



Экология УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Ecology of Urban Areas

Журнал издается при поддержке
Московского государственного строительного университета

№ 1, 2022

Главный редактор

В. В. Гутенев д. т. н., профессор
Лауреат Государственной
и Правительственных премий

Зам. главного редактора

А. И. Ажгиревич Кандидат технических наук
В. И. Теличенко Московский государственный
строительный университет
И. В. Ивашкина ГУП «НИИПИ Генплана Москвы»

Ответственный секретарь

Н. В. Данилина д. т. н., Московский
государственный
строительный университет

Члены редакционного совета

В. Н. Азаров Волгоградский государственный
архитектурно-строительный
университет
С. Н. Завалишин Московский государственный
строительный университет
К. К. Карташова Московский архитектурный
институт
В. А. Колосов Международный географический
союз (МГС)
В. М. Котляков Институт географии РАН
Б. И. Кочуров Институт географии РАН
А. С. Курбатова Институт экологии города
В. А. Лобковский Институт географии РАН
Насименто Юли доктор философии
(география городов), Франция
Франц Нестман Институт гидротехники
Университета Карлсруэ,
Германия
В. А. Твердислов Московский государственный
университет им. М. В. Ломоносова
Л. Я. Ткаченко ГУП Московской области
«НИИПИ Градостроительства»
Т. А. Трифонова Московский государственный
университет им. М. В. Ломоносова
Е. В. Щербина Московский государственный
строительный университет
М. С. Хлыстунов Московский государственный
строительный университет

Ответственный редактор

Н. Е. Караваева Издательский дом «Камертон»

• • •

Статьи рецензируются.

*Перепечатка без разрешения редакции запрещена,
ссылки на журнал при цитировании обязательны.*

*Редакция не несет ответственности за достоверность
информации, содержащейся в рекламных объявлениях.*

Editor-in-Chief:

V. V. Gutenev Doctor of Science
in Engineering,
Professor

Deputy Editors-in-Chief

A. I. Azhgirevich Ph.D. (Engineering)
V. I. Telichenko Moscow State Building University,
Russia
I. V. Ivashkina Institute of Moscow City
Master Plan

Executive Secretary

N. V. Danilina Doctor of Science
in Engineering,
Moscow State Building University

Editorial Board Members:

V. N. Azarov Volgograd State Architectural
and Building University, Russia
S. N. Zavalishin Moscow State Building University,
Russia
K. K. Kartashova Moscow Architectural Institute,
Russia
V. A. Kolosov International Geographical Union,
Russia
V. M. Kotljakov Russian Academy of Sciences,
Institute of Geography, Russia
B. I. Kochurov Russian Academy of Sciences,
Institute of Geography, Russia
A. S. Kurbatova Institute of City Ecology, Russia
V. A. Lobkovsky Russian Academy of Sciences,
Institute of Geography, Russia
Nascimento Juli Institute for Urban and Regional
Planning of Ile-de-France, France
Franz Nestman University of Karlsruhe, Hydraulic
Engineering Institute, Germany
V. A. Tverdislov Lomonosov Moscow State
University, Russia
L. Ya. Tkachenko Institute for Urban Planning
of Moscow Region, Russia
T. A. Trifonova Lomonosov Moscow State
University, Russia
E. V. Shcherbina Moscow State Building University,
Russia
M. S. Khlystunov Moscow State Building University,
Russia

Executive Editor

N. E. Karavaeva Publishing House "Camerton"

• • •



Издание зарегистрировано
Министерством РФ по делам
печати, телерадиовещания и
средств массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-21240

Подписные индексы **20137** и **20138**
в каталоге «Пресса России»

Журнал поступает
в Администрацию Президента РФ,
Государственную Думу Федерального
Собрания, Правительство РФ,
аппарат администраций субъектов
Федерации, ряд управлений
Министерства обороны РФ
и в другие государственные службы,
министерства и ведомства

Отпечатано
в ООО «Авансд солишнз»
119071, г. Москва,
Ленинский пр-т,
д. 19, стр. 1
Тел./факс: (495) 249-02-66
E-mail: om@aov.ru

Подписано в печать 31.03.2022.
Формат 60 × 84 1/8. Печать офсетная.
Бум. офс. № 1. Объем 14,18 п. л.
Тираж 500 экз. Заказ № УТ122.

Решением президиума Высшей аттестационной комиссии журнал включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук. Журнал рекомендован экспертным советом:

- по биологическим наукам;
- по наукам о Земле.

Журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий ВАК РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по специальностям:

*03.02.08 — Экология (по отраслям) (биологические науки),
05.23.19 — Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства (технические науки),
05.23.21 — Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности (технические науки),
05.23.22 — Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов (технические науки),
25.00.36 — Геоэкология (по отраслям) (географические науки)*

**Издательский Дом «КАМЕРТОН»
предлагает вашему вниманию
общественно-научный журнал
«Проблемы региональной экологии»,
рекомендованный ВАК России для докторских работ.**



Основные разделы журнала:

- Правовые вопросы природопользования
- Экологические технологии и инновации
- Экологические оценка и картографирование
- Экология чрезвычайных ситуаций
- Землепользование, землеустройство и ландшафтное планирование
- Рациональное использование природных ресурсов
- Управление природопользованием
- Экологическое образование и воспитание
- Экологический мониторинг и др.

Журнал издается с 1995 г.
периодичностью 6 раз в год
объемом 140—170 стр.
и распространяется на всей
территории России,
в странах СНГ, Балтии
и за рубежом.

*Приглашаем
к сотрудничеству
подписчиков,
авторов
и рекламодателей.*

**По вопросам размещения рекламы и публикации статей обращаться в редакцию
Тел.: (499) 346-82-06
E-mail: info@ecoregion.ru <http://www.ecoregion.ru>**

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства	<i>Н. А. Литвинова, В. Н. Азаров.</i> Прогнозирование концентраций загрязнителей внутри помещений многоэтажных зданий от автотранспорта 6
	<i>М. Ю. Слесарев, Т. В. Иванкова, Л. Н. Фесенко.</i> Состояние объектов мелиоративного строительства в бассейне малой реки Альма Республики Крым 15
Раздел 2. Геоэкология	<i>Б. И. Кочуров, Э. А. Блинова, И. В. Ивашкина.</i> О перспективах применения фрактального метода в биоиндикационных исследованиях 23
	<i>Н. М. Хансиварова, О. С. Бондарева.</i> Применение интегрального показателя для оценки защищенности подземных вод на примере полигона твердых бытовых отходов в Неклиновском районе Ростовской области 30
Раздел 3. Экология	<i>Е. А. Артемьева.</i> Колонии обыкновенной слепушонки <i>Ellobius Talpinus</i> (Pallas, 1770) в степных ландшафтах Ульяновской области 37
	<i>Л. И. Бойценюк, В. С. Груздев, С. В. Суслов, М. А. Хрусталева, М. В. Ларионов.</i> Изучение особенностей становления гидроморфно-болотного ландшафта Подмосковья с экологической оценкой его состояния 47
	<i>О. П. Горлова, Е. Ю. Екимова, Л. Н. Афанаскина.</i> Трансформация сообществ почвенной мезофауны черноземов в окрестностях АО «РУСАЛ Красноярский алюминиевый завод» 53
	<i>С. В. Карсанаев, Р. Е. Петров, Т. Х. Максимов.</i> Эмиссия метана в растительных сообществах тундровых экосистем севера Якутии 59
	<i>И. Н. Лыков, В. С. Суханова.</i> Влияние домашних животных на здоровье человека в урбанизированных экосистемах . . 65
	<i>Т. А. Зубкова, Д. Н. Кавтарадзе, Н. В. Попова.</i> Почвы городских экосистем — экологические и социальные риски . . 70
Раздел 4. Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов	<i>Е. А. Митряев, А. В. Попов.</i> Перспективы реконструкции 9-го квартала новых Черемушек с изменением функции . 80
	<i>Н. М. Ветрова, Н. В. Бакаева.</i> Биосферный подход к развитию урбанизированных систем рекреационных территорий 86
	<i>К. В. Соложенкова, Т. К. Петровская, А. А. Евсеева.</i> Комплексная кадастровая оценка земель города Суворова Тульской области 94
	<i>М. А. Слепнев, З. А. Зенкович.</i> Разработка цифровой карты функционального зонирования природно-антропогенного территориального комплекса Районный парк культуры и отдыха «Филатов луг» 100
	<i>И. Д. Теплова, И. А. Журавлев, А. А. Карманова.</i> Data-driven решения для организации комфортной и безопасной среды городских улиц 109
Раздел 5. Экологический портрет предприятия	<i>А. М. Тузинович.</i> Опыт импортозамещения в компании «Нафта-Хим» по внедрению возврата отходов собственного производства 116
	<i>Отзыв на учебное пособие «Инновационные технологии в строительстве городов. Биосферная совместимость и человеческий потенциал» 122</i>

CONTENTS

SECTION 1. Environmental Safety Construction and Town Economy	<i>N. A. Litvinova, V. N. Azarov.</i> Prediction of pollutants' concentrations from vehicles inside indoor spaces of multi-storey buildings	6
	<i>M. Yu. Slesarev, T. V. Ivankova, L. N. Fesenko.</i> Condition of reclamation construction facilities in the basin of the small Alma river of the Republic of Crimea	15
SECTION 2. Geoecology	<i>B. I. Kochurov, E. A. Blinova, I. V. Ivashkina.</i> Prospects for using the fractal method in bioindication studies	23
	<i>N. M. Khansivarova, O. S. Bondareva.</i> Application of an integral indicator to assess the protection of groundwater on the example of a solid waste landfill in the Neklinovsky district of the Rostov region	30
SECTION 3. Ecology	<i>E. A. Artemyeva.</i> Colonys of the northern mole rat <i>Ellobius Talpinus</i> (Pallas, 1770) in steppe landscapes of the Ulyanovsk region	37
	<i>L. I. Boitsenyuk, V. S. Gruzdev, S. V. Suslov, M. A. Khrustaleva, M. V. Larionov.</i> Studying the features of the formation of the hydromorphous-bogs landscape of the Moscow region with the environmental assessment of its state	47
	<i>O. P. Gorlova, E. Y. Ekimova, L. N. Afanaskina.</i> Transformation of chernozem soil mesofauna communities in the vicinity of JSC "RUSAL Krasnoyarsk aluminum factory"	53
	<i>S. V. Karsanaev, R. E. Petrov, T. C. Maximov.</i> Methane emission in plant communities of tundra ecosystems on the north Yakutia	59
	<i>I. N. Lykov, V. S. Sukhanova.</i> The impact of pets on human physical and psychological health in urbanized ecosystems . . .	65
	<i>T. A. Zubkova, D. N. Kavtaradze, N. V. Popova.</i> Soils of urban ecosystems — environmental and social risks	70
SECTION 4. Urban Planning and Rural Planning	<i>E. A. Mitryaev, A. V. Popov.</i> Prospects for reconstruction of the 9th quarter of new Cheryomushki with a change in function . .	80
	<i>N. M. Vetrova, N. V. Bakaeva.</i> Biospheric approach to the development of recreational territories urbanized systems	86
	<i>K. V. Solozhenkova, T. K. Petrovskaya, A. A. Evseeva.</i> Comprehensive cadastral valuation of land in the Suvorov city in the Tula region	94
	<i>M. A. Slepnev, Z. A. Zenkovich.</i> Development of the functional zoning digital map of the natural and anthropogenic territorial complex Regional park of culture and recreation "Filatov meadow"	100
SECTION 5. Company Environmental Profile	<i>I. D. Teplova, I. A. Zhuravlev, A. A. Karmanova.</i> Data-driven solutions for the organization of comfortable and safe environment on city streets	109
	<i>A. M. Tuzinovich.</i> The experience of LLC "Company "NAFTA-CHEMICAL" in the implementation of the waste return technology from its own production into new nonwovens within the framework of the import substitution program	116
	Review of the textbook "Innovative technologies in the construction of cities. Biosphere compatibility and human potential" . .	122

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ОТ АВТОТРАНСПОРТА

Н. А. Литвинова, кандидат технических наук, профессор,
Тюменский индустриальный
университет (ТИУ),
litvinova2010-litvinova2010@yandex.ru,

Тюмень, Россия,

В. Н. Азаров, доктор технических наук,
профессор, Волгоградский государственный
технический университет (ВГТУ),
azarovpubl@mail.ru, Волгоград, Россия

В зданиях городской среды проведены многолетние экспериментальные исследования влияния автотранспорта на качество воздуха внутри помещений. Представлены результаты экспериментальных данных концентраций оксида углерода (II), фенола, формальдегида, углеводородов алифатических внутри помещений в различное время суток по высоте этажей зданий вблизи оживленных автомагистралей. На основании исследований авторами разработана программа, которая предназначена для прогноза концентраций газообразных загрязнителей внутри помещений в разное время суток по этажам зданий с учетом локальной застройки от автомагистралей. Программа на основе исходных данных: высоты здания, интенсивности автомагистрали, расстояния от магистрали до здания, типа локальной застройки, метеорологических параметров атмосферного воздуха: скорости ветра, относительной влажности, температуры в разные периоды года позволяет произвести внутри помещения здания расчет концентраций оксида углерода (II), фенола, формальдегида, углеводородов алифатических (C1—C5) по времени суток. Предложенная программа внедрена при проектировании объектов строительства и для зданий в эксплуатации с целью прогноза степени загрязнения воздуха внутри помещений зданий по высоте этажей.

Long-term experimental studies of the motor transport influence on indoor air quality have been carried out in urban buildings. The results of experimental data on concentrations of carbon monoxide (II), phenol, formaldehyde, aliphatic hydrocarbons indoors at different times of the day by the height of the floors of buildings near busy highways are presented. Based on the research, the authors have developed a program that is designed to predict concentrations of gaseous pollutants indoors at different times of the day on the building floors, taking into account distances from the highway. The program is based on the initial data: building's height, highway traffic intensity, distances from the highway and their types, atmospheric air meteorological parameters such as wind speed, relative humidity, temperature in different periods of the year. The data allows to calculate the concentrations of carbon monoxide (II), phenol, formaldehyde, carbon dioxide inside the building.

Ключевые слова: воздух, помещения, тип локальной застройки, концентрация, загрязняющие вещества, автотранспорт, здания.

Keywords: air, premises, type of local development, concentration, pollutants, vehicles, buildings.

Введение

В настоящее время атмосферный воздух зданий крупных городов сильно загрязнен различными вредными газообразными веществами от автотранспорта [1—3]. Кроме того, во многих крупных мегаполисах сложилась устойчивая тенденция роста передвижных источников [4—6]. Такие источники особенно неблагоприятны для качества внутренней воздушной среды помещений многоэтажных зданий [7—9].

Исследования вертикального распределения концентраций дисперсных частиц (пыли) в атмосфере проведены многими учеными [10]. В настоящее время отсутствуют сводные расчеты эффекта

суммации газообразных загрязняющих веществ от передвижных источников (автотранспорта) с учетом внутреннего типа локальной застройки, перемещения масс и времени суток. Необходимо принять предварительные проектные решения по выбору площадок под жилищное строительство с учетом структуры застройки кварталов, определяемой сочетанием градостроительных типологий застройки [7].

Цель работы — исследование концентраций газообразных загрязнителей в помещениях по высоте многоэтажных зданий от автомагистралей в городской среде при различных метеорологических факторах атмосферного воздуха.

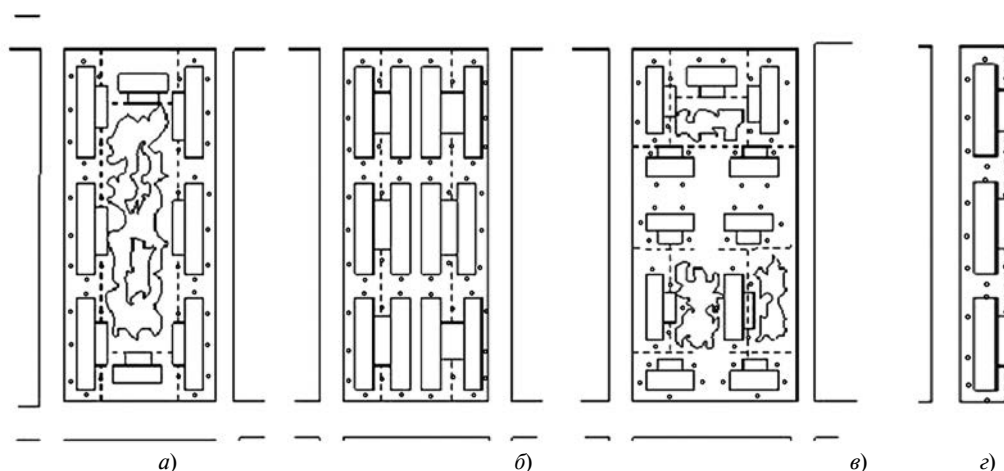


Рис. 1. Точки отбора проб при различных типах локальной застройки:

а — периметральная; *б* — строчная; *в* — смешанная; *г* — торцевая

Задачи работы:

1. Провести экспериментальные исследования качества воздуха снаружи и внутри помещений при различных типах локальной застройки от автомагистралей.

2. Исследовать влияние метеорологических факторов атмосферного воздуха (температура, влажность, скорость) на качество воздуха внутри помещения от автотранспорта в течение суток.

3. На основании экспериментальных исследований разработать программу для электронно-вычислительных машин (ЭВМ) по расчету концентраций загрязнителей внутри помещений многоэтажных зданий по времени суток от автотранспортных магистралей в городской среде.

Модели и методы

Многолетние экспериментальные исследования закономерностей вертикального распределения концентраций по высоте зданий при различных типах локальной застройки проведены с 2006 по 2020 год. Отбор проб от передвижных источников проводился с 6 до 13 ч или с 14 до 21 ч. В ночное время — 1–2 раза в неделю. Одновременно экспериментально замерялась скорость ветра (м/с) и отмечалось ее направление. Точки исследования, выбранные для отбора проб — здания, находящиеся на расстоянии 30; 50; 100 м от магистралей с различной интенсивностью движения: до 500 авт./ч; от 500–1000 авт./ч; от 1000–2000 авт./ч; от 2000–3000 авт./ч.

Пробы отбирались вблизи жилых зданий, точки взяты на расстоянии не менее

0,5 м от их наружной стены. Отбор проводился со стороны магистрали, с наветренной и подветренной стороны от источника. Для проведения экспериментальных исследований требовались самые неблагоприятные метеорологические условия при отборе проб: направление ветра 90° от магистралей к зданию, направление ветра на здание. Одновременно измерялись фоновые концентрации.

Замеры в атмосферном воздухе по наружной стене зданий проводились с помощью сертифицированного оборудования на каждом этаже здания до высоты последнего этажа. Измерялись концентрации газообразных загрязнителей в атмосферном воздухе от автотранспорта: оксид углерода (II), фенола, формальдегида, углеводородов алифатических (C1–C5). При этом выбирались здания при различном типе локальной застройки (строчная, периметральная, торцевая, смешанная) с учетом аэродинамических теней от зданий (рис. 1). Выбор данных загрязнителей для исследования обоснован тем, что по результатам многих исследователей концентрации таких газообразных веществ в атмосферном воздухе сохраняются даже при высокой влажности и увеличиваются при температурных инверсиях [7, 9].

Одновременно измерялась концентрация загрязнителей внутри жилых помещений на каждом этаже здания, при двух режимах: при плотно закрытых оконных конструкциях и при режиме проветривания (окно полностью открыто). Все замеры проведены с учетом рассчитанных зон

подветренной тени, зон наветренной тени или зон подпора.

Результаты и обсуждение

Представлены результаты (табл. 1) экспериментальных измерений для примера концентрации оксида углерода (II) CO в воздушной среде внутри здания, расположенных в здании высотой 30 метров вблизи перекрестка с интенсивностью движения свыше 2500 авт./ч при ветре 2—3 м/с и неблагоприятном направлении ветра на здание.

Сравнение измеренной концентрации с ПДК для CO показало ее фактическое превышение в воздушной среде в помещениях зданий на первом этаже (1,3—1,6 ПДК_{ср}). Так, например, проведены экспериментальные исследования концентраций оксида углерода (II), фенола, формальдегида, углеводородов алифатических (C1—C5) по высоте зданий (по этажам) внутри помещений многоэтажных зданий (высотой 30 м) от автомагистралей разной интенсивности движения в режиме проветривания при наиболее неблагоприятной ско-

рости ветра 2—3 м/с и направлении ветра 90° при различных типах локальной застройки. Экспериментальные данные для примера представлены в табл. 2—4 в разное время суток для периметральной застройки, интенсивность магистрали свыше 2000 авт./ч.

