнести дизайну оригинальности. Один из примеров — вместо стандартной установки «кровати-чердак», удерживающие опоры которой занимают половину пространства, использовать подвесную. Кон-

струкция крепится к потолку, тем самым образуя под собой свободное пространство. Его может занять письменный стол, шкаф или любая другая мебель (рис. 2).



Рис. 1



Рис. 2

Обеспечив детей комфортным спальным местом, остается лишь правильно организовать для каждого рабочую или игровую зону, а также места для хранения вещей.

Особое внимание нужно уделить формированию игрового пространства. Именно в игровом процессе дети усваивают огромное количество жизненных навыков и умений, приобретают социальный опыт. Поэтому часть комнаты необходимо обустроить для общения с другими детьми, обеспечить размещение материалов для развития сенсорики, интеллекта, физических способностей, игровой деятельности. Выработыванию сенсорных навыков поспо-

способствует применению мягких модулей. Мячи, шары, дорожки помогут ребенку научиться ощущать объемные предметы, распознавать их цвет, форму, величину, развивать зрительные и осязательные навыки. Для занятий, способствующих интеллектуальному развитию, можно организовать зону художественно-творческой деятельности. Местом для рисования может послужить межкомнатная дверь. Покрытая грифельной краской, она создает матовую поверхность и выполняет функцию доски для рисования мелом (рис. 3).



Рис. 3

Игровая зона в комнате — преимущественная для ребенка. Это его личное пространство, место, где он должен чувствовать себя полноправным хозяином.

Говоря об игровой деятельности, не стоит забывать и о физическом развитии. Для полноценной спортивной реализации необходимо специально оборудованное место. Наилучший вариант — небольшой спортивный комплекс. Если позволяет площадь помещения, то предпочтительнее установить более функциональный вариант спортивного сооружения, состоящий из таких элементов, как шведская стенка, турники, качели, сетки, канаты. Но часто детская не отличается большими размерами, в нее достаточно проблематично вместить подобную спортивную установку. В данной ситуации возможен вариант комбинированной мебели, которая сможет совместить несколько функций. Например, кроме спортивных элементов подобный комплекс может включать в себя шкаф, кровать, тумбочку, рабочий стол (рис. 4).

В рабочей зоне особое внимание следует обратить на освещение. Оптимальным решением для комфортного проведения занятий является сочетание искусственного и естественного света. При выборе размещения стола стоит отдать предпочтение расположению его у окна и по необходимости установить настольную лампу. В качестве рабочей поверхности можно использовать подоконник, заменив его на более глубокую столешницу. Такое место

отлично освещается дневным светом, кроме того, этот вариант позволит значительно сэкономить пространство (рис. 5).



Рис. 4



Рис. 5

В выборе конструкции рабочего места привычнее всего прибегнуть к стандартной прямоугольной форме, однако, если детская небольших размеров, следует рассмотреть несколько других вариантов. Например, чтобы не загромождать пространство большим количеством индивидуальных рабочих мест, можно использовать однорядную схему расстановки столов, при этом разграничить поверхность небольшими перегородками.

Угловое пространство комнаты можно оборудовать столом, который образует две полноценные рабочие поверхности. В качестве дополнительной комплектации следует применить функциональные модули: полки, ящики и шкафчики. Другой вариант рабочей поверхности — откидной столик (рис. 6).



Рис. 6

Он может быть представлен в виде самостоятельного предмета мебели либо крепиться к стене и при необходимости раскладываться.

С целью изолирования рабочего пространства можно установить легкие перегородки. Оптимальный вариант — стеллаж, совмещающий в себе несколько функций. Он не нарушает поступление дневного света, создает атмосферу уединения и послужит вспомогательной системой хранения.

Стильным и современным способом зонирования рабочего места может оказаться подиум. Он вмещает в себя не только ящики для хранения вещей, но и даже кровать.

В современном мире дети являются владельцами большого количества различных вещей. Игрушки, книги, развивающие гаджеты, одежду необходимо где-то хранить, при этом важно, чтобы можно было отыскать определенную вещь без особых усилий. Во избежание превращения детской комнаты в постоянный хаос, нужно продумать устройство зоны хранения. Ее привлекательность играет немаловажную роль. Ведь лучший способ приучить ребенка к порядку — завлечь его уборкой. Способы хранения вещей достаточно разнообразны.

Шкафы и комоды — классическое представление о хранении. Чтобы ребенку было удобнее содержать свои вещи в порядке, лучше будет расположить шкаф неподалеку от кровати. Детский шкаф должен быть максимально устойчивым, либо его нужно зафиксировать у стенки специальными крепежами. Для хранения настольных игр и наборов для творчества отлично подходит узкий комод для игрушек, напоминающий офисную тумбочку. При выборе комода нужно ориентироваться на наличие небольших, легко выдвигающихся ящичков, в идеале пластиковых.

Лучшим способом хранения мелких игрушек, вещей небольших размеров могут служить корзины, контейнеры и выдвижные ящики, которые легко устанавливаются в открытом комод или на стеллаже. Основным достоинством такого хранения является легкая доступность для ребенка, он сможет самостоятельно рассортировать свои вещи и при необходимости легко найдет необходимое.

Отличным местом хранения и экономии пространства является полка над дверью или окном (рис. 7).



Рис. 7

Там могут разместиться небольшие коробки или ящики с вещами и прочие предметы, требующие длительного хранения.

Пространство под детской кроватью тоже можно полезно использовать. Оно позволит хранить вещи, которые необходимо убрать на какое-то время.

Если помещение детской небольшое, то для хранения можно задействовать и поверхность стен. Этому поспособствуют книжные полки, подвесные текстильные кармашки с различными отделениями. Такой органайзер можно использовать вместо прикроватной тумбы, прикрепив его на бортики либо изголовье кровати, или расположить в рабочей зоне над письменным столом (рис. 8).

Большое значение для создания уюта и комфорта в детской комнате имеет выбор колористического оформления. Не стоит придерживаться общепринятых гендерных цветовых стереотипов, ведь речь идет об интерьере комнаты для нескольких детей разного пола и возраста. Необходимо учитывать индивидуальность каждого ребенка, его темперамент и мировосприятие, выявить цветовые предпочтения, ведь они отражают эмоциональные потребности.

Следует взять во внимание, что разным возрастным категориям присущи разные цветовые предпочтения. Детям старшего возраста свойственно выбирать более сдержанные оттенки, а малышам — яркие. Из этого следует компромиссное решение — интерьер нейтральных спокойных оттенков с яркими акцентами.



Рис. 8

Выделять цветом личное место каждого необязательно. Достаточно правильно подобрать расцветку текстиля, чтобы создать ощущение собственного пространства.

Таким образом, при дизайнерском проектировании пространства детской комнаты необходимо учитывать потребности и предпочтения ребенка. Особое внимание уделить функциональному зонированию, с учетом рационального использования площади комнаты. Так, для организации спального места лучшим вариантом будут складные либо двухъярусные кровати, также может подойти кровать-«чердак». Для игровой зоны используются как стандартные элементы комнаты (например, двери, покрытые грифельной краской), так и дополнительные (например, шведская стенка). Главное к чему стоит стремиться в проектировании — это многофункциональность элементов пространства в сочетании с возможностью познавательно-игровой деятельности при их использовании ребенком. Образ детской должен быть эстетически привлекательным и комфортным для нахождения.

© Матовников С. А., Борзенко С. Е., Картавецова Я. С., 2019

Поступила в редакцию
в июне 2019 г.

Ссылка для цитирования:

Матовников С. А., Борзенко С. Е., Картавецова Я. С. Дизайнерские аспекты оптимизации среды жилой детской комнаты с учетом гендерного и количественного факторов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 157—164.

Об авторах:

Матовников Сергей Алексеевич — канд. архит., профессор, заведующий кафедрой дизайна и монументально-декоративного искусства, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, matovnikov4@yandex.ru

Борзенко Софья Евгеньевна — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград. ул Академическая, 1, ssoonnyab@yandex.ru

Картавцева Яна Сергеевна — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград. ул Академическая, 1, kartavtsevaya@yandex.ru

Sergei A. Matovnikov, Sofia E. Borzenko, Yana S. Kartavtseva

Volgograd State Technical University

DESIGN ASPECTS OF OPTIMIZATION OF ENVIRONMENT OF THE NURSERY GENDER AND QUANTITATIVE FACTORS

The article deals with the problem of organizing a small area of interior space environment of the children's room. Particular attention is paid to zoning and color preferences in this design solution. Substantiates design aspect of the efficient use of space a child's room with the purpose of its adaptation to the needs of children with regard to their sex and the number of residents.

Key words: children of different sex and age, the organization of the area of the room, design, zoning, interior of the children's room, personal space.

For citation:

Matovnikov S. A., Borzenko S. E., Kartavtseva Ya. S. [Design aspects of optimization of environment of the nursery gender and quantitative factors]. *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], 2019, iss. 3, pp. 157—164.

About authors:

Sergei A. Matovnikov — Candidate of Architecture, Professor, the Head of the Department of Design and Monumental and Decorative Art, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, matovnikov4@yandex.ru

Sofia E. Borzenko — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, ssoonnyab@yandex.ru

Yana S. Kartavtseva — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, kartavtsevaya@yandex.ru

УДК 71.01

Н. Г. Матовникова, С. Е. Борзенко, Я. С. Картавцева

Волгоградский государственный технический университет

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА НА ПРИМЕРЕ СКВЕРОВ ВОЛГОГРАДА

Проблема формирования качественной городской среды является одним из основополагающих вопросов в проектировании, так как главной целью социально-экономического развития любого города является повышение качества жизни людей. В статье рассмотрены стилистические, композиционно-планировочные особенности скверов, характерные черты их природного и архитектурного содержания, а также обозначается роль скверов в социально-культурной жизни г. Волгограда. Проанализированы типы скверов и практика их размещения в структуре городской среды.

К л ю ч е в ы е с л о в а: проектирование качественной городской среды, городское пространство, ландшафтный дизайн.

Экологическая проблема современности — загрязнение городской среды отходами промышленной и автомобильной индустрии. Следствием этого является заметное снижение показателей здоровья городских жителей. Создание зеленых зон — парков, садов, скверов — это основной способ нейтрализации пагубного влияния заводов и машин.

Сложно переоценить значимость растений, которую они играют в человеческой жизни. В первую очередь стоит отметить их положительное влияние на микроклимат, а благодаря способности очищения воздуха от пыли и подавления звуковых шумов растения объективно можно считать городской необходимостью. Их польза для человека обуславливается не только вышеперечисленными свойствами, но и множеством других: растения оказывают пользу для сердечно-сосудистой системы, снижают нервное напряжение и способствуют формированию творческих способностей, что доказывается множеством исследований. Кроме того, можно говорить и об их эстетической функции. Современный человек окружен городской средой, состоящей преимущественно из бетона, стекла и металла, попадая после которой в место, наполненное живыми растениями, он чувствует естественное расслабление и эмоциональный отдых.

Современное городское пространство представляет собой гармоничное сочетание архитектурной застройки и зеленых массивов. Одной из популярных форм таких массивов является сквер, представляющий собой территорию величиной 0,15...2,5 га внутри промышленной или жилой застройки, на которой сделано благоустройство и озеленение. Скверы имеют колоссальное значение в поддержании благоприятной экосистемы города. Так, благодаря плотной посадке растений обеспечивается комфортное пребывание жителей в скверах, даже примыкающих к транспортным магистралям с интенсивным движением, а шум на улицах с многоэтажной застройкой, лишенных зеленых насаждений, увеличивается в 5 раз по сравнению с улицей, где высажено достаточное количество деревьев. Однако назначение скверов не ограничивается их экологической и социальной функциями, а включает в себя также их

потенциальные возможности для решения художественно-декоративных задач и задач архитектурно-планировочной организации отдельных частей города: площадей, транспортных развязок, общественных и административных зданий. Таким образом, можно выделить следующий ряд функций скверов: экологическую, пешеходно-транзитную, психологически-релаксационную, культурно-эстетическую, рекреационную.

Четкое представление о размещении дорожек (главных и второстепенных) и площадок, а также об обеспечении их гармонической взаимосвязи — первый и обязательный пункт в разработке ландшафтного дизайна сквера. При проектировании дорожно-тропиночной сети необходимо учитывать связь функциональных зон и площадок с входами и выходами из сквера. Так, при интенсивном пешеходном движении система дорожек должна обеспечивать кратчайший путь через сквер для основного транзитного потока, минуя зоны отдыха. Помимо практических функций дорожки должны играть роль визуальных направляющих осей, позволяющих воспринимать отдельные сцены ландшафтного дизайна. Покрытие, согласно санитарно-техническим требованиям, должно обеспечивать удобство передвижения (быть ровным и беспыльным), а также сочетаться с окружением (не быть ярким по цвету). Обычные варианты покрытия: асфальт, щебенка, гравий, плитка, причем последний наиболее желателен, потому как не препятствует доступу воздуха и влаги в почву. Однако для Волгограда больше подходит асфальтовое покрытие ввиду условий засушливого климата.

Не следует забывать и об эстетических свойствах ландшафта сквера, а также об их значительной роли, которую они играют в формировании художественного облика города в целом. Состояние насаждений, сочетание плоскостных и объемных элементов, водные поверхности и элементы оборудования — на основе всех этих показателей делаются сравнительно-визуальные заключения и определяется общая эстетическая оценка сквера. Наличие точек, демонстрирующих характеры и геопластику рельефа, экспозицию склонов, глубину и насыщенность перспектив, почвенно-растительный покров, необходимо для создания ощущения полноты эстетического восприятия. По сравнению с парком архитектурно-планировочное решение сквера обладает более простой структурой и меньшим ассортиментом растений, а потому детали рельефа и благоустройство требуют к себе большего внимания. Одним из удачных решений, создающих определенный эстетический эффект, может быть сочетание отдельных небольших групп деревьев или живописных групп цветов с ковровыми газонами. Такое расположение элементов придает композиционную целостность скверу и способствует четкому восприятию архитектурного пространства.

В целом в формировании архитектурно-планировочной композиции сквера можно выделить несколько основных моментов. Первым, как было сказано выше, является создание транспортной сети дорожек сквера, определение их направления. Одновременно с этим размещаются основные площадки и распределяются зоны, komponуются части территории и определяются размеры всех элементов, находящихся в составе пространства. Учет визуального восприятия пространства с различных точек, т. е. организация пространственных перспектив — важная часть разработки композиции плана. Замкнутые перспективы образуются в результате ограничения состава эле-

ментов пространства растительностью и зданиями. Иной подход позволяет реализовать глубокие и открытые перспективы. Всего в садово-парковом искусстве выделяют три основных приема в решении плана композиции: геометрический (регулярный, классический), пейзажный и смешанный.

Основная характеризующая черта первого приема в том, что предпочтение отдается четким прямым линиям, правильным геометрическим формам, чему подчиняются все объекты архитектурного пространства от аллей и дорожек до деревьев и кустарников. В организации пространства доминирует симметрия.

Пейзажный прием (или иначе ландшафтный, живописный) — можно считать противоположностью классическому приему. Группировка объектов, характерная для данного приема, — свободная, а в формах элементов пространства преобладают неправильные формы, извилистые линии.

Смешанный же прием планировки представляет собой синтез двух предыдущих приемов.

По типу скверы подразделяются на открытые и закрытые. В первых преобладают газоны и цветники, во вторых, изолированных от городского окружения, — деревья и кустарники. Выбор планировочного решения сквера обуславливается местом его размещения в городском пространстве. По этому признаку выделяются следующие основные типы скверов: на центральных площадях общегородского значения и в центре жилых районов. Данные типы рассмотрим на примере анализа существующих архитектурно-композиционных решений скверов в г. Волгограде — сквера на площади Павших Борцов и сквера Саши Филиппова.

В первом случае наиболее удачным оказывается выбор открытого типа сквера — центральная площадь Волгограда. В нем преобладает открытая ландшафтная композиция Т-образной формы, своеобразной по своей планировке и застройке. Сквер разбит по канонам паркового стиля и имеет симметричную композицию (рис. 1).

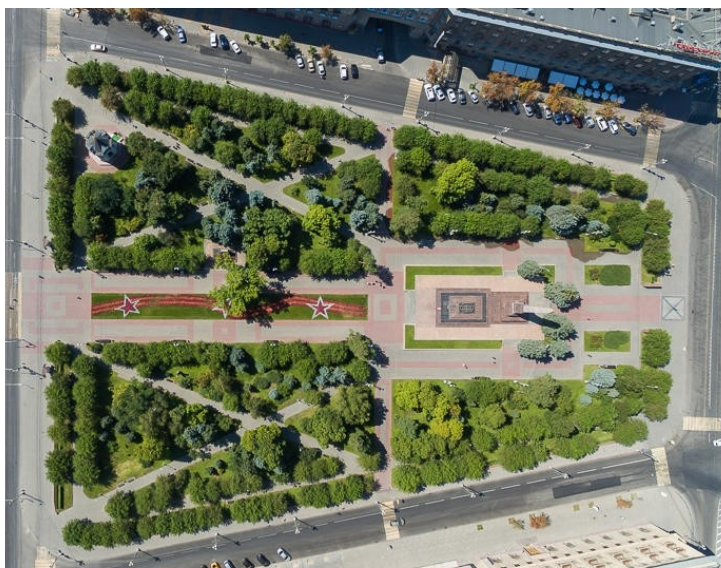


Рис. 1

Осью симметрии является основной транзитный маршрут, который представляет собой широкую главную аллею с цветником по центру. Завершается ось памятником-обелиском участникам Гражданской и Великой Отечественной войн (рис. 2).



Рис. 2

Данная территория выполняет мемориальную функцию, которая сопровождается зонами тихого отдыха. Мемориальное сооружение является центром притяжения горожан и туристов, поэтому дорожно-тропиночная сеть проложена таким образом, что все направления движения ведут к нему. На боковых диагональных дорожках сквера организованы места для отдыха в виде лавочек (рис. 3).