Аналогичные экспериментальные данные среднегодовых концентраций получены для всех типов застройки: периметральная, торцевая, торцевая под углом, строчная, смешанная, при различной интенсивности движения автотранспорта, так как отбор проб осуществлялся одновременно как в атмосферном воздухе, так и внутри помещения. Наибольший пик концентраций загрязнителей (превышения в 2—3 раза от ПДК_{ср}) внутри и снаружи зданий отмечен при периметральной застройки как снаружи, так и внутри помещения с 8 до 10 часов для оксид углерода (II) увеличивается на 43—45 %, с 17 до 20 часов — на 40—41 %; для фенола самые высокие концентрации отмечены на 17—20 часов — увеличивается на 47 %, для формальдегида — с 8 до 10 часов и с

Таблица 1
Результаты измерений концентрации CO в воздушной среде внутри здания
от передвижных источников, мг/м³ (наветренная сторона), строчная застройка,
% величины концентрации от наружной стены здания

Год	Первый этаж			Пятый этаж			Девятый этаж		
	в здании		по наружной стене здания	в здании		по наружной стене здания	в здании		по наружной стене здания
	при закрытых конструкциях	при режиме проветривания		при закрытых оконных конструкциях	при режиме проветривания		при закрытых оконных конструкциях	при режиме проветривания	
2006	4,5	11,2	13,95	1,8	3,5	4,5	1,5	2,7	3
2007	4,9	11,2	14,1	1,8	3,5	4,4	1,4	2,75	3,1
2008	4,9	10,8	13,95	2	3,4	4,5	1,3	2,75	3
2009	4,9	11,2	13,65	2,1	3,9	4,6	1,4	2,75	3,1
2010	4,3	10,8	15,1	1,9	3,8	4,6	1,4	2,7	3
2011	4,5	11,2	15	1,9	3,9	4,5	1,4	2,6	3
2012	4,5	10,8	15	2,1	3,8	4,2	1,4	2,9	2,9
2013	4,6	11,2	15,1	2,1	3,8	4,3	1,3	2,7	3
2014	4,65	11,2	14,7	2,1	3,7	4,4	1,4	2,7	2,95
2015	5	12,3	15,1	2,1	3,6	4,5	1,35	2,7	3,1
2016	4,65	11,2	13,4	1,9	3,6	4,5	1,4	2,6	3,1
2017	4,65	11,2	15,1	2,1	3,6	4,5	1,3	2,75	3,1
2018	4,65	11,2	15,1	2,1	3,5	4,4	1,4	2,75	3,1
2019	4,65	11,2	15	2	3,5	4,3	1,4	2,75	3,2
2020	4,65	11,2	15	2	3,55	4,5	1,4	2,75	3
средняя	4,595	11,09	14,09	2,04	3,58	4,48	1,43	2,73	3,08
%	32,59	78,63	—	45,59	80,06	—	46,41	88,65	—

Таблица 2

Экспериментальные данные среднегодовых концентраций (C , мг/м^3) оксид углерода (II) по высоте с наветренной стороны зданий от автомагистралей, на расстоянии 30 м от здания

Высота от поверхности земли h , м	C , мг/м^3	Время, часы							
		от 00 до 6 часов	8 до 10 часов	10 до 13 часов	13 до 15 часов	15 до 17 часов	17 до 20 часов	20 до 00 часов	от 00 до 6 часов
1,50	9,40	4,70	16,93	6,58	13,17	8,46	23,51	6,58	2,91
4,50	9,23	4,62	16,62	6,46	12,93	8,31	23,08	6,46	2,85
7,50	9,06	4,53	16,31	6,34	12,69	8,16	22,65	6,34	2,80
10,50	8,89	4,45	16,00	6,22	12,45	8,00	22,23	6,22	2,75
13,50	8,72	4,36	15,70	6,10	12,21	7,85	21,80	6,10	2,69
16,50	8,55	4,27	15,39	5,98	11,97	7,69	21,37	5,98	2,64
19,50	8,38	4,19	15,08	5,86	11,73	7,54	20,95	5,86	2,59
22,50	8,21	4,10	14,77	5,75	11,49	7,39	20,52	5,75	2,54
25,50	8,04	4,02	14,47	5,63	11,25	7,23	20,09	5,63	2,48
28,50	7,87	3,93	14,16	5,51	11,01	7,08	19,66	5,51	2,43

Таблица 3

Экспериментальные данные среднегодовых концентраций (C , мг/м^3) фенола по высоте с наветренной стороны зданий от автомагистралей, на расстоянии 30 м от здания

Высота от поверхности земли h , м	C , мг/м^3	Время, часы							
		от 00 до 6 часов	8 до 10 часов	10 до 13 часов	13 до 15 часов	15 до 17 часов	17 до 20 часов	20 до 00 часов	от 00 до 6 часов
1,50	0,021	0,011	0,039	0,015	0,030	0,019	0,054	0,011	0,039
4,50	0,021	0,011	0,038	0,015	0,030	0,019	0,053	0,011	0,038
7,50	0,021	0,010	0,037	0,015	0,029	0,019	0,052	0,010	0,037
10,50	0,020	0,010	0,037	0,014	0,028	0,018	0,051	0,010	0,037
13,50	0,020	0,010	0,036	0,014	0,028	0,018	0,050	0,010	0,036
16,50	0,020	0,010	0,035	0,014	0,027	0,018	0,049	0,010	0,035
19,50	0,019	0,010	0,034	0,013	0,027	0,017	0,048	0,010	0,034
22,50	0,019	0,009	0,034	0,013	0,026	0,017	0,047	0,009	0,034
25,50	0,018	0,009	0,033	0,013	0,026	0,017	0,046	0,009	0,033
28,50	0,018	0,009	0,032	0,013	0,025	0,016	0,045	0,009	0,032

Таблица 4

Экспериментальные данные среднегодовых концентраций (C , мг/м^3) формальдегида по высоте с наветренной стороны зданий от автомагистралей, на расстоянии 30 м от здания

Высота от поверхности земли h , м	C , мг/м^3	Время, часы							
		от 00 до 6 часов	8 до 10 часов	10 до 13 часов	13 до 15 часов	15 до 17 часов	17 до 20 часов	20 до 00 часов	от 00 до 6 часов
1,50	0,032	0,016	0,058	0,023	0,045	0,029	0,081	0,016	0,058
4,50	0,032	0,016	0,057	0,022	0,045	0,029	0,080	0,016	0,057
7,50	0,031	0,016	0,056	0,022	0,044	0,028	0,078	0,016	0,056
10,50	0,031	0,015	0,055	0,021	0,043	0,028	0,077	0,015	0,055
13,50	0,030	0,015	0,054	0,021	0,042	0,027	0,075	0,015	0,054
16,50	0,030	0,015	0,053	0,021	0,041	0,027	0,074	0,015	0,053
19,50	0,029	0,014	0,052	0,020	0,041	0,026	0,072	0,014	0,052
22,50	0,028	0,014	0,051	0,020	0,040	0,026	0,071	0,014	0,051
25,50	0,028	0,014	0,050	0,019	0,039	0,025	0,069	0,014	0,050
28,50	0,027	0,014	0,049	0,019	0,038	0,024	0,068	0,014	0,049

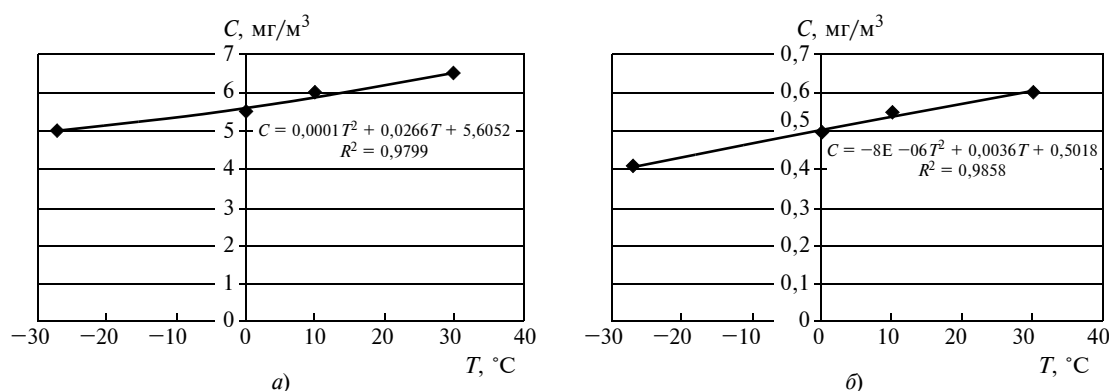


Рис. 2. Эмпирические зависимости концентраций загрязнителей внутри помещения в зависимости от температуры атмосферного воздуха:

a — оксид углерода (II); *б* — фенол

17 до 20 часов на 60—61 %, для углеводородов алифатических — на 61 % по сравнению с ночным временем с 00 до 6 часов и днем с 13 до 15 часов.

На основании проведенных исследований взаимосвязи качества атмосферного воздуха и качества воздуха внутри помещения установлена степень влияния вертикального распределения концентраций загрязнителей на качество внутреннего воздуха зданий от передвижных источников: в режиме проветривания в воздушной среде внутри здания концентрация загрязнителей достигает до 80—88,5 % от концентрации по наружной стене здания, при закрытых проемах от 21,2 до 46,2 %.

На основании экспериментальных данных проведен анализ концентраций загрязнителей внутри помещений при раз-

личных температурах атмосферного воздуха, для СО и фенола зависимости представлены на рис. 2.

При повышении температуры воздуха в диапазоне от -27°C до 0 и до $+27^{\circ}\text{C}$ концентрации всех газообразных загрязнителей внутри помещения зданий увеличиваются от автомагистралей при скорости ветра 5 м/с: оксид углерода (II) увеличивается на 80—84 %; фенола — на 66—67 %; формальдегида — на 58,6 %; углеводородов алифатических (C1—C5) — на 60—61 %.

На основе экспериментальных исследований получены эмпирические зависимости концентрации загрязнителей от скорости ветра атмосферного воздуха (рис. 3).

Из полученных зависимостей видно, что с повышением скорости ветра атмосферного воздуха выше 6 до 8 м/с концен-

Таблица 5

Экспериментальные данные среднегодовых концентраций (C , $\text{мг}/\text{м}^3$) углеводородов алифатических по высоте с наветренной стороны зданий от автомагистралей, на расстоянии 30 м от здания

Высота от поверхности земли h , м	C , $\text{мг}/\text{м}^3$	Время, часы							
		от 00 до 6 часов	8 до 10 часов	10 до 13 часов	13 до 15 часов	15 до 17 часов	17 до 20 часов	20 до 00 часов	от 00 до 6 часов
1,50	1,2079	0,6040	2,1742	0,8455	1,6911	1,0871	3,0198	0,8455	0,6040
4,50	1,1861	0,5930	2,1349	0,8303	1,6605	1,0675	2,9652	0,8303	0,5930
7,50	1,1642	0,5821	2,0956	0,8150	1,6299	1,0478	2,9106	0,8150	0,5821
10,50	1,1424	0,5712	2,0563	0,7997	1,5994	1,0282	2,8560	0,7997	0,5712
13,50	1,1206	0,5603	2,0170	0,7844	1,5688	1,0085	2,8014	0,7844	0,5603
16,50	1,0987	0,5494	1,9777	0,7691	1,5382	0,9889	2,7469	0,7691	0,5494
19,50	1,0769	0,5385	1,9384	0,7538	1,5077	0,9692	2,6923	0,7538	0,5385
22,50	1,0551	0,5275	1,8991	0,7385	1,4771	0,9496	2,6377	0,7385	0,5275
25,50	1,0332	0,5166	1,8598	0,7233	1,4465	0,9299	2,5831	0,7233	0,5166
28,50	1,0114	0,5057	1,8205	0,7080	1,4160	0,9103	2,5285	0,7080	0,5057

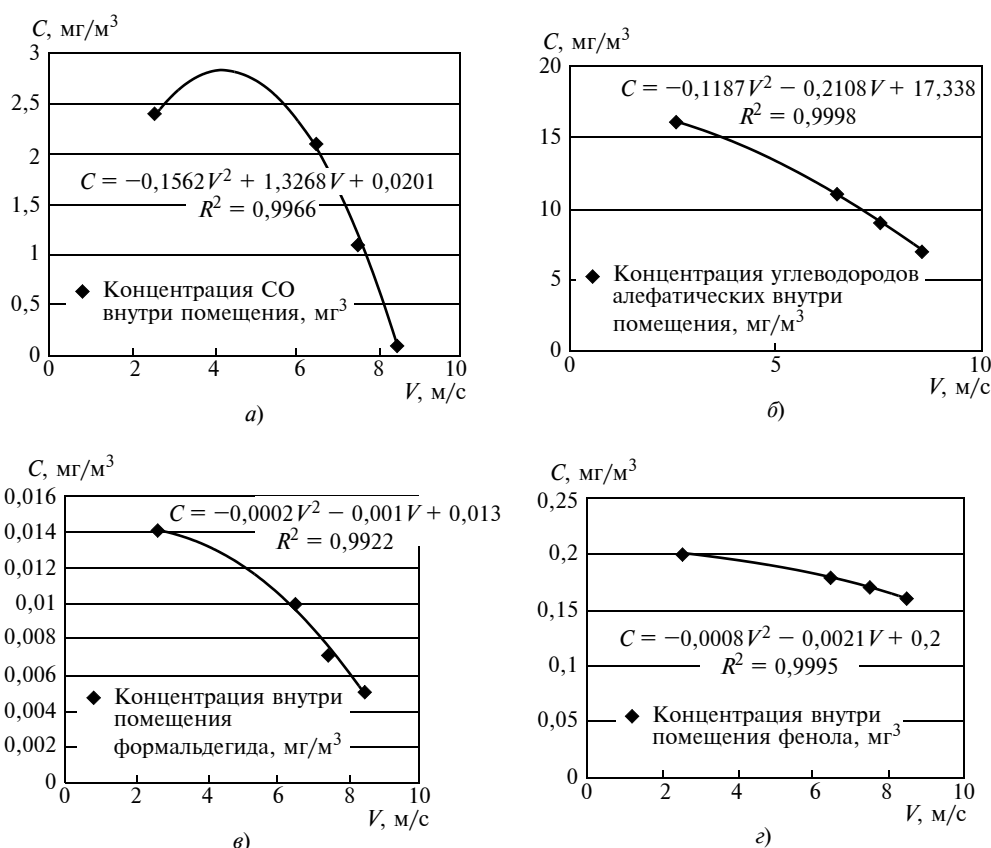


Рис. 3. Эмпирические зависимости концентрации загрязнителей (с) внутри здания в зависимости от скорости движения (V) атмосферного воздуха:

а — оксид углерода (II); б — углеводороды алейфатические; в — формальдегид; г — фенол

трации газообразных загрязнителей снаружи и внутри зданий уменьшаются на 20—26 % по высоте каждого этажа здания (рис. 3).

Результаты экспериментальных исследований влияния влажности на качество воздуха внутри помещения показали, что при увеличении влажности с 30 до 70 % концентрация загрязнителей снаружи здания практически остается неизменной, в связи с тем, что все газообразные загрязнители не вступают в химическое взаимодействие с атмосферной влагой.

На основе экспериментальных данных разработана программа для ЭВМ [11]. Исходные данные для расчета: высоты здания H , м; интенсивность автотранспортной магистрали, авт./ч: от 500 авт./ч; от 500—1000; от 1000—2000; выше 2000 авт./ч; расстояние от магистрали до здания R_i , м. Выбирается тип застройки: торцевая; строчная; периметральная; торцевая под углом; смешанная. Вводятся метеорологические параметры (рис. 4).

Расчет концентраций загрязнителей внутри помещений $C_{вн}$ производится по нижеприведенным формулам (1)—(4), полученных на основании экспериментальных данных с наветренной и подветренной сторон зданий от источников:

— оксида углерода (II):

$$C_{вн} = 0,89K_y \left((0,6708 - 0,00545 \frac{R_i}{R_{max}} + 0,00021I - 0,196 \frac{h_i}{H}) [2,136 + 0,02799T - 0,2819V - 0,000003\phi], \right. \quad (1)$$

— фенола:

$$C_{вн} = 0,083K_y \left(0,09296 \left(0,6708 - 0,00545 \frac{R}{R_{max}} + 0,00021I - 0,196 \frac{h}{H} \right) \right) \times [1,3055 + 0,00432T - 0,01639V - 0,0000012\phi], \quad (2)$$

Расчет концентрации загрязнителей внутри помещения зданий по времени суток от автомагистралей

Источник загрязнения выброса в атмосферу и тип застройки

Тип застройки	Высота здания, м.	Интенсивность автомагистрали диапазон, авт./час	Расстояние от автомагистрали до здания, м.	Интенсивность автомагистрали, авт./час
Периметральная	45	более 2000 авт./час	35	2345

Скорость ветра, м/с: 5

Температура, С°: 25

Отн. влажность, %: 78

Выбор вариантов расчета

Сформировать и сохранить на диске Сформировать и открыть файлы

Рис. 4. Пример интерфейса разработанной программы по прогнозу концентраций загрязнителей внутри помещений

Таблица 6
Поправочные коэффициенты K учета типа локальной застройки

Интенсивность движения, авт./ч	Торцевая наветренная/подветренная	Строчная наветренная/подветренная	Периметральная наветренная/подветренная	Торцевая под углом наветренная/подветренная	Смешанная наветренная/подветренная
до 500	0,99/0,777	0,768/0,668	1,0/0,375	0,541/0,441	0,321/0,221
свыше 500—1000	0,99/0,889	0,868/0,768	1,0/0,475	0,641/0,540	0,421/0,340
свыше 1000—2000	0,99/0,95	0,968/0,868	1,0/0,618	0,751/0,640	0,521/0,435
свыше 2000	0,99/0,97	0,99/0,968	1,0/0,750	0,841/0,78	0,621/0,535

— формальдегида:

$$C_{\text{вн}} = 0,275 K_y \left(0,30912 \left(6708 - 0,00545 \frac{R}{R_{\text{max}}} + 0,00021 I - 0,196 \frac{h}{H} \right) \times [0,1742 + 0,000589 T - 0,000355 V - 0,0000008 \phi], \right. \quad (3)$$

— углеводородов алифатических (C1—C5):

$$C_{\text{вн}} = 0,89 K_y \left(0,02119 \left(0,6708 - 0,00545 \frac{R}{R_{\text{max}}} + 0,00021 I - 0,196 \frac{h}{H} \right) \times [0,384454 + 0,09053 T - 0,02963 V - 0,000001 \phi], \right. \quad (4)$$

где R/R_{max} — отношение расстояния от магистрали до здания к максимальному

расстоянию, на котором обнаружена концентрация от магистрали, м; I — интенсивность автотранспорта, авт./ч; h/H — отношение высоты от поверхности земли к высоте здания H ; T — температура атмосферного воздуха, С°; V — скорость атмосферного воздуха, м/с; ϕ — относительная влажность атмосферного воздуха, %; K_y — поправочный коэффициент учета типа застройки (табл. 6).

Предложенная программа внедрена при проектировании объектов строительства и для зданий в эксплуатации с целью прогноза степени загрязнения воздуха внутри помещений зданий по высоте этажей в течение суток.

Заключение

1. Наибольшее значение концентраций загрязнителей (превышения в 2—3 раза от ПДКсс) внутри и снаружи зданий отмечен при периметральной застройке как снару-

жи, так и внутри помещения с 8 до 10 часов для оксид углерода (II) увеличивается на 43–45 %, с 17 до 20 часов — на 40–41 %; для фенола на 17–20 часов — увеличивается на 47 %, для формальдегида — с 8 до 10 часов и с 17 до 20 часов на 60–61 %, для углеводородов алифатических — на 61 % по сравнению с ночными временем с 00 до 6 часов и днем с 13 до 15 часов.

2. В режиме проветривания в воздушной среде внутри здания концентрация загрязнителей достигает до 80–88,5 % от концентрации по наружной стене здания, при закрытых проемах от 21,2 до 46,2 %.

3. При повышении температуры воздуха в диапазоне от -27°C до 0 и до $+27^{\circ}\text{C}$ концентрации всех газообразных загрязнителей внутри помещения зданий увеличиваются от автомагистралей при скорости ветра 5 м/с: оксид углерода (II) увеличивается на 80–84 %; фенола — на 66–67 %;

формальдегида — на 58,6 %; углеводородов алифатических (C1–C5) — на 60–61 %.

4. С повышением скорости ветра атмосферного воздуха выше 6 до 8 м/с концентрации газообразных загрязнителей снаружи и внутри зданий уменьшаются на 20–26 % по высоте каждого этажа здания.

6. На основе многофакторных уравнений регрессии разработана программа для ЭВМ, на которую получено свидетельство государственной регистрации, позволяющая спрогнозировать концентрацию загрязнителей внутри здания по времени суток. Исходные данные для расчета: высоты здания H , м; интенсивность автотранспортной магистрали, авт./ч: от 500 авт./ч; от 500–1000; от 1000–2000; выше 2000 авт./ч; расстояние от магистрали до здания R_p , м. Выбирается тип застройки: торцевая; строчная; периметральная; торцевая под углом; смешанная, метеорологические параметры.

Библиографический список

1. Азаров В. Н., Донцова Т. В., Хегай Д. С. Основы балансового метода оценки поступления вредных веществ в район крупного города в рамках концепции биосферной совместимости // *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*. — 2015. — № 4 (12). — С. 10–19.
2. Кузьмичев А. А., Азаров В. Н. Исследование влияния загрязнения атмосферного воздуха на внешний облик и восприятие строительных конструкций и памятников архитектуры // *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*. — 2016. — № 1. — С. 86–96.
3. Литвинова Н. А. Улучшение качества воздушной среды помещений с учетом качества наружного воздуха: монография. — Тюмень: ТИУ, 2019. — 150 с.
4. Донцова Т. В., Храпов С. С., Азаров В. Н. О моделировании динамики переноса примесей в атмосфере городов // *Альтернативная энергетика и экология*. — 2013. — № 12. — С. 67–72.
5. Владимиров Е. А. Численное моделирование распространения пассивной примеси в атмосфере // *Метеорология и гидрология*. — 1999. — № 7. — С. 22–34.
6. Азаров В. Н., Иванова Ю. П., Соловьева Т. В., Сахарова А. А., Иванова О. О. Влияние метеорологических условий на распространение загрязняющих веществ в атмосферном воздухе примыкающих территорий // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура*. — 2020. — Вып. 4 (81). — С. 311–316.
7. Иванова Ю. П., Сахарова А. А., Иванова О. О., Азарова М. Д. Исследование климатических параметров как факторов, влияющих на загрязнение городской воздушной среды линейного города // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура*. — 2021. — Вып. 1 (82). — С. 214–219.
8. Kelly F., Anderson H. R., Armstrong B., Atkinson R., Barratt B., Beevers S., Derwent D., Green D., Mudway I., Wilkinson P. Emissions modeling and analysis of air pollution measurements // *Res Rep Health Eff Inst*. — 2011. — № 155. — P. 5–71.
9. Gallego E., Roca F. X., Guardino X., Rosell M. G. 2008. Indoor and outdoor BTX levels in Barce-lona City metropolitan area and Catalan rural areas // *Journal of Environmental Sciences*. — 2008. — 20 (9). — P. 1063–1069.
10. Persily A. K., Emmerich S. J. Indoor air quality in sustainable, energy efficient buildings // *HVAC & R Research*. — 2012. — 18 (1–2). — P. 4–20.
11. Литвинова Н. А., Азаров В. Н. Расчет концентраций загрязнителей внутри помещений многоэтажных зданий по времени суток от автотранспортных магистралей в городской среде: свидетельство государственной регистрации программы ЭВМ 2022610810 Рос. Федерация № 2021682453, 2022. — 3 с.

PREDICTION OF POLLUTANTS' CONCENTRATIONS FROM VEHICLES INSIDE INDOOR SPACES OF MULTI-STOREY BUILDINGS

N. A. Litvinova, Ph. D. (Technical Sciences), professor, Tyumen industrial University (TIU), litvinova2010-litvinova2010@yandex.ru, Tyumen, Russia,

V. N. Azarov, Doctor habil. (Technical Sciences), professor, Volgograd State Technical University (VSTU), azarovpubl@mail.ru, Volgograd, Russia

References

1. Azarov V. N. *Osnovy balansovogo metoda ocenki postupleniya vrednykh veshchestv v rajon krupnogo goroda v ramkakh koncepcii biosfernoj sovmestimosti* [Fundamentals of the balance method for assessing the intake of harmful substances in the area of a large city within the framework of the concept of biosphere compatibility] // Biosphere compatibility: person, region, technology. 2015. 4 (12). P. 10—19 [in Russian].
2. Kuz'michev A. A. *Issledovanie vliyaniya zagryazneniya atmosfernogo vozduha na vneshnij oblik i vospriyatie stroitel'nykh konstrukcij i pamyatnikov arhitektury* [Investigation of the influence of atmospheric air pollution on the appearance and perception of building structures and architectural monuments] // Biosphere compatibility: person, region, technology. 2016. No. 1. P. 86—96 [in Russian].
3. Litvinova N. A. *Uluchshenie kachestva vozduшной среды помешчений s uchetom kachestva naruzhnogo vozduha: monografiya* [Improving the quality of the indoor air environment taking into account the quality of the outdoor air: monography]. Tyumen: TIU, 2019. 150 p. [in Russian].
4. Doncova T. V. *O modelirovanii dinamiki perenosa primesej v atmosfere gorodov* [On modeling the dynamics of transport of impurities in the atmosphere of cities] // Alternative energy and ecology. 2013. No. 12. P. 67—72 [in Russian].
5. Vladimirov E. A. *Chislennoe modelirovanie rasprostraneniya passivnoj primesi v atmosfere* [Numerical simulation of passive impurity propagation in the atmosphere] // Metrology and hydrology. 1999. No. 7. P. 22—34 [in Russian].
6. Azarov V. N., Ivanova Yu. P., Solov'eva T. V., Saharova A. A., Ivanova O. O. *Vliyanie meteorologicheskikh uslovij na rasprostranenie zagryaznyayushchih veshchestv v atmosfernom vozduhe primagistral'nykh territorij* [The influence of meteorological conditions on the spread of pollutants in the atmospheric air of the mainline territories] // Vestnik of Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura 2020. No. 4 (81). P. 311—316 [in Russian].
7. Ivanova Yu. P., Saharova A. A., Ivanova O. O., Azarova M. D. *Issledovanie klimaticheskikh parametrov kak faktorov, vliyayushchih na zagryaznenie gorodskoj vozduшной среды linejnogo goroda* [Study of climatic parameters as factors influencing the pollution of the urban air environment of a linear city] // Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture. 2021. No. 1 (82). P. 214—219 [in Russian].
8. Kelly F., Anderson H. R., Armstrong B., Atkinson R., Barratt B., Beevers S., Derwent D., Green D., Mudway I., Wilkinson P. Emissions modeling and analysis of air pollution measurements. HEI Health Review Committee. Res Rep Health Eff Inst. 2011. 155. P. 5—71.
9. Gallego E., Roca F. X., Guardino H., Rosell M. G. 2008. Indoor and outdoor BTX levels in Barcelona City metropolitan area and Catalan rural areas. Journal of Environmental Sciences, 20 (9), P. 1063—1069.
10. Persily A. K., Emmerich S. J. Indoor air quality in sustainable, energy efficient buildings. HVAC & R Research. 2012; 18 (1—2): P. 4—20.
11. Litvinova N. A., Azarov V. N. *Raschet koncentracij zagryaznitelej vnutri pomeshchenij mnogoetazhnykh zdaniy po vremeni sutok ot avtotransportnykh magistralej v gorodskoj srede* [Calculation of concentrations of pollutants inside the premises of multi-storey buildings by time of day from highways in the urban environment: certificate of state registration of the computer program 2022610810 Ros. Federation No. 2021682453, 2022. — 3 p. [in Russian].

СОСТОЯНИЕ ОБЪЕКТОВ МЕЛИОРАТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В БАСЕЙНЕ МАЛОЙ РЕКИ АЛЬМА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

М. Ю. Слесарев, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Россия,
Т. В. Иванкова, аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова», academy—design@mail.ru, Новочеркасск, Россия,
Л. Н. Фесенко, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова», Новочеркасск, Россия

В продолжении исследований по комплексному исследованию бассейнов малых рек (на примере реки Альма Республики Крым) была проведена работа по инвентаризации и оценке технического состояния объектов мелиоративного строительства в бассейне малой реки. В статье приведены обследования 9 объектов мелиоративного строительства природно-технической системы бассейна малой реки Альма. Выявлены дефекты их технического состояния, приведены измерения показателей растворенного кислорода в воде и ультрафиолетовая проницаемость. По результатам работы была зарегистрирована база данных объектов мелиоративного строительства, структурированная по изученным параметрам.

In conducting the research on the comprehensive study of small river basins (as illustrated by the Alma River of the Republic of Crimea), cadastral survey and assessment of the technical condition of reclamation construction facilities in the Alma River basin were carried out. The article represents surveys of nine objects of reclamation construction of the natural and technical system of the basin of the small Alma river. Defects of their technical condition are revealed, measurements of dissolved oxygen in water and ultraviolet permeability are given. By the results of the study, a database of reclamation construction objects, structured according to the examined parameters, was recorded.

Ключевые слова: водопользование, мелиоративное строительство, гидротехнические сооружения, дефекты, техническое состояние, бассейновый подход.

Keywords: water consumption, reclamation construction, hydraulic structures, defects, technical condition, basin approach.

Введение

Природно-технические системы (ПТС) малых рек играют важнейшую роль в обеспечении устойчивого функционирования экономики и решении социальных проблем. Состояние здоровья населения в значительной степени зависит от водоснабжения в достаточном количестве и требуемого качества. Сегодня обеспечение населения качественной питьевой водой является актуальной гигиенической,

научно-технической и социальной проблемой по причине интенсивного химического и бактериального загрязнения источников питьевой воды, использования устаревших схем водоподготовки, низкого уровня внедрения прогрессивных технологий водоподготовки, возрастающего ухудшения состояния инженерных сетей [1, 2]. Экологически грамотное водопользование возможно лишь на территориях, где проведено ландшафтное планирование

и разработан комплексный план охраны природы, опирающиеся на научно-обоснованную систему управления [3].

В июле 2021 года проведено обследование 9 объектов мелиоративного строительства в бассейне реки Альма (Сбросной канал Альминского водохранилища, ГТС № 5, ГТС № 6, ГТС № 7, Подводящий канал К-1-1 к гидроузлу Альминского водохранилища, Сбросной канал С-1 гидроузла Альминского водохранилища, Канал К-1-3 (ГТС № 5), Канал К-1-4 (ГТС № 7), ГТС № 2 (с. Тополи)). Длина оросительного канала составляет 23,26 км, площадь подвязанных орошаемых земель — 3799 га, культуры — сады, виноградники, ягодники.

Анализ публикаций, материалов, методов

Наиболее значимые работы, посвященные оценке состояния и мониторинга экологической безопасности природно-технических систем, в том числе включающих водохозяйственные комплексы, выполнили следующие ученые: Авакян А. Б., Вернадский В. И., Данилов-Данильян В. И., Кизяев Б. М., Осипов В. И., Таратунин А. А., Теобальд В., Федоров М. П., Хруцкий К. С., Хублярян М. Г.

Экологической безопасностью природно-технических систем, формируемых объектами строительства, городского хозяйства и водохозяйственных комплексов РФ, занимались как российские ученые: Волшаник В. В., Карпенко Н. П., Кочуров Б. И., Олиферов А. Н., Пупырев Е. И., Слесарев М. Ю., Сметанин В. И., Теличенко В. И., Ткачев Б. П., Фролова Н. Л., Чалов Р. С., так и зарубежные авторы: Ceballos G., Fidelis T., Haworth B., Hjoerland B., Richard T. T. Forman, ThiLoi D. и др.

Изучением малых рек, их состоянием и экологическими проблемами, антропогенными воздействиями, опасными проявлениями и управлением русловыми процессами занимались: Булатов В. И., Дальков М. П., Лапшенков В. С., Магамедзагиров З. М., Малик Л. К., Романов М. В., Тимченко З. В., Чалов С. Р., Черняев А. М. и др.

Методы исследований включали натурные многофакторные обследования ГТС [4], статистическую обработку данных, полученных в полевых условиях. Использо-

вались общие научно-географические методы — статистический, картографический, представляющие собой набор полевых и камеральных методик. С целью установления фактической прочности бетона железобетонных облицовок водопроводящие сооружения были обследованы приборами неразрушающего контроля [5]. Применение приборов при обследовании сооружений позволяет оперативно, без дополнительных повреждений бетона, получать объективную оценку их технического состояния [6]. Было использовано современное оборудование — для измерения прочности бетона, оценки физико-механических свойств объектов: измеритель прочности строительных материалов ИПС МГ 4.03, измеритель прочности бетона УКС МГ 4, ультразвуковой измеритель защитного слоя бетона ИПА МГ 4, ультразвуковой толщиномер А 1209; для анализа воды: JPB-70A оксиметр, RealUVT REALTECH; для показаний рельефа дна: эхолот Lucky Knight FF718LIC-WT.

Результаты и обсуждение

Каждый объект был исследован по параметрам: оценка уровня безопасности на период обследования, лимит изъятия воды в год, назначение, координаты, количество постов наблюдений, количество точек выдела, КПД канала, длина канала/лотков, длина канала/бетонная облицовка, длина канала/земляное русло, максимальная пропускная способность, ближайший населенный пункт, материал ферм, материал опор, уровень растворенного кислорода, температура воды, ультрафиолетовая проницаемость воды.

Характеристика исследуемой межхозяйственной мелиоративной сети приведена в таблице 1.

В ходе визуального обследования объектов были выявлены многочисленные дефекты. На Подводящем канале К-1-1 локально наблюдаются следующие дефекты: разрушение деформационных швов, произрастание растительности в разрушенных швах, продольные и поперечные трещины, сколы бетона, разрушение защитного слоя бетона, оголение арматуры, крошение бетона, поднятие плит, пустоты под плитами, смещения плит, засорение канала и т. д. Количество имеющихся дефектов и их степень тяжести позволяют оценить состояние ж/б плит как неудовлетвори-



Рис. 1. Разрушение железобетонной облицовки



Рис. 2. Дефекты подводящего канала К-1-1 к гидроузлу Альминского водохранилища

тельное [7]. Также зафиксированные дефекты свидетельствуют о снижении пропускной способности канала и значительных потерях объема поступающей в Альминское водохранилище воды (рис. 1—4).

На сбросном (отводящий) канале С-1 локально наблюдаются следующие дефекты (рис. 5—10): разрушение деформационных швов, произрастание растительности в разрушенных швах, продольные и поперечные трещины, сколы бетона, разрушение защитного слоя бетона, крошение бетона, поднятие плит, пустоты под плитами, смещения плит, засорение канала и т.д. Количество имеющихся дефектов и их степень тяжести позволяют оценить состояние ж/б плит как неудовлетворительное. Также зафиксированные дефекты свидетельствуют о снижении пропускной способности канала и значительных

потерях объема сбрасываемой воды из Альминского водохранилища.

Нами была составлена ведомость дефектов и согласно [7] (табл. 2).

Согласно дефектной ведомости, результатов обследований, выполненных аналитических и численных расчетов, а также результатов ведения мониторинга за состоянием сооружений, выполняемого службой эксплуатации, с целью повышения надежности и безопасности ГТС были разработаны следующие рекомендации:

— выполнить вырубку древесно-кустарниковой растительности на низовом откосе и в нижнем бьефе на территории прилегающей к низовому откосу ГТС № 2, ГТС № 5, ГТС № 6 и ГТС № 7;

— провести ремонтно-восстановительные работы на ж/б элементах водозаборного сооружения;

Таблица 1

Характеристика межхозяйственной мелиоративной сети

№	Наименование	Лимит в год, тыс. м ³	КПД канала	Длина канала, лотки, км	Длина канала, бетонная облицовка, км	Длина канала, земляное русло, км	Макс. пропускная способность, м ³ /сек	Ближайший населенный пункт
1	Сбросной канал	627	—	—	—	—	—	Почтовое
2	ГТС № 5	858	—	—	—	—	—	Зубакино
3	ГТС № 6	1664	—	—	—	—	—	Каштаны
4	ГТС № 7	4937	—	—	—	—	—	Отрадное
5	Подводящий канал К-1-1 к гидроузлу Альминского водохранилища	8086	0,92	—	4,34	—	3	Почтовое
6	Сбросной канал С-1 гидроузла Альминского водохранилища	—	0,94	—	1,36	—	3	Почтовое
7	Канал К-1-3 (ГТС № 5)	—	0,9	6,06	—	—	0,21	Зубакино
8	Канал К-1-4 (ГТС № 7)	—	0,89	—	7,6	3,9	2,5	Отрадное
9	ГТС № 2 (с. Тополи)	—	—	—	—	—	—	Тополи



Рис. 3. Нарушение стыковых соединений



Рис. 4. Образование трещин в железобетонной облицовки



Рис. 5. Дефекты отводящего канала С-1, нарушение стыковых соединений



Рис. 6. Дефекты отводящего канала С-1, разрушение железобетонных элементов



Рис. 7. ГТС № 5, разрушение бетонной облицовки, дефекты бетонных плит, трещины, зарастание кустарниковой растительностью



Рис. 8. ГТС № 7, зарастание кустарниковой растительностью

— разработать и реализовать проект по расчистке русла р. Альма выше и ниже по течению от водозаборного сооружения;

— в связи с износом гидроизоляционного материала плоских металлических затворов водозаборного сооружения необходимо проведение работ по восстановлению их целостности;

— разработать и реализовать мероприятия по снижению коррозионного износа плоских металлических затворов водозаборного сооружения, связанных с применением антикоррозионных покрытий;

— необходимо разработать и реализовать проект реконструкции донного водовыпуска, а именно камеры управления за-



Рис. 9. ГТС № 6, дефекты бетонных плит, трещины, зарастание кустарниковой растительностью



Рис. 10. ГТС № 6, зарастание кустарниковой растительностью

движкой и металлических элементов регулирования задвижкой для обеспечения работы сооружения в нормальном эксплуатационном режиме;

— провести ремонтно-восстановительные работы на поврежденных участках подводящего канала К-1-1, К-1-3, К-1-4 и сбросного (отводящего) канала С-1.

Ранее, в проводимых нами исследованиях [8, 9] установлено, что качество воды в реке Альма меняется от первого (от истока до Партизанского водохранилища; 0—29 км) до шестого класса (46—79 км; устье, впадение в Черное море), что связано со сбросом сточных вод более 50 водопотребителей (в 2019 г. объем водозабора из реки составил 26,8 млн м³, из которых: потери при транспортировке — 14,71,

сброс сточных загрязненных вод — 1, питьевые и хозяйственные нужды — 0,82, орошение — 0,71, производственные нужды — 0,13, оборотное и повторное водоснабжение — 0,2); отсутствием систем очистки воды у сельского населения; несанкционированным изъятием воды населением для хозяйственно-бытовых нужд; бытовым и строительным мусором в водохранных зонах в основном русле и притоках реки. Мы отобрали пробы воды на девяти объектах мелиоративной сети для определения класса качества воды по двум показателям (растворенный кислород и температура), а также на проницаемость УФ лучей.

Растворенный кислород в воде. Согласно [10], растворенный кислород в воде

Таблица 2
Оценка уровня безопасности объектов мелиоративного строительства на период обследования

№	Наименование	Ближайший населенный пункт	Оценка уровня безопасности на период обследования
1	Сбросной канал	Почтовое	Значительные дефекты
2	ГТС № 5 (с. Зубакино)	Зубакино	Опасные дефекты
3	ГТС № 6 (с. Каштаны)	Каштаны	Значительные дефекты
4	ГТС № 7 (с. Отрадное)	Отрадное	Опасные дефекты
5	Подводящий канал К-1-1 к гидроузлу Альминского водохранилища	Почтовое	Значительные дефекты
6	Сбросной канал С-1 гидроузла Альминского водохранилища	Почтовое	Значительные дефекты
7	Канал К-1-3 (ГТС № 5)	Зубакино	Значительные дефекты
8	Канал К-1-4 (ГТС № 7)	Отрадное	Значительные дефекты
9	ГТС № 2 (с. Тополи)	Тополи	Опасные дефекты

Таблица 3

Оценка уровня загрязненности и класса качества поверхностных вод по [12]

Уровень загрязненности и класс качества	Растворенный кислород,			ХПК, мгО/л	БПК ₅ , мгО ₂ /л
	Лето, мг/л	Зима, мг/л	% от насыщения		
Очень чистые	9	13—14	95	1	0,5—1,0
Чистые	8	11—12	80	2	1,1—1,9
Умеренно	6—7	9—10	70	3	2,0—2,9
Загрязненные	4—5	4—5	60	4	3,0—3,9
Грязные	2—3	1—4	30	5—15	4,0—10
Очень грязные	0	0	0	> 15	> 10

водоемов должен находиться в пределах 75—80 % (4,5—6,5 мг/л). Состояние поверхностных вод в этом случае считается нормальным. Жизнедеятельность водоема и экологическая обстановка считаются допустимыми. Минимальное содержание растворенного кислорода, обеспечивающее нормальное развитие рыб, составляет около 5 мг О₂/л. Понижение его до 2 мг/л вызывает массовую гибель рыб.

Содержание кислорода в поверхностных водах служит косвенной характеристикой оценки качества поверхностных вод. Для поверхностных вод нормальной считается степень насыщения кислородом не менее 75 %, то есть содержание кислорода составляет не менее 7,5 мг/л летом и 11,25 мг/л — зимой [11]. Показатель концентрации кислорода является индикатором фотосинтеза и биологического благополучия в водоемах (табл. 3).

Анализ отобранных нами проб воды на каналах показал средний показатель растворенного кислорода воде (4—6 мг/л) — воды классифицируются как умеренно загрязненные (III) и загрязненные (IV).

Степень насыщения воды кислородом, соответствующая равновесной концентрации, принимается равной 100 %. Растворимость кислорода возрастает с уменьшением температуры и минерализации и с увеличением атмосферного давления. В поверхностных водах содержание растворенного кислорода может колебаться от 0 до 14 мг/л и подвержено значительным сезонным и суточным колебаниям. В эвтрофированных и сильно загрязненных органическими соединениями водных объектах может иметь место значительный дефицит кислорода. Относительное содержание кислорода в воде, выражен-

ное в процентах его нормального содержания, зависит от температуры воды, атмосферного давления и солености, мы вычисляли по [12]:

$$M = (a \cdot 760 \cdot 100) / NP,$$

где M — степень насыщения воды кислородом, %; a — концентрация кислорода, мг/л; P — атмосферное давление в данной местности, мм рт. ст.; N — нормальная концентрация кислорода при данной температуре.

Рассчитанные показатели степени насыщения воды кислородом соответствуют табличным показателям качества воды и растворенного кислорода [12]. Самый низкий показатель — в пробе Канал К-1-4 (56 %), где уровень растворенного кислорода 4,1 мг/л, вода классифицируется как загрязненная (IV класс). Самый высокий показатель — в пробе Сбросного канала Альминского водохранилища (88 %), где уровень растворенного кислорода 6,5 мг/л, вода классифицируется как умеренно загрязненная (III класс).

Ультрафиолетовая проницаемость воды. Воду в зависимости от степени прозрачности условно подразделяют на прозрачную, слабоопалесцирующую, опалесцирующую, слегка мутную, мутную, сильно мутную. Мерой прозрачности служила 100 % дистиллированная вода, с помощью прибора RealUVT REALTECH был проведен анализ проб на исследуемых объектах мелиоративного строительства в бассейне р. Альма. Все пробы воды классифицируются как прозрачные, минимальный показатель установлен в пробе воды из Сбросного канала С-1 (67,8 %), остальные пробы свыше 79 %, самый высокий показатель — 92 % установлен на ГТС № 7.

Заключение

Проведены многофакторные обследования 9 сооружений ПТС малой реки Альма по оценке их прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности, что позволило выявить многочисленные дефекты:

— наличие трещин на быстротоке водосбросного сооружения и бетонной облицовке бычков водосбросного сооружения, наличие коррозии на сегментных затворах. Контрольно-измерительная аппаратура находится в неисправном состоянии. Наблюдаются начальные очаги коррозии на плоских затворах сооружений;

— в предаварийном состоянии находятся: железобетонные плиты крепления верхового откоса, железобетонное крепление берегов, донный водовыпуск. Требуется проведения ремонтных работ: железобетонный парапет, низовые откосы, водозаборное сооружение, подводящий канал, сбросной (отводящий) канал.

В результате была разработана и зарегистрирована [13] (RU 2021621784 от 23.08.2021 г.) «База данных сооружений

мелиоративного строительства в бассейне реки Альма (Республика Крым)». База данных (БД) систематизирует сведения по результатам обследований объектов мелиоративного строительства в бассейне реки Альма, Республика Крым (рисунок). БД предназначена для руководящих работников и специалистов проектных и эксплуатирующих организаций; сотрудников, осуществляющих государственный надзор и мониторинг (Министерства экологии и природных ресурсов Республики Крым, Министерства сельского хозяйства Республики Крым, государственного комитета по водному хозяйству и мелиорации Республики Крым, муниципального образования Бахчисарайского района Республики Крым), а также сельскохозяйственным предприятиям Республики Крым (агрофирмам и крестьянско-фермерским хозяйствам). Каждый объект привязан к координатной сетке и отображается в интерактивном виде в Яндекс. Карты. БД позволяет осуществлять поиск и фильтрацию объектов по различным параметрам.