Рис. 3

Территория оборудована декоративными осветительными приборами, скамейками и урнами для возможности кратковременного отдыха. Все перечисленные элементы сочетаются с окружающей застройкой и вписываются в архитектурную среду сквера. Особое внимание уделено растительности сквера. Большую часть территории занимает озеленение, которое представляет собой лиственные и хвойные породы деревьев, кустарники, цветочные клумбы и газонное покрытие, подчиненное общему композиционному замыслу. Низкие, карликовые формы плодовых деревьев и кустарников, а также стелющиеся формы хвойных являются наиболее подходящими для этого сквера. Используемые цветники выполнены в виде различных модулей, перетекающих друг в друга. Главным плоскостным элементом композиции сквера остается травянистый покров, выполненный в виде газона однородной, сочно-зеленой окраски. Основная его задача — подчеркнуть объемные элементы композиции: малые архитектурные формы, древесные растения, цветники.

Если речь идет о другом виде скверов, располагающихся в жилых районах, формируя их центр, то предпочтение отдается закрытому типу проектирования. Преимущественно они занимают местоположение около строения, играющего определенную роль в жизни района: торговую, культурную, развлекательную или иную. Например, сквер имени Саши Филиппова находится в центре жилого района, вблизи Ворошиловского торгового центра. Планировка парка имеет смешанную композицию, она построена таким образом, что зритель начинает свой путь со стороны улицы Циолковского. От него следует широкая полоса открытого пространства, на плоскости которого последовательно размещены кружевные цветники, каналы поперечных осей (концентрируя внимание в направлении движения) (рис. 4).

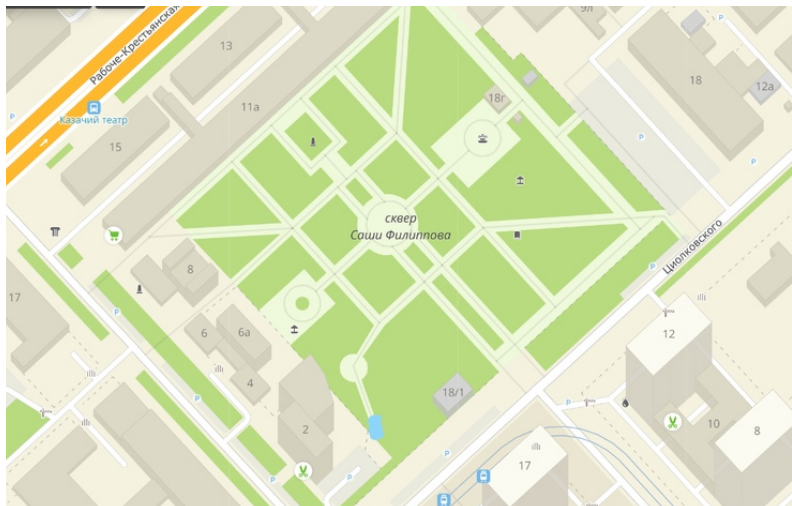


Рис. 4

Дорога, идущая от главного входа по центру террасы, является главной осью симметричной композиции. Поперечная аллея имеет выход на улицу Рабоче-Крестьянскую и Академическую. Сквер в плане имеет форму креста, состоит из 5 смысловых частей: главной центральной террасы, на которой сосредоточен основной композиционный смысл, зоны активного отдыха

(детская игровой комплекс и спортивная площадка), зоны культурно-просветительских и массовых мероприятий, детской площадки для детей с ограниченными возможностями, зона спокойного отдыха. Перекрестие осей образует композиционный и смысловой центр сквера, где установлена скульптура «Ангел-хранитель Волгограда» (рис. 5).



Рис. 5

В завершение главной террасы установлен памятник герою Сталинградской битвы Саше Филиппову. Для проведения культурно-массовых мероприятий отведена небольшая площадь с фонтаном и сценой. Зона активного отдыха представляет собой две площадки, на одной из которых — детский игровой комплекс, другая площадка оснащена спортивными тренажерами. В игровой зоне для маломобильных детей установлено специальное оборудование, что делает возможным совместный отдых детей с различными физическими возможностями. Следует отметить, что созданные площадки для детского отдыха спроектированы с учетом требований по расположению — вдали от крупных магистральных путей.

В отдаленной части зоны отдыха расположен искусственный пруд с декоративными рыбками. По периметру центральных клумб размещены посадочные места для наиболее комфортного времяпровождения посетителей парка.

Планировка данной зеленой зоны предусматривает наличие естественного ограждения в виде деревьев и кустарников, причем достаточно плотного, чтобы четко отделить территорию сквера от остальной городской среды (рис. 6).

Ландшафтная организация включает в себя те же элементы, что и для открытого типа скверов, только большее внимание уделяется зонам отдыха, где устанавливается специальное оборудование.



Рис. 6

Подводя итог, можно сделать вывод, что зеленые зоны являются важным составляющим звеном в системе города как с точки зрения экологии, так и для социально-культурной жизни горожан. Для максимальной пользы парков и скверов в городском пространстве необходимо решение художественно-декоративных задач и задач архитектурно-планировочной организации. Положительным примером проектирования являются рассмотренные скверы города Волгограда — на площади Павших Борцов и им. Саши Филиппова. Оба сквера отвечают нормативным параметрам проектирования, типы композиционного построения соответствуют расположению, использованы различные ландшафтные приемы.

© Матовникова Н. Г., Борзенко С. Е., Картавцева Я. С., 2019

Поступила в редакцию
в июне 2019 г.

Ссылка для цитирования:

Матовникова Н. Г., Борзенко С. Е., Картавцева Я. С. Проектирование городского пространства на примере скверов Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 165—172.

Об авторах:

Матовникова Наталья Геннадьевна — канд. географ. наук, доцент, доцент кафедры дизайна и монументально-декоративного искусства, Волгоградский государственный технический университет (ВолГГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, matovnikova@yandex.ru

Борзенко Софья Евгеньевна — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолГГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, ssoonnyyab@yandex.ru

Картавцева Яна Сергеевна — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолГГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, kartavtsevaya@yandex.ru

Natal'ya G. Matovnikova, Sofia E. Borzenko, Yana S. Kartavtseva

Volgograd State Technical University

BASICS OF ARCHITECTURAL AND PLANNING DESIGN OF URBAN SPACE ON THE EXAMPLE OF THE SQUARES OF VOLGOGRAD

The formation of high-quality urban environment is one of the priorities of its design, because the main strategic goal of socio-economic development of any city is to improve the quality of life. The article deals with the stylistic, composition and planning features of the development of public gardens, the characteristic features of their natural and architectural content, as well as the role of public gardens in the social and cultural life of the city. The types of squares and the practice of their placement in the structure of the urban environment are described in detail.

Key words: design of high-quality urban environment, urban space, landscape design.

For citation:

Matovnikova N. G., Borzenko S. E., Kartavtseva Ya. S. [Basics of architectural and planning design of urban space on the example of the squares 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], 2019, iss. 3, pp. 165—172.

About authors:

Natal'ya G. Matovnikova — Candidate of Geographic Sciences, Docent, Docent of Design and Monumental and Ornamental Art Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, matovnikova@yandex.ru

Sofia E. Borzenko — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, soonnyab@yandex.ru

Yana S. Kartavtseva — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, kartavtsevaya@yandex.ru

УДК 728.2.012.265

О. А. Пастух, В. Н. Елистратов

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

**КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К РЕНОВАЦИИ МАДРИДА
С УЧЕТОМ ПРОГРАММЫ MAD-RE И ТРЕБОВАНИЙ МУЛЬТИКОМФОРТНОГО ДОМА
(НА ПРИМЕРЕ КВАРТАЛА COLONIA CIUDAD PEGASO)**

Работа посвящена комплексному подходу к решению проблем, связанных с проживанием и эксплуатацией устаревшего жилищного фонда г. Мадрида. Предложенный в статье проект разработан в рамках городской программы Мадрида Mad-Re «Madrid Recupera» и концепции устойчивого развития. В результате проделанной работы создан новый архитектурный облик жилой застройки, направленный на повышение экономической привлекательности и перспективного развития всего округа San Blas г. Мадрида. Даны рекомендации по разработке аналогичных проектов.

К л ю ч е в ы е с л о в а: реновация, энергосбережение, энергоэффективность, устойчивое развитие, мультикомфортный дом, программа Mad-Re, Мадрид.

Развитие энергосбережения и повышение энергоэффективности в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве является одним из приоритетов каждого государства. На здания приходится около 40 % объема потребления энергии в Европейском Союзе¹. Устаревший жилищный фонд обладает огромными потерями тепла и перегревом через ограждающие конструкции, что приводит к чрезмерно завышенным коммунальным платежам. В строительном секторе Европы важными мероприятиями являются сокращение потребления энергии, использование возобновляемых источников энергии, которые необходимы для снижения энергетической зависимости стран Европы². Отсутствие экологически чистых природных материалов в отделке интерьеров и применение несовременных технологий по очистке воздуха при проветривании жилых комнат неблагоприятно сказывается на микроклимате жилых помещений [1, 2]. Совокупность действующих факторов в результате приводит к снижению уровня качества жизни.

В целях модернизации жилищного фонда, сбережения энергии и рационального использования природных ресурсов правительством города Мадрида была запущена городская программа Mad-Re «Madrid Recupera»³. Данная программа, поэтапно охватывающая всю столицу, рассчитана на длительную перспективу и направлена не только на улучшение жилищных условий граждан, но и на повышение социальной сплоченности жителей районов.

¹ The European Parliament and the Council of the European Union (2010). Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the Energy Performance of Building (recast). Official Journal of the European Union 18.06.2010. Pp. 13—35.

² Там же.

³ Plan Mad-Re. URL: <http://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Vivienda-y-urbanismo/Plan-MAD-RE?vgnextfmt=default&vgnextoid=e000cb5ee0993510VgnVCM1000001d4a900aRCRD&vgnnextchannel=593e31d3b28fe410VgnVCM1000000b205a0aRCRD>

В статье описан проект по реновации застроенного участка в микрорайоне Colonia Ciudad Pegaso⁴, находящегося в западной части окрестности Rejas, которая принадлежит муниципальному округу San Blas города Мадрида. Следуя концепции устойчивого развития, авторами сформулирована стратегия проекта — реновация жилого квартала города Мадрида, включенного в программу Mad-Re.

Задание на проектирование и исходные данные по участку были получены авторами в 2017 г. в рамках 13-го Международного конкурса «Проектирование мультикомфортного дома-2017»⁵.

В соответствии с заданием на проектирование в проекте были решены следующие задачи:

- 1) модернизирована архитектура жилых малоэтажных спальных районов г. Мадрида;
- 2) создана доступная среда для комфортного проживания различных групп населения, в том числе маломобильных;
- 3) произведено зонирование участка на частную и общественную зоны;
- 4) введены в эксплуатацию дополнительные жилые площади;
- 5) запроектированы нежилые помещения для общественных и коммерческих целей;
- 6) реорганизованы места хранения;
- 7) произведена реновация жилых зданий с учетом требований мультикомфортного дома, в том числе предусмотрена возможность применения альтернативных источников энергии;
- 8) предложен современный сценарий использования городского пространства, и повышена его экономическая привлекательность.

Определяющим фактором для объемно-пространственного решения территории микрорайона стала типовая застройка 1950—1960-х годов, предназначенная для обеспечения жильем рабочих тракторного завода «Pegaso». Большинство жилых зданий имеют одинаковые габариты, конструктивную схему и строительную систему.

Участок для проектирования располагается в квартале, ограниченном проспектами Quinta и Segunda и улицами Nueve и Diez (рис. 1). Проект по реновации охватывает два здания 1956 г. постройки (здание № 1 и здание № 2), одноэтажные места хранения (территории 2, 3), внутренний двор (территория 1) и небольшой сквер (территория 4).

Здание № 1 (рис. 2) — жилое многоквартирное трехсекционное четырехэтажное, имеет в плане форму прямоугольника с размерами 69,6 × 9,2 м. Крыша двухскатная с холодным чердаком. Высота здания в коньке — 13,2 м. Конструктивная схема — стеновая с продольными несущими стенами, выполненными из керамического кирпича. Ширина наружных стен составляет 320 мм. Подвальный этаж высотой 1,4 м используется для прокладки систем водоснабжения и канализации. Стены подвала и перекрытия выполнены железобетонными.

⁴ URL: <http://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/UDCEstadistica/Nuevaweb/Territorio,%20Clima%20y%20Medio%20Ambiente/Territorio/Cartograf%C3%ADa/Mapas%20de%20dist%20y%20bar/20%20San%20Blas.pdf>

⁵ International Edition of Multi-Comfort House Students Contest Edition 2017 by Isover. URL: <http://www.isover-students.ru>



Рис. 1. Схема расположения участка для реновации: Building # 1 — здание № 1; Building # 2 — здание № 2; 1 — внутренний двор; 2, 3 — одноэтажные хозяйственные постройки; 4 — сквер. Источник: Google Maps



Рис. 2. Общий вид здания № 1

Входные площадки в здание сконструированы нетиповыми с разным количеством ступеней, пандусы или подъемники для маломобильных групп населения отсутствуют. Лестничная клетка — обычная, с естественным освещением через оконные проемы в наружных стенах, ширина лестничного марша составляет 0,89 м. Лифт отсутствует.

К городским сетям отопления здание не подключено. Для отопления и горячего водоснабжения в каждой квартире установлен индивидуальный котел, работающий либо от электричества, либо от газа.

Проанализировав конструктивные особенности здания № 1, делаем вывод о том, что оно не удовлетворяет требованиям мультикомфортного дома.

Здание № 2 — полностью идентично зданию № 1.

Внутренний двор со стороны обеих улиц закрыт. Вход в него возможен только через лестничные клетки жилых зданий. Первоначально данное пространство задумывалось как патио. Обследование территории проводилось в 2017 г., в результате было выявлено, что часть двора застроена в два ряда одноэтажными сараями, нуждающимися в ремонте, а другая часть разбита на множество открытых участков, которые находятся в заброшенном состоянии (рис. 3, 4).



Рис. 3. Общий вид внутреннего двора (территория № 1)

Территории № 2 и № 3 застроены одноэтажными кладовками, доступ в которые осуществляется только со стороны улицы (извне).

Сквер, занимающий территорию № 4, расположен на юге проектируемого участка и примыкает с одной стороны к жилому дому № 2, а с другой — к улице Diez. Территория сквера, засаженная преимущественно вечнозелеными породами деревьев и кустарниками, не имеет четко выраженной регулярной планировки, а рекреационное пространство не организовано. Сквер располо-

жен выше уровня поверхности прилегающих улиц. Из-за отсутствия пандусов или уличных подъемников доступ в сквер маломобильным группам населения без помощи третьих лиц невозможен.



Рис. 4. Общий вид кладовок

Остановка и стоянка транспортных средств разрешена на всех улицах и проездах данного квартала. Трудности, связанные с парковкой автомобилей жильцов и их гостей, в долгосрочной перспективе отсутствуют.

Комплекс проблем, выявленный при обследовании территории, говорит о важности и актуальности выполненного проекта по реновации участка в микрорайоне Colonia Ciudad Pegaso. Своевременность проделанной работы подтверждается проводимой политикой администрации города Мадрида и действующей программой Mad-Re.

Авторами предложен современный сценарий использования городского пространства в контексте исторического развития района San Blas. Концепция проекта заключалась в объединении отдельно стоящих зданий и создании единого современного жилого комплекса: была проведена реновация существующих зданий № 1 и 2, и запроектированы новые жилые секции на территориях № 2 и 3 в соответствии с критериями «Мультикомфортного дома», выработаны решения по внутреннему двору, местам хранения и скверу.

Проектом предусмотрено дополнительно введение в эксплуатацию более 1500 м² новой жилой площади, на которой разместилось 24 отдельные квартиры. Реновация зданий № 1 и 2 включает в себя и строительство мансарды над четвертым этажом. Планировка мансардных помещений аналогична планировкам типовых этажей здания.

На рисунке 5 приведен план типового этажа одной из двух четырехэтажных торцевых секций, имеющих габариты в плане 10,9 × 17,0 м. На каждом этаже располагается две однокомнатные квартиры с возможностью дальнейшей перепланировки. Наличие совмещенной эксплуатируемой кровли с благоустроенными видовыми площадками позволит жильцам комплекса комфортно отдыхать на свежем воздухе в часы сиесты.



Рис. 5. План типового этажа торцевых секций

Квартиры первого этажа зданий обременены рядом проблем, в частности чрезмерное затенение комнат, посторонние взгляды людей с улицы, легкое проникновение в жилище извне и др. В данных условиях невозможно предпринять какие-либо меры, направленные на повышение комфорта и безопасности проживания граждан. Наиболее рациональным решением обозначенных проблем явилось расселение всех квартир первого этажа зданий, перевод этих помещений в нежилой фонд и дальнейшее их использование для общественных и коммерческих целей. В соответствии с потребностями местных жителей в них расположены: продуктовый магазин, аптека, ветеринарная клиника, ателье по ремонту одежды и обуви, пекарня и др. (рис. 6). Нежилые помещения изолированы от лестничных клеток жилого фонда и оборудованы отдельными входами с улицы.



Рис. 6. План первого этажа комплекса с расположением нежилых помещений и мест хранения

Собственникам квартир первого этажа предложены квартиры мансардного этажа в жилом комплексе либо аналогичные квартиры в других районах, включенных в программу Mad-Re.

Сохранение и модернизация мест хранения — одна из задач, стоящих перед авторами. Вместо старых сараев, которые занимали территории № 1, 2 и 3, жильцам предложены кладовки, располагающиеся под внутренним двором (см. рис. 6). Новые места хранения оборудованы дополнительным естественным освещением через зенитные фонари в плите покрытия.

Изучение мирового опыта проектирования и подхода к аналогичным проблемам на территории различных европейских стран подсказало авторам оптимальные архитектурные решения для внешнего облика жилого комплекса [3—5].

Благодаря продуманным архитектурным решениям и использованию в облицовке фасадов современных материалов жилой комплекс выигрышно выделяется из окружающей рядовой застройки и гармонично вписывается в окружающую среду. Внешний облик комплекса сформирован благодаря сочетанию натуральных горизонтальных и вертикальных деревянных элементов с системой штукатурного фасада, стилизованного под кирпичную кладку (рис. 7).



Рис. 7. Общий вид жилого комплекса

Ритмичное чередование вертикальных панелей с выступающими объемами ризалитов придает разнообразие протяженному фасаду здания. Яркие наличники, обрамляющие оконные проемы, сконструированы нарочито глубокими и выступающими за плоскость стены, играют не только декоративную роль, являясь цветовыми акцентами на кирпичном фоне, но и выполняют функцию затенения.

Старые железобетонные ограждения лоджий заменены на реечные ограждения из дерева, которые маскируют плиту перекрытия и обеспечивают дополнительное затенение в помещении. Аналогичным способом обыграны входные группы в жилом комплексе.

Ритм окон дворовых фасадов изменен посредством применения деревянных стеновых панелей в простенках по вертикали, которые повторяют идею сплошного ленточного остекления лестничной клетки без горизонтальных импостов. Законченный вид фасадам зданий № 1 и № 2 придает двускатная крыша с треугольными фронтонами, оформляющими ризалиты.

Торцевые секции завершаются просторными террасами с деревянными ограждениями и эксплуатируемой плоской кровлей с видовыми площадками, доступ на которые осуществляется с лестнично-лифтового узла. Они оборудованы местами для отдыха, расположенными в тени цветущих растений в кадках (см. рис. 7).

Обилие зеленых насаждений по периметру комплекса подчеркивает близость человека к природе в городской черте и является необходимым условием для достижения одной из поставленных авторами задач — создание комфортной среды обитания.

Внедрение энергоэффективных технологий [6] является неотъемлемой частью комплексных проектов по реновации территории. Проработав архитектурно-планировочные решения жилого комплекса, авторами проекта был сделан комплексный расчет здания по параметрам «Мультикомфортный дом».

«Мультикомфортный дом» — это концепция энергоэффективного здания, которая не только удовлетворяет критериям пассивного дома, но и обеспечивает комфорт и благополучие граждан, проживающих в таком доме.

Тепловой комфорт достигается за счет комплекса мер по сокращению потерь тепла через ограждающие конструкции. Правильно подобранная толщина теплоизоляционного материала, применение окон с низкоэмиссионными стеклами, грамотно спроектированные конструктивные узлы без тепловых мостов гарантируют максимальную энергоэффективность здания. В отличие от домов традиционной постройки мультикомфортные дома не производят тепловые выбросы в атмосферу и не нарушают естественные климатические условия населенных пунктов. Показатель удельного расхода тепловой энергии на отопление в таких зданиях не превышает 15 кВтч/м² в год⁶. В результате снижения потребления энергии сокращаются выбросы углекислого газа, производимые ТЭЦ при сжигании топлива.

Акустический комфорт в помещениях достигается отличной звукоизоляцией ограждающих конструкций. Тишина гарантирована не только жителям дома, но и их соседям во время шумных праздников или проведения строительных работ в квартирах. Используемые инновационные технологии позволяют изолироваться от воздушного шума до 68 дБ, от ударного шума — до 35 дБ.

Воздухопроницаемость мультикомфортного дома в 3 раза ниже, чем в стандартных европейских домах. Герметичность конструкции создается умышленно для предотвращения неконтролируемого движения воздуха по

⁶ Каталог продукции Isover на основе стекловолокна. Профессиональные безопасные решения. 09.2015.

внутренней оболочке здания. Вентиляция помещений и приток свежего чистого воздуха обеспечивается системой рекуперации тепла более 80 %. Для защиты жилых помещений от шума и вибраций работы рекуператора рекомендуется его размещать на лестничной клетке.

Теплотехнический расчет контура здания по параметрам энергоэффективности для климатических условий города Мадрида выполнен в специальной программе. Применение сертифицированных технических решений, конструкций и узлов исключает тепловые мосты в ограждающих конструкциях и гарантирует герметизацию внешней оболочки здания. В расчете были учтены условия по ориентации здания по сторонам света, степень активного и пассивного затенения, продолжительность проветривания помещений, КПД рекуператора и другие факторы, благодаря которым было запроектировано здание класса эффективности А+ с годовым потреблением тепла $12,2 \text{ кВтч/м}^2$ в год при максимально допускаемой температуре помещения 23°C жарким летом.

Проектом предусмотрено использование альтернативных источников энергии. В частности: установленные на скатных крышах солнечные коллекторы применяются для отопления и горячего водоснабжения. Геотермальные тепловые насосы проектом не рассматривались, так как возможность их монтажа необходимо согласовать с существующими инженерными сетями, которые проходят на участке проектирования. Не исключена возможность установки насосов на территории сквера [7].

После реновации территории уличные пространства жилого комплекса имеют четкое разделение на частную и общественную зоны, где люди разных возрастов и социальных слоев могут с удовольствием встречаться и общаться, объединяясь по интересам. Для этого в проекте реализована концепция частного двора-парка и общественного сквера. Обе большие территории, в свою очередь, разделены на несколько микроплощадок, где одновременно могут отдыхать и дети и взрослые.

Двор-парк располагается на эксплуатируемой кровле над кладовыми помещениями и доступен только для жителей данного жилого комплекса (рис. 8). Он включает в себя пешеходные дорожки, зеленые насаждения, скамейки для отдыха в тени и песочницы для детей. Авторы проекта предусмотрели возможность проведения дендрологических работ с учетом различного ландшафтного дизайна территории, что позволяет высаживать деревья с развитой корневой системой. В качестве посадочного бункера предлагается задействовать требуемые площади кладовок с заменой их перегородок на подпорные стены. Естественное сквозное проветривание двора осуществляется через две широкие арки, расположенные в торцевых секциях жилого комплекса, которые одновременно являются дополнительными входами во внутренний двор.

Наряду с частной площадкой проектом предусмотрено наличие общественной зоны в виде сквера, куда открыт доступ всем желающим горожанам.

Кардинальные изменения данной территории не входили в задачи авторов. В числе мер, направленных на улучшение и благоустройство сквера, предложено снабдить газоны системой орошения, провести в сквер освещение, возвести мобильные павильоны для отдыха граждан в часы сиесты, обустроить игровые зоны для детей разных возрастных групп, установить площадки для воркаута и спортивное уличное оборудование.



Рис. 8. Двор-парк жилого комплекса

Современный социальный ритм диктует потребность в круглосуточном жизнедеятельном цикле города и его компонентов, поэтому искусственная среда, создаваемая электрическими источниками, — такая же утилитарная необходимость.

Основная задача в данном разделе проекта — художественно подчеркнуть сквер в темное время суток. Основные принципы светового проектирования осуществляются по разнонаправленным векторам подражания первоисточнику [8]. Кроме стандартного уличного освещения в сквере предусмотрена современная архитектурная подсветка ландшафта, благодаря которой виден только свет, а не его источник.

Все эти меры направлены на то, чтобы сделать территорию сквера безопасной и привлекательной для разных слоев населения.

Повсеместная доступность комплекса для маломобильных групп населения обеспечивается не только проработанной вертикальной планировкой участка с устройством беспорогового доступа в здание, пандусов у входных площадок и в местах перепадов высот, но и расположением вертикальных и наклонных подъемников в тех участках жилого комплекса, где устройство пандуса было невозможно.

Все лестничные клетки оборудованы современными бесшумными лифтами с кабинами $2,1 \times 1,4$ м, что обеспечивает полноценное медицинское обслуживание всех граждан жилого комплекса. Лифты с шахтой запроектированы на месте одной из комнат, однако потеря жилой площади компенсируется устройством просторной лоджии в этих квартирах. Лифты с кабинами $1,4 \times 1,4$ м, установленные внутри двора, позволят инвалиду-колясочнику полноценно пользоваться местами хранения.

В результате проделанной работы авторами проекта был создан новый архитектурный облик жилой застройки с применением унифицированных конструктивных решений и современных энергосберегающих технологий.

Запроектированный жилой комплекс относится к классу эффективности А+ с годовым потреблением тепла $12,2 \text{ кВтч/м}^2$, что соответствует статье 9 Директивы 2010/31/EU, согласно которой с 01 января 2021 г. все новые здания должны быть с почти нулевым потреблением энергии.

В рамках городской программы Mad-Re в проект реновации были внедрены новые объекты с целью улучшения условий проживания людей в квартирах и создания комфортной и доступной среды для разных социальных слоев населения. В частности, авторы предусмотрели жилые мансарды, новые торцевые жилые секции, лифты, подъемники и пандусы, кладовки, видовые площадки на эксплуатируемых кровлях, безопасное приватное озелененное внутреннее дворовое пространство, благоустроенный сквер, нежилые помещения для общественных и коммерческих целей и др.

Совокупность проделанных мероприятий по реновации участка задает импульс по развитию данной территории и направлена на формирование комфортной городской среды и повышение экономической привлекательности и перспективного развития всего микрорайона Colonia Ciudad Pegaso (в районе San Blas).

На основе проделанной работы можно сформулировать ряд рекомендаций для реновации аналогичных жилых объектов как в Европейских странах, так и на территории Российской Федерации:

- 1) создавать комфортную жилую среду с учетом требований безопасности и общедоступности для различных социальных слоев;
- 2) предусматривать места хранения для жильцов;
- 3) применять современные энергоэффективные строительные материалы;
- 4) перепрофилировать ряд помещений первых этажей под общественные нужды (перевод в нежилой фонд);
- 5) благоустраивать прилегающие к зданиям территории с учетом маломобильных групп населения.

Подход к реновации устаревающего жилого фонда должен быть комплексным как с точки зрения применения современных строительных энерго-сберегающих технологий, так и на уровне градостроительных образований, всеобщему подходу к пятну застройки в живой ткани города.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Indoor air quality in energy-efficient dwellings: Levels and sources of pollutants Indoor Air / M. Derbez, G. Wyart, E. Le Ponner, O. Ramalho, J. Ribéron, C. Mandin. 2018 Mar ; Vol. 28. Issue 2. Pp. 318—338.
2. Indoor air quality and occupant comfort in homes with deep versus conventional energy efficiency renovations Building and Environment / E. M. Wells, M. Berges, M. Metcalf, A. Kinsella, K. Foreman, D. G. Dearborn, S. Greenberg. Vol. 93. Part 2. November 2015. Pp. 331—338. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132315300354>
3. *Ivanov D., Linov V.* Building up: creating new homes on top of refurbished post-war estates // Proceedings of the Institution of Civil Engineers. 2018. № 171(4). Pp. 186—192.
4. *Глазьев В. Л.* Урбанистика. М. : Европа, 2008. 220 с.
5. Реконструкция и обновление сложившейся застройки города : учеб. пособие для вузов / Под общей ред. П. Г. Грабового и В. А. Харитоновой. М. : АСВ и Реалпроект, 2006. С. 624.
6. *Mlecnik E.* Opportunities for supplier-led systemic innovation in highly energy-efficient housing // Journal of Cleaner Production. Pp. 103—111.
7. *Caird S., Roy R., Potter S.* Domestic heat pumps in the UK: user behaviour, satisfaction and performance // Energy Efficiency. № 5. Pp. 283—301.
8. *Харламов М. В.* Методы создания светового образа архитектуры // Вестник гражданских инженеров. № 3(28). С. 28—33.

© Пастух О. А., Елистратов В. Н., 2019

Поступила в редакцию
в июне 2019 г.

Ссылка для цитирования:

Пастух О. А., Елистратов В. Н. Комплексный подход к реновации Мадрида с учетом программы Mad-Re и требований мультикомфортного дома (на примере квартала Colonia Ciudad Pegaso) // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 173—184.

Об авторах:

Пастух Ольга Александровна — канд. архитектуры, доцент кафедры архитектурно-строительных конструкций, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ). Российская Федерация, 190005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, 4, gvolia@yandex.ru

Елистратов Владимир Николаевич — канд. техн. наук, доцент кафедры архитектурно-строительных конструкций, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ). Российская Федерация, 190005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, 4, evn.elistratov@gmail.com

Olga A. Pastukh, Vladimir N. Elistratov

Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

**PACKAGED APPROACH TO THE RENOVATION OF MADRID
BASED ON THE MAD-RE PROGRAM
AND THE REQUIREMENTS OF A MULTI-COMFORT HOUSE
(LIKE THE COLONIA CIUDAD PEGASO RESIDENTIAL NEIGHBOURHOOD)**

This work is devoted to the packaged approach to problems related to living in and management of the obsolete housing stock of the city of Madrid. The article proposes a project developed within the Mad-Re “Madrid Redupera” city program and the concept of sustainable development. The work performed has resulted in a new architectural appearance of residential buildings aimed at improvement of the economic attractiveness and future development of the San Blas district of Madrid. Recommendations on similar project developments are given.

Key words: renovation, energy saving, energy efficiency, sustainable development, multi-comfort house, Mad-Re program, Madrid.

For citation:

Pastukh O. A., Elistratov V. N. [Packaged approach to the renovation of Madrid based on the Mad-Re program and the requirements of a multi-comfort house (like the colonia Ciudad Pegaso Residential neighbourhood)]. *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], 2019, iss. 3, pp. 173—184.

About authors:

Olga A. Pastukh — Candidate of Architecture, Docent of Architectural and Building Constructions Department, Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPbGASU). 4, Vtoraya Krasnoarmeiskaya St., 190005, Saint Petersburg, Russian Federation, gvolia@yandex.ru

Vladimir N. Elistratov — Candidate of Engineering Sciences, Docent of Architectural and Building Constructions Department, Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPbGASU). 4, Vtoraya Krasnoarmeiskaya St., 190005, Saint Petersburg, Russian Federation, evn.elistratov@gmail.com

УДК 711.5

Н. А. Ястребова

Волгоградский государственный технический университет

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ КАК ВИД НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СИСТЕМЕ ОХРАНЫ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Текст статьи содержит краткий обзор развития законодательно-правовой базы градостроительного зонирования в области охраны и развития объектов культурного наследия. В статье предпринята попытка систематизации основных направлений развития методической базы градостроительного зонирования последних двух десятилетий, направленных не только на рациональное использование территорий с объектами культурного наследия, но и их охрану. Рассмотрены современные методические разработки в контексте постоянного мониторинга и корректировки градостроительных регламентов для конкретных муниципальных субъектов и их территориальных объектов, обладающих объектами культурного наследия.

К л ю ч е в ы е с л о в а: градостроительное зонирование, методика, объект культурного наследия.

Под объектами культурного наследия (ОКН) регионального значения понимаются объекты, обладающие историко-архитектурной, художественной, научной и мемориальной ценностью, имеющие особое значение для истории и культуры субъекта Российской Федерации¹.

Согласно Градостроительному кодексу РФ (ГрК РФ) существует правовой режим земельных участков, который определяется исключительно градостроительным регламентом, являющимся составной частью Правил землепользования и застройки (далее — ПЗЗ), и территории, в пределах которой расположены земельные участки, на которые не распространяется действие градостроительных регламентов (ч. 4 ст. 36 ГрК РФ), и земли, для которых градостроительные регламенты не устанавливаются (ч. 6 ст. 36 ГрК РФ)². При этом в перечне земельных участков, на которые градостроительные регламенты не распространяются, земельные участки, расположенные в границах зон охраны объектов культурного наследия, не указаны. Речь в указанной статье идет о «территориях памятников и ансамблей», а не о земельных участках, которые находятся в зонах охраны объектов культурного наследия³.

В соответствии с п. 5 ч. 2 ст. 36 ГрК РФ градостроительные регламенты устанавливаются с учетом требований охраны объектов культурного наследия. В соответствии же с п. 1 ч. 4 ст. 36 ГрК РФ действие градостроительного

¹ Федеральный закон от 25.06.2002 г. № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» // Российская газета. № 116-117, 29.06.2002, действ. ред. СПС Консультант Плюс. URL: http://www.Consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37318/

² Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ // СЗ РФ. 2005. № 1 (Ч. 1). Ст. 16.

³ Земельный кодекс Российской Федерации от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ // СЗ РФ. 2001. № 44. Ст. 4147.

регламента не распространяется только на земельные участки в границах территорий памятников и ансамблей, включенных в единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации, а также в границах территорий памятников и ансамблей, которые являются выявленными объектами культурного наследия, и решение о режиме содержания, параметрах реставрации, консервации, воссоздания, ремонта и приспособлении которых принимаются в порядке, установленном законодательством Российской Федерации об охране объектов культурного наследия. В соответствии с п. 9 ст. 1 и п. 6 ст. 30 ГрК РФ градостроительный регламент содержит виды разрешенного использования земельного участка и объекта капитального строительства; предельные размеры земельных участков и предельные параметры разрешенного строительства, реконструкции объекта капитального строительства; ограничения использования земельных участков и объектов капитального строительства, установленные в соответствии с законодательством Российской Федерации. Нормативным актом, содержащим общие положения об ограничениях использования земельных участков, является Земельный кодекс РФ (ЗК РФ). Согласно ч. 2 ст. 56 ЗК РФ могут устанавливаться следующие ограничения прав на землю: п. 1 — особые условия использования земельных участков и режим хозяйственной деятельности в охранных зонах. Разновидностью охранных зон являются зоны охраны объектов культурного наследия, а ограничения использования земельных участков и объектов культурного наследия, расположенных в этих зонах (п. 3 ч. 6 ст. 30 ГрК РФ), устанавливаются в соответствии с Законом № 73-ФЗ. Таким образом, правовой режим земельных участков, расположенных в зонах охраны объектов культурного наследия, полностью определяется градостроительными регламентами, утвержденными ПЗЗ. При этом ГрК РФ не предполагает наличие особого градостроительного регламента в границах зон охраны объектов культурного наследия, поскольку общий градостроительный регламент, установленный для территориальной зоны, должен учитывать все факторы, связанные с сохранением и использованием объектов культурного наследия.