Библиографический список

1. Слесарев М. Ю. Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства: учебно-методическое пособие. — Москва: МИСИ — МГСУ, 2020. — 103 с.
2. Теличенко В. И. Управление экологической безопасностью строительства, системный подход // *Недвижимость: экономика, управление*. — 2011. — № 1. — С. 23—27.
3. Теличенко В. И., Курочкина В. А., Киров Б. Л. Экологическая безопасность, использование и охрана водных объектов на урбанизированных территориях // *Экология урбанизированных территорий*. — 2016. — № 3. — С. 32—39.
4. Белогай С. Г., Волосухин В. А., Тищенко А. И. Гидротехнические сооружения внутрихозяйственной мелиоративной сети: монография. — М.: РИОР: ИНФА-М, 2013. — 321 с.
5. Бандурин М. А. Эксплуатационный мониторинг и остаточный ресурс водопроводящих сооружений мелиоративных систем, 2-е изд., перераб. и доп. — Новочеркасск: Лик, 2021. — 233 с.
6. Бандурин М. А. Необходимость системы постоянного мониторинга водопроводящих сооружений для рационального водопользования на юге России // *Инженерный вестник Дона*. — 2016. — № 2 (41). — С. 99.
7. СП 58.13330.2019. Свод правил. Гидротехнические сооружения. Основные положения. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/564542210>, дата обращения: 02.02.2022.
8. Иванкова, Т. В. Оценка степени антропогенной нагрузки в бассейне малой реки Альмы // *Водоснабжение и санитарная техника*. — 2019. — № 12. С. 4—12.
9. Иванкова, Т. В. Современное состояние водообеспеченности Республики Крым и возможные дополнительные источники воды // *Водоснабжение и санитарная техника*. — 2019. — № 3. — С. 4—11.
10. ГОСТ Р 58556—2019. Оценка качества воды водных объектов с экологических позиций. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200168048>, дата обращения: 02.02.2022.
11. Игнатъева Л. П., Потапова М. О. Критерии качества воды поверхностных и подземных источников. Эколого-гигиеническая оценка качества питьевой воды, воды водоемов: учебное пособие. — Иркутск: ИГМУ. — 2014. — 20 с.
12. Муравьев А. Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. — СПб.: «Крисмас+», 2004. — 248 с.
13. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2021621784 База данных сооружений мелиоративного строительства в бассейне реки Альма (Республика Крым) / Т. В. Иванкова; заявитель и правообладатель Т. В. Иванкова. — 2021621784, дата регистрации 23.08.2021 г.

CONDITION OF RECLAMATION CONSTRUCTION FACILITIES IN THE BASIN OF THE SMALL ALMA RIVER OF THE REPUBLIC OF CRIMEA

M. Yu. Slesarev, Ph. D. (Technical Sciences), professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “National Research Moscow State University of Civil Engineering”, Moscow, Russia,

T. V. Ivankova, postgraduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “South-Russian State Polytechnic University (NPI) named after M. I. Platova”, academy-design@mail.ru, Novocherkassk, Russia,

L. N. Fesenko, Ph. D. (Technical Sciences), professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “South-Russian State Polytechnic University (NPI) named after M. I. Platova”, Novocherkassk, Russia

References

1. Slesarev M. Yu. *Ekologicheskaya bezopasnost stroitelstva i gorodskogo hozyaistva uchebno-metodicheskogo posobie* [Environmental safety of construction and urban economy: educational and methodical manual]. Moscow: MISI — MGSU, 2020. 103 p.
2. Telichenko V. I. *Upravlenie ekologicheskoi bezopasnostyu stroitelstva. sistemnyi podhod* [Environmental safety management of construction. system approach]. Real estate: economics, management. 2011. No. 1. P. 23—27.
3. Telichenko V. I. *Ekologicheskaya bezopasnost ispolzovanie i ohrana vodnih obektov na urbanizirovannih territoriyah* [Ecological safety, use and protection of water bodies in urbanized territories]. *Ecology of urbanized territories*. 2016. No. 3. P. 32—39.
4. Belogai S. G., Volosukhin V. A., Tishchenko, A. I. *Gidrotehnicheskie sooruzheniya vnutrihozyaistvennoi meliorativnoi seti* [Hydraulic structures of the on-farm reclamation network]: monograph]. Moscow: RIOR: INFA-M. 2013. 321 p. [in Russian].
5. Bandurin M. A. *Ekspluatatsionnyi monitoring i ostatochnii resurs vodoprovodyaschih sooruzhenii meliorativnih sistem* [Operational monitoring and residual resource of water supply facilities of reclamation systems]. Novocherkassk. Lik. 2021. 233 p. [in Russian].
6. Bandurin M. A. *Neobhodimost sistemi postoyannogo monitoringa vodoprovodyaschih sooruzhenii dlya racionalnogo vodopolzovaniya na yuge Rossii* [The need for a system of continuous monitoring of water supply facilities for rational water use in the south of Russia]. *Engineering Bulletin of the Don*. 2016. 2 (41). 99 p. [in Russian].
7. SP 58.13330.2019. *Svod pravil. Hidrotehnicheskie sooruzheniya. Osnovnye polozeniya* [SP 58.13330.2019. A set of rules. Hydraulic structures. The main provisions]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/564542210>, access data: 02.02.2022 [in Russian].
8. Ivankova T. V. *Ocenka stepeni antropogennoi nagruzki v basseine maloi reki Almi* [Assessment of the degree of anthropogenic load in the basin of the small Alma river]. *Water supply and sanitary equipment*. 2019. No. 12. P. 4—12 [in Russian].
9. Ivankova T. V. *Sovremennoe sostoyanie vodoobespechennosti Respubliki Krim i vozmozhnie dopolnitelnye istochniki vodi* [The current state of water availability in the Republic of Crimea and possible additional sources of water]. *Water supply and sanitary equipment*. 2019. No. 3. P. 4—11 [in Russian].
10. *GOST R 58556—2019. Ocenka kachestva vodi vodnih obektov s ekologicheskikh pozicii* [GOST R 58556—2019 Assessment of water quality of water bodies from ecological positions]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200168048>, access data: 02.02.2022 [in Russian].
11. Ignatieva L. P., Potapova M. O. *Kriterii kachestva vodi poverhnostnykh i podzemnykh istochnikov. Ekologo gigenicheskaya ocenka kachestva pitevoi vodi, vodi vodoemov: uchebnoe posobie* [Criteria of water quality of surface and underground sources. Ecological and hygienic assessment of the quality of drinking water, water reservoirs: textbook]. Irkutsk: IGMU. 2014. 20 p. [in Russian].
12. Muravyev A. G. *Rukovodstvo po opredeleniyu pokazatelei kachestva vodi polevimi metodami* [Guidelines for determining water quality indicators by field methods]. St. Petersburg: “Crismas+”. 2004. 248 p. [in Russian].
13. *Svidetelstvo o registracii bazi danih RU 2021621784 Baza danih sooruzhenii meliorativnogo stroitelstva v basseine reki Alma Respublika Krim* [RU 2021621784 Database of reclamation structures in the Alma River basin (Republic of Crimea)] / T. V. Ivankova; applicant and copyright holder T. V. Ivankova. — 2021621784, registration date 23.08.2021 [in Russian].

О ПЕРСПЕКТИВАХ ПРИМЕНЕНИЯ ФРАКТАЛЬНОГО МЕТОДА В БИОИНДИКАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Б. И. Кочуров, доктор географических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт географии Российской академии наук, samertonmagazin@mail.ru, Москва, Россия,

Э. А. Блинова, кандидат биологических наук, ведущий специалист-эксперт, Приокское межрегиональное управление Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Рязанской области, eleonora.gladkova@mail.ru, Рязань, Россия,

И. В. Ивашкина, кандидат географических наук, начальник сектора информационно-аналитического обеспечения территориального планирования НПО «Экология», ГАУ города Москвы «Научно-исследовательский и проектный институт Генерального плана города Москвы», ivashkinagenplan@mail.ru Москва, Россия

На примере лишеноиндикации, одного из направлений специфической биоиндикации окружающей среды, изучены предпосылки и выявлены слабые стороны с целью подготовить к применению в системе экологического нормирования этот узкоспециализированный способ мониторинга. Ключевые проблемы современной природоохранной деятельности: 1) отсутствие единого целостного подхода к мониторингу окружающей среды; 2) трудность оценки геоэкологического риска; 3) сложность количественного описания природного ответа на антропогенную деятельность. Применение математического аппарата при изучении свойств природных объектов поможет разрешить эти проблемы. Определение геоэкологических рисков на основе фрактальной теории — новое междисциплинарное направление, ознаменовавшее переход исследований с привлечением биоиндикаторов на количественной основе. На современном этапе важно развивать методологию биоиндикационных исследований: проводить достаточное экологическое обоснование при выборе биоиндикаторов; работать над устранением субъективного фактора и погрешностей при снятии показаний; разрабатывать удобную систему хранения и визуализации данных. Это позволит создать понятную, методологически выверенную процедуру, при которой специализированные биоиндикационные исследования выйдут на должный уровень в природоохранной практике. Максимально приблизив биоиндикационные исследования к объективной оценке, а именно, определив пороговые значения антропогенного воздействия, специалисты, работающие в сфере охраны окружающей среды, смогут подойти к решению актуальной задачи поддержания гомеостаза экосистем и ландшафтов.

The prerequisites of the official application and weaknesses of specific bioindication were studied using the example of lichenindication. The main problems of modern environmental protection are 1) lack of unified monitoring of the environment, 2) difficulty of assessing the geoecological risk and 3) difficulty to quantify the natural response to anthropogenic activity. The use of mathematics in the study of the properties of natural objects will help to solve these problems. Determination of geoecological risks based on fractal theory is a new interdisciplinary direction. It can be particularly useful to the transition of research involving bioindicators on a quantitative basis. It is important to develop the methodology of bioindicative studies at the present stage. 1) We should select sufficient environmental justification while choosing bioindicators. 2) The subjective factor and the errors in measurements should be excluded. 3) Adaptation of convenient data storage and visualization system is needed. This will create an understandable, methodologically verified procedure to reach the proper level in environmental practice. It is necessary to determine the threshold values of anthropogenic impact and environmental engineers will be able to approach the solution of the urgent problem of maintaining the homeostasis of ecosystems and landscapes. Then, bioindicative studies will be as close as possible to an objective assessment.

Ключевые слова: методология биоиндикации, лишеноиндикация, фрактальная размерность, мониторинг качества воздушного бассейна.

Keywords: bioindication methodology, lichenindication, fractal dimension, air quality monitoring.

Введение

Глобальные идеи В. И. Вернадского, В. В. Докучаева, Н. Н. Моисеева, Г. С. Розенберга и других выдающихся российских ученых в области геологии, теоретической экологии, прикладной математики продемонстрировали необходимость учиться выявлять более глубокие закономерности геоэкологических процессов. С каждым годом возрастает количество исследований в разных отраслях науки, посвященных изучению единства и взаимозависимости экологических процессов — более 1400 публикаций экологической направленности, включающих слово «целостность», находит поисковая система лишь за прошедший 2021 год. Несмотря на это, современные международные подходы к оценке экологической целостности представляют собой покомпонентный мониторинг окружающей среды. На памяти одного поколения произошло преобразование привычного образа жизни в цифровой. Возможно, что в условиях нынешнего глобального кризиса и перестройки экосистем на фоне стремительной цифровой трансформации уже нет времени «изобретать новую, биологическую математику — достаточно привлекать в биологию вообще и в экологию в частности уже существующие математические методы» [1, 2]. Не случайно Бенуа Мандельброт назвал «непостижимо эффективным» применение языка математики к естественным наукам [3, 4]. Природа создала удивительные формы, которые человек ищет глазами и находит сердцем: тонкие сквозные облака, восхитительные кораллы и морские звезды, космически-загадочные лишайники, каждый из которых, по мнению математиков, отражает нечто, скрытое в глубине. Необходимое предварительное условие попытки понять и, возможно, разрешить некоторые из ключевых проблем современной природоохранной деятельности — это изучение математических свойств природных объектов, переход от описательности к точности, поскольку только так можно достичь ясного понимания глобальных изменений, происходящих в настоящее время.

Цель исследования — изучить предпосылки применения фрактальной теории в экологии и выявить слабые стороны мето-

дологии биоиндикации на примере лишайноиндикации.

За прошедшие годы основы фрактальной теории оформились в современный научный подход междисциплинарного характера, формирующий целостную картину мира. В 90-х гг. прошлого века геофизики и экологи укрепили представление о масштабной инвариантности как одной из самых поразительных характеристик как в геологии, так и в экологии [5]. Обсуждение фрактальных кривых, как вполне естественных и удобных моделей природных процессов, началось в 1975 г. Некоторые из этих предположений о фрактальной природе биотических и абиотических объектов уже сейчас подкреплены, пока немногочисленными, но активно развивающимися исследованиями. Сложность окружающей среды тесно связана с фрактальной геометрией. В математическом плане фрактальное описание многоуровневых техноприродных объектов (процессов) — это воспроизведение объекта исследования в виде множества копий фрактальных эталонов, последовательность которых в пределе исчерпывает его геометрию (масштабирование) и сводится к одному или нескольким (в случае мультифрактальности) числам — фрактальным размерностям (далее — D), определяющим меру его внутренней сложности [6].

В 2021 году с целью изучения реакции древесных растений на различные городские условия была проанализирована фрактальная размерность тысяч крон различных пород деревьев по всей территории США [7]. Одним из первых применений фрактальной геометрии к природным объектам стало изучение речного русла и его компонент на основе меры сложности природного объекта в различных масштабах (пространственных или временных) [8]. Современные модели расселения людей, необходимые для выработки стратегии устойчивого развития поселений в гармонии с окружающей средой, развиваются в рамках фрактальной теории [9]. Идея фракталов раскрывается и в работах, посвященных разработке моделей городского землепользования [10], и в работах по созданию моделей интенсификации туризма [11].

Нехватка чистого воздуха в городах — важнейшая научная проблема, имеющая

глобальное социально-экономическое значение. Атмосферный воздух населенных мест РФ является фактором риска: формирует дополнительные случаи заболеваемости и смертности [12]. Антропогенное воздействие на атмосферный воздух характеризуется длительностью, непрерывностью и трансграничностью.

Лихеноиндикация теоретически готова войти в систему экологического нормирования. В настоящее время узкоспециализированный ботанический метод определения зон загрязнения окружающей среды по видовому составу, проективному покрытию индикаторных видов лишайников получил значительное обоснование. Однако на практике существует нехватка получения объективных количественных биоиндикационных показателей. Специалисты не видят перспективы биоиндикации в экологическом нормировании из-за отсутствия привязки к здоровью человека [13]. Быть может, поэтому более чем за 100 лет своего существования биоиндикация так и не вышла на официальный природоохранный уровень. С воздухоохранной точки зрения интересно не просто фиксирование за счет реакции биоиндикатора наличия/отсутствия загрязнителей воздушного бассейна, а вычисление того предела, после которого наступают деструктивные процессы в экосистеме. Для этого не хватает надежного методологического аппарата и крепкой статистической базы, хотя и делаются определенные шаги в данном направлении. Установлено, что слоевища всех трех морфологических типов лишайников (накипные, листоватые, кустистые) имеют фрактальную структуру. На основе фрактальных размерностей и диапазонов специалисты могут делать выводы о возможных экологических факторах, влияющих на выбор стратегии роста лишайникового организма [14, 15]. Коллективом российских ученых разрабатывается модель управления геоэкологическими рисками с помощью фрактальных характеристик природных объектов (*Насоновым Н. А.* и др.) [1, 16, 17]. Необходимо согласиться с мнением большинства специалистов, работающих в области экологической оценки качества окружающей среды, что практически все существующие в настоящее время биоиндикационные подходы содержат в себе

субъективный компонент [13]. Согласно тщательному обзору подходов к разработке биологических индикаторов *Подгорного К. А.* [18] в биоиндикации существует ряд методологических проблем:

- отсутствие надежных процедур выбора индикаторов затрудняет репрезентативную оценку информации;
- не всегда возможно количественно оценить биоиндикационные показатели;
- недостаточно информации для конкретных переменных, которые трактуются как отклики экосистемы в ответ на множественные воздействия;
- не все показатели универсальны, например, согласно наблюдениям лихенологов: «один и тот же вид, растущий в регионе с высокой относительной влажностью, менее устойчив, чем тот же вид в засушливых районах. Вид, обитающий на щелочном субстрате, более устойчив к кислому загрязнению, чем тот же вид, растущий на кислом субстрате» [19];
- и одна из самых важных, на наш взгляд, — проблема коллинеарности, описанная *Подгорным К. А.* [18] как различные проявления одного и того же основного, в некоторых случаях инструментально не измеряемого и не наблюдаемого процесса. Применительно к лихеноиндикации мультиколлениарность может наблюдаться при включении в лихеноиндикационный индекс таких показателей, как проективное покрытие лишайников и морфологические изменения талломов, т. к. эти переменные взаимозависимы: уменьшение проективного покрытия логично связано с морфологическими изменениями видов, произрастающих в условиях лимитирующего фактора. Достаточным основанием для диагностики коллинеарных переменных может послужить экологическое понимание процессов. В таком случае ошибки, возникающие при использовании только статистических методов, могут быть легко обнаружены. В условиях неполноты информации и разных видов неопределенностей очень важно развивать четкую теоретически выверенную методологию биоиндикационных исследований.

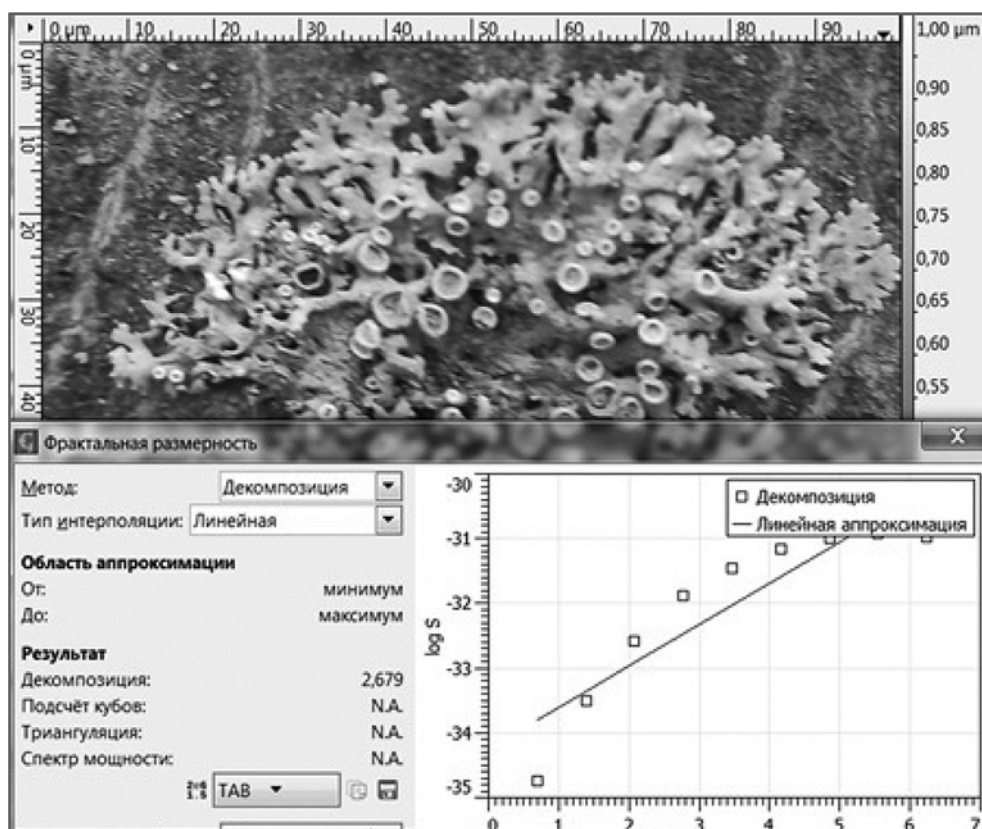


Рис. Фрактальная размерность фотографического изображения лишайника-эпифита, рассчитанная с помощью программы визуализации и анализа данных Gwyddion
Источник: [http://gwyddion.net] (составлено авторами)

Методология снятия показаний особенно важна. Бенуа Мандельброт предостерегал от двусмысленности, лежащей в основе точной математической интерпретации фрактальной размерности [5]. Для определения фрактальной размерности таллома лишайника исследователи используют модульную программу визуализации и анализа данных со свободным программным обеспечением Gwyddion (<http://gwyddion.net>) с открытым исходным кодом. В случае если изображение содержит дополнительный шум, результаты фрактального анализа могут быть весьма недостоверными. Мы полагаем, что слабой стороной большинства биоиндикационных исследований, основанных на методе фракталов, является отсутствие дополнительной обработки, уменьшающей шум данных на изображениях объектов. Если пренебречь этим фактором, то становится очень велика ошибка получения результатов и, как следствие, ошибка при получении количественного биоиндика-

ционного показателя. В Gwyddion доступны различные виды фрактального анализа: метод подсчета кубов, метод триангуляции, вариационный метод, метод спектра мощности. Их результаты отличаются. Это явление вызвано систематическими ошибками различных методов фрактального анализа [20]. Обычно проблемы связаны с оценкой фрактальной размерности (D) и диапазона масштабной инвариантности. Выявлены специальные алгоритмы, а именно построение линейной регрессии для расчета D реальных объектов [5]. Еще одна ловушка может подстергать исследователя на этапе компьютерной обработки и визуализации показателя D . Большая сложность заключается в том, чтобы снять плоское и «чистое» изображение природного объекта. В противном случае D будет подсчитан, но мало кто узнает, что в конечный результат попало, например, случайное изображение коры дерева (пример на рис.) Статистическая мера внутренней сложности исследуе-

мого объекта ни в коем случае не должна содержать в себе случайные величины. Кроме того, слабая сторона лишеноиндикационных исследований, основанных на методе фракталов, — это недостаточное экологическое обоснование биологического вида, который будет использован в качестве объекта. Таксономический спектр эпифитной лишенофлоры территориально отличается. Вид, являющийся устойчивым к атмосферному загрязнению в одной природной зоне, может оказаться чувствительным к загрязнению в другой. Необходимо экологическое обоснование применения конкретного вида в качестве биоиндикатора конкретной территории.

Заключение

Обобщение теоретического и эмпирического опыта в области оценки геоэкологических рисков показало, что к 2022 г. экологические исследования проводятся в рамках целостного подхода. Ведущие научные школы ищут ту черту между тем, что было «до» — до техногенной интенсификации, и тем, что ждет природные системы «после». Привлечение фрактальной

теории в экологию является перспективным методом исследования экосистемного ответа на антропогенное воздействие. Достаточно много публикаций, посвященных теоретическим аспектам применения принципа самоподобия к объектам окружающей среды, имеется в мировом научном сообществе. Остаются неисследованными следующие прикладные вопросы:

- каковы актуальные требования к технологическому оборудованию для изучения объектов окружающей среды (биоиндикаторов) методом фракталов;
- как уменьшить вероятность возникновения ошибок получения биоиндикационных показателей;
- как достоверно снимать показатели, легко считать, анализировать и обрабатывать, надежно хранить и доступно визуализировать биоиндикационную информацию в рамках цифровизации природоохранной деятельности.