Как и было указано выше, до внесения изменений в Закон № 73-ФЗ Федеральным законом от 22.10.2014 № 315-ФЗ отсутствовала координация между нормами градостроительного законодательства и законодательства об объектах культурного наследия в части установления градостроительных регламентов в зонах охраны памятников истории и культуры. В то время как ГрК РФ не предусматривает установление отдельных градостроительных регламентов для зон охраны памятников истории и культуры, ФЗ № 73-ФЗ в ранее действовавшей редакции предусматривал установление самостоятельных градостроительных регламентов для зон охраны объектов культурного наследия (ст. 34 ФЗ № 73-ФЗ). В Постановлении Правительства РФ от 26 апреля 2008 г. № 315 «Об утверждении Положения о зонах охраны объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации» (Постановление № 315) указано, что утвержденные границы зон охраны объектов культурного наследия, режимы использования земель и градостроительные регламенты в границах данных зон обязательно учитываются и отображаются в документах территориального планирования, ПЗЗ, документах по планировке территории [1].

Согласно абзацу 1 п. 29 Постановления № 315 соблюдение режимов использования земель и градостроительных регламентов в границах зон охраны объектов культурного наследия является обязательным при осуществлении градостроительной, хозяйственной и иной деятельности. Вышеназванные градостроительные регламенты фигурировали и во многих других пунктах Постановления № 315. Соответственно, из положений ФЗ № 73-ФЗ и Постановления № 315 напрашивался вывод, что ограничения, связанные с установлением режима зоны охраны объекта культурного наследия, должны быть отражены в градостроительных регламентах, которые впоследствии должны быть учтены в ПЗЗ, которые включают в себя градостроительные регламенты (п. 2 ст. 30 ГрК РФ). Таким образом, из формулировок, содержащихся в ФЗ № 73-ФЗ и Постановлении № 315, вытекало, что помимо градостроительных регламентов, о которых речь идет, в частности, в п. 9 ст. 1 и ст. 30 ГрК РФ, т. е. включаемых в ПЗЗ, существуют и еще какие-то градостроительные регламенты, которые могут быть разработаны применительно к зонам охраны объектов культурного наследия.

Однако действующее законодательство не содержит никаких норм, регулирующих порядок разработки градостроительных регламентов вне рамок ПЗЗ, за исключением положений, которые фигурировали в ФЗ № 73-ФЗ и Постановлении № 315. При этом последние не регламентировали порядок разработки этих «градостроительных регламентов» и не раскрывали их правовую природу. Наконец, в 2014 г. было решено устранить эту терминологическую путаницу и Федеральным законом от 22.10.2014 № 315, внесшим изменения в ФЗ № 73-ФЗ, была в том числе откорректирована и формулировка ст. 34 ФЗ № 73-ФЗ: словосочетание «градостроительные регламенты в границах зон охраны объектов культурного наследия» было заменено на «требования к градостроительным регламентам в границах территории зон охраны объектов культурного наследия». После этого возникла необходимость привести подзаконные акты в соответствие с федеральным законодательством. В результате 12 сентября 2015 г. было принято Постановление Правительства № 972 «Об утверждении Положения о зонах охраны объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации и о признании утратившими силу отдельных положений нормативных правовых актов Правительства Российской Федерации» (далее — Постановление № 972), которым Постановление № 315 было признано утратившим силу. Этим Постановлением, вслед за новой редакцией положений ФЗ № 73-ФЗ «градостроительные регламенты в границах зон охраны объектов культурного наследия», указанные в Постановлении № 315, заменены на «требования к градостроительным регламентам) в границах зон охраны объектов культурного наследия».

Таким образом, на федеральном уровне законодательство об объектах культурного наследия было скоординировано с градостроительным законодательством.

Региональный и уровень городской планировочной структуры представляют собой наименее изученный уровень применительной практики градостроительного зонирования в сфере разработки градостроительных регламентов в силу большой детализации и малого масштаба. Проект наиболее интересен для исследований и дальнейшего развития инструментария градостроительно-правового зонирования.

Современная практика градорегулирования посредством градостроительных регламентов по-прежнему находится в стадии активного развития [2]. Законодательную базу градостроительства необходимо рассматривать во взаимовлиянии двух больших блоков — собственно градостроительного законодательства и законодательства в смежных отраслях права (экологического, охраны культурного наследия и т. п.). Указанный комплекс законов и иных нормативных правовых актов находится в стадии формирования, что значительно осложняет его изучение [3].

В результате опытов градостроительного зонирования в России сформировались разные направления проведения градостроительного (правового) зонирования, которые в общих чертах можно свести к двум моделям, рассмотренным в рамках данного исследования.

Первая модель градостроительного зонирования предполагает постепенное установление регламентов в составе градостроительной документации, разрабатываемой в несколько стадий (модель Москвы и генерального плана 1999 г.).

Вторая модель градостроительного зонирования предполагает единовременное установление градостроительных регламентов в рамках одного документа — Правил землепользования и застройки (стандартные правила застройки).

«Московская» модель исходит из приоритета градостроительной документации и безусловного признания необходимости проводить зонирование поэтапно, следуя за разработкой градостроительной документации и детализацией проектного решения от генерального плана к проекту планировки, от проекта планировки к проекту застройки, где появляется уже детализированный градостроительный регламент. Только на этом уровне можно говорить о том, что каждый земельный участок полностью обеспечен правовым режимом землепользования и застройки. Таким образом, «московская» модель является образцом следования сверху вниз — от общего к частному. Напротив, при установлении градостроительного регламента в составе правил землепользования и застройки принципиальной является посылка о движении снизу вверх, т. е. от земельного участка как объекта правоотношений и необходимости сначала и сейчас установить правовой режим его землепользования и застройки, минимальный в части архитектурно-планировочных регламентаций, но полноценный с точки зрения формально-юридической, а затем уже дополнять его в рамках установленных процедур.

Таким образом, главное отличие двух моделей зонирования: принципиально разный подход к методу градостроительного зонирования. Как следствие этого, различие в инструменте градостроительного зонирования: если в первом случае в роли такового выступает градостроительное проектирование, то во втором некие регламенты, установленные нормативными правовыми актами. На основе этого различия указанные модели названы как «проектная» и «регламентная».

Актуальность градостроительного зонирования обусловлена проведением постоянной актуализации установленной системы градостроительной регламентации территорий. Двухстадийность градостроительного зонирования позволяет маневры по поиску оптимальных мероприятий в системе градостроительной регламентации для территорий:

на первом этапе всегда целесообразна разработка градостроительных регламентов на всю территорию населенного пункта;

второй этап характеризуется детализацией градостроительных регламентов для наиболее активно развивающихся территорий, обеспечения детальной регламентации земельных участков.

Ведущими архитектурно-планировочными принципами градостроительного зонирования, как правило, являются: соподчиненность системы градостроительного зонирования генеральному плану города и комплексность градостроительного зонирования — изменение и дополнение градостроительных регламентов взаимосвязано с проектами планировки территории.

Методика градостроительного зонирования также находится в стадии развития. Некоторые исследователи последнего десятилетия особое внимание уделяют территориально-региональным особенностям, в том числе отнесению земель к тем или иным территориальным зонам, которое должно производиться на основе следующих правил:

- функциональной сочетаемости видов использования недвижимости;
- процедур выделения участков;
- средового соответствия;
- специального выделения объектов [4].

Даны предложения по методике разработки градостроительных регламентов — отнесения объектов к основным или условно разрешенным видам использования.

Выявлены следующие **региональные особенности градостроительного зонирования на Юге России:**

- архитектурно-планировочная и пространственная организация;
- архитектурно-планировочная и пространственная организация рекреационной деятельности;
- структура производственных зон, проистекающая из особенностей промышленного производства на территории Юга России;
- типологические особенности городов добывающей промышленности.

Объектами исследования в сфере градостроительно-правового зонирования чаще всего являются:

- отечественная и зарубежная практика градорегулирования на территориях с ценной исторической застройкой в срединной и периферийной зонах исторических городов. Исследования преимущественно опирается на нормативные документы, научные разработки и проектные предложения последних 30 лет [5];

• собственно архитектурно-историческая среда городов и крупномасштабных территорий — регионов, исследуется по схеме иерархической парцелляции «исторический регион — исторический город — исторический квартал». По сути, имеет место формирование направления исследований по комплексному подходу к сохранению и развитию территорий с системой многоуровневых связей в сфере охраны наследия.

• принципы моделирования системы нормирования в рамках сформированного ранее института градостроительного зонирования на территориях с ценной исторической застройкой в срединной и периферийной зонах исторических городов.

Предмет исследования в сфере градостроительно-правового зонирования чаще всего касается следующих аспектов:

- методы охранного градорегулирования, отвечающие современным требованиям и предусматривающие учет локальной специфики разновременной застройки за пределами исторического ядра города;
- система комплексной оценки, контроля, планирования и регулирования развития архитектурно-исторической среды в систематических исследованиях, документации стратегического и оперативного планирования с целью сохранения ее целостности при условии обновления [6];
- документы градостроительного зонирования (правила землепользования и застройки, градостроительные регламенты) городских поселений. Границы исследования: региональные центры с отдельными объектами культурного наследия либо архитектурно-градостроительными комплексами, имеющими признаки культурного наследия [7].

Научные исследования и их предложения в сфере градостроительно-правового зонирования чаще всего касаются обоснования комплексных границ охраняемых зон, примыкающих к территориям с ценной исторической застройкой. Структурирование территорий, объединяющих в своем составе не отдельные ОКН, а целые историко-ландшафтные комплексы в срединной и периферийной зонах исторических городов. Гипотеза **локального исторического комплекса (ЛИК)** как района исторической застройки, выделяющегося своими средовыми и структурно-композиционными характеристиками среди более позднего окружения. Алгоритм предлагаемой методики охранного градорегулирования для территории в границах зоны влияния ЛИК. Разнохарактерность объектов, отнесенных к ЛИК, и структура территорий, их включающих, описана 5 видами элементов: ансамблевое ядро, зона фоновой исторической застройки (ландшафта), граница ЛИК, зона влияния, контактная зона.

Для более высокого территориального уровня предлагается система многоуровневого подхода к исследованию архитектурно-исторической среды; в систематизации данных по учету и контролю за состоянием историко-культурного наследия; в разработанных алгоритмах оценки, планирования и регулирования архитектурно-исторической среды на разных территориально-планировочных уровнях (регион, город, квартал), базирующихся на представлениях о корреляции векторов охраны и обновления.

Теория и практика выполнения документов градостроительного зонирования и методика их разработки с обоснованием градостроительных регламентов для территорий с ОКН (включая принципиальное определение структуры зонирования, рекомендации по установлению границ отдельных территориальных зон) также является актуальной темой исследований и научного поиска в последующей детализации и персонификации методики градостроительного зонирования. Практической ценностью подобных исследований являются обоснованные территориальные критерии и правила по отнесению и (или) установлению территориальных зон охраны [8].

Тем не менее действующие нормативные акты, существующие методы охранного градорегулирования не могут решить все актуальные задачи сохранения, эксплуатации и развития объектов культурного наследия. Необходимы новые инструменты, в особенности для сценарного моделирования вариантов развития планировочных структур для староосвоенных территорий.

Основными свойствами градорегулирования, основанного на охранном районировании, являются:

- 1) определение границ действия особых правовых условий на основе выявления целостных по своим характеристикам районов;
- 2) основа для параметров разрешенного использования объектов недвижимости — характеристики застройки, присущие данному конкретному району, и выбранная стратегия его развития.

В диссертации Т. В. Вавилонской на тему «Градостроительное регулирование архитектурно-исторической среды (на примере Самарской области)» рассмотрены основные научные положения, сформулированные автором на основании проведенных исследований, а именно:

- концепция **многоуровневого подхода** в исследовании процессов охраны и развития архитектурно-исторической среды, реализованная на примере конкретного региона — Самарской области;
- система оценки и контроля архитектурно-исторической среды в составе систематических исследований (инвентаризационных и мониторинговых исследований, историко-градостроительных и градостроительных обоснований, историко-культурной экспертизы, ведения учетной документации);
- алгоритм регулирования архитектурно-исторической среды региона на основе кода идентичности Самарской области, *кластеризованный сетевой принцип* стратегического территориального планирования (на примере СТП);
- алгоритм регулирования архитектурно-исторической среды города на основе кода идентичности городов Самарской области, историко-типологический принцип стратегического градостроительного планирования (на примере ГП и ПОЗ);
- алгоритм регулирования архитектурно-исторической среды квартала на основе кода идентичности самарских кварталов, парцелляционный принцип оперативного планирования (на примере поквартальных градостроительных регламентов).

Основные результаты работы заключаются в следующем:

- Выявлено наличие двух противодействующих векторов развития архитектурно-исторической среды: вектора охраны и вектора обновления, соотношение между которыми во многом определяется уровнем градостроительной культуры. С действием разнонаправленных векторов связано изменение отношения к наследию на разных территориально-планировочных уровнях: на уровне оперативного планирования наследие воспринимается как фактор сдерживания строительной инициативы, на уровне стратегического планирования оценивается с позиций его коммерческой привлекательности.
- Сформулировано определение архитектурно-исторической среды, введена градостроительная классификация наследия, и раскрыта содержательная сторона предмета охраны применительно к различным территориально-планировочным уровням. Дополнена система критериев оценки архитектурно-исторической среды. Предложены состав заключения историко-культурной экспертизы и развернутые формы учетной документации. Дана классификация мониторинговых работ, развит алгоритм градостроительных и историко-градостроительных обоснований.
- Предложен многоуровневый подход при разработке алгоритмов градостроительного регулирования архитектурно-исторической среды на разных

территориально-планировочных уровнях: «исторический регион», «исторический город», «исторический квартал». В отличие от существующей практики построения документации стратегического и оперативного планирования в сфере охраны наследия по двухчастной схеме «обоснование — проект-регламент» предложена трехчастная схема «обоснование — проект — регламент», что обеспечивает адаптацию противоборствующих тенденций.

- Алгоритмами определены состав и содержание обосновывающей, проектной и регулятивной частей документации стратегического территориального, стратегического градостроительного и оперативного планирования в сфере охраны наследия.

- Разработан алгоритм регулирования архитектурно-исторической среды региона, основанный на принципе создания регионального и муниципального туристско-рекреационных кластеров. Принцип заключается в планировании сетевых объединений, связанных с развитием туристического бизнеса, поддерживаемого государством, на базе наследия в административных границах региона и муниципальных районов. Предлагаемая структура туристического кластера такова: опорные «точки роста», узлы рекреационной активности и приоритетные направления развития.

- Выявлено, что на уровне «исторический регион» вектор охраны архитектурно-исторической среды преобладает над вектором обновления и оба их следует развивать параллельно в направлении от исторических городов как основных потребителей рекреационных услуг, по осям историко-культурного каркаса к ближней и дальней перифериям региона. Отклонения векторов развития от направлений историко-культурного каркаса могут быть вызваны интерпретаторской деятельностью и частной строительной инициативой.

- Составленный по результатам стратегического градостроительного планирования алгоритм регулирования архитектурно-исторической среды города в составе ГП и ПЗО построен по историко-типологическому принципу. Принцип основан на сохранении и трансляции в будущее наиболее ценных, различающихся по временным срезам и структурированных опознаваемой бинарной парой, «узел-улица», фрагментов планировки и застройки, что обеспечивает репрезентацию кода идентичности исторического города. Установлено, что на уровне «исторический город» особо остро противодействуют и являются разнонаправленными векторы обновления и охраны архитектурно-исторической среды. Предложено вектор обновления направлять: на периферии исторического центра — по схемам дистанционного концентрированного или дисперсного развития, формируя новые каркасные элементы (общественные пространства и улицы), на ближней периферии — по схеме комплексного планового развития, а в историческом ядре — по схемам избирательного и скрытого развития. На примере регулярных городов Самарского региона установлен код идентичности архитектурно-исторической среды квартала. Он связан со следами дорегулярной планировки города или со своеобразной геометрией квартала, а в большинстве случаев — с морфологией, плотностью, исторической парцелляцией застройки и ее целостностью. Наиболее ценное историко-культурное наследие сосредоточивается по красной линии квартала, формируя ансамбли исторических улиц и площадей. Застройка внутриквартальных территорий часто ценности не представляет.

• Выявлено, что на уровне «исторический квартал» вектор обновления преобладает над вектором охраны архитектурно-исторической среды, оба при этом направлены в сторону наиболее ценного охраняемого периметра застройки квартала. Предложено для сохранения целостности и ансамблевого характера исторической застройки вектор охраны направлять преимущественно по периметру квартала, а вектор обновления — в сторону внутриквартальных территорий.

Итак, данное исследование опирается на опыт конкретно-прикладных работ, выполненных для условий Самарской области, и представляет собой попытку обобщить и развить систему градостроительного регулирования архитектурно-исторической среды на разных территориально-планировочных уровнях. В связи с этим можно рекомендовать разработанный алгоритм применительно к регионам Среднего Поволжья, а при условии адаптации — к использованию в сфере охраны наследия других регионов страны.

В результате проведенного исследования автору удалось решить важную для градостроительной науки задачу: разработать многоуровневый подход к решению вопросов гармоничного развития архитектурно-исторической среды на основе разумного компромисса между вектором охраны и вектором обновления средствами градорегулирования на примере Самарской области.

Выводы:

1. Современная методическая база градостроительного зонирования, предполагающая не только сохранение и развитие ОКН в планировочных структурах разного территориального уровня, также связана, прежде всего, с территориальными аспектами:

- Периферия мегаполиса.
- Регион России: город-центр, опорные города, мелкие разрозненные исторические поселения.
- Предложение по введению понятия «исторический средовой фрактал».

Он может иметь мозаичную структуру, сформированную локальными средовыми объектами. Данный подход обусловлен пониманием реального состояния исторических казачьих поселений, характеризующимся потерей не только материальных носителей культуры (физическое разрушение культовых и иных объектов), но и безвозвратной утерей ментальности — духовной составляющей казачьего общества.

2. При работе с существующей градостроительно-правовой документацией можно сформулировать следующие укрупненные принципы развития методических подходов:

• **Принцип фрактальности** задает единый принцип организации среды, обеспечивает проработку внутреннего и внешнего пространств на разных уровнях.

• **В принцип устойчивости** (от англ. sustainability) закладывается отношение к городу как к части природной окружающей среды. Город больше не противопоставляется ей, а становится ее логичным продолжением. Это означает выход на новый, гораздо более эффективный уровень использования ресурсов и гарантирует целостность природной среды.

• **Правила средового наполнения и номенклатурного соответствия** призваны регулировать состав элементов исторического ядра. Вместе с тем

рассматриваемые поселения представляют собой ценность именно в понимании соразмерности его планировки как человеческому масштабу, так и природной среде.

3. Наиболее значительные (теоретические и практические) исследования в области градостроительной науки относились к ближайшим к Волгоградской области территориям: Ростовской и Самарской областям. Волго-Донскому междуречью тоже есть чем гордиться в плане уникальной исторической структуры расселения, оставшейся нам в наследство от трехсотлетнего существования территории Войска Донского [9].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Правовое зонирование города. Введение в проблемы градорегулирования в рыночных условиях / под ред. Э. К. Трутнева. 2-е изд., доп. М. : Фонд «Институт экономики города», 2002.
2. Трутнев Э. Использование городских территорий. Зарубежная и отечественная практика (раздел «Зарубежное градостроительное законодательство»). М. : ВНИИТАГ Госкомархитектуры, 1990.
3. Юшкова Н. Г. Современные проблемы теории градостроительства : учеб. пособие. Волгоград : ВолгГАСУ, 2008. 201 с.
4. Трухачев С. Ю. Архитектурно-планировочные принципы градостроительного зонирования: автореферат на соиск. уч. степ канд. арх. М. : МАРХИ, 2009.
5. Агеев С. А. Сохранение локальных исторических комплексов методами градостроительного регулирования : автореферат на соиск. уч. степ канд. арх. М. : МАРХИ, 2005.
6. Вавилонская Т. В. Градостроительное регулирование архитектурно-исторической среды (на примере Самарской области) : автореф. на соиск. уч. степ доктора арх. С.-Пб. : СПбГАСУ, 2010.
7. Селиванова Н. В., Ястребова Н. А. Планировочные особенности станиц Усть-Медведицкая и Усть-Хоперская как типичных военно-казачьих поселений // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура. 2017. Вып. 48(67). С. 184—193.
8. Ястребова Н. А. Сохранение исторических городских поселений методами градостроительного зонирования : учебное пособие. Волгоград : ВолгГТУ, 2019. 196 с.
9. Ястребова Н. А., Лиманская Т. Н. Уникальные объекты культурного наследия Волгоградской области в структуре внутреннего туризма (на примере Ольховского района, п. Госконюшня) // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 1(74). С. 187—195.

© Ястребова Н. А., 2019

Поступила в редакцию
в июне 2019 г.

Ссылка для цитирования:

Ястребова Н. А. Градостроительное зонирование как вид научной деятельности в системе охраны территориальных объектов культурного наследия // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 185—195.

Об авторе:

Ястребова Наталья Александровна — канд. архит., доцент кафедры урбанистики и теории архитектуры, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, yas_na71@mail.ru

Natalia A. Yastrebova

Volgograd State Technical University

URBAN PLANNING ZONING AS A TYPE OF SCIENTIFIC ACTIVITY IN THE SYSTEM OF PROTECTION OF TERRITORIAL OBJECTS OF CULTURAL HERITAGE

The text of the article contains a brief overview of the development of the legal framework of urban zoning in the field of protection and development of cultural heritage objects. The article attempts to systematize the main directions of development of the methodological base of town-

planning zoning of the last two decades, aimed not only at rational use of territories with cultural heritage objects, but also at their protection. Modern methodical workings out in a context of constant monitoring and updating of town-planning regulations for concrete municipal subjects and their territorial objects possessing objects of a cultural heritage are considered.

Key words: Urban zoning, methodology, cultural heritage site.

For citation:

Yastrebova N. A. [Urban planning zoning as a type of scientific activity in the system of protection of territorial objects of cultural heritage]. *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], 2019, iss. 3, pp. 185—195.

About author:

Natalia A. Yastrebova — Candidate of Architecture, Docent of Urban Development and Theory of Architecture Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, yas_na71@mail.ru

УДК 711.4-168

Т. Э. Кадыров

Мэрия г. Казани

ФОРМИРОВАНИЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ В ИСТОРИЧЕСКИХ ЦЕНТРАХ ГОРОДОВ НА ПРИМЕРЕ Г. КАЗАНИ

В статье автор актуализировал особенности формирования общественных пространств в структуре исторических центров городов, среди которых выделены необходимые законодательные ограничения, обязательные этапы консервации, реставрации, реконструкции и восстановления, фиксации целостности архитектурно-планировочного ландшафта. Обращено внимание на реновацию близлежащих территорий, соприкасающихся с периметрами границ охраняемой территории исторического центра. Особое внимание уделено способам управления процессами реновации и формирования общественных пространств на опыте Татарстана. Общественные пространства исторического центра позволяют усилить эстетическую, культурно-историческую и инвестиционную привлекательность территории, играют существенную роль в формировании поведения городского населения — адаптации, проявлении культурных запросов, привлечении туристического потока.

К л ю ч е в ы е с л о в а: исторический центр города, общественные пространства, архитектурно-планировочный ансамбль, объект культурного наследия, городской социум.

В Российской Федерации насчитывается 1112 городов и каждый город имеет исторический центр, то есть территорию изначального ядра города¹. Исторический центр, как правило, имеет свою городскую мифологию, которая цементирует городской социум и выполняет интегрирующую роль в развитии мегаполиса. Исторический центр — магнит, который проявляется в притяжении туристов, горожан, а также катализатор развития города, стимулирующий реконструкцию, создание новых общественных пространств.

Город, в сущности, — это общественно-пространственная форма существования социума, специально организованная среда существования жителя и гостя города [1, с. 210]. Динамика современных производственных процессов, убыстряющаяся интеллектуализация труда, усиливающаяся мобильность и смена картин городской событийности, интенсивный образ жизни вызывают у городского жителя негативные моменты, давление и нагрузку на психоэмоциональную сферу. Поэтому для жителей города важно создание комфортных условий, способствующих проявлению своих интересов. В центральной части города, характеризующейся большой концентрацией населения, общественные пространства являются площадкой, которые предоставляют возможности для культурного взаимодействия, самопрезентации, а также релаксации жителей и гостей города [2, с. 142]. Практика сохранения культурного наследия в центральных зонах исторических городов ориентируется на привлекательность историко-культурных артефактов и, как следствие, требует формирования общественных пространств в едином историко-культурном контексте.

¹ Сколько городов в России на 2018 год. Сколько областных центров?
URL: <http://www.bolshoyvopros.ru/questions/2900271-skolko-gorodov-v-rossii-na-2018-god-skolko-oblastnyh-centrov.html>

Общественные пространства в исторических центрах города — это специфичный многофункциональный тип общественных пространств, так как они создаются на основе объектов культурного значения и во взаимосвязи с историко-культурным ландшафтом города. Кроме того, они выполняют функции просветительства, культурного досуга, сохранения историко-культурного наследия, развития современной туристической инфраструктуры.

Культурное развитие человека в условиях городского социума нуждается в ориентирах. Это необходимо человеку для обретения личностного смысла, рационального выбора действий в специфической среде мегаполиса. В реализации субъектности, поисков ориентиров, социализации горожан существенную роль играют общественные пространства [3, с. 321]. Города в современный период характеризуют сверхразвитые и разнообразные коммуникации. Одновременно город задает тренды в культурной сфере, которые распространяются за пределы города. Общественные пространства предоставляют жителям города неограниченные возможности для проявлений культурных потребностей, создавая условия для максимальной активности, психосоциальной и интеллектуальной адаптации в меняющейся культурной и экономической ситуации. Общественные пространства в структуре исторической части города направлены на восстановление и сохранение историко-культурных традиций.

Как считает Л. Лимонов, «Из 1,1 тыс. небольших российских городов более-менее жизнеспособны лишь полторы сотни — близость к крупным городам и промышленным комплексам, приграничное местоположение, богатым данные памятники природы и рукотворное историческое наследие (примеры — Чистополь и Елабуга, Новошахтинск и Южно-Сахалинск, Киров, Псков и Новгород)»². Более того, общественные пространства в специфичном поликультурном мегаполисе позволяют приобщаться к культурному наследию поколений.

Структура исторического центра, по нашему мнению, включает совокупность исторических объектов:

- здания, сооружения, общественные пространства;
- природный ландшафт, особенности рельефа;
- историко-архитектурный стиль, исторические смыслы, историческую мифологию, знаковые места, городские легенды.

Специфика общественных пространств в структуре исторического центра проявляется в том, что при их проектировании существуют ограничения, вызванные консервацией объектов, находящихся в зоне исторического центра, в силу принятых законодательных актов. Под влиянием исторического центра складывается архитектурный и градостроительный каркас города, он определяет траекторию развития города и обладает исторической ценностью. Чаще всего центр города совпадает с границами исторического центра и создает не только визуальный, но и имиджевый образ города, что свидетельствует о его исторической миссии. Исторический центр чем древнее, тем лучше развивается в силу концентрации исторических объектов — зданий, памят-

² Сегодня нас 145 миллионов. Через пятнадцать лет понадобится не больше пятидесяти. В России под угрозой исчезновения 850 городов и миллионы трудоспособных граждан. URL: https://www.znak.com/2018-11-23/v_rossii_pod_ugrozoy_ischeznoveniya_850_gorodov_i_milliony_trudospobnyh_grazhdan

ников и общественных пространств. Поэтому исторические центры становятся не только притягательными, но и уникальными, знаковыми [4, с. 249].

Наложенные ограничения усложняют проведение планировки по преобразованию и обновлению территории, но они необходимы. Ценность исторического центра в том, что использование территории приводит к существенному экономическому результату и притоку инвестиций. Экономической и культурной привлекательности исторического центра способствует высокая сохранность исторических объектов: отреставрированный архитектурный ансамбль, сочетание с природно-ландшафтными видами, гармоничная градостроительная планировка. Например, в Казани в реестр культурного наследия включено 563 объекта, из них 119 — федерального значения, 376 — регионального, 68 — местного, и этот процесс продолжается³.

Специфика формирования общественных пространств в структуре исторического центра заключается в следующем:

- общественные пространства формируются в строго ограничительных условиях, предусмотренных законодательными и нормативными документами;
 - обязательными элементами (этапами) проводимой работы является функционирование общественных пространств и ситуативная реставрация историко-архитектурного здания, объекта, общественного пространства;
 - при необходимости (чаще всего) требуется восстановление ранее утраченных объектов в связи с воссозданием целостности архитектурно-планировочного решения;
 - фиксирование природно-ландшафтных особенностей, архитектурного ансамбля и исторической планировки;
 - обновление близлежащих кварталов, несмотря на то, что они не находятся в зоне (режиме) охраны объектов культурного наследия с сохранением пространственной перспективы исторического центра;
 - стремление (необходимость) к уменьшению давления транспорта на центральную зону с помощью ограничения или полного запрета движения транспорта;
 - сохранение и воссоздание исторического стиля и морфотипа местности.
- Также следует подчеркнуть, что стратегии реконструктивных градостроительных решений зависят от факторов оценки объектов, подвергавшихся обновлению, реконструкции и реставрации:
- здания и сооружения;
 - территории, природно-исторический ландшафт;
 - кварталы, соприкасающиеся с границами исторического центра [5].

Учет особенностей и классификация факторов специфики общественных пространств, формируемых в исторических центрах городов, имеет практическое значение. Это необходимо для принятия наиболее верных решений, адекватных соответствующей ситуации и времени при восстановлении исторического центра города. Все это позволяет учитывать совокупность возможностей и ограничений, которые накладываются при градостроительных работах на объекты культурного наследия (планирование общественных про-

³ Доклад главного архитектора Казани Г. Прокофьевой «Об охране объектов культурного наследия г. Казани» на аппаратном совещании 6 августа 2018 года. URL: <https://www.kzn.ru/meriya/press-tsentr/doklady-s-dp/ob-okhrane-obektov-kulturnogo-naslediya-g-kazani/>

странств, разбивка скверов, парков, пешеходных улиц и площадей и т. п.). Специфичность формирования общественных пространств в исторических центрах городов характеризуется разнонаправленностью, которая проявляется, с одной стороны, — в многообразии ограничений, с другой стороны — тенденцией к стимуляции проводимой реконструктивной деятельности. Это целесообразно для утверждения символов городской среды, эстетической, инвестиционной и туристической привлекательности исторической части города. При принятии урбанистических решений и проведении градостроительных работ в исторической части города возникает многовекторность взаимовлияний (исторической, архитектурной, общественной), которые необходимо интегрировать в позитивный результат достижения поставленных целей — обновление территории [6, с. 272].

Специфика формирования общественных пространств проявляется в особенностях качества объекта. Это выражается как в совокупности структуры исторического центра, так и раздельно — в качестве зданий и характере утраченных объектов, объеме восстановления историко-архитектурного ансамбля, памятника, которые обуславливают историческую ценность объекта и одновременно ограничивают возможности широкого вмешательства и характера преобразований. В таком случае необходима консервация объекта, временные рамки которой тоже ограничены.

Специфика геологии и гидрологии, рельефа, природного ландшафта также может существенно влиять на обновление территории. К примеру, мощные подземные потоки, заболоченность местности инициировали создание нового общественного пространства — парка Тысячелетия Казани в историческом центре, который пока не наполнен инструментариями привлечения населения и туристов. Причина заключается в том, что парк находится в окружении более насыщенных событиями общественных пространств — пешеходных улиц Баумана и Санкт-Петербургской, набережной озера Кабан, площади перед театром им. Г. Камала. Также недостаточен характер озеленения парка.

Факторами, характеризующими особенности формирования общественных пространств в структуре исторического центра, являются:

- законодательство по охраняемой территории (федеральное, региональное, местное);
- связь исторического объекта, территории с историческими событиями и известными личностями;
- специфика функционального зонирования, заключающаяся в сочетании исторических факторов и современных требований урбанистической ситуации;
- природно-ландшафтные особенности зоны (геологические, гидрологические особенности, характер рельефа, каркас озеленения и т. п.);
- синергия исторического центра с территориями точечной застройки и реновации центральных кварталов;
- сочетание преобразований в исторической зоне на границе с новыми кварталами, не входящими в охраняемую территорию;
- уровень озеленения территории и характер рельефа местности;
- наличие буферной зоны, соприкасающейся с объектами культурного наследия, находящимися под охраной ЮНЕСКО. Это требует согласования реконструктивных работ с органами ЮНЕСКО, соблюдения их регламента и рекомендаций (по высотности, колористике, транспортной инфраструктуре и т. п.).

Обновление исторического центра требует инвестиций, а общественные пространства выступают «площадкой» привлечения жителей и туристов для посещения объектов исторической застройки, что помогает поэтапно обновлять исторический центр. Важно учитывать и создавать такое управление данным процессом, которое позволит ориентироваться на эффективный результат.

Обратимся к опыту Татарстана и рассмотрим проблемы, с которыми столкнулись градостроители при решении вопросов реконструкции исторического центра Казани. Следует сказать, что к настоящему времени создана достаточная законодательная база, которая направлена на решение данных вопросов на федеральном, и что важно, региональном и местном уровнях⁴.

Например, реконструкция Казанского Кремля проводилась поэтапно, в связи с чем были созданы современные и востребованные общественные пространства: наблюдательная площадка для демонстрации пространственной перспективы города; сквер, где можно отдохнуть; демонстрационная информационно-просветительская площадка и торговые ряды, располагающиеся рядом с филиалом Центра Эрмитаж «Хазине».

Для проведения реконструкции и эффективного использования исторической территории в Казани была воссоздана Старо-Татарская слобода с единым органом управления — префектурой. Это единственная префектура, которая управляет ограниченной территорией, насыщенной объектами культурного наследия. Такое управление позволяет учесть особенности территории, контролировать особый режим функционирования, заключающийся во множественности законодательных ограничений. Переформатированию улицы К. Насыри и Кунче в Старо-татарской слободе в пешеходные предшествовало создание условий для предоставления рекреационных и туристических услуг населению и гостям города. Параллельно проводилось формирование общественных пространств, организация новых музеев в отреставрированных и восстановленных зданиях (например, Музей национального татарского блюда — чак-чака). Данный процесс носит постоянный характер, так как смена уличного дизайна привлекает новых посетителей [7, с. 210].

Характер и объем решаемых проблем в исторической части города потребовал единства в принятии решений и скорости разрешения возникающих вопросов. В республике создан Комитет по охране культурного наследия, который позволяет оперативно и в едином ведомстве решать возникающие проблемы⁵. На местах данные функции осуществляются в составе Управления архитектуры и градостроительства г. Казани. Специалисты Комитета и Управления проводят контроль исторических объектов и территории, осматривая их на месте, пресекая нарушения законодательства об охране объектов культурного наследия и выявляя новые объекты, подлежащие сохранению⁶.

⁴ Федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации». URL: <http://base.garant.ru>

Закон Республики Татарстан «Об объектах культурного наследия в Республике Татарстан» от 1 апреля 2005 г. № 60-ЗРТ. URL: http://kitaphane.tatarstan.ru/legal_info/zrt/zkn05.htm

Указ Президента Республики Татарстан № УП-462 от 28.06.2018. URL: <http://rt-online.ru/ukaz-prezidenta-respubliki-tatarstan-up-462-ot-28-iyunya-2018-goda/>

⁵ Там же.

⁶ Доклад главного архитектора Казани Г. Прокофьевой «Об охране объектов культурного наследия г. Казани» на аппаратном совещании 6 августа 2018 года. URL:

Охрана культурного наследия взаимосвязана с реконструкцией исторического центра города.