Первостепенная задача улучшения природоохранной практики — максимально приблизить биоиндикационные исследования к объективной оценке.

Библиографический список

1. Рутман В. В., Резник Е. Н. Применение фрактального анализа и изучения цветометрических характеристик в лишеноиндикации // *Экология родного края: проблемы и пути решения: Всероссийская с международным участием научно-практическая конференция*. — 2016. — С. 328—331.
2. Розенберг Г. С., Шитиков В. К. О соотношении математики и биологии в экологии // *Количественные методы экологии и гидробиологии: сборник научных трудов, посвященный памяти А. И. Баканова*. — 2005. — С. 228—233.
3. Гелашвили Д. Б., Иудин Д. И. и др. Фракталы и мультифракталы в биоэкологии: монография. — Нижний Новгород, 2013. — 370 с.
4. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы: монография. — Москва, 2002. — 656 с.
5. Gonzato G., Mulargia F., Marzocchi W. Practical application of fractal analysis: problems and solutions // *Geophysical Journal International*. — 1998. — Т. 132 (2). — С. 275—282.
6. Кульнев В. В., Насонов А. Н., Цветков И. В., Межова Л. А. Оценка техногенной нагруженности Нижнетагильского городского пруда и управление геоэкологическими рисками на основе мультифрактальной динамики // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле*. — 2021. — Т. 21 (1). — С. 4—11.
7. Arseniou G., MacFarlane D. W. Fractal dimension of tree crowns explains species functional-trait responses to urban environments at different scales // *Ecological Applications*. — 2021. — 31 (4).
8. Berquist T. S., Snow R. S. Fractal analysis of the planforms of rivers in Indiana and Kentucky // *Geol. Soc. America Abstracts with Programs*. — 1985. — Т. 17: 280.
9. Nguyen T. T., Hoffmann E., Buerkert A. Spatial patterns of urbanising landscapes in the North Indian Punjab show features predicted by fractal theory. Scientific reports, 2022. — Т. 12. — № 1. — С. 1—14.
10. Batty M., Longley P. A. The Fractal Simulation of Urban Structure // *Environment and Planning A: Economy and Space*. — 1986. — 18 (9). — С. 1143—1179.
11. Encalada-Abarca L., Ferreira C. C., Rocha J. Measuring tourism intensification in urban destinations: An approach based on fractal analysis // *Journal of Travel Research*. — 2022. — Т. 61 (2). — С. 394—413.
12. Кочуров Б. И., Блинова Э. А., Ивашкина И. В. Развитие российских городов после пандемии COVID-19 // *Региональные геосистемы*. — 2021. — Т. 45 (2). — С. 183—193.
13. Опекунов А. Ю., Опекунова М. Г. Интегральная оценка загрязнения ландшафта с использованием функции желательности Харрингтона // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле*. — 2014. — № 4. — С. 101—113.

14. Marchi A. D. E., Cassi D. Fractal geometry and ecology of lichens // *Fractals*. — 1993. — Т. 1 (3). — С. 346—353.
15. Brown J. H., Gupta V. K. et al. The fractal nature of nature: power laws, ecological complexity and biodiversity // *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*. — 2002. — 357 (1421). — С. 619—626.
16. Кульнев В. В., Насонов А. Н., Цветков И. В., Межова Л. А., Ларионов А. Н. Фрактальный подход к оценке управляемости экологическими рисками // *Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки*. — 2019. — Т. 13 (4). — С. 101—111.
17. Насонов А. Н., Кульнев В. В., Цветков И. В., Шибалова Г. В., Кизеев А. Н., Насонов С. Н. Применение фрактального анализа при лишеноиндикации техногенного воздействия от линейного источника загрязнения атмосферы // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле*. — 2019. — Т. 19 (4). — С. 233—240.
18. Подгорный К. А. Требования и подходы к разработке биологических индикаторов и проведению интегрированного анализа состояния водных экосистем: обзор // *Труды АтлантНИРО*. — 2017. — Т. 1 (4): 5.
19. Мучник Е. Э., Инсарова И. Д., Казакова М. В. Учебный определитель лишайников Средней России: учебно-методическое пособие. — РГУ им. С. А. Есенина. Рязань, 2011. — 360 с.
20. Nečas D., Klapetek P. Gwyddion: An open-source software for SPM data analysis // *Open Physics*. — 2012. — Т. 10 (1). — P. 181—188.

PROSPECTS FOR USING THE FRACTAL METHOD IN BIOINDICATION STUDIES

B. I. Kochurov, Doctor habil. (Geography), Federal State Budgetary Scientific Institution Institute of Geography Russian Academy of Sciences, camertonmagazin@mail.ru, Moscow, Russia,

E. A. Blinova, Ph. D. (Biology), Federal Service for Supervision of Natural Resources, the Ryazan region, eleonora.gladkova@mail.ru, Ryazan, Russia,

I. V. Ivashkina, Ph. D. (Geography), State Autonomous Institution Research and Design Institute of the General Plan of the City of Moscow, ivashkinagenplan@mail.ru, Moscow, Russia

References

1. Rutman V. V., Reznik E. N. *Primenenie fraktalnogo analiza i izucheniya cvetometricheskikh harakteristik v lihenoindikacii: Ekologiya rodnogo kraya: problemy i puti resheniya: Vserossiyskaya s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-prakticheskaya konferenciya* [The use of fractal analysis and the study of colorimetric characteristics in lichen indication] // *Ecology of the native land: problems and solutions*. — 2016. — P. 328—331 [in Russian].
2. Rozenberg G. S., Shitikov V. K. *O sootnoshenii matematiki i biologii v ekologii: Kolichestvennye metody ekologii i gidrobiologii: sbornik nauchnykh trudov, posvyashennyj pamyati A. I. Bakanova* [On the relationship between mathematics and biology in ecology (instead of a conclusion)] // *Quantitative methods of ecology and hydrobiology*. — 2005. — P. 228—233 [in Russian].
3. Gelashvili D. B., Iudin D. I., Rozenberg G. S., Yakimov V. N., Solncev L. A. *Fraktaly i multifraktaly v bioekologii: monografiya* [Fractals and Multifractals in Bioecology: monography]. — Nizhny Novgorod: Izd-vo Nizhegorod, 2013. — 370 p. [in Russian].
4. Mandelbrot B. *Fraktalnaya geometriya prirody: Monografiya* [The Fractal Geometry of Nature, Institute of Computer Science]. — Moscow, 2002. — 656 p. [in Russian].
5. Gonzato G., Mulargia F., Marzocchi W. Practical application of fractal analysis: problems and solutions // *Geophysical Journal International*, 1998. — Vol. 132 (2). — P. 275—282.
6. Kulnev V. V., Nasonov A. N., Cvetkov I. V., Mezghova L. A., Larionov A. N. *Fraktalnyi podhod k ocenke upravlyaemosti ekologicheskimi riskami: Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Estestvennye i tochnye nauki* [Estimation of the technogenic loading of the Nizhny Tagil city pond and management of geoeological risks based on multifractal dynamics] // *Izvestiya of Saratov University. New Series. Earth Science Series*. — 2021. — Vol. 21 (1). — P. 4—11 [in Russian].
7. Arseniou G., MacFarlane D. W. Fractal dimension of tree crowns explains species functional-trait responses to urban environments at different scales // *Ecological Applications*. — 2021. — 31 (4).
8. Berquist T. S., Snow R. S. Fractal analysis of the planforms of rivers in Indiana and Kentucky // *Geol. Soc. America Abstracts with Programs*. — 1985. — Vol. 17: 280.
9. Nguyen T. T., Hoffmann E., Buerkert A. Spatial patterns of urbanising landscapes in the North Indian Punjab show features predicted by fractal theory // *Scientific reports*. — 2022. — Vol. 12. — № 1. — P. 1—14.

10. Batty M., Longley P. A. The Fractal Simulation of Urban Structure // Environment and Planning A: Economy and Space. — 1986. — 18 (9) — P. 1143—1179.
11. Encalada-Abarca L., Ferreira C. C., Rocha J. Measuring tourism intensification in urban destinations: An approach based on fractal analysis // Journal of Travel Research. — 2022. — Vol. 61 (2). — P. 394—413.
12. Kochurov B. I., Blinova E. A., Ivashkina I. V. *Razvitie rossijskih gorodov posle pandemii COVID-19: Regionalnye geosistemy* [Development of Russian cities after the COVID-19 pandemic] // Regional geosystems. — V. 45 (2). — P. 183—193 [in Russian].
13. Opekunov A. Yu., Opekunova M. G. *Integralnaya ocenka zagryazneniya landshafta s ispolzovaniem funkcii zhelatelnosti Harringtona: Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Nauki o Zemle* [Integral assessment of landscape pollution using the Harrington desirability function] // Bulletin of St. Petersburg University. Earth Sciences. — 2014. — No. 4. — P. 101—113 [in Russian].
14. Marchi A. D. E., Cassi D. Fractal geometry and ecology of lichens // Fractals. — 1993. — Vol. 1 (3). — P. 346—353.
15. Brown J. H., Gupta V. K. et al. The fractal nature of nature: power laws, ecological complexity and biodiversity // Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences. — 2002. — 357 (1421). — P. 619—626.
16. Kulnev V. V., Nasonov A. N., Cvetkov I. V., Mezhovala L. A., Larionov A. N. *Fraktalnyj podhod k ocenke upravlyaemosti ekologicheskimi riskami: Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Estestvennye i tochnye nauki* [A fractal approach to assessing the manageability of environmental risks] // Proceedings of Dagestan State Pedagogical University. Natural and Exact Sciences. — 2019. — Vol. 13 (4). — P. 101—111 [in Russian].
17. Nasonov A. N., Kulnev V. V., Cvetkov I. V., Shibalova G. V., Kizeev A. N., Nasonov S. N. *Primenenie fraktalnogo analiza pri lihenoindikacii tehnogennoho vozdejstviya ot linejnogo istochnika zagryazneniya atmosfery: Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya Nauki o Zemle* [Application of fractal analysis for lichen indication of technogenic impact from a linear source of atmospheric pollution] // News of the Saratov University. New episode. Earth Science Series. — 2019. — Vol. 19 (4). — P. 233—240 [in Russian].
18. Podgornij K. A. *Trebovaniya i podhody k razrabotke biologicheskikh indikatorov i provedeniyu integrirovannogo analiza sostoyaniya vodnyh ekosistem: obzor: Trudy AtlantNIRO* [Requirements and approaches to the development of biological indicators and the integrated analysis of the state of aquatic ecosystems: a review] // Proceedings of AtlantNIRO. — 2017. — Vol. 1 (4): 5 [in Russian].
19. Muchnik E. E., Insarova I. D., Kazakova M. V. *Uchebnyj opredelitel lishajnikov Srednej Rossii: uchebno-metodicheskoe posobie. Ryaz. gos. un-t im. S. A. Esenina. Ryazan* [Training guide for lichens in Central Russia: a teaching aid]. — Ryazan, 2011. — 360 p. [in Russian].
20. Nečas D., Klapetek P. Gwyddion: An open-source software for SPM data analysis // Open Physics. — 2012. — Vol. 10 (1). — P. 181—188.

**ПРИМЕНЕНИЕ
ИНТЕГРАЛЬНОГО
ПОКАЗАТЕЛЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ
ЗАЩИЩЕННОСТИ
ПОДЗЕМНЫХ ВОД
НА ПРИМЕРЕ ПОЛИГОНА
ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ
ОТХОДОВ
В НЕКЛИНОВСКОМ
РАЙОНЕ
РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Н. М. Хансиварова, кандидат
геолого-минералогических наук, доцент,
зав. кафедрой общей и инженерной
геологии, Южный федеральный
университет, *N.Khansivarova@yandex.ru*,
Ростов-на-Дону, Россия,
О. С. Бондарева, кандидат
географических наук, доцент,
кафедры общей и инженерной геологии,
Южный федеральный университет,
oksana_bondareva1@mail.ru,
Ростов-на-Дону, Россия

Интенсивное освоение городских территорий ставит проблему утилизации бытовых отходов и, как следствие, обустройства современных экологических комплексов по переработки загрязняющих компонентов. Выбор местоположения таких объектов должен проводиться с учетом особенностей геолого-литологического строения и гидрогеологических условий. Подземные воды являются бесценным жизнеобеспечивающим ресурсом, защита которого от загрязнения является первостепенной задачей. Однако существующие методы оценки защищенности подземных вод имеют ряд существенных недостатков. Цель настоящего сообщения — представить опыт использования интегрального показателя, учитывающего мощность, пористость и числа пластичности пород зоны аэрации в качестве критерия оценки защищенности подземных вод на примере площадки проектируемого строительства крупного экологического комплекса. Расчет интегрального показателя выполнен по результатам инженерно-геологических изысканий. Ранжирование полученных значений показателя позволило выделить высокую, среднюю и низкую степени защищенности подземных вод, в соответствие с которыми составлена карта районирования территории комплекса. Новизной проведенных исследований является попытка учета поглощающей способности дисперсных пород через число пластичности. Кроме того, применение предлагаемого авторами интегрального показателя позволяет учитывать свойства пород, слагающих конкретную городскую территорию, что исключает субъективный подход их оценки.

Intensive development of urban areas poses the problem of household waste disposal and, as a consequence, the arrangement of modern ecological complexes for the processing of polluting components. The choice of the location of such objects should be carried out taking into account the peculiarities of the geological and lithological structure and hydrogeological conditions. Groundwater is an invaluable life-supporting resource, its protection from pollution is a primary task. However, the existing methods for assessing the protection of groundwater have a number of significant shortcomings. The purpose of this report is to present the experience of using an integral indicator that takes into account the thickness, porosity and plasticity numbers of rocks of the aeration zone as a criterion for assessing the protection of groundwater on the example of a large ecological complex of the projected construction site. The integral indicator calculation was performed based on the results of engineering and geological surveys. The ranking of the indicator obtained values made it possible to distinguish high, medium and low degrees of protection of underground waters, in accordance with which the zoning map of the territory of the complex was compiled. The novelty of the conducted research is the attempt to take into account the absorption capacity of dispersed rocks through the plasticity number. In addition, the application of the integral indicator proposed by the authors allows us to take into account the properties of rocks composing a specific urban area, which excludes a subjective approach to their assessment.

Ключевые слова: подземные воды, зона аэрации, дисперсные породы, защищенность.

Keywords: groundwater, aeration zone, loess rocks, security.

Введение

Планом развития экономики Южного федерального округа на период до 2030 г. предусматривается масштабное расширение его инфраструктуры, создание новых аграрно-промышленных комплексов, мас-

совое строительство жилья с объединением крупных населенных пунктов в городские агломерации. Согласно законам РФ, планирование хозяйственной деятельности должно осуществляется в соответствии с концепцией устойчивого развития урбанизированных территорий с обязательным

учетом экологических аспектов. С освоением городских территорий связано резкое увеличение объемов твердых и жидких промышленных и бытовых отходов, которые приводят к загрязнению почв, горных пород, подземных вод. Оценка степени защищенности последних от негативного воздействия остается актуальной проблемой XXI века. В мировой практике существует множество подходов к решению данной проблемы. Их объединяет попытка комплексной оценки естественных природных факторов, влияющих на защищенность подземных вод. Зарубежными исследователями рассматриваются: глубина до уровня подземных вод, характер их питания, состав фильтрующей среды, геоморфология, влияние состава пород и почв зоны аэрации, гидравлическая проводимость водоносного горизонта [11, 13]. В отечественном подходе к природным факторам относятся: глубина залегания уровня грунтовых вод; мощность, литология и фильтрационные свойства слабопроницаемых отложений зоны аэрации [1, 2]. Расчет степени уязвимости или защищенности подземных вод, у зарубежных и российских авторов, как правило, осуществляется по балльно-рейтинговой системе, которая не лишена субъективности [8, 10]. Это существенно снижает надежность методов. Нами защищенность подземных вод оценивается через интегральный показатель, который суммирует характеристики свойств природных факторов, препятствующих проникновению загрязняющих веществ в водоносные горизонты. Вычисление интегрального показателя основывается на известном алгоритме, который включает построение концептуальной модели рассматриваемого процесса; определение вклада (веса) каждого фактора в его развитие и проявление; нормирование количественных характеристик факторов [7]. Конечный результат обработки информации — крупномасштабная специальная инженерно-геологическая карта районирования территории с выделением участков, однородных по степени защищенности к процессу загрязнения. Важным этапом исследований является выявление участков городской территории, в пределах которых защищенность подземных вод минимальна. Они должны стать объектом экологического мониторинга.

Цель настоящего исследования — применить интегральный показатель для оценки защищенности подземных вод территории обширного (8 га) участка, проектируемого строительства Межмуниципального экологического комплекса по утилизации отходов производства и потребления 4, 5 классов опасности. Площадка, выделенная под строительство, расположена в Неклиновском районе Ростовской области на юго-восточной окраине районного центра Покровское, входящего в Таганрогский городской округ. Для достижения поставленной цели авторами решены следующие задачи:

- построение концептуальной модели защищенности подземных вод;
- изучение инженерно-геологических условий площадки;
- расчет интегрального показателя, статистический анализ распределения полученных частных значений для выделения и обоснования градаций степени защищенности;
- построение карты районирования территории по степени защищенности подземных вод.

Модели и методы

Сведения о геолого-литологическом строении и гидрогеологических условиях участка проектируемого комплекса получены по результатам инженерно-геологических изысканий [9]. Установкой УГБ-50 ударно-канатным способом пробурено 129 скважин диаметром 168 мм, глубиной от 12,0 до 25,0 м. Из скважин с различных глубин отобрано 559 проб грунта ненарушенной структуры для исследования их в лабораторных условиях. Из водоносных горизонтов отобрано шесть проб подземных вод. Для изучения коэффициента фильтрации грунтов проведено шесть экспресс-откачек из скважин и 18 опытных наливов в скважины. Лабораторные работы, выполненные с соблюдением государственных стандартов, включали: определение физических, свойств, гранулометрического и дисперсного состава глинистых грунтов [3, 4]. Камеральная обработка информации осуществлялась вероятностно-статистическими методами [5]. Вычисление, ранжирование интегрального показателя, а также выделение категорий защищенности подземных вод, проведено на основе комплексной количест-

венной оценки инженерно-геологических условий [7]. Картографический материал разработан с использованием средств ArcGIS.

Результаты и обсуждения

Одной из поставленной авторами задач является изучение инженерно-геологических условий площадки проектируемого комплекса. Результатами инженерно-геологических изысканий установлено следующее.

В геоморфологическом отношении изучаемый участок расположен в пределах Азово-Кубанской низменности на водораздельном пространстве между долинами рек Миус и Самбек (бассейн Азовского моря). Абсолютные отметки поверхности изменяются от 72,96 до 84,79 м. Рельеф участка пологоволнистый со слабым уклоном в юго-западном направлении.

В геологическом строении площадки изысканий принимают участие отложения четвертичного возраста кайнозойской эры (Q_{1-3} , sa Q_{esk}^2). С поверхности они перекрыты почвенным слоем мощностью от 0,4 до 0,9 м. В результате анализа пространственной изменчивости частных показателей физико-механических свойств грунтов, данных о геолого-литологическом строении выделены инженерно-геологические элементы (ИГЭ):

ИГЭ-1 — суглинок тяжелый пылеватый, твердый, незасоленный, без примеси органических веществ, ненабухающий, просадочный;

ИГЭ-2 — суглинок тяжелый пылеватый, твердый, незасоленный, без примеси органических веществ, ненабухающий, непросадочный;

ИГЭ-3 — суглинок тяжелый пылеватый, тугопластичный, незасоленный, без

примеси органических веществ, ненабухающий, непросадочный;

ИГЭ-4 — глина легкая пылеватая, полутвердая, без примеси органических веществ, ненабухающая, непросадочная.

Вскрытая мощность делювиальных четвертичных отложений составляет от 11,5 до 24,4 м. При бурении скважин в 2019 г. подземные воды вскрыты на глубинах от 4,40—11,6 м. Водовмещающими породами являются суглинки ИГЭ-3. Направление потока подземных вод происходит в юго-западном направлении. Данные опытно-фильтрационных работ приведены в таблице 1 [9].

На основании полученных данных об инженерно-геологических условиях площадки, а также теоретических положений о механизме физико-химической адсорбции, протекающей в дисперсных породах при взаимодействии с загрязняющими веществами, авторами в концептуальную модель включены: мощность, пористость и число пластичности пород зоны аэрации. Наибольший интерес представляет выбор числа пластичности в качестве косвенного показателя содержания глинистых минералов. Это сделано впервые при решении экологических задач. Авторы руководствовались следующими рассуждениями. Существенным фактором, определяющим характер и интенсивность загрязнения основных компонентов геологической среды, является поглощение химических элементов минеральной компонентой дисперсных пород по механизму физико-химической адсорбции. Одним из важнейших параметров ее реализации является наличие в дисперсных грунтах глинистых минералов [12]. В гранулометрическом составе дисперсных грунтов региона преобладают пылеватые и глинистые частицы (табл. 2) [9].

Предыдущими исследованиями установлено, что около 80 % всей высокодисперсной части связанных пород составляют глинистые минералы, которые обладают высокими гидрофильными свойствами и принимают активное участие в формировании связанной и осмотической воды в грунтах, в том числе влажности, характеризующей пределы их пластичности. Нами по результатам лабораторного моделирования процессов массопереноса в дисперсных лессовых породах выявлена зависимость между числом пластичности

Таблица 1
Коэффициенты фильтрации пород по результатам опытно-фильтрационных испытаний

№ ИГЭ	Коэффициент фильтрации, м/сут		
	минимальный	максимальный	средний
1	0,43	0,69	0,56
2	0,28	0,41	0,36
3	0,52	0,61	0,56
4	0,0013	0,0022	0,0016

Таблица 2

Гранулометрический состав пород

№ ИГЭ	Содержание фракций, %						
	1—0,5 мм	0,5—0,25 мм	0,25—0,1 мм	0,1—0,05 мм	0,05—0,01 мм	0,01—0,005 мм	<0,005 мм
1	1,32	1,6	8,16	28,21	29,22	4,9	34,47
2	1,2	1,15	4,55	16,8	31,58	10,3	34,43
3	0,23	1,38	3,75	10,85	28,83	1,5	40,33
4	0,26	1,51	5,7	29,14	29,6	4,79	44,2

и количеством сорбированных химических элементов из экспериментальных растворов [12].