Горожане обратили внимание руководства города на необходимость сохранения архитектурно-планировочных ансамблей советского периода. Поэтому большое внимание в городе уделяется обновлению исторической градоформирующей застройки, осуществленной до 1959 г. Например, уникальный архитектурный комплекс жилой застройки советского периода — поселок им. Серго Орджоникидзе, который получил статус достопримечательного места. Это предполагает ограничения, особые требования и режим, направленные на сохранение архитектурно-планировочной структуры, в том числе и общественных пространств. В данном поселке расположен уникальный сквер, который планируется обновить с учетом современных требований к общественным пространствам, сохранив стилистику советской архитектуры и дизайна.

Такая реконструкция в столице республики системно проводится с момента подготовки к празднованию тысячелетия города — с 2005 г. Самой большой проблемой, которая объективна и вполне закономерна, является отсутствие у специалистов компетенций проектирования зданий и общественных пространств в историческом стиле. Несмотря на усилия архитекторов и инвесторов, не всегда удается воссоздать исторический стиль, который заключается не только в проектировании здания, общественного пространства, территории, но и в сбалансированном сочетании и гармонии с близлежащими зданиями, территорией, общественными пространствами. И только в последнее время, чтобы не допускать диссонанса в воссоздании исторической среды, специалисты обратились к российскому историческому опыту градостроительства и пришли к выводу о необходимости создания каталогов примеров зданий, фасадов, стиля. Требования к исторической стилистике архитектуры объектов заключаются в соответствии застройки историческому морфотипу застройки территории. Поэтому в настоящее время ведется разработка концепции развития исторического центра Казани. Предполагается, что концепция систематизирует накопленный опыт и сформулирует стратегию и тактику дальнейшего развития исторической части города и усилит научные основы в проведении реконструкции исторических частей городов Казани и исторических поселений республики.

Особого внимания требуют проблемы буферной зоны не только с границами исторического центра города, но и с объектами, которые находятся под охраной ЮНЕСКО — архитектурный ансамбль Казанского Кремля.

В республике восстановление исторических центров проводится в Елабуге (литературный музей А. Ахматовой, музей Н. Дуровой и др.), Чистополе (музей Б. Пастернака, восстановление литературной памяти периода Великой Отечественной войны, когда эвакуированные писатели Москвы жили в городе), Буинске (улица с купеческими домами). Восстановлен в основной части остров-град Свияжск, также включенный в список ЮНЕСКО.

В структуре Аппарата Президента Республики Татарстан утверждена должность помощника Президента РТ по общественным пространствам, а 2017 год был объявлен годом общественных пространств. Данные факты го-

<https://www.kzn.ru/meriya/press-tsentr/doklady-s-dp/ob-okhrane-obektov-kulturnogo-naslediya-g-kazani/>

ворят о том, насколько серьезно и тщательно подходят в республике к вопросу сохранения и развития общественных пространств. Только в историческом центре Казани были открыты такие общественные пространства, как пешеходные улицы К. Насыри и Кунче, реконструирована площадь перед Татарским академическим драматическим театром им. Г. Камала, Лядской сад с восстановленным фонтаном, сад Рыбака, сквер им. К. Тинчурина. Кроме того, осуществлена смена уличного дизайна пешеходной улицы Н. Баумана. Начаты работы по формированию пешеходной улицы Ш. Марджани и набережной озера Кабан, обновлено общественное пространство парка «Черное озеро», который разделен на зоны отдыха и прогулок, построена пергала. Зимой в парке функционирует ледяной каток, а также реконструированное кафе, обеспечена транспортная и пешеходная доступность. Особенностью парка является сочетание архитектурных стилей — классического и советского, и современного дизайна (ограда, «арка любви»), проведено омоложение деревьев. Тем самым была сохранена историческая преемственность и применен метод контраста в дизайне и зонировании территории.

Большой рекреационной территорией будет являться старое русло Казанки, которое в настоящее время представляет собой заболоченное место. Формирование общественного пространства — парка культуры и отдыха вокруг старого русла реки Казанки будет способствовать привлечению горожан и туристов к данной рекреационной зоне. Реконструированный парк им. Урицкого получил второе дыхание — сделаны подходы к искусственному озеру, частично обновлена лесопосадка, которая стала разнообразнее в плане выбора сортов деревьев и их посадок, разграничены спортивные и детские зоны. Рядом находится стадион и Культурный центр «Московский». Парк в настоящее время наполняем, безопасен и проявляет себя как субъект культурных и спортивных событий города. Реконструкция проводилась с учетом пожеланий горожан. Это был первый парк, реконструированный в Год скверов и парков в Республике Татарстан.

Также в 2017 г. в Казани были выявлены такие объекты культурного наследия, как Дом «Кучши» Каримова, Доходный дом Терпигорева, Дом купца Н. Вениаминова (XIX в.). В настоящее время внимание специалистов обращено на реновацию Адмиралтейской слободы г. Казани.

Долгое время город был лишен благоустроенной набережной, доступной горожанам и гостям города. Поэтому создание Кремлевской набережной потребовало инновационного подхода (формирование настила, проведение озеленения, соблюдение высоты строящихся объектов), так как она находится близ Казанского Кремля — объекта культурного наследия, находящегося под охраной ЮНЕСКО.

Процесс создания системы набережной рек Казанки и Волги выявляет различные проблемы, которые носят типовой характер при реновации исторической части города. Продолжение строительства набережной подразумевает организацию серьезной инфраструктуры — освещение, уличный дизайн, озеленение, безопасность, доступная среда, наличие торговли и мест отдыха, соответствующие разнообразным интересам горожан и гостей города. Продолжение набережной в восточной части предполагает создание семейного парка близ национально-культурного центра «Казань», так как необходимо чередование событийности. Данный участок расположен на склоне берега,

что вызывает необходимость трассирования уступов и соединения набережной со сквером К. Фукса. Парк площадью 4 га предполагает спортивную, детскую зоны и территорию отдыха. Планируется продумать общественный транспорт и стационарную торговлю или центр комплексного детского досуга. В дальнейшем линия набережной соединится с парком им. М. Горького. Такая линия предполагает продолжение велосипедной дороги. Реконструкция данной территории осуществляется на конкурсной основе, что повышает качество проводимых работ и создает условия для обсуждения многовариантности развития территории. Продолжение набережной на запад в Новотатарскую слободу ставит вопросы выноса промышленной зоны: Казанского элеватора и путевого хозяйства РЖД. Продолжение набережной — это новые возможности для пешеходов и велосипедистов, а также туристического потока. Производимые преобразования должны быть направлены на человека и его потребности, предлагать «удобство и продуманность общественных пространств и сомасштабность человеку»⁷.

Однако реновация исторического центра не всегда зависит от городских и республиканских властей. Например, берегоукрепление — это сфера федеральной зоны ответственности и поэтому предполагает софинансирование в проведении работ. Расположение сооружений РЖД требует проведение переговоров с федеральным собственником. Поэтому формирование общественных пространств вдоль берега Волги — процесс непростой и затрагивающий многие ведомства. Практика градостроительства показывает, что девелоперы приобретают такие территории, которые имеют инфраструктуру (очистные сооружения, близость водоотведения и т. п.), то есть она должна быть подготовлена и иметь коммуникации.

Следует сказать, что важно привлекать общественность к проектам на начальной стадии осуществления. Работа по стратегическому развитию исторического центра г. Казани ведется с учетом мнения специалистов, жителей города. Такая работа заключается в информировании населения через средства массовой информации, встречи с жителями города, проведение общественных слушаний. Привлечение инвесторов и целенаправленная работа специалистов с целью сохранения архитектурной стилистики ускоряет реконструкцию. Дискуссии в социальных сетях, средствах массовой информации, актуализация проблем на уровне руководства республики и города позволяет выявить нюансы, принять своевременно меры, подготовить материальную основу формирования исторической территории.

В Татарстане сложилась правоприменительная практика обсуждения таких проектов. При тщательно проведенных общественных слушаниях и привлечении заинтересованных горожан люди лучше, позитивнее воспринимают конечный результат. В принципе, восстановление Старо-Татарской слободы начиналось с инициативы общественности. Несмотря на то, что в Татарстане имеется практика привлечения студентов — будущих архитекторов к созданию общественных пространств, нормативной базы регулирования данного процесса нет.

Формированию общественных пространств предшествовало восстановление исторических зданий и архитектурно-планировочного каркаса истори-

⁷ Сергей Чобан: «Здания, подобные Дворцу земледельцев являются реакцией людей на модернизм». URL: <https://www.business-gazeta.ru/article/355499>

ческого центра города. Все работы осуществлялись непосредственно под контролем президента республики и мэра города, которые неоднократно проводили совещания со специалистами, встречи с жителями города, инвесторами непосредственно на месте реновации исторических объектов и общественных пространств. Такой стиль управления приводит к эффективному результату, соблюдению запланированных сроков и предупреждению нарушений в части охраны объектов культурного наследия. Контакт с общественностью — важный ресурс в организации общественных пространств. Данная тема интересует жителей города, которые выдвигают массу инициатив, обращают внимание на слабые места, указывают на городские объекты, нуждающиеся в обновлении, в том числе общественные пространства.

Общественные пространства в исторических центрах городов, наряду с функциями создания гармоничности историко-архитектурного ансамбля, в большей мере должны выполнять функцию модератора поведения людей. Взаимосвязь морфологии городского пространства и поведения людей проявляется в ментальности городского социума — интересы, стереотипы, модели поведения и внешнего реагирования [8].

Роль общественных пространств в структуре исторического центра города неопределима. Общественные пространства, которые гармонично вписались в структуру исторического центра, являются языком города, который вводит в культурно-исторический дискурс горожан, прохожих и отдыхающих. Как правило, гости города и горожане всегда их посещают. Для гостей города — это визитная карта, первые впечатления, первое осмысление городского пространства и менталитета горожан. Они на неосознаваемом уровне прочитывают историю, мифы и легенды. И не всегда такое чтение соответствует тому, что «писали» архитекторы. Каждый прочитывает свою историю, свои смыслы, формулирует свои обобщения. Рефлексия скрепляет городское сообщество. Общественные пространства исторических центров соединяют городскую ткань, акцентируют индивидуальные ментальные карты и городскую географию. Общественные пространства содержат пространственные практики, которые структурируют поведение людей. Такие «пространственные практики» привязаны к определенным местам: пешеходная улица Баумана — двухдневный фестиваль еврейской музыки; парк «Черное озеро» — лекции о современной литературе и дизайне; Старо-Татарская слобода — представляет событийность этнографической татарской жизни; центр современного искусства «Смена» — книжные ярмарки и молодежные проекты.

Проведенный анализ частоты мероприятий в общественных пространствах исторического центра показал, что по сравнению с общественными пространствами окраин они в два раза больше насыщены событийностью, а некоторые мероприятия становятся традиционными, и люди их ожидают. Такие события имеют общегородской резонанс, а также формируют городское сообщество по интересам, усиливают коммуникационные связи.

Специфика функционирования общественных пространств исторического центра проявляется в том, что события, происходящие там, принимают общегородской масштаб и тем самым моделируют поведение людей. Формируют эстетический и музыкальный вкусы, стандарты коммуникации и поведения. По своему происхождению, то есть истории места, такие общественные пространства становятся многофункциональными. Они направлены не только на раз-

личные социальные группы, но и на различный возрастной состав и различный образовательный уровень, интерес. Однако такие пространства принципиально должны обладать возможностями визуального наблюдения.

Исторический центр оказывает влияние на социально динамические свойства общественных пространств — масштаб, эстетику общественных пространств, комфортность, особую среду. Общественные пространства в структуре исторического центра не являются и не могут быть нейтральными, в отличие от общественных пространств, расположенных на окраине города [9]. Наоборот, они наполнены смыслами, значимостью культурно-исторической ценности и поэтому привлекательны, «обитаемы» и обладают высоким потенциалом социальной активности.

Общественным пространствам исторического центра города присущи адаптивные качества, которые привязаны глубинными смыслами к данному месту и времени. Они регенерируют архитектурно-исторический ансамбль и стимулируют качественность создаваемой городской среды [10, с. 417].

Городская ткань становится разнообразнее посредством формирования общественных пространств в исторических центрах городов, потому что, как правило, они насыщены жизнью (городские мероприятия, экскурсии, проведение разнообразных эстафет, лекции, ярмарки, слеты, встречи с творческими коллективами, флешмобы и т. п.).

В результате анализа и наблюдения разнообразных (по величине города, культурной специфики) общественных пространств исторических центров городов республики мы можем сформулировать основные критерии качества, которые позволяют общественному пространству исторического центра стать каркасом социокультурной жизнедеятельности города, модератором поведения людей.

Основные критерии качества общественных пространств исторической части города:

- доступность — заключается в соприкосновении с линиями движения горожан, включает пешеходную и транспортную доступность, наличие парковки, желательно бесплатный трафик интернета;
- многофункциональность — позволяет удовлетворить потребности различных социальных групп по возрасту, образованию и интересам, людей с ограниченными возможностями. Исключительные возможности для проведения досуга как в массовых действиях, так и индивидуальной самоизоляции и самопрезентации;
- привязанность к месту и символу — показывает взаимосвязь с важными историческими событиями и известными личностями. Такая связь формирует гражданскую идентичность, повышает самосознание и патриотизм;
- информационно-просветительская направленность, что позволяет общественному пространству создать возможности и условия посетителям для «эмоционального и интеллектуального проживания», возникновения чувства сопричастности к происходящим событиям;
- возможность визуального наблюдения, что позволяет комфортно обозревать историко-культурные артефакты, события, происходящие в общественном пространстве.

Мы не называем типичные для общественных пространств критерии качества, такие как безопасность, организация доступной среды, наличие соответствующего оборудования и дизайна в связи с тем, что они имеют типичный харак-

тер и необходимы для функционирования любого общественного пространства. Нам важно выделить особенности, которые характерны для общественных пространств, включенных в структуру исторического центра города. Несомненно, что такие общественные пространства несут большую нагрузку по посещаемости, транспортной инфраструктуры, массовых событий. В некоторой степени они ориентированы на интересы туристов.

Таким образом, «дух места» обогащает архитектурную оболочку исторического центра и поэтому моделирует поведение людей (побуждает интерес к истории местности, города, региона). Общественные пространства, функционирующие в исторической части города, привлекают наибольшее количество людей, составляя каркас социально-культурной жизни города не только в центре, но и распространяя культурные тренды на окраины.

Также следует сказать, что многонациональный городской социум — это чрезвычайно сложное образование, которое состоит из групп, включенных в интенсивные мобильные потоки [11, с. 194]. Горожане заняты в различных сферах поликультурного общества и поэтому ориентированы на развитие разнообразных культурных и духовных ценностей. Из этого следует, что общественные пространства должны отвечать их культурным потребностям, интеллектуальным запросам и образу жизни горожан.

Приобщение к культурно-историческим традициям посредством общественных пространств исторического центра города способствует формированию городской культурной общности и городским традициям. К таким традициям следует отнести спортивные достижения, здоровый образ жизни. Необходимо отметить, что город формирует специфический тип личности, характеризующийся динамизмом, рациональностью, прагматизмом, стремлением к здоровому образу жизни и к комфортной среде. Современный горожанин должен обладать адаптивными способностями и навыками ответа на вызовы города (мегаполиса). Также в городе процесс социализации более динамичен, а социокультурные связи в городских условиях являются постоянным и необходимым компонентом коммуникации, немалая часть которой осуществляется в общественных пространствах.

Специфика формирования общественных пространств в структуре исторического центра города проявляется в совокупности факторов: особенностей местности (исторических и географических), качества историко-культурных объектов, характера управления процессом реновации, наличия компетенций у специалистов, коммуникации с общественностью.

Более того, специфичный характер носят процессы консолидации общности, которые проявляются в менталитете горожан, формируемых ментальных картах, поэтому общественные пространства в исторической части города должны соответствовать сложившемуся менталитету и способствовать формированию новых культурных и спортивных запросов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Castels M.* The Urban Question. L. : Oxford, 1977. 422 p.
2. *Lynch K.* The image of the city. England : The MIT Press, 2013. 194 p.
3. *Burdett R.* The Endless City. London. 2011. 510 p.
4. *Dear M.* Comparative Urbanism // *Urban Geography*. 2005. Vol. 26. № 3. Pp. 247—251.
5. *Бабенко Г. В.* Градостроительная политика в отношении исторических центров городов: выбор стратегий консервации, восстановления и развития // *Региональная экономика и*

управление: электронный научный журнал. 2017. № 2(50). URL: <https://eee-region.ru/article/5001/>

6. Soja E. W. Writing the City Spatially // City. 2003. Vol. 7. № 3. Pp. 269—280.

7. Кадыров Т. Э. Формирование общественных пространств в современных городах в контексте мобильности населения // Фундаментальные основы инновационного развития науки и образования : сб. статей II Международной науч.-практ. конф. В 3 ч. Ч. 1. Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение». 2018. 244 с. С. 209—211.

8. Пучков М. В. Город и горожане: общественные пространства как модератор поведения людей // Архитектон: известия вузов. 2014. № 5. URL: <http://archvuz.ru/PDF/%23%2045%20PDF/ArchPHE%2345pp034-044Puchkov.pdf>

9. Gambassi R. Identity of modern architecture in historical city environments. URL: <https://aej.spbgasu.ru/index.php/AE>

10. Le Gates R. T., Stout F. The Urban sociology reader. San Fr. State University. 2013. 447 p.

11. Bourdieu P., Haacke H. Free Exchange. L. : Polity Press, 1995. 546 p.

© Кадыров Т. Э., 2019

Поступила в редакцию
в июне 2019 г.

Ссылка для цитирования:

Кадыров Т. Э. Формирование общественных пространств в исторических центрах городов на примере г. Казани // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 196—207.

Об авторе:

Кадыров Тимур Эрнестович — заместитель главного архитектора г. Казани, Управление архитектуры и градостроительства исполнительного комитета мэрии г. Казани. Российская Федерация, 420012, г. Казань, ул. Груздева, 5, farida_ksui@mail.ru

Timur E. Kadyrov

Executive Committee of Kazan city hall

PUBLIC SPACES ORGANIZATION IN HISTORICAL CITY CENTERS

Author updated the peculiarities of the public space's formation in the structure of city's historical centers. Among which necessary legal restrictions, mandatory stages of conservation, restoration, reconstruction and restoration, fixing the integrity of the architectural-planning landscape are highlighted in the article. Attention is also drawn to the renovation of nearby territories in contact with the perimeters of the protected area of the historic center's boundaries. Particular attention is paid to managing the processes of renovation and the formation of public spaces summing up the experience of Tatarstan. The author comes to a conclusion that public spaces of the historical center can enhance the aesthetic, cultural, historical and investment attractiveness of the territory and play a significant role in shaping the behavior of the urban population — adaptation, manifestation of cultural needs, attracting tourist flow.

Key words: historical center of the city, public spaces, architectural and planning ensemble, object of cultural heritage, urban society.

For citation:

Kadyrov T. E. [Public spaces organization in historical city centers]. *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], 2019, iss. 3, pp. 196—207.

About author:

Timur E. Kadyrov — Deputy Chief Architect of Kazan, Department of Architecture and Urban Planning of the Executive Committee of Kazan city hall. 5, Gruzdeva St., Kazan, 420012, Russian Federation, farida_ksui@mail.ru

УДК 72.01

В. В. Серебряная

Волгоградский государственный технический университет

**ЭВОЛЮЦИЯ КОЛОКОЛЕН ПРАВОСЛАВНЫХ ХРАМОВ
В ВОЛГО-ДОНСКОМ МЕЖДУРЕЧЬЕ (ВТОРАЯ ПОЛОВИНА XVIII — НАЧАЛО XX вв.)**

На основе изучения литературы и натурных исследований проводится типологический анализ колоколен каменных храмов Волго-Донского междуречья второй половины XVIII — начала XX вв. Обозначены основные этапы развития колоколен. Выявлены признаки, по которым проведена классификация. Затронуты вопросы типологии и стилистики колоколен. Статья иллюстрируется архивными фотографиями с натуры, выполненными автором и С. Н. Хорунном, а также обмерными чертежами. Использованы рисунки, сделанные А. Г. Лазаревым с зарисовок Е. А. Ознобишена (XIX в.).

К л ю ч е в ы е с л о в а: Волго-Донское междуречье, колокольня, стиль, типология, православный храм.

Проблемы восстановления и воссоздания архитектурных объектов культового зодчества с каждым годом приобретает все большее значение. Со временем утраченных исторических сведений о памятниках становится все меньше. Объектом данного исследования является архитектурное наследие Волго-Донского междуречья.

Предмет исследования — колокольни каменной культовой архитектуры региона. В данной работе ставится цель определить типы колоколен православных храмов. Дается характеристика архитектурно-художественного решения колоколен храмов региона.

Географические рамки научных изысканий обусловлены территорией Волго-Донского междуречья в современных административных границах Волгоградской области. Временные рамки включают исторический и типологический анализ колоколен культового зодчества второй половины XVIII в. до начала XX в.

В исследовании применялись методы структурно-функционального, системного и сравнительного анализа. Для проведения анализа архитектурно-композиционных особенностей звонниц православных храмов в Волгоградской области привлекался труд А. С. Кутепова «Альбом фасадов церквей, колоколен и иконостасов....» [1]. В этом альбоме приведены чертежи основных разновидностей колоколен православных храмов в России, которые стали прообразом в поселениях различных губерний. Планировочные схемы, пластические и декоративные идеи изображенных колоколен в альбоме могли также использоваться при строительстве в Волго-Донском междуречье.

Колокольня — многофункциональное архитектурное сооружение, по своей структуре высокое, монументальное, но оно является еще и источником колокольного звона. Колокольня и колокольные звоны служат источником гласа церкви. Это синтез архитектуры и церковного искусства. Колокольным звонам посвящен целый ряд исследований как в отечественном, так и зарубежном искусствоведении. Генезис колоколов изучал Ю. В. Пухначев [2], образ, форму, символику колокола рассматривают Н. Ф. Гуляницкий [3],

символике посвящены работы В. В. Кавельмахер [4]. Среди зарубежных исследователей можно назвать Edward V. Williams [5], E. Arto [6]. Автор не ставил перед собой задачу рассматривать колокольные звоны, но счел нужным ознакомить читателя с исследованиями, касающимися этой темы.

Работа основана как на архивных источниках, так и научных публикациях. Сведения о храмах были взяты из результатов исследований, опубликованных в монографии В. В. Серебряной «Культовое зодчество Волгоградской области» [7]. Изучались публикации, посвященные архитектурному наследию Юга России. Исследованием памятников архитектуры Донского края конца XIX — начала XX вв. занимался А. Кириллов. Итогом его работы стало издание «Материалы, относящиеся к церковной жизни истории Донского казачества второй половины XVIII в.» в трех частях [8]. В третьей части описаны часовни, церкви, монастыри на Дону от начала их появления до конца XIX в. [9] Исследования Г. В. Есаулова представлены в работе «Архитектура Юга России: от истории к современности» [10].

Работа также базируется на результатах натурных исследований, монографии А. Г. Лазарева, Э. Сокольского «Православное зодчество донского края» [11], книги В. С. Кукушина «История архитектуры Нижнего Дона и Приазовья» [12].

Строительство каменных культовых зданий в Волго-Донском междуречье начинается со второй половины XVIII в. С этого времени происходит замена деревянных храмов каменными. Строительство идет по сложившемуся трапезному типу, где трапезная соединяет ядро храма и колокольню. В них выражена продольная ось «запад-восток», симметрия построения архитектурных масс, а также высотная ярусная композиция типа «восьмерик на четверике». В этот период декор применяли довольно умеренно, сохранялась гладь стены.

Типология колоколен храмов определяется по следующим признакам: по завершению, объемной композиции, декору. Типы колоколен структурированы по хронологическому признаку.

К первой группе относятся колокольни, возведенные в первой половине и середине XVIII в. (рис. 1). Эта группа представлена памятниками, характерными для стиля барокко.

Самым ранним храмом, известным нам в регионе, является церковь Сретения Господня (1751—1765 гг.) в ст. Михайловской. Ее трехъярусная колокольня интересна тем, что она выполнена в чисто барочном стиле и имеет композицию типа «восьмерик на четверике». Завершение в виде шатра, фонарика и главки. Интересен декор как на самом храме, так и на его колокольне, который сосредоточен на наличниках окон («уши» и «фартуки», в завершении «гребни»). Углы яруса звона отмечены лопатками. Возвращение снова к шатровому завершению колоколен произойдет в период эклектики, что подробно будет рассмотрено в третьей группе.

Колокольня церкви Знамения (1772—1785 гг.) в ст. Зотовской композиционно представлена тремя одинаковыми четвериками, последний из которых является ярусом звона, со срезанными углами. Нижний четверик прорезан арками, заложенными несколько позже. Второй и третий ярусы прорезаны высокими арочными проемами и отделены друг от друга многопрофильным раскрепованным карнизом. Завершается колокольня не-

большим куполом, в котором по сторонам света расположены люкарны, появившиеся в архитектуре храмов региона впервые. Венчает колокольню фонарик с главкой. Все еще преобладает барочный стиль.

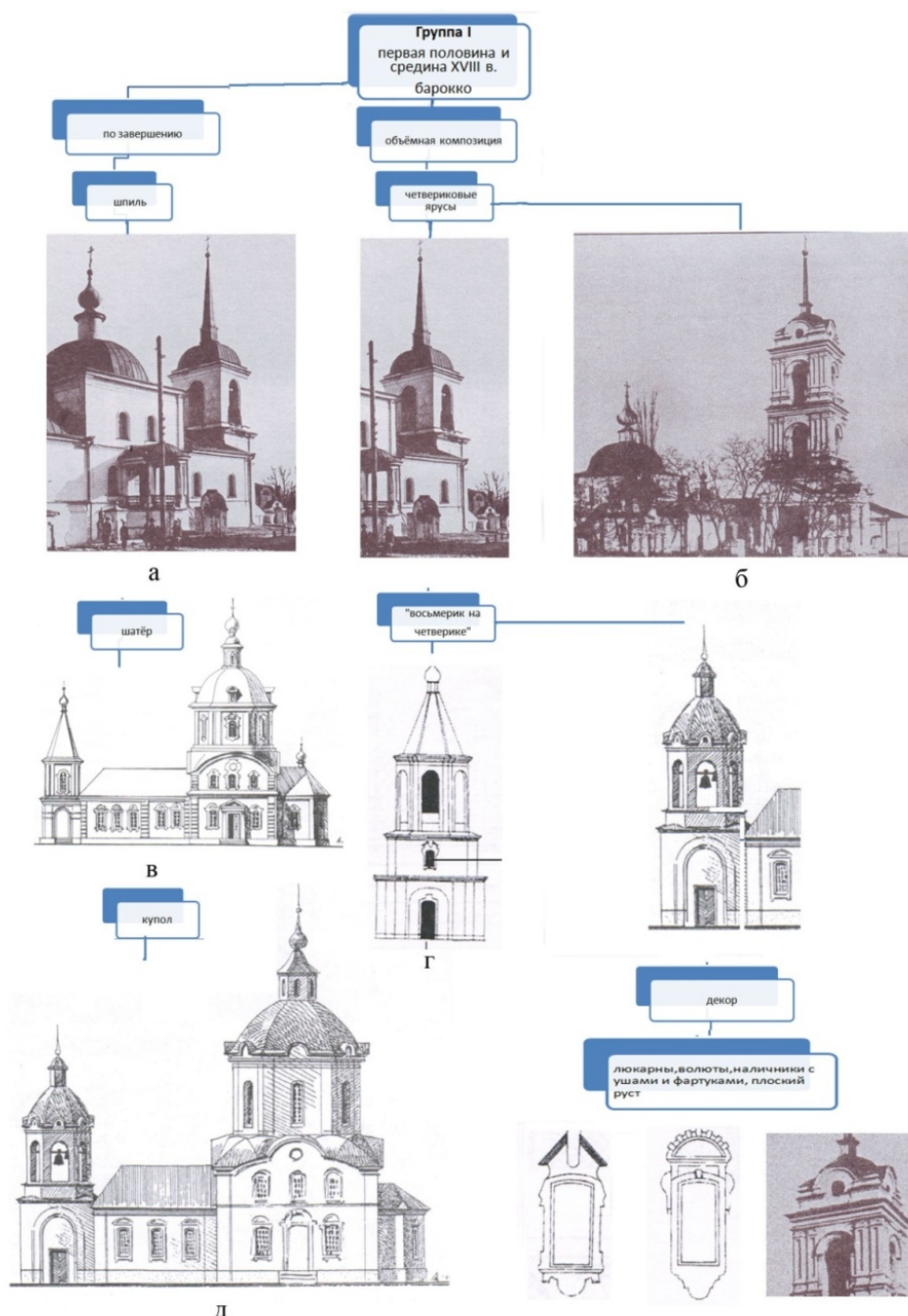


Рис. 1

Вторая группа хронологически обозначена концом XVIII в. и второй половиной XIX в. (рис. 2). В этой группе рассматриваются колокольни, характеризующиеся влиянием классицизма. Формирование архитектуры классицизма в регионе происходит значительно позже, чем в столицах. Все чаще в строительстве храмов используется ордер. Усложняется объемная композиция колоколен, помимо четвериковых ярусов возводятся колокольни типа «восьмерик на четверике». Завершения представлены различными видами куполов, часто применяется шпиль. Памятники этого типа встречаются довольно часто.

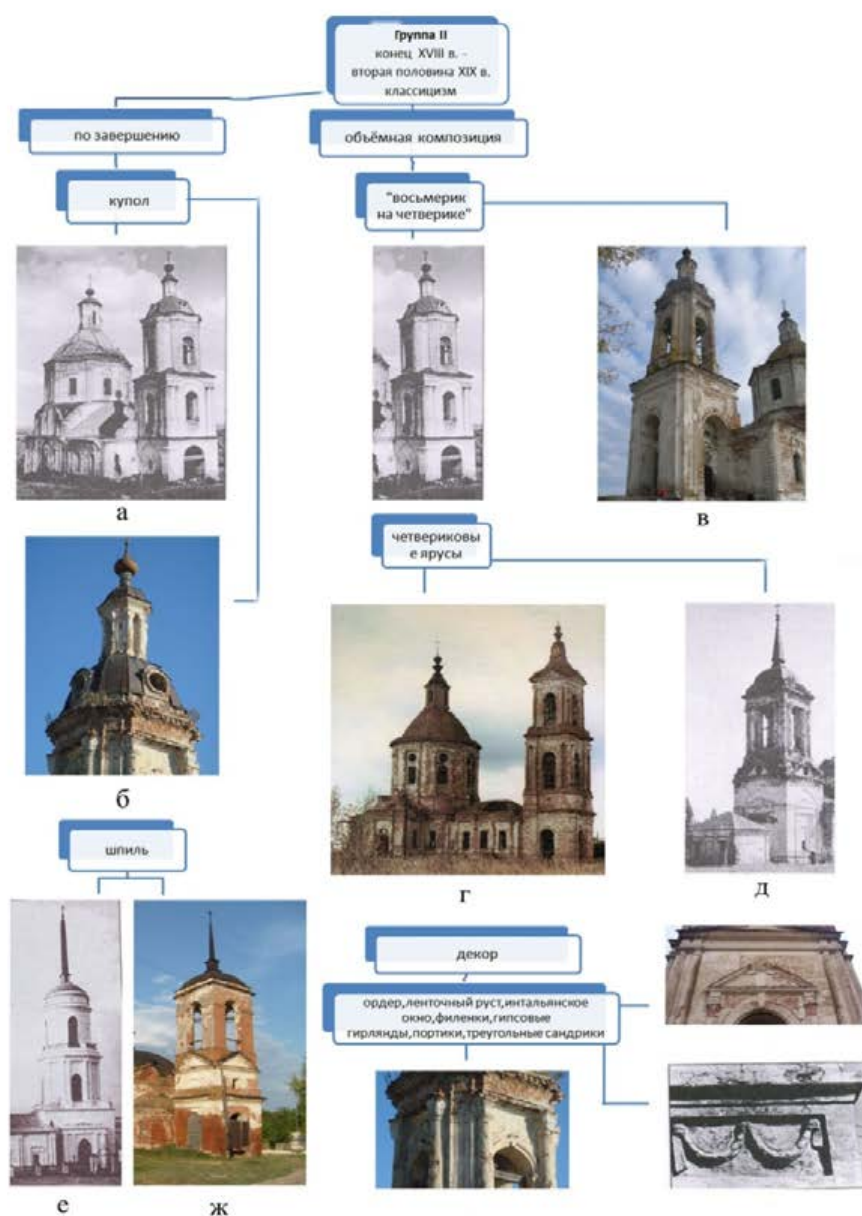


Рис. 2

К ним относится церковь Святой Троицы (1793—1798 гг.) в ст. Филоновская. Ее колокольня является одним из самых ранних примеров обращения к ордеру в строительстве Волго-Донского междуречья. Вытянутые пропорции придают ей стройность. Композиция представляет собой «восьмерик звона на четверике». Наряду с еще сохранившимися элементами барокко применен ионический ордер. Ярусы разделены сильно раскрепованными карнизами. Завершение — в виде маленького купола с люкарнами, фонариком и главкой, которые характеризуются барочным стилем.

Новые черты также прослеживаются в колокольне церкви Архистратига Михаила (1796—1802 гг.) в ст. Тепикинской, построенной в то же время, что и колокольня церкви Знамения.

О периоде перехода от барокко к классицизму можно судить по фотографиям и архивным описаниям в ныне утраченном Успенском соборе Божьей Матери в Дубовке (1763—1796 гг.). Его трехъярусная колокольня завершается высоким шпилем с крестом. По сравнению с храмом колокольня кажется громоздкой. В ней остаются барочные элементы (крупные валюты на глухих гранях восьмерика, волнообразное завершение портика). Однако вся объемная композиция, применение ордера сильно отличают ее от самой церкви, что сразу же говорит об их разном времени и происхождении.

Традиционная композиция, идущая от «московского барокко», «восьмерик на четверике» продолжает существовать в архитектуре Волго-Донского междуречья еще в начале XIX в. Она использовалась в русском каменном зодчестве почти полтора столетия. Зрелый классицизм проникает в провинцию только в первой четверти XIX в.

Значительный интерес представляет Николо-Сретенская церковь в селе Орехово (1807—1813 гг.). Она не является представителем чистого стиля классицизма, в ней барочные формы сочетаются с классическими. Четвериковая трехъярусная композиция колокольни завершается маленьким полукуполом с фонариком и главкой. Углы каждого яруса украшены колоннами ионического ордера.

Возводить крупные храмы с богатой пластикой, с широким применением ордера было не под силу большинству приходов. Следующие памятники являются типичными образцами провинциального классицизма.

Первый и второй ярусы колокольни храма Дмитрия Солунского (1818 г.) в селе Меловатка разделены между собой многопрофильным раскрепованным карнизом. Второй ярус завершается пластичным треугольным фронтоном. Тяжелый четверик яруса звона со всех сторон прорезан высокими арками и завершается плоским четырехгранным куполом с высоким шпилем на квадратном в плане постаменте.

Полностью к зрелому классицизму относится Духосошественская церковь в Елани (1820 г.). Ее колокольня слагается из ясных, классических по форме, квадратных в плане ярусов. На пилонах каждого яруса ионические полуколонны. Все арки звонов отмечены архивольтами, в качестве завершения — традиционный антаблемент.

Незаурядными художественными достоинствами отличается церковь Рождества Христова (1819—1822 гг.) в ст. Скуришенской — ценный памятник зрелого классицизма. На пилонах каждого яруса расположены ионические полуколонны. Все арки звонов отмечены архивольтами, в качестве завершений — традиционный антаблемент.