Пористость включена в концептуальную модель не только как показатель фильтрационных свойств пород, но и как один из факторов, обуславливающих интенсивность физико-химической адсорбции. Она зависит от дисперсности твердой фазы грунта и заметно возрастает с увеличением суммарной удельной поверхности системы [6]. Коэффициент пористости связан с удельной поверхностью грунтовых систем через дисперсность — характеристику размеров и формы частиц в дисперсных системах.

Что касается мощности грунтов зоны аэрации — третьего фактора концептуальной модели, то ее значимость не вызывает сомнения, поскольку массивы дисперсных пород являются эффективными защитными барьерами различного характера (сорбционными, механическими, окислительно-восстановительными и др.) [12]. Они замедляют скорость поступления загрязнителей и снижают их концентрацию на всем пути инфильтрации.

При исследовании веса существенных факторов в развитии процесса нами принят вариант одинакового вклада каждого параметра.

Комплексный анализ статистического распределения частных значений интегрального показателя, а также геолого-литологических, геоморфологических особенностей, гидрогеологических условий территории позволил принять следующие градации степени защищенности подземных вод (табл. 3).

В соответствие с выбранными градациями составлена карта районирования территории по степени защищенности подземных вод от загрязнения (рис. 1).

Для площадки проектируемого строительства характерна в основном средняя

защищенность. Обширный участок занимает всю северную часть полигона и в виде двух узких полос протягивается вдоль восточной и западной границ планшета. На юге происходит замещение областью высокой защищенности. Менее крупный участок со средней защищенностью наблюдается у северо-западной границы на территории с высокой защищенностью.

В связи с тем, что средняя степень защищенности является промежуточной между высокой и низкой, значения всех параметров средней защищенности имеют промежуточный характер. Так, среднестатистическая глубина залегания грунтовых вод составляют 7,24 м, величина пористости — 44,76, а числа пластичности — 13,76.

Высокая защищенность наблюдается на незначительном по площади участке, который в виде постепенно сужающейся полосы простирается вдоль южной границы полигона. Еще одна локальная зона обозначена в северо-западной части полигона. Основной фрагмент приурочен к понижению рельефа (средние абсолютные отметки поверхности составляют 76,05 м), а также к области с наиболее глубоким залеганием уровня подземных вод, в среднем 9,55 м. Отмечаются максимальные средние значения числа пластичности и пористости 13,85 и 45,21 соответственно.

Низкая степень защищенности выявлена в центральной части полигона в виде обширного фрагмента неправильной фор-

Таблица 3

Степень защищенности подземных вод

№ п/п	Интервал значений интегрального показателя Z_T	Название категории степени защищенности подземных вод
1	0,7—1,17	Низкая
2	1,18—1,56	Средняя
3	1,57—2,11	Высокая

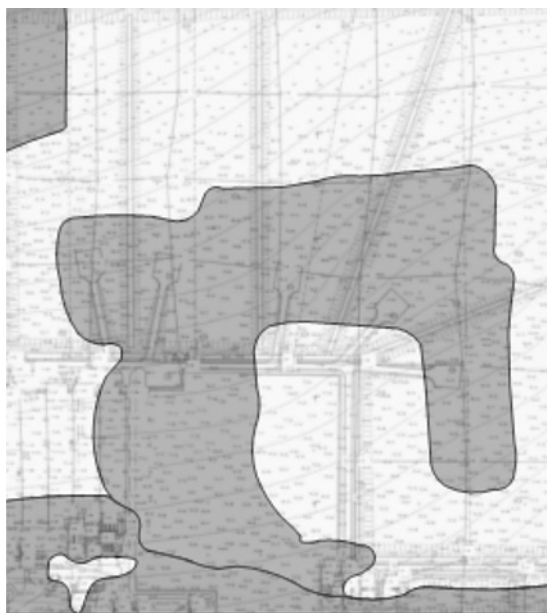


Рис. 1. Районирование территории полигона по степени защищенности подземных вод.

Степень защищенности:  — низкая;  — средняя;  — высокая

мы. Для всех участков характерна минимальная мощность зоны аэрации от 4,4 до 7,5 м, при среднем значении 6,9 м. Отметки поверхности изменяются в широком диапазоне от 72,96 до 81,54 м. Отмечаются минимальные средние значения пористости (44,23) и числа пластичности (13,6).

Полученные результаты в основном согласуются с авторской концепцией участия выбранных факторов в формировании защищенности подземных вод. Так, например, зафиксированы тенденции повышения числа пластичности на участках с высокой защищенностью и понижение значений на участках с низкой защищенностью. Совершенно очевидна роль мощности зоны аэрации, которая существенно выше на участках с высокой защищенностью (среднее значение 9,55 м) по сравнению с 6,9 м на слабозащищенных территориях.

Исключение составляет пористость. Изменения ее величин имеет обратный характер, поскольку она повышается с переходом от низкой градации к более высоким, при максимальных средних значениях в зоне с высокой защищенностью. Однако изменения величин пористости и чисел пластичности весьма незначительны, и можно говорить лишь о тенденциях,

которые требуют подтверждения. Таким образом, концептуальная модель нуждается в более строгой проверке.

Заключение

1. По результатам инженерно-геологических изысканий установлено следующее. Участок проектируемого экологического комплекса приурочен к Азово-Кубанской низменности и расположен на водораздельном пространстве между долинами рек Миус и Самбек. Абсолютные отметки поверхности изменяются от 72,96 до 84,79 м. Площадка сложена дисперсными связными породами четвертичного возраста. Выделены инженерно-геологические элементы (ИГЭ), представленные суглинками и глинами. Подземные воды вскрыты на глубинах от 4,40—11,6 м. Водовмещающими породами являются суглинки ИГЭ-3.

2. Оценка защищенности подземных вод на территории проектируемого экологического комплекса выполнена с использованием интегрального показателя, учитывающего следующие природные факторы: мощность пород зоны аэрации, их пористость и числа пластичности. Значения интегрального показателя изменялись от 0,7 до 2,11 при среднем значении 1,35.

3. Анализ распределения величин интегрального показателя, а также геологических, гидрогеологических и геоморфологических особенностей полигона, позволил провести районирование территории с выделением низкой, средней и высокой степени защищенности подземных вод.

4. Основная часть площадки проектируемого строительства относится к средней степени защищенности подземных вод. Зоны с высокой защищенностью имеют ограниченное распространение и занимают в основном южную часть полигона. Низкая защищенность зафиксирована в центральной части полигона в виде значительного по размерам фрагмента неправильной формы. Имеются два локальных пятна у западной и юго-восточной границы планшета.

5. Корректность концептуальной модели в целом подтверждается. Так, для участков с высокой защищенностью зафиксированы наибольшие значения мощности зоны аэрации и показателей пластичности. В пределах зоны низкой защищенности, напротив, наблюдается наименьшая мощность зоны аэрации, а числа

пластичности имеют значения ниже, чем в областях с более высокой защищенностью. Зона средней защищенности является переходной, и как следствие, величины пористости, чисел пластичности, мощности зоны аэрации имеют промежуточные значения между полученными для других областей.

6. Следует отметить, что пористость и число пластичности изменяются по площади и вниз по разрезу достаточно равномерно, а выявленные расхождения для различных областей весьма незначительные. Четкие различия в пределах выделенных зон отмечаются только в мощности зоны аэрации. Таким образом, можно предположить, что глубина залегания подземных вод является наиболее весомым фактором защищенности.

7. Задачами дальнейших исследований должны стать более детальное теоретическое изучение пористости как параметра защищенности. Особенно ее связи с удельной поверхностью, которая оказывает зна-

чительное влияние на характер обменных процессов в дисперсных грунтах. Кроме того, следует проверить обозначившуюся тенденцию повышения числа пластичности при переходе от областей с низкой защищенностью к средней и высокой на других площадках изысканий.

8. Авторы предлагают использовать представленный интегральный показатель экспресс-оценки уровня защищенности подземных вод в районах распространения дисперсных пород. Для разработки более строгой методики, необходимо в расчет интегрального показателя вводить весовые коэффициенты, определенные для каждого фактора. Это должно стать основной задачей следующего этапа исследований.

Новизной представленного вторыми подхода к оценке защищенности подземных вод от загрязнения является возможность учета физических свойств грунтов, слагающих конкретные площадки городских территорий.

Библиографический список

1. Адельмурзина И. Ф., Зарипова Л. А., Калимуллина Г. С. Оценка природной защищенности пресных подземных вод «сверху» с применением методики // *Астраханский вестник экологического образования*. — 2020. — № 3 (57). — С. 130–137.
2. Белоусова А. П., Агеева И. В., Руденко Е. Э. Оценка защищенности подземных вод юга Европейской части России // *Водные ресурсы*. — 2014. — Т. 41. — № 2. — С. 131–141.
3. ГОСТ 12536—2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. — М.: Стандартинформ, 2014. — 20 с.
4. ГОСТ 5180—2015. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. — М.: Стандартинформ, 2015. — 23 с.
5. ГОСТ 20522—2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. — М.: Стандартинформ, 2013. — 20 с.
6. Грунтоведение / под ред. В. Т. Трофимова. — 6-е изд., — М.: Изд-во МГУ, 2005. — 1024 с.
7. Козловский С. В. Методические аспекты, принципы и последовательность организации геоинформационной системы (ГИС) в инженерной геологии // *Инженерная геология*. — 2010. — № 1. — С. 18–22.
8. Терещенко Н. В., Брик К. И. Оценка охраны подземных вод в городе Гатчина с использованием методов DRASTIC и SINTACS // *Природно-ресурсный потенциал. Экология и устойчивое развитие регионов России: сборник статей XIX Международной научно-практической конференции*. — Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2021.
9. Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации муниципального экологического отходов перерабатывающего комплекса в Неклиновском районе Ростовской области. — ООО «Инженерные изыскания», 2019. — 296 с.
10. Beni Mellal, Sultan Moulay. Cartography of intrinsic aquifer vulnerability to pollution using GOD method: Case study Beni Amir groundwater, Tadla, Morocco // *Journal of Materials and Environmental Sciences*. — 2017. — т. 8. — вып. 3. — С. 1046–1050.
11. Kenna I. S., Chinedu E. E. & Chibuike I. E. A SINTACS GIS-based method for assessing groundwater vulnerability in sedimentary aquifers, South-Eastern, Nigeria // *Arab. J. Geosc.* — 2021. — т. 14. — № 733.
12. Khansivarova N., Kostyuk Y., Bessonova C. Structural and Tectonic Conditions as a Regional Geological Factor of Formation of the Environment in the European Part of Southern Russia // *Journal Solid State Technology*. — 2020. — т. 63. — вып. 3. — С. 2643–2650.
13. Saranya T., Saravanan S. Evolution of a hybrid approach for groundwater vulnerability assessment using hierarchical fuzzy-DRASTIC models in the Cuddalore Region, India // *Environ Earth Science*. — 2021. — вып. 80. — № 179.

APPLICATION OF AN INTEGRAL INDICATOR TO ASSESS THE PROTECTION OF GROUNDWATER ON THE EXAMPLE OF A SOLID WASTE LANDFILL IN THE NEKLINOVSKY DISTRICT OF THE ROSTOV REGION

N. M. Khansivarova, Ph. D. (Geological and Mineralogical Sciences), Associate Professor, Head of the Department of General and Engineering Geology, Southern Federal University, N.Khansivarova@yandex.ru, Rostov-on-Don, Russia,

O. S. Bondareva, Ph. D. (Geographical Sciences), Associate Professor, Department of General and Engineering Geology, Southern Federal University, oksana_bondareva1@mail.ru, Rostov-on-Don, Russia

References

1. Adel'murzina I. F., Zaripova L. A., Kalimullina G. S. *Ocenka prirodnoj zashchishchennosti presnyh podzemnyh vod "sverhu" s primeneniem metodiki* [Assessment of the natural protection of fresh groundwater "from above" using the methodology] // Astrakhan Bulletin of Ecological Education. 2020. No. 3 (57). P. 130—137 [in Russian].
2. Belousova A. P., Ageeva I. V., Rudenko E. E. *Ocenka zashchishchennosti podzemnyh vod yuga Evropejskoj chasti Rossii* [Assessment of groundwater protection in the south of the European part of Russia] // Water resources. 2014. Vol. 41. No. 2. P. 131—141 [in Russian].
3. GOST 12536—2014. *Grunty. Metody laboratornogo opredeleniya granulometricheskogo (zernovogo) i mikroagregatnogo sostava* [GOST 12536—2014. Soils. Methods of laboratory determination of granulometric (grain) and microaggregate composition]. — M.: Standartinform, 2014. 20 p. [in Russian].
4. GOST 5180—2015. *Grunty. Metody laboratornogo opredeleniya fizicheskikh harakteristik* [GOST 5180—2015. Soils. Methods of laboratory determination of physical characteristics]. — Moscow: Standartinform, 2015. 23 p. [in Russian].
5. GOST 20522—2012 *Grunty. Metody statisticheskoy obrabotki rezul'tatov ispytaniy* [GOST 20522—2012 Soils. Methods of statistical processing of test results]. — Moscow: Standartinform, 2013. 20 p. [in Russian].
6. *Gruntovedenie* [Soil science] / ed. by V. T. Trofimov, 6th ed. M.: Publishing House of Moscow State University, 2005. 1024 p. [in Russian].
7. Kozlovskij S. V. *Metodicheskie aspekty, principy i posledovatel'nost' organizacii geoinformacionnoj sistemy (GIS) v inzhenernoj geologii* [Methodological aspects, principles and sequence of the organization of a geoinformation system (GIS) in engineering geology]. M.: Nauka, 2010. No. 1. P. 18—22 [in Russian].
8. Tereshchenko N. V., Brik K. I. *Ocenka ohrany podzemnyh vod v gorode Gatchina s ispol'zovaniya metodov DRASTIC i SINTACS* [Assessment of groundwater protection in Gatchina using DRASTIC and SINTACS methods] // Natural resource potential. Ecology and sustainable development of Russian regions. Collection of articles of the XIX International Scientific and Practical Conference. Penza: Penza State Agrarian University. 2021 [in Russian].
9. *Tekhnicheskij otchet po rezul'tatam inzhenerno-geologicheskikh izyskanij dlya podgotovki proektnoj dokumentacii municipal'nogo ekologicheskogo othodopererabatyvayushchego kompleksa v Neklinovskom rajone Rostovskoj oblasti*. [Technical report on the results of engineering and geological surveys for the preparation of project documentation for the municipal environmental waste processing complex in the Neklinovsky district of the Rostov region]. LLC "Engineering surveys". 2019. Vol. 2. 296 p. [in Russian].
10. Beni Mellal, Sultan Moulay. Cartography of intrinsic aquifer vulnerability to pollution using GOD method: Case study Beni Amir groundwater, Tadla, Morocco. *Journal of Materials and Environmental Sciences*. 2017. Vol. 8, Issue 3, P. 1046—105.
11. Kenna I. S., Chinedu E. E. & Chibuike I. E. A SINTACS GIS-based method for assessing groundwater vulnerability in sedimentary aquifers, South-Eastern, Nigeria. *Arab J Geosci*, 2121, Vol. 14, No. 733.
12. Khansivarova N., Kostyuk Y., Bessonova C. Structural and Tectonic Conditions as a Regional Geological Factor of Formation of the Environment in the European Part of Southern Russia. *Journal Solid State Technology*, 2020. Vol. 63. Issue: 3. P. 2643—2650 [in Russian].
13. Saranya T., Saravanan S. Evolution of a hybrid approach for groundwater vulnerability assessment using hierarchical fuzzy-DRASTIC models in the Cuddalore Region, India. *Environ Earth Sciences*, 2021. Vol. 80, No. 179. [in Russian].

**КОЛОНИИ
ОБЫКНОВЕННОЙ
СЛЕПУШОНКИ
ELLOBIUS TALPINUS
(PALLAS, 1770)
В СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТАХ
УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Е. А. Артемьева, доктор
биологических наук, доцент,
Ульяновский государственный
педагогический университет
им. И. Н. Ульянова,
hart5590@gmail.com, Ульяновск, Россия**

В течение полевых сезонов 2006—2021 гг. выявлены биоэкологические, геохимические и агрохимические особенности степных ландшафтов и биотопов обыкновенной слепушонки *Ellobius talpinus* (Pallas, 1770) (Rodentia, Cricetidae) на территории Ульяновской области. Вид имеет две четко выраженные экологические ниши: для обитания в песчаных степях и обитания в каменистых меловых степях региона. Обыкновенная слепушонка *Ellobius talpinus* (Pallas, 1770) (Rodentia, Cricetidae) — довольно широко распространенный вид землероев-норников, вид-индикатор различных типов степей, с ярко выраженной средообразующей деятельностью. Агрохимические показатели почвы характеризуют возможность развития определенных степных микростадий, в которых формируются специфичные растительные ассоциации. Обыкновенная слепушонка *Ellobius talpinus* выбирает для колоний почвенный субстрат с нейтральной или слабощелочной реакцией, умеренным содержанием фосфора и кальция, высоким содержанием меди и марганца, с умеренным содержанием цинка, без соединений тяжелых металлов (иногда с превышением содержания кадмия в древних слоях материнской породы). Почва на участках колоний должна быть рыхлой (от песка рыхлого и супеси до суглинка легкого и среднего), которая легко выносится наружу при обустройстве камер и ходов, при добычании корневищ, клубней и луковиц кормовых растений. Обыкновенная слепушонка привязана в целом к остепненным и степным ландшафтам, разнотравно-ковыльно-типчаковым степям на материнских песчаных и песчаниковых, меловых и красноцветных породах, выбирает участки со степной растительностью различных вариантов, предпочитая кальцефильные и псаммофильные ассоциации. Землерои-норники, в том числе обыкновенная слепушонка, являются индикаторами степных ландшафтов и сохранности почвы в их биотопах, индикаторами сохранности степных местообитаний.

During the 2006—2021 field seasons, bioecological, geochemical and agrochemical features of steppe landscapes and biotopes of the northern mole rat *Ellobius talpinus* (Pallas, 1770) (Rodentia, Cricetidae) were revealed in the Ulyanovsk region were carried out. The species has two distinct ecological niches: for the sandy steppes and for the stony cretaceous steppes of the region. The northern mole rat *Ellobius talpinus* (Pallas, 1770) (Rodentia, Cricetidae) is a rather widespread species of burrowing earthworms, an indicator species of various types of steppes, with a pronounced environment-forming activity. Agrochemical indicators of the soil characterize the possibility of developing certain steppe microstations, in which specific plant associations are formed. The northern mole rat *Ellobius talpinus* chooses a soil substrate with a neutral or slightly alkaline reaction for colonies, moderate phosphorus and calcium content, high copper and manganese content, moderate zinc content, without heavy metal compounds (sometimes with an excess of cadmium content in the ancient layers of the parent rock). The soil in the areas of the colonies should be loose (from loose sand and sandy loam to light and medium loam), which is easily taken out when arranging chambers and passages, when extracting rhizomes, tubers and bulbs of fodder plants. The northern mole rat is generally attached to steppe and steppe landscapes, forb-feather grass-fescue steppes on maternal sandy and sandstone, chalk and red-colored rocks, chooses burrowing sites with steppe vegetation of various options, preferring calciphilic and psammophilic associations. Burrowing shrews, including the northern mole rat, are indicators of steppe landscapes and the preservation of soil in their biotopes, indicators of the preservation of steppe habitats.

Ключевые слова: обыкновенная слепушонка, землерои-норники, биотоп, почва, ландшафт, степи, Ульяновская область.

Keywords: northern mole rat, burrowing shrews, biotope, soil, landscape, steppes, Ulyanovsk region.

Введение

За последние десятилетия произошли значительные изменения и преобразования степей Среднего Поволжья, что связано с изменениями климатических условий и ландшафтов в регионе. В течение

XX в. усилилась распашка естественных степей на данной территории. Одной из ключевых групп степных сообществ являются землерои-норники, в том числе *Ellobius talpinus* (Pallas, 1770). Специальных исследований популяций данного вида, его

колоний и биотопов в Среднем Поволжье ранее не проводилось, как не проводилось специальных исследований почвенных предпочтений вида [1, 2, 10]. Впервые изучены характеристики ландшафта, растительности и почвы местообитаний колоний *Ellobius talpinus* в регионе.

Цель работы — изучение современного состояния колоний обыкновенной слепушонки *Ellobius talpinus* в условиях центральной части Приволжской возвышенности (Среднее Поволжье).

Материал и методы

В Среднем Поволжье (Ульяновская область) проводились наблюдения и учет колоний *Ellobius talpinus*, фотосъемка земляных выбросов и нор биотопов в течение полевых сезонов 2006—2021 гг. Специальных отловов зверьков не проводилось. Численность колоний *Ellobius talpinus* оценивалась по ранее разработанным методикам [4]. Площадь степей исследуемого региона Среднего Поволжья (Ульяновская область) составляет в целом 1862,5 км² (5 %) от всей площади. Всего учтена 101 колония обыкновенной слепушонки на общей площади 3907 м². Пройдено 367,2 км пеших и 2478,5 км автомобильных маршрутов с целью обнаружения и учета колоний.

Изучение почвенного покрова участков колоний *Ellobius talpinus*

Для определения типа почвы и ее основных характеристик на участках колоний *Ellobius talpinus*, а также оценки ее состояния отбирались почвенные пробы по стандартной методике, определялись механический состав почвы и содержание тяжелых металлов, микро- и макроэлементов из отвалов (выкидов) почвы обыкновенной слепушонки в ее биотопах. Всего исследовано 10 почвенных проб.

Проба почвы 2017 г.: 24.08.2017, Лазоревые холмы (кластер ООПТ «Заказник «Бахтеевские увалы» Старокулаткинского района), подножие мелового холма, перегнойно-карбонатные почвы.

Проба почвы 2018 г.: 20.05.2018, окр. с. Соловчиха Радищевского района, ООПТ «Заказник Богдановский» (кластер «Долина солнечных орлов»), карбонатные черноземы.

Пробы почвы 2019 г.: 27.06.2019, ООПТ «Заказник «Богдановский» Радищевско-

го района (кластер «Долина солнечных орлов»), почвы меловые черноземовидные: 52°58'05,96" с. ш.; 47°48'06,34" в. д.; 28.06.2019, окр. сс. Сытинка, Плетьма Павловского района: 52°37'05,56" с. ш.; 46°49'27,02" в. д., долина реки Каслей-Кадада, пойменный луг, почвы черноземовидные, выходы песчаных пород. 29.06.2019, ООПТ «Акуловская степь» Николаевского района, каменистая меловая степь, выходы мелов, старый меловой карьер, почвы меловые, черноземовидные: 53°04'53,32" с. ш.; 47°23'06,28" в. д.; 29.06.2019, ООПТ «Акуловская степь» Николаевского района, песчаная степь, выходы бурых песков и сливных песчаников, почвы песчаные; 29.06.2019, ООПТ «Акуловская степь» Николаевского района, песчаная степь, выходы розовых ожелезненных песков, почвы песчаные; 9.09.2019, ООПТ «Арбугинская степь» Сенгилеевского района, ковыльно-тырсово-типчаковая степь, супесь.

Пробы почвы 2020 г.: 11.06.2020, Лазоревые холмы (кластер ООПТ «Заказник «Бахтеевские увалы» Старокулаткинского района), подножие меловых холмов, почва черноземовидная, карбонатная.

Пробы почвы 2021 г.: 1.08.2021, окр. с. Мордово Сенгилеевского района, Мордовский залив (ООПТ «Национальный парк «Сенгилеевские горы»), галофитный луг, черноземы.

Анализ почвенных проб на участках колоний выполнен. Определение содержания фосфора (P₂O₅) и калия (K₂O) проведены по методу Чирикова (при pH ≤ 7,0); определение содержания фосфора (P₂O₅) и калия (K₂O) проведены по методу Мачигина (при pH > 7,0). Градация частиц механического состава почвы: от 5 до 10 — песок связный, от 10 до 20 — супесь; частицы физической глины — <0,01 мм. Методика по определению тяжелых металлов (ТМ) в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. ЦИНАО, 1992 г. по общепринятым стандартным методикам ГОСТ 26204—91, 26213—91, 26483—85, Р 50684—94, Р 50686—94 на базе Испытательной лаборатории ФГБУ «САС «Ульяновская».

Результаты

Обыкновенная слепушонка *Ellobius talpinus* (Pallas, 1770) (Rodentia, Cricetidae) — представитель подсемейства Полевочных

(Arvicolinae) — типичный землерой-норник [5; 6]. Обыкновенная слепушонка на большем протяжении ареала и исследованной территории представлена номинативным подвидом *Ellobius talpinus talpinus* (Pallas, 1770). В западных областях ареала (юго-восток и юг Украины, Крым) представлен подвидом *E. t. tanaiticus* Zubko [5, 6, 8].

Ellobius talpinus, обычная в 1920-х гг., стала малочисленной в степях Волго-Уральского междуречья уже к концу 1940-х — началу 1950-х гг. Ее численность остается на низком уровне и в настоящее время. На территории Среднего Поволжья находится на северной границе ареала. Зверек обитает в Правобережье на немногочисленных участках целины, предпочитая придорожные кюветы, склоны балок, где благодаря повышенной влажности даже в засуху сохраняется зеленая растительность [1]. При рытье нор выбрасывает на поверхность нарытую землю — поднимает ее головой, как на лопате, и тут же вновь скрывается в куче нарытой земли. В отличие от других грызунов, для этого она пользуется верхними резцами, направленными вперед и вниз, а лапы используют только для перемещения разрыхленного грунта. Отверстие норы затыкает земляной пробкой. На территории Среднего Поволжья *Ellobius talpinus* является фоновым видом степей, имеет относительно невысокую численность [1]. Лимитирующие факторы: зимний гололед, малоснежные и суровые зимы с глубоким промерзанием почвы, весеннее затопление нор талой водой, хищные млекопитающие и птицы, ласки и змеи, распашка степей, постоянное орошение.

Вырыстайкинская колония *Ellobius talpinus*. Находится в окр. с. Вырыстайкино Сенгилеевского района, овраг Тубаик (ООПТ «Вырыстайкинская степь», кластер национального парка «Сенгилеевские горы»). 30.04—3.05.2009 в окр. с. Вырыстайкино Сенгилеевского района обнаружены 3 поселения, 82 отвала почвы. Площадь колонии составляет 129 м². Средняя относительная плотность вида составляет 3 поселения на 1 га или 1 км маршрута. Относительная численность колоний составляет 34,5 особи, 0,035 особей на 1 га [3].

Шиловская колония *Ellobius talpinus*. Находится на территории ООПТ «Шиловская лесостепь» Сенгилеевского района

(кластер национального парка «Сенгилеевские горы»). 5.05.2019 в окр. с. Шиловка, на территории ООПТ «Шиловская лесостепь», в каменистой меловой степи обнаружено шесть колоний, 210 отвалов почвы, на участке площадью 276 м². 9.09.2019 в окр. с. Шиловка обнаружены две колонии, 39 отвалов почвы, площадь участка колонии составляет 126 кв. м. 8.05.2021 в Шиловской меловой каменистой степи обнаружено одно поселение — 19 отвалов почвы, 40 м². Площадь колоний составляет 442 м². Средняя относительная плотность вида составляет девять поселений на 1 га или 1 км маршрута. Относительная численность колоний составляет 103,5 особи, 0,104 особи на 1 га.

Арбугинская колония *Ellobius talpinus*. Находится на территории ООПТ «Арбугинская степь» Сенгилеевского района (кластер национального парка «Сенгилеевские горы»). 9.09.2019 по р. Арбуга, на территории ООПТ «Арбугинская каменистая степь» обнаружено одно поселение. У подножия холмов Арбуги обнаружены выбросы почвы 22 отвала почвы, 46 м². 8.05.2021 в Арбугинской меловой каменистой степи обнаружено одно поселение — 25 отвалов почвы, 50 м². Площадь колоний составляет 96 м². Средняя относительная плотность вида составляет 2 поселения на 1 га или 1 км маршрута. Относительная численность колоний составляет 11,5 особей, 0,012 особей на 1 га.

Состав выброса почвы *Ellobius talpinus* на участке Арбугинской колонии в тырсово-типчаково-ковыльной степи на мелах приведены ниже. Результаты анализа содержания тяжелых металлов в почве участка колонии представлены в таблице 1.

Почва участка Арбугинской колонии *Ellobius talpinus* характеризуется следующими агрохимическими и механическими особенностями: pH нейтральная (7,5); содержание органического вещества среднее (6,0); содержание фосфора повышенное (40); содержание калия очень высокое (>1000); содержание кальция очень высокое (24,7); содержание магния среднее (1,9); содержание серы низкое (4,0); содержание меди среднее (2,9); содержание цинка среднее (3,20); содержание марганца высокое (22,0); механический состав почвы — суглинок средний (33,6). Содержание тяжелых металлов не превышает допустимые ПДК.

Мордовская колония *Ellobius talpinus*. Находится на территории ООПТ Нацпарк «Сенгилеевские горы» Сенгилеевского района. 1.08.2021 в окр. с. Мордово, на берегу Мордовского залива, на галофитном лугу обнаружены шесть колоний, 160 отвалов почвы. Площадь колоний составляет 282 м². Средняя относительная плотность вида составляет шесть поселений на 1 га или 1 км маршрута. Относительная численность колоний составляет 69 особей, 0,069 особей на 1 га.

Биотопы: галофитный луг по берегу Мордовского залива Куйбышевского водохранилища. Кормовая база включает ирис желтый, дербенник иволистный, прибрежные и луговые корневищные виды растений.

Состав выброса почвы *Ellobius talpinus* на участке Алешкинской колонии данного вида на галофитном лугу, расположенного по берегу Мордовского залива, приведен ниже. Результаты анализа содержания тяжелых металлов в почве участка колонии представлены в таблице 2.

Почва участка Алешкинской колонии *Ellobius talpinus* характеризуется следующими показателями: pH нейтральная (6,4); содержание органического вещества очень высокое (10,6); содержание фосфора среднее (80); содержание калия очень высокое (310); содержание кальция повышенное (14,3); содержание магния высокое (3,8); содержание серы высокое (15,0); содержание меди высокое (6,6); содержание цинка низкое (0,96); содержание марганца высокое (38,2); механический состав

почвы — суглинок средний (35,5). Содержание тяжелых металлов не превышает допустимые ПДК.

Суруловская колония *Ellobius talpinus*. Находится на территории ООПТ «Суруловская лесостепь» Новоспасского района. 13—15.05.2017 в окр. с. Суруловка Новоспасского района обнаружены пять колоний в Суруловской лесостепи, 165 отвалов почвы. Площадь участка колонии составляет 363 м². 18—20.05.2018 в окр. с. Суруловка, в Суруловской лесостепи Новоспасского района обнаружены многочисленные отвалы почвы вдоль мелового холма, у его подножия и на склонах, вершине холма — обнаружены три колонии, 102 отвала почвы. Площадь участка колонии составляет 250 м². Площадь колоний составляет 613 м². Средняя относительная плотность вида составляет восемь поселений на 1 га или 1 км маршрута. Относительная численность колоний составляет 34,5 особей, 0,035 особей на 1 га.

Марьевская колония *Ellobius talpinus*. Находится на территории ООПТ «Марьевская лесостепь» Новоспасского района. 2.05.2009 в окр. с. Марьевка Новоспасского района (ООПТ «Марьевская степь») обнаружены семь колоний, 210 отвалов почвы. Площадь участка составляет 357 м². Колонии расположены в песчаной степи, по песчаному берегу в пойме р. Сызранка, с выходами солончаков, по овражно-балочной системе. 1—4.05.2010 в окр. с. Марьевка Новоспасского района (ООПТ «Марьевская степь») обнаружено две колонии, 45 отвалов почвы. Площадь участ-

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов (ТМ) в почвенных пробах (валовое содержание подвижных форм минеральных веществ) в биотопах *Ellobius talpinus* в национальном парке «Сенгилеевские горы» (каменистая меловая степь)

Пробы	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг	Ni, мг/кг
9.09.2019, Арбугинская колония	17,7	74,5	5,4	0,34	51,5
ПДК	55,0	100,0	32,0	3,0	85,0

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов (ТМ) в почвенных пробах (валовое содержание подвижных форм минеральных веществ) в биотопах *Ellobius talpinus* в национальном парке «Сенгилеевские горы» (галофитный луг)

Пробы	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг	Ni, мг/кг
1.08.2021, Мордовская колония	17,1	30,3	10,9	0,45	55,5
ПДК	55,0	100,0	32,0	3,0	85,0

ка составляет 120 м². Площадь колоний составляет 477 м². Средняя относительная плотность вида составляет девять поселений на 1 га или 1 км маршрута. Относительная численность колоний составляет 103,5 особей, 0,103 особей на 1 га.

Васильевская колония *Ellobius talpinus*. Находится на территории ООПТ «Васильевская лесостепь» Новоспасского района. 1—4.05.2010 в окр. с. Васильевка Новоспасского района (ООПТ «Васильевская степь»), в песчаной степи, по песчаному берегу в пойме р. Кубра, в овражно-балочной системе обнаружены две колонии, 48 отвалов почвы. Площадь участка колоний составляет 160 м². Средняя относительная плотность вида составляет два поселения на 1 га или 1 км маршрута. Относительная численность колоний составляет 23 особи, 0,023 особей на 1 га.

Акуловская колония *Ellobius talpinus*. Находится на территории ООПТ «Акуловская лесостепь» Николаевского района, которая расположена на водоразделе правого берега р. Ардоват (правого притока р. Канадей) в 8 км к югу от с. Прасковьино и в 4 км западнее с. Куроедово Николаевского района. 8—13.06.2010 в окр. с. Акуловка Николаевского района — ООПТ «Акуловская степь» в песчаной перистокосовильно-типчаковой степи на розовых ожелезненных песках и меловой каменистой степи, по овражно-балочной системе обнаружено 11 колоний, 385 отвалов почвы. Площадь участка колоний составляет 489 м². 27.07.2016 в Акуловской песчаной степи на розовых песках с ожелезненным сливным песчаником обнаружена одна колония, 21 отвал почвы. Площадь участка колонии составляет 36 м². Площадь колоний составляет 525 м². Средняя относительная плотность вида составляет

12 поселений на 1 га или 1 км маршрута. Относительная численность колоний составляет 138 особей, 0,138 особей на 1 га.

Состав выброса почвы *Ellobius talpinus* на участках Акуловской колонии в песчаной и каменистой меловой степях показан ниже. Результаты анализа содержания тяжелых металлов в почве участка колонии приведены в таблица 3.

Почва участка колонии *Ellobius talpinus* на территории ООПТ «Акуловская степь» характеризуется следующими агрохимическими и механическими особенностями: рН нейтральная (6,1—7,3); содержание органического вещества очень низкое и низкое или отсутствует вовсе (0,6—3,9); содержание фосфора от очень низкого до очень высокого (15—118); содержание калия от очень низкого до очень высокого (8—490); содержание кальция от низкого до повышенного (3,7—10,6); содержание магния очень низкое и низкое (0,4—0,6); содержание серы от низкого до среднего (1,0—7,5); содержание меди от низкого до среднего (0,2—1,8); содержание цинка от низкого до высокого (0,46—5,30); содержание марганца от низкого до высокого (1,5—52,0); механический состав почвы — от песка рыхлого до суглинка среднего (1,0—32,5). Анализ данной почвенной пробы показал, что превышение ПДК содержания кадмия (5,6 мг/кг), вероятно, связано с древним возрастом юрских и триасовых отложений меловых пород, палеогеновых сливных песчаников, с одной стороны, и с возможной аккумуляцией залежей нефти (недалеко находятся точки добычи нефти и нефтепровод) — с другой (табл. 3).

Варваровская колония *Ellobius talpinus*. Находится на территории ООПТ «Варваровская степь» Николаевского района, в

Таблица 3

Содержание тяжелых металлов (ТМ) в почвенных пробах (валовое содержание подвижных форм минеральных веществ) в биотопах *Ellobius talpinus* в Акуловской степи (каменистая меловая и песчаная степи)

Пробы	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг	Ni, мг/кг
29.06.2019, Акуловская колония, каменистая меловая степь	9,2	85,6	24,7	5,6	31,6
29.06.2019, Акуловская колония, песчаная степь на бурых песках	2,0	8,9	2,8	0,43	13,7
29.06.2019, Акуловская колония, песчаная степь на розовых песках	0,87	3,8	1,2	0,30	3,1
ПДК	132,0	220,0	130,0	2,0	80,0

4 км к северо-востоку от с. Куроедово Николаевского района. 8—13.06.2010, окр. с. Варваровка Николаевского района — ООПТ «Варваровская степь», в ковыльно-разнотравной песчаной степи по овражно-балочной системе обнаружено шесть колоний, 180 отвалов почвы. Площадь участка составляет 249 м². 28.07.2016 в Варваровской песчаной степи на желтых и розовых ожелезненных песках обнаружено четыре колонии, 76 отвалов почвы. Площадь участка колонии составляет 117 м². Площадь колоний составляет 366 м². Средняя относительная плотность вида составляет 10 поселений на 1 га или 1 км маршрута. Относительная численность колоний составляет 115 особей, 0,115 особей на 1 га.

Соловчихинская колония *Ellobius talpinus*. Находится на территории ООПТ «Богдановский заказник», окр. с. Соловчиха Радищевского района. 11—17.07.2006 в окр. с. Соловчиха Радищевского района, на территории заказника «Богдановский», в кластере «Долина солнечных орлов», в каменистой меловой степи обнаружена одна колония, 25 отвалов почвы на участке 37 м². 2.07.2010 в окр. с. Соловчиха Радищевского района, на территории заказника «Богдановский», в каменистой меловой степи, по обочине меловой дороги обнаружен меланист темно-серо-черноватой окраски. Зверек на несколько секунд показал мордочку из норки, после чего сразу же скрылся в ней, заткнув отверстие земляной пробкой. Обнаружена одна колония, 23 отвала почвы на участке 34 кв. м. 13—15.05.2017 в окр. с. Соловчиха Радищевского района обнаружены пять колоний, 98 отвалов почвы на участке 163 м². 10—14.06.2020 в окр. с. Соловчиха Радищевского района, в каменистой меловой степи обнаружены норы обыкновенной слепушонки по обочине дороги к пруду. У подножия шихана Святогор обнаружена одна колония, 26 отвалов почвы на

площади 32 м². Площадь колоний составляет 266 м². Средняя относительная плотность вида составляет восемь поселений на 1 га или 1 км маршрута. Относительная численность колоний составляет 92 особи, 0,092 особей на 1 га.

Состав выброса почвы *Ellobius talpinus* на участке Соловчихинской колонии в каменистой меловой степи на плакорных участках показан ниже. Результаты анализа содержания тяжелых металлов в почве участка колонии представлены в табл. 4.

Почва участка колонии *Ellobius talpinus* на территории ООПТ «Заказник «Богдановский» характеризуется следующими агрохимическими и механическими особенностями: рН нейтральная (6,5—7,3); содержание органического вещества от высокого до очень высокого (8,8—21,8); содержание фосфора очень высокое (80—220); содержание калия от высокого до очень высокого (450,0); содержание кальция высокое (16,1—17,0); содержание магния среднее (1,4—1,5); содержание серы среднее (6,0—9,0); содержание меди от среднего до высокого (2,8—5,2); содержание цинка высокое (9,0—16,2); содержание марганца высокое (51,0—118,0); механический состав почвы — от суглинка легкого до суглинка среднего (28,9—35,4). Анализ данной почвенной пробы показал, что превышение ПДК содержания кадмия (3,2—3,9 мг/кг), вероятно, связано с древним возрастом юрских и триасовых отложений меловых пород, с одной стороны, и с возможной аккумуляцией продуктов нефтепереработки (солярка, бензин) — с другой (табл. 4).

Бахтеевская колония *Ellobius talpinus*. Находится на территории ООПТ «Заказник «Бахтеевские увалы» Старокулаткинского района. 18—24.05.2009 в окр. сел Бахтеевка, Чувашская Кулатка, Зарыклей Старокулаткинского района, в каменистой меловой степи, по овражной системе

Таблица 4

Содержание тяжелых металлов (ТМ) в почвенных пробах (валовое содержание подвижных форм минеральных веществ) в биотопах *Ellobius talpinus* в заказнике «Богдановский»

Пробы	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг	Ni, мг/кг
20.05.2018, Соловчихинская колония	12,8	33,8	31,0	3,9	53,5
27.06.2019, Соловчихинская колония	18,5	69,0	26,5	3,2	36,5
ПДК	132,0	220,0	130,0	2,0	80,0

степных балок с пионом тонколиственным обнаружено 10 колоний, 285 отвалов почвы на участке 337 м². 29.06.—5.07.2009 в окр. с. Радищево, на Лазоревых холмах (кластер ООПТ «Заказник «Бахтеевские увалы»), в каменистой меловой степи, на меловых холмах обнаружены две колонии, 49 отвалов почвы на участке 164 м². Площадь колоний составляет 501 м². Средняя относительная плотность вида составляет 12 поселений на 1 га или 1 км маршрута. Относительная численность колоний составляет 138 особей, 0,138 особей на 1 га.

Состав выброса почвы *Ellobius talpinus* на участке Бахтеевской колонии в тырсово-типчаково-ковыльной степи на мелах в кластере «Лазоревые холмы» приведен ниже. Результаты анализа содержания тяжелых металлов в почве участка колонии представлены в табл. 5.

Почва участка колонии *Ellobius talpinus* в кластере «Лазоревые холмы» заказника «Бахтеевские увалы» характеризуется следующими показателями: pH нейтральная (7,1—7,6); содержание органического вещества от среднего до очень высокого (6,0—15,9); содержание фосфора от высокого до очень высокого (55,0—78,0); содержание калия от низкого до высокого (180—430); содержание кальция от высокого до очень высокого (16,3—32,1); содержание магния от низкого до среднего (0,9—1,5); содержание серы низкое (3,0—4,0); содержание меди среднее (1,6—1,9); содержание цинка от среднего до высокого (4,9—5,3); содержание марганца высокое (31,3—39,8); механический состав почвы — от суглинка легкого до суглинка среднего (23,1—36,4). Содержание тяжелых металлов не превышает допустимые ПДК.

Шиковская колония *Ellobius talpinus*. Находится на территории ООПТ «Шиковская степь», «Андреевская степь» в окр.

сс. Шиковка и Новая Андреевка Павловского района. 5—10.05.2009 в 9 км к западу от с. Шиковка, 3 км к северу от с. Новая Андреевка Павловского района, в песчаной степи, в пойме р. Мостяк (приток р. Избалык), на надпойменных террасах, по мощным системам оврагов и балок обнаружено 11 колоний, 275 отвалов почвы на площади участка 407 м². Средняя относительная плотность вида составляет 11 поселений на 1 га или 1 км маршрута. Относительная численность колоний составляет 126,5 особей, 0,127 особей на 1 га.

Почва биотопов участков колоний *Ellobius talpinus* характеризуется следующими показателями: pH близко к нейтральной (5,7); содержание органического вещества очень низкое (1,6); содержание фосфора повышенное (140); содержание калия очень высокое (255); содержание кальция повышенное (10,2); содержание магния повышенное (2,2); содержание серы низкое (4,0); содержание меди среднее (2,5); содержание цинка низкое (1,23); содержание марганца низкое (7,8); механический состав почвы — супесь (13,9). Содержание тяжелых металлов не превышает допустимые ПДК.

Численность полной развитой семьи *Ellobius talpinus* составляет 15—20 особей. Численность молодой семьи *Ellobius talpinus* составляет 3—6 особей [4]. Оценка суммарной численности в колониях составляет от 3 до 240 особей, в среднем 121,5 особи, 0,122 особи на 1 га. Расчет численности вида на исследованной площади — 0,031 особь/га, на площади биотопов колоний (3907 м²). Численность вида в песчаных степях — 391 особь на 1 га, 0,329 особей на 1 га (1187 м²). Численность вида в каменистых меловых степях — 701,5 особь/га, 0,288 особей на 1 га (2438 м²). Численность вида на галофит-

Таблица 5

Содержание тяжелых металлов (ТМ) в почвенных пробах (валовое содержание подвижных форм минеральных веществ) в биотопах *Ellobius talpinus* в заказнике «Богдановский»

Пробы	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг	Ni, мг/кг
24.08.2017, Бахтеевская колония, Лазоревые холмы, меловая степь	11,65	49,58	11,48	0,285	19,78
11.06.2020, Бахтеевская колония, Лазоревые холмы	15,3	57,6	5,4	0,970	53,7
ПДК	132,0	220,0	130,0	2,0	80,0

ных лугах — 69 особей/га, 0,245 особей на 1 га (282 м²). На песчаных аренах колонии обыкновенной слепушонки имеют меньшую численность, но большую плотность по сравнению с колониями на меловых аренах, что, вероятно, связано с меньшей плотностью песчаного субстрата по сравнению с меловыми почвами. Другой причиной может выступать меньшая сохранность песчаных степей в регионе по сравнению с каменистыми меловыми степями.