Поздний классицизм представляют памятники культовой архитектуры, возведенные на территории Войска Донского междуречья и Саратовской губернии в 20—40-е гг. XIX в. Примером удачного воплощения традиционного ампирного сооружения является церковь Рождества Богородицы в с. Котовском (1821—1825 гг.). Прямоугольное основание ее колокольни вытянуто с севера на юг, над ним возвышается квадратный ярус звона. Колокольня покрыта рустом, который доходит только до аттика. Важным моментом является появление дорического четырехколонного портика в композиции колокольни.

Следующим важным памятником этого периода является разрушенная церковь Петра и Павла (1821 г.) в с. Карповка. Имеются ее старые фотографии, по которым можно судить, что представляла собой колокольня. Она была в три постепенно уменьшающихся яруса, причем верхний ярус был окружен колоннами. Завершалась колокольня высоким шпилем. Вместе с полукруглой, сильно вытянутой апсидой колокольня четко выявляла продольную ось этого сооружения.

Одним из примеров культового зодческого стиля классицизм в крае является церковь Скорбящей Божьей Матери (1834—1837 гг.) в Царицыне. Храм разрушен в 30-е гг. XX в. О том, что представляла собой его архитектура, можно судить по старым фотографиям и архивным чертежам, выполненным губернским архитектором Г. В. Петровым. Ее трехъярусная колокольня имела на западном фасаде четырехколонный портик дорического ордера, с южной и северной сторон располагались пристенные портики того же ордера. В звонах стена уничтожается высокими арочными проемами, по сторонам которых размещены сдвоенные ионические колонны. Во втором ярусе располагается классический антаблемент, а антаблемент третьего яруса завершается лучковым карнизом. Четко проступает влияние столичной архитектуры.

В третью группу входят колокольни, построенные в период второй половины XIX — начала XX в. (рис. 3). Согласно тенденциям того времени, которое характеризуется эклектикой, в архитектуре храмовых построек можно проследить использование традиций древнерусского и русского зодчества более позднего времени, смешение стилей. Типично заимствование ряда композиционных приемов и мотивов византийской архитектуры. Композиция колоколен чаще всего сохраняет принцип «восьмерик на четверике». Распространенным завершением является шатер со слуховыми окнами, фонариком и главкой. В декоре характерно применение «кирпичного стиля», получившего широкое распространение не только в культовой архитектуре, но и в жилых и общественных зданиях.

В 30—40-е годы XIX в. в архитектурных кругах появилось сомнение в современности классицизма и соответствии его русским художественным традициям, обычаям и условиям жизни. Его роль в русской архитектуре постепенно начинает ослабевать. В провинции же, куда медленно проникают все новые веяния, он по-прежнему остается востребованным.

Постепенно его вытеснит русско-византийский стиль. Зачатки этого направления в архитектуре появились еще в середине 30-х гг. XIX в. В последствие именно он определит все последующее развитие архитектуры в крае, а именно — в строительстве храмов.

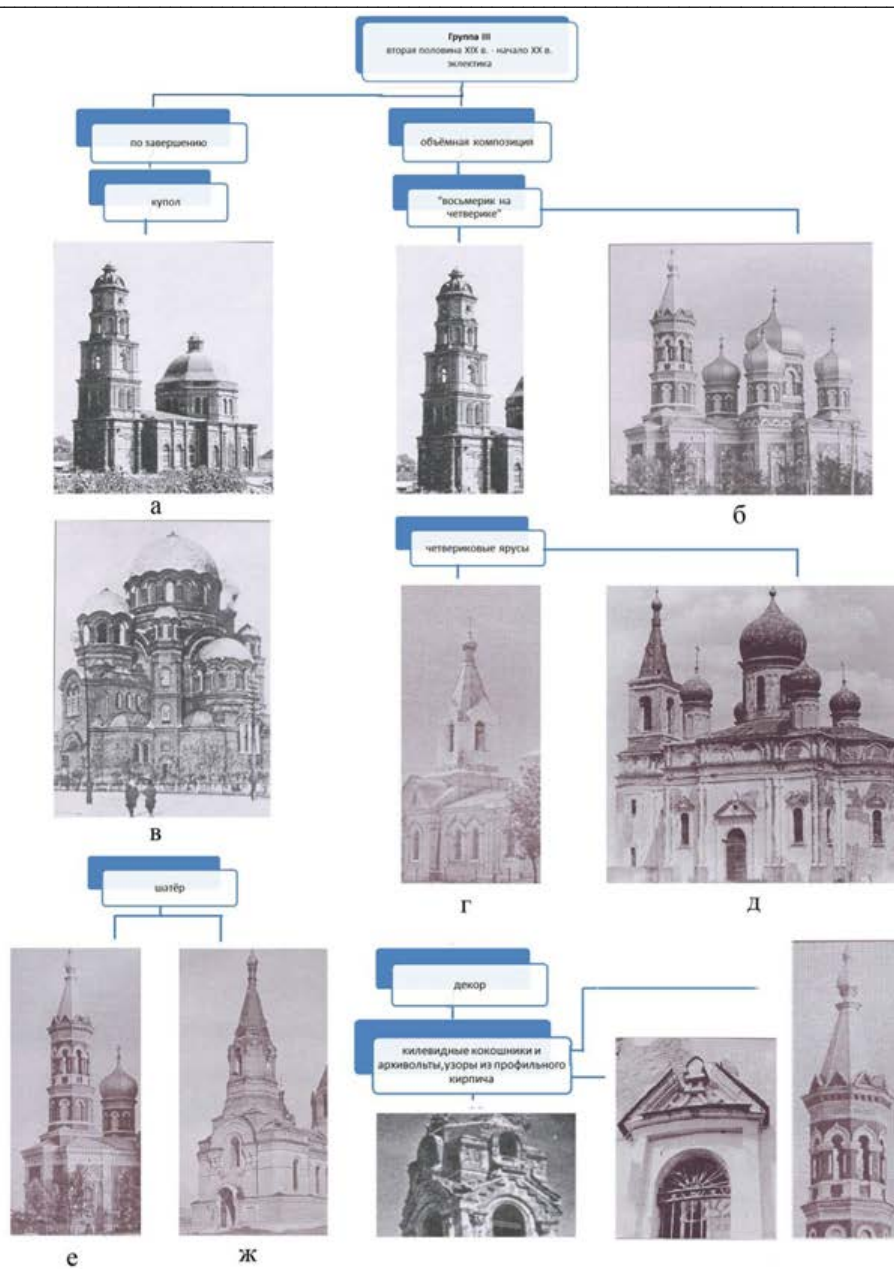


Рис. 3

Особое внимание необходимо уделить колокольне церкви Никиты Исповедника (1782—1795 гг., 1865 г.) в Царицыне. В отличие от храма, который выполнен в классических формах, колокольня стилистически отличается от него. Ее строительство относится к 1865 г., где уже явно проступают черты эклектики. В первом ярусе колокольни применены крупные «итальянские окна», угловые лопатки с филенками, а в верхнем — килевидные завершения амбразур звонов. Восьмерик звона несет шатер с прямоугольными слухами, фонариком и маленькой главкой.

Церковь Святой Троицы (1850 г.) в Дубовке Г. В. Петрова может служить ярким примером переработки древнерусских и готических прототипов. Здесь архитектор, подобно большинству зодчих того времени, вынужден отступить от привычных норм классицизма и поддаться требованию времени. Храм имеет шатровую трехъярусную колокольню. В ее объемно-пространственной композиции лежит четвериковый ярус, постепенно уменьшающийся кверху. Использование дорических пилястр на втором ярусе колокольни является чертой архитектуры уже следующей эпохи, получившей название «эkleктика». Верхний ярус звона прорезан высокими арочными проемами. Декор колокольни довольно скромный. Характерно применение ряда приемов и форм, свойственных Владимиро-Суздальской архитектуре.

Церковь Богоявления (1856 г.) в станице Перекопской уже нельзя охарактеризовать полностью как постройку стиля классицизм, она скорее представляет собой уже несколько иной этап развития храмового зодчества Волго-Донского междуречья. Композиция прямоугольной колокольни храма представлена тремя четвериковыми ярусами, уменьшающимися кверху и отделенными друг от друга многопрофильным раскрепованным карнизом. Верхний ярус звона прорезан высокими арочными проемами. Завершается колокольня восьмигранным шатром и слуховыми окнами по сторонам света, главкой. Вытянутые пропорции придают колокольне стройный вид.

Несомненный интерес представляет собой колокольня двухпрестольной церкви Преображения (1871 г.) в р. п. Киквидзе (ныне станица Преображенская). Построена церковь на прямых заимствованиях древнерусских образцов. Это двухъярусная, уменьшающаяся кверху колокольня, с высоким восьмигранным шатром и главкой на барабанчике. Верхний ярус звона представляет собой четверик со скошенными углами. Углы колокольни отмечены пучками полуколонн. Следует обратить внимание также на килевидные кокошники колокольни, широко используемые в древнерусской архитектуре XVI—XVII вв., повторяющие мотив завершения стен храма.

В последнее десятилетие XIX в. в провинции классицизм исчезнет полностью, но в 70-е гг. можно будет встретить памятники, в которых еще ощутимо его влияние, что мы можем наблюдать на примере колокольни церкви Архистратига Михаила в селе Лопуховка (1873 г.). Двухъярусная колокольня в плане состоит из четверика и высокого двусветного восьмерика, завершающегося шатром и фонариком с главкой. Ярус звона прорезан высокими арочными проемами, нарядность ему придает чередование килевидных и арочных завершений граней.

При строительстве колокольни храма Николая Чудотворца (1886—1891 гг.) в станице Голубинской зодчие руководствовались эклектическими приемами, использовали формы древнерусского зодчества. Это трехъярусная колокольня типа «восьмерик на четверике», уменьшающаяся кверху с высоким шатром-«свечой», который завершается фонариком и главкой. Особое впечатление производит декор, подчеркивающий пластичность объемно-пространственного решения, выполненный в стилистике древнерусского зодчества XVI—XVII вв.

Колокольня церкви Богоявления Господня (1905 г.) в станице Островской композиционно представлена прямоугольным в плане объемом, над которым возведены два равных по ширине восьмерика под глухим высоким

шатром, завершающимся фонариком и главкой. Верхние ярусы разделены между собой многопрофильным раскрепованным карнизом. Высокие килевидные арки звона, опирающиеся на дорические полуколонки, придают ему ажурность и легкость. Под карнизом этого яруса проходит поребрик. Каждая грань шатра у основания украшена треугольным фронтономчиком. Прослеживается влияние псевдорусского стиля.

В ходе исследования были выявлены и описаны основные типологические группы архитектуры колоколен православных храмов в Волго-Донском междуречье с различным характером объемно-планировочной структуры, стилистики. Рассмотренные, главным образом сохранившиеся, колокольни каменных храмов на территории Волго-Донского междуречья свидетельствуют о том, что за период второй половины XVIII — начала XX в. были созданы колокольни многих типов. Основные типологические схемы варьировались, каждый раз получая новую трактовку. Материалы исследования могут стать хорошей основой для работ по сохранению культурного наследия региона. Они могут применяться в проектах реставрации, использоваться при изучении студентами истории региональной архитектуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кутепов А. С.* Альбом фасадов церквей, колоколен и иконостасов. М. : тип. Августа Семена, 1829.
2. *Пухначев Ю. В.* Загадки звучащего металла. Физика, технология и история колокола. М. : URSS. 2-е изд., испр. и доп. 2011. 126 с.
3. *Гуляницкий Н. Ф.* Колокол в древнерусской архитектуре // Архитектурное наследство. М., 1988. Т. 36. С. 64—93.
4. *Кавельмахер В. В.* Способы колокольного звона и древнерусские колокольни // Колокола. История и современность / Отв. ред. Б. В. Раушенбах ; сост. Ю. В. Пухначев. М., 1985. С. 39—78.
5. *Edward V. Williams.* The Bells of Russia. History and Technology. Princeton, New Jersey, USA, 1985.
6. *Arro E.* Die altrussische Glocken musik. Eine music slavistische Untersuchung // Musika Slavica. Wiesbaden, 1977. Pp. 77—159.
7. *Серебряная В. В.* Культовое зодчество Волгоградской области. Волгоград, 2002. С. 336.
8. *Кириллов А. А.* Материалы, относящиеся к церковной жизни истории Донского казачества II половины XVIII в. Новочеркасск, 1912.
9. *Кириллов А. А.* Часовни, церкви и монастыри на Дону от начала их появления до конца XIX в. // Сборник Области Войска Донского статистического комитета. Новочеркасск, 1906. № 6. 1907. № 7. 1908. № 8.
10. *Есаулов Г. В.* Архитектура Юга России: от истории к современности. М. : Архитектура-С, 2016. 567 с.
11. *Лазарев А., Сокольский Э.* Православное зодчество донского края.
12. *Кукушин В. С.* История архитектуры Нижнего Дона и Приозовья. Ростов-на-Дону : ГинГо, 1996. 275 с.

© Серебряная В. В., 2019

Поступила в редакцию
в июне 2019 г.

Ссылка для цитирования:

Серебряная В. В. Эволюция колоколен православных храмов в Волго-Донском междуречье (вторая половина XVIII — начало XX вв.) // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 208—217.

Об авторе:

Серебряная Валентина Васильевна — канд. исторических наук, доцент, профессор кафедры дизайна и монументально-декоративного искусства, Волгоградский государственный технический университет (ВолГГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1, val38@mail.ru

Valentina V. Serebryanaya

Volgograd State Technical University

EVOLUTION OF BELL TOWERS OF ORTHODOX CHURCHES IN THE VOLGA-DON INTERFLUVE (SECOND HALF OF XVIII — EARLY XX CENTURIES)

Based on the study of literature and field studies, a typological analysis of the bell towers of stone churches in the Volga-Don interfluvium, dating between the second half of the 18th century and the beginning of the 20th century, has been conducted. The main stages of the development of the bell towers are shown therein. The findings, according to the classification carried out, were revealed. Questions concerning the shape and style of the tower bells are analyzed within this article. The article contains illustrations from archival photographs and made by the author and S. Khorun, as well as dimensional drawings. The drawings made by A. Lazarev with sketches by E. Oznobishin are also included (XIX century).

Key words: Volga-Don interfluvium, bell tower, style, typology, orthodox temple.

For citation:

Serebryanaya V. V. [Evolution of bell towers of orthodox churches in the Volga-Don interfluvium (second half of XVIII — early XX centuries)]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2019, iss. 3, pp. 208—217.

About author:

Valentina V. Serebryanaya — Candidate of Historical Sciences, Docent, Professor of Design and Monumental and Ornamental Art Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, val38@mail.ru

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.

«Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия «Строительство и архитектура» входит в базу данных **Ulrich's Periodicals Directory** американского издательства Bowker, являющуюся самой крупной базой, описывающей мировой поток сериальных (периодических и продолжающихся) изданий. Активно используется научными учреждениями для анализа мирового потока сериальных изданий.

Серия включена в базу данных **DOAJ — Directory of Open Access Journals** (Директория журналов открытого доступа) научной библиотеки университета г. Лунд (Швеция), www.doaj.org, обеспечивающую открытый доступ к полнотекстовым материалам научных и академических журналов на различных языках, поддерживающих систему контроля качества публикуемых статей.

Требования к оформлению статей и сопроводительных материалов. Статью необходимо представить на электронном носителе и в распечатанном виде (2 экз.) в сопровождении заполненного автором *лицензионного договора* (2 экз.) (скачать бланк по адресу <http://www.vgasu.ru/attachments/ld-blank.pdf>), *анкеты* согласия автора на доступ к его персональным данным неограниченного круга лиц (скачать бланк по адресу <http://www.vgasu.ru/attachments/pdsog.pdf>), *выписки из протокола* заседания кафедры и одной *рецензии*. К статьям прилагается экспертное заключение о возможности опубликования в открытой печати. Все сопроводительные документы представляются на бумажных носителях в оригинале.

В *отдельном файле помещаются сведения об авторах* на русском и английском языках, а также кириллицей и латиницей в полном соответствии с данными в заполненном бланке *анкеты* (см. выше): фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, звание, должность, место работы; наименование и код научной специальности (по Номенклатуре), по которой автор проводит диссертационное исследование; почтовый адрес, телефон и адрес электронной почты.

В статье приводятся: *индекс УДК*; на русском и английском языках: *фамилия и инициалы автора, заглавие, аннотация* (на русском языке до 500 знаков, на английском — от 500 знаков до целой страницы), *ключевые слова*. Текст статьи 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. Анонимные источники (законы, СНиПы, ГОСТы, интернет-сайты и т.п.) приводятся в подстрочной ссылке. Нумерация подстрочных ссылок статьи — сквозная.

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 ВолГТУ <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 редколлегии 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 ВолГАСУ. Тел. (8442)-96-98-28. E-mail: 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,

Уважаемые читатели и авторы!
С марта 2019 г. нумерация выпусков журнала изменена.

По вопросу приобретения ранее вышедших номеров журнала
обращаться по тел. 8-(844-2)-96-98-65 к отв. секретарю редколлегии 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.
Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-71951 от 13 декабря 2017 г. выдано Федеральной службой
по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного насле-
дия. **ISSN 1994-0351**, включен в базу РИНЦ (www.elibrary.ru).
Подробная информация о журнале на сайте ИАиС ВолгГТУ 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
2019. Выпуск 3(76)**

Редактор *Н. В. Юдина*
Компьютерная правка и верстка *А. Г. Сиволобова*
Компьютерный дизайн обложки *О. Ю. Мелешин*
Информационно-библиографическое обслуживание *Е. В. Подшивалина*

Дата выхода в свет 20.09.2019. Формат 70 × 108/16. Бумага офсетная
Гарнитура Times New Roman. Цена свободная
Уч.-изд. л. 9,3. Усл. печ. л. 19,2. Тираж 500 экз. Заказ № 429

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»
Типография ИАиС
Адрес издателя: 400005, г. Волгоград, пр-т им. В. И. Ленина, 28
Адрес типографии: 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1