Число колоний *Ellobius talpinus* в песчаных степях региона составляет 34 колонии на общей площади участков 1187 м². Число колоний *Ellobius talpinus* в каменистых меловых степях региона составляет 61 колонию на общей площади 2438 м². На галофитных лугах отмечено всего шесть колоний *Ellobius talpinus* на площади 282 м². Таким образом, в изучаемом регионе к настоящему времени выявлено 101 колония данного вида на общей площади 3907 м². В процентном соотношении: в различных вариантах песчаных степей обитает 33,67 % колоний, в каменистых меловых степях — 60,39 % колоний, на галофитных лугах — 5,94 % колоний в Среднем Поволжье. Обыкновенная слепушонка часто выбирает для своих колоний каменистые меловые степи на карбонатных черноземах и галофитные луга при условии, что они не затопляются паводком весной. Песок как субстрат для копания нор более пригоден, нежели черноземы или другие типы почвогрунтов. При использовании песчаных почв зверьком меньше затрачивается усилий, песчаный грунт гораздо легче копается. В случае распахивания каменистых меловых степей *Ellobius talpinus* охотно осваивает под колонии песчаные степи, даже варианты кустарниковых песчаных степей, вейниковых песчаных степей. Часто именно песчаные степи стано-

вятся рефугиумами ее колоний в условиях нарушения естественных местообитаний вида. Галофитные луга осваиваются видом в крайних случаях при условии, что они не затопляются в весенний период и содержат много видов растений кормовой базы.

Для *Ellobius talpinus* ведущую роль в среде обитания ее колоний играет эдафический фактор, связанный с механическим и химическим составом почвы, который обуславливает выбор зверьками для устройства колоний участки биотопов. Колонии обыкновенной слепушонки, как правило, расположены в степных ландшафтах правобережья р. Волга, в развитых овражно-балочных системах, по склонам оврагов и меловых холмов, в каменистых меловых степях и в песчаных степях. Растительность участков колоний представлена различными вариантами разнотравно-ковыльно-типчаковых степей на песках и на карбонатных черноземах.

Почвенный покров участков колоний характеризуется следующими особенностями. Для биотопов песчаных степей почвенные показатели участков колоний *Ellobius talpinus* следующие: pH нейтральная (6,1—7,3), содержание органического вещества очень низкое или отсутствует вовсе (0—0,6); содержание фосфора очень низкое (15—50); содержание калия очень низкое (8—15); содержание кальция от низкого до среднего (3,7—9,0); содержание магния очень низкое (0,4—0,5); содержание серы от низкого до среднего (1,0—7,5); содержание меди низкое (0,2—0,8); содержание цинка низкое (0,46—1,24); содержание марганца низкое (1,5—6,7); механический состав почвы — песок рыхлый (1,0—3,2).

Для биотопов каменистых меловых степей почвенные показатели участков коло-

Таблица 6

Содержание тяжелых металлов (ТМ) в почвенных пробах (валовое содержание подвижных форм минеральных веществ) в биотопах *Ellobius talpinus* в Павловском районе

Пробы	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг	Ni, мг/кг
28.06.2019, Павловский район, села Сытинка, Плетьма, долина реки Каслей-Кадада, луг поймы. Почвы черноземовидные, песчанистые выходы	6,4	16,2	5,7	0,75	10,7
ПДК	132,0	220,0	130,0	2,0	80,0

ний *Ellobius talpinus* следующие: pH нейтральная (6,5—7,6), содержание органического вещества от среднего до очень высокого (6,0—21,8); содержание фосфора от высокого до очень высокого (55—220); содержание калия от высокого до очень высокого (330—1000); содержание кальция от высокого до очень высокого (16,1—32,1); содержание магния от низкого до среднего (0,6—1,9); содержание серы от низкого до среднего (2,0—9,0); содержание меди среднее (1,6—2,9); содержание цинка высокое (5,3—16,2); содержание марганца высокое 22,0—52,0); механический состав почвы — от супеси до суглинка среднего (13,9—36,4).

Почвы на участках колоний *Ellobius talpinus*, как правило, не загрязнены тяжелыми металлами (иногда с превышением содержания кадмия в древних слоях почвы) и достаточно рыхлые (песок рыхлый, супесь, суглинок легкий, суглинок средний). Механический состав почв на участках колоний представлен, как правило, супесями и легкими суглинками, которые достаточно легко поддаются раскапыванию и вынесению на поверхность.

Почвенные показатели являются своеобразным зеркалом ландшафта, в котором обитают виды биоты и отражением его фаунистического наполнения, которое в свою очередь обусловлено геохимическими (агрохимическими) особенностями биотопов, входящими в состав ландшафта. Отдельные виды животных могут различаться по величине и значимости средообразующего эффекта, который они способны вызвать. Одним из таких видов-эдификаторов песчаных и каменистых меловых степей Среднего Поволжья является *Ellobius talpinus*. Результирующий эффект зоогенного средообразования отражает зонально-географическую специфичность региона. Роющая деятельность обыкновенной слепушонки способствует сохранению степных ООПТ региона.

Заключение

Таким образом, роющая деятельность *Ellobius talpinus* связана с выбором определенных характеристик почвы: нейтральная среда, достаточное плодородие, высокое содержание меди и марганца, отсутствие соединений тяжелых металлов. Механический состав почвы участков колоний представлен песком или супесью, либо

легким и средним суглинками, что важно при формировании нор в колонии и добытии корневищ, клубней и луковиц кормовых растений.

Экологическая ниша *Ellobius talpinus* в песчаных степях. В типчаковых степях фитоценоз участков колоний обыкновенной слепушонки включает доминантные виды псаммофильного комплекса: цмин песчаный *Helichrysum arenarium*, типчак *Festuca valesiaca*, пырей промежуточный *Elytrigia intermedia*, житняк гребневидный *Agropyron pectinatum*, полынь австрийская *Artemisia austriaca*, полынь Маршалла *Artemisia marschalliana*. Колонии также могут занимать участки вторичных степей и фрагментах суходольных лугов с вейником наземным *Calamagrostis epigeios*, который способен образовывать вейниковые моновидовые сообщества — первичные и вторичные вейниковые пустоши.

Экологическая ниша *Ellobius talpinus* в меловых степях. В каменистых меловых степях фитоценоз участков колоний имеет следующий состав: шалфей поникающий *Salvia nutans* L., адонис весенний *Adonis vernalis* L., истод сибирский *Polygala sibirica* L., скабиоза исетская *Scabiosa isetensis* L., шаровница (глобулярия) крапчатая *Globularia punctata* L., ирис карликовый *Iris pumila* L., ирис безлистный *Iris aphylla* L., эфедра двуколосковая *Ephedra distachya*, др.

Землерои-норники, в том числе *Ellobius talpinus*, являются индикаторами сохранности степных ландшафтов и почвы степей. Положительная роль обыкновенной слепушонки в сохранении степных ландшафтов и почвы заключается в значительном механическом и химическом воздействии на почву, улучшении почвенных показателей и свойств, обогащении почвы органическими веществами. Роющая деятельность обыкновенной слепушонки способствует проникновению в почву воздуха и влаги, улучшает гидро-термический режим, сложение, состав и структуру почвы.

Благодарности. Автор выражает благодарность Л. А. Масленниковой и А. В. Масленникову за определение растений степной флоры, сотрудникам Испытательной лаборатории ФГБУ «САС «Ульяновская» за проведение анализа почвенных проб. Особую благодарность автор выражает И. В. Загороднюку за консультации.

Библиографический список

1. Абрахина И. Б., Осипова В. Б., Царев Г. Н. Позвоночные животные Ульяновской области. — Ульяновск: «Симбирская книга», 1993. — 246 с.
2. Артемьева Е. А., Калинина Д. А. К геохимии гнездопригодных биотопов наземногнездящихся птиц воробьинообразных птиц (Aves, Passeriformes) в Ульяновской области (Среднее Поволжье) // *Экология урбанизированных территорий*. — 2019. — № 1. — С. 93—98.
3. Артемьева Е. А., Масленников А. В., Масленникова Л. А. др. Новые и перспективные ООПТ Ульяновской области. — Ульяновск: Издательство «Корпорация технологий продвижения», 2017. — 268 с.
4. Евдокимов Н. Г. Популяционная экология обыкновенной слепушонки / Отв. ред. К. И. Бердюгин. — Екатеринбург: Изд-во «Екатеринбург», 2001. — 142 с.
5. Коробченко М. А. Сліпущок (*Ellobius talpinus*) на піщаних аренах долини річки Деркул (Ростовська і Луганська області) // *Раритетна теріофауна та її охорона. Праці Теріологічної школи*, 2008. — № 9. — С. 228—231.
6. Коробченко М. А., Загороднюк І. В. Землерийна діяльність сліпущка (*Ellobius talpinus*) та характеристика його порів // *Вісник Луганського університету, Біологічні науки*. — 2008. — № 14. — Вып. 153. — С. 56—62.
7. Мильков Ф. Н. Физическая география: учение о ландшафте и географическая зональность. — Воронеж: Изд-во ВГУ, 1986. — 328 с.
8. Павлинов И. Я., Крусков С. В., Варшавский А. А., Борисенко А. В. Наземные звери России: Справочник-определитель. — М.: Изд-во КМК, 2002. — 298 с.
9. Природные условия Ульяновской области. — Казань: Издательство Казанского университета, 1978. — 328 с.
10. Artemyeva E. A., Grudinin D. A. To the study of the nesting cycle of yellow wagtail within the Steppe Research Station “Orenburg Tarpania” // Ninth International Symposium “Steppes of Northern Eurasia”, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. — 2021. — 817 (012005).

COLONY OF THE NORTHERN MOLERAT *ELLOBIUS TALPINUS* (PALLAS, 1770) IN STEPPE LANDSCAPES OF THE ULYANOVSK REGION

E. A. Artemyeva, Doctor habil. (Biological Sciences), assoc. professor, Ulyanovsk State Pedagogical University named after I. N. Ulyanova, hart5590@gmail.com, Ulyanovsk, Russia

References

1. Abrahina I. B., Osipova V. B., Carev G. N. *Pozvonochnye zhivotnye Ulyanovskoy oblasti* [Abrahina I. B., Osipova V. B., Tsarev G. N. Vertebrates of the Ulyanovsk Region]. — Ulyanovsk: “Simbirskaya book”, 1993. 246 p. [in Russian].
2. Artem'eva E. A., Kalinina D. A. *K geohimii gnezdogodnykh biotopov nazemnognezdyashchihsya ptic vorob'inoobraznykh ptic (Aves, Passeriformes) v Ulyanovskoy oblasti (Srednee Povolzh'e)* [Artemyeva E. A., Kalinina D. A. On the geochemistry of nesting biotopes of ground-nesting passerine birds (Aves, Passeriformes) in the Ulyanovsk region (Middle Volga region)] // *Ecology of Urbanized Territories*, 2019. No. 1. P. 93—98.
3. Artem'eva E. A., Maslennikov A. V., Maslennikova L. A., Korepov M. V. and other [New and promising PAS of the Ulyanovsk Region]. — Ulyanovsk: Promotion Technologies Corporation Publishing House, 2017. 268 p. [in Russian].
4. Evdokimov N. G. *Populyacionnaya ekologiya obyknovenoj slepushonki* [Population ecology of the common mole vole]. — Ekaterinburg: Publ. “Ekaterinburg”, 2001. 142 p. [in Russian].
5. Korobchenko M. A. Slipushok (*Ellobius talpinus*) na pishchanih arenah dolini richki Derkul (Rostovs'ka i Lugans'ka oblasti) [(*Ellobius talpinus*) in the sandy arenas of the Derkul river valley (Rostov and Luhansk regions)] // *Rare theriofauna and its protection. Proceedings of the Theological School*, 2008. No. 9. P. 228—231 [in Ukraine].
6. Korobchenko M. A., Zagorodnyuk I. V. Zemlerijna diyal'nist' slipushka (*Ellobius talpinus*) ta charakteristika jogo poriiv [Earthwork activity of *Ellobius talpinus* and characteristics of its pores] // *Bulletin of the University of Luhansk, Biological Sciences*, 2008. No. 14 (153). P. 56—62 [in Ukraine].
7. Mil'kov F. N. *Fizicheskaya geografiya: uchenie o landshafte i geograficheskaya zonal'nost'* [Physical geography: the doctrine of the landscape and geographic zoning]. — Voronezh: Publ. VGU, 1986. 328 p.
8. Pavlinov I. Ya., Kruskov S. V., Varshavskij A. A., Borisenko A. V. *Nazemnye zveri Rossii. Spravochnik-opredelitel'* [Terrestrial animals of Russia. Reference guide]. — Moscow: KMK Publishing House, 2002. 298 p. [in Russian].
9. *Prirodnye usloviya Ulyanovskoy oblasti* [Natural conditions of the Ulyanovsk region]. — Kazan: Kazan University Press, 1978. 328 p. [in Russian].
10. Artemyeva E. A., Grudinin D. A. To the study of the nesting cycle of yellow wagtail within the Steppe Research Station “Orenburg Tarpania” // Ninth International Symposium “Steppes of Northern Eurasia”, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021. 817(012005) [in English].

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СТАНОВЛЕНИЯ ГИДРОМОРФНО- БОЛОТНОГО ЛАНДШАФТА ПОДМОСКОВЬЯ С ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКОЙ ЕГО СОСТОЯНИЯ

Л. И. Бойценюк, кандидат биологических наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия и растениеводства ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», Москва, Россия,
В. С. Груздев, доктор географических наук, доцент, заведующий кафедрой строительства ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», Москва, Россия,
С. В. Суслов, кандидат географических наук, доцент кафедры земледелия и растениеводства ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», Москва, Россия,
М. А. Хрусталева, кандидат географических наук, старший научный сотрудник кафедры физической географии ФГБОУ ВО «МГУ им. М. В. Ломоносова», Москва, Россия,
М. В. Ларионов, доктор биологических наук, профессор кафедры земледелия и растениеводства ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», Москва, Россия

В статье рассмотрен вопрос разнообразия гидроболотных комплексов Государственного природного заказника областного значения «Верховое болото Раменское», расположенного в пределах Дмитровского лесничества Подмосковья с целью оптимизации использования территории. Авторами изучен и определен состав жизненных форм растений — гигро-, гидро- и мезофитов, произрастающих на территории заказника. Выявлен преимущественно болотный тип почвообразования, обусловленного постоянным переувлажнением ландшафтов заказника. В процессе полевых исследований выполнены геоботанические описания растительного покрова различных точек заказника, исследованы типы почв. Горизонтальная структура болотных сообществ характеризуется наличием синузий, микроценозов и связанных с неоднородностью болотных экотопов, режимом уровня болотно-грунтовых вод, химизмом, проточностью вод и другими факторами. В статье обращено внимание на то, что болотные ландшафты играют особую роль в хозяйственном освоении земель. Характер распределения, размеры, конфигурация, состав и структура болот обусловлены историей их формирования, климатическими факторами. Выявлено, что на территории заказника в составе растительных сообществ присутствуют редкие и исчезающие виды. Торфяные болота сохраняют информацию о растительности, климате прошлых веков. Гидроболотные комплексы играют значительную роль в поддержании гидрологического баланса ландшафта и сохранении его в стабильном состоянии.

The article considers the issue of the hydro complexes diversity of the regional Ramenskoye High Bog State Nature Reserve, located within the Dmitrovsky forestry in the Moscow region in order to optimize its land use. The authors studied and determined the composition of life forms of plants — hygro-, hydro and mesophytes growing on the territory of the reserve. A predominantly swamp type of soil formation was revealed, as a result of constant waterlogging of the reserve territory. In the process of field studies, geobotanical descriptions of the vegetation cover of various points of the reserve were made, soil types were studied. The horizontal structure of bog communities is characterized by the presence of synusia, microcenoses, and associated with the heterogeneity of bog ecotopes, its bog-groundwater level, chemistry, water flow and other factors. The article draws attention to the fact that marsh landscapes play a special role in the economic development of lands. The nature of distribution, size, configuration, composition and structure of swamps are determined by the history of their formation, climatic factors. It was revealed that rare and endangered species are present in the composition of plant communities in the territory of the reserve. Peat bogs retain information about the vegetation and climate of past centuries. Hydro marsh complexes play a significant role in maintaining the hydrological balance of the landscape and keep it in a stable state.

Ключевые слова: болота: верховые, низинные, сфагновые, Красная книга, памятники природы, рекреация.

Keywords: bog: riding, low-lying, sphagnum, Red Book, natural monuments, recreation.

Введение

Гидроболотный комплекс — это целостный природный комплекс, где три основных его компонента — переизбыток влаги, органические отложения в виде торфа и специфическая растительность — определяют существования друг друга и экосистемы в целом. Торф удерживает влагу, а болотная растительность в условиях переувлажнения образует торф. Роль болот в ландшафтах России значительно различается в зависимости от природной зоны: от ландшафтообразующей роли на севере Русской равнины и по всей Западно-Сибирской низменности, до сохранения последних влажных местообитаний в зоне степей и полупустынь. Развитие болот сопровождается накоплением торфяных отложений. Это с одной стороны перераспределяет все прямодействующие факторы среды, а с другой — обуславливает обеднение субстрата питательными веществами, доступными для растительности [1].

Объекты и методы

В Московской области заболоченные земли занимают 5 % общей площади, в том числе торфяниками занято до 3,6 % территории. Распределение заболоченных земель по территории области неравномерно, так Мещерская и Приволжская низменности сильно заторфованы и заболочены. Например, в Луховицком районе болота и торфяники занимают 33,4 % площади, тогда как Клинско-Дмитровская и Волоколамская гряды имеют заболоченность всего лишь около 1,5 %. На территории Пушкинского района Московской области встречаются незначительные по площади низовые болота, приуроченные к поймам малых рек и имеется только один достаточно крупный массив верховых болот. В статье представлены результаты изучения гидроболотных ландшафтов, расположенных на территории Государственного природного заказника областного значения — «Верховое болото Раменское», являющееся единственным верховым болотом в данном районе. Заказник занимает площадь 578 га.

Болотный массив расположен в окружении смешанных березово-осиново-елово-сосновых лесов на подзолистых, дерново-подзолистых, часто оглеенных почвах. По периметру болотного массива имеются мелиоративные каналы и незначительные торфяные выработки с открытой водой, свидетельствующие о хозяйственном использовании территории заказника в предшествующий его основанию период. Центральная часть массива представляет собой верховое болото с развитием маломощных торфяных, торфяно-глеевых почв, по периферии массива встречаются участки переходных болот и низовых болот на антропогенно нарушенной территории с развитием торфяно-глеевых почв.

Древесный ярус растительности болота в центральной части представлен преимущественно сосной, на периферии березой, осинкой, сосной, с незначительной примесью ели. В периферийной части болотного массива в куртинах древесной растительности присутствует слабо выраженный подлесок крушины ломкой, рябины обыкновенной можжевельника. Кустарничковый покров представлен черникой, брусникой, голубикой, клюкой, миртом болотным, багульником. Преимущественно на антропогенно нарушенных участках присутствует тростник, белокрыльник, хвощ топяной, различные виды осок, в частности осока вздутая. На возвышенных участках встречается вербейник обыкновенный, полевика, пушица, ситник. Моховой покров болота сформирован в центральной его части преимущественно сфагнумом, другие виды мхов, в частности кукушкин лен встречаются незначительными куртинками. В периферийной части массива в куртинах древесной растительности преобладает мох кукушкин лен, сфагнум встречается незначительно. На территории верхового болота, входящего в состав заказника, нами проводились маршрутно-ключевые исследования с заложением пробных площадей и описанием растительности. Делались почвенные разрезы. Бралась образцы почвы и растений для химического анализа.

Результаты и обсуждение

Видами эдификаторами, фактически формирующими ландшафт верхового болота, являются мхи, обеспечивающие гидрологический режим, характер почвенного процесса, что создает условия для прочих растений биоценоза. Центральная и периферийная части болотного массива различаются по составу растительности, в периферийной части за счет налета семян с прилегающих к болоту лесных фитоценозов формируется более развитая древесная растительность, включающая березу, осину, ель. Мощность слоя торфа в периферийной части болота меньше, развиваются процессы оглеения, минерализации торфа, в связи с чем в процессе исследования изучались отдельно участки в центральной части с типичным для верхового болота составом растительности и почвенным процессом и участки на периферии болотного массива с растительностью и почвенным процессом свойственным для болот переходного типа. Схема территории заказника приведена на рисунке [8].

В центральной зоне болота, с типичной растительностью — моховой покров

представлен преимущественно сфагнумом, древесная растительность представлена сосновым редколесьем, в кустарничковом ярусе присутствуют багульник, черника, брусника, клюква, мирт болотный, незначительно представлены осоки, хвощ топяной, были отобраны образцы торфа, поверхностных вод, мхов, клюквы. Результаты химического состава клюквы указывают на значительные концентрации в ней марганца, железа, цинка и меди из почв, что свидетельствует о том, что верхние и нижние горизонты почвы (A_0^T - T_1 - G_1) имеют кислую реакцию среды (рН 4,1—4,6) и обогащены окислами сульфатов, хлора, железа, марганца и натрия (табл. 1).

Анализ поверхностных вод болота указывает на сульфатно-хлоридно-кальциево-магниевый состав при минерализации 185—187 мг/л и значительным (1,67 мг/л) содержанием в них натрия (табл. 2).

Что касается микроэлементов, то в водах болота обнаружен кадмий, который активно в них мигрирует. Заметны в водах содержания хрома, никеля, которые приурочены к окраинам болота в условиях нейтральной реакции среды (табл. 2).

Следует особо отметить отбор клюквы в центральной части верхового болота.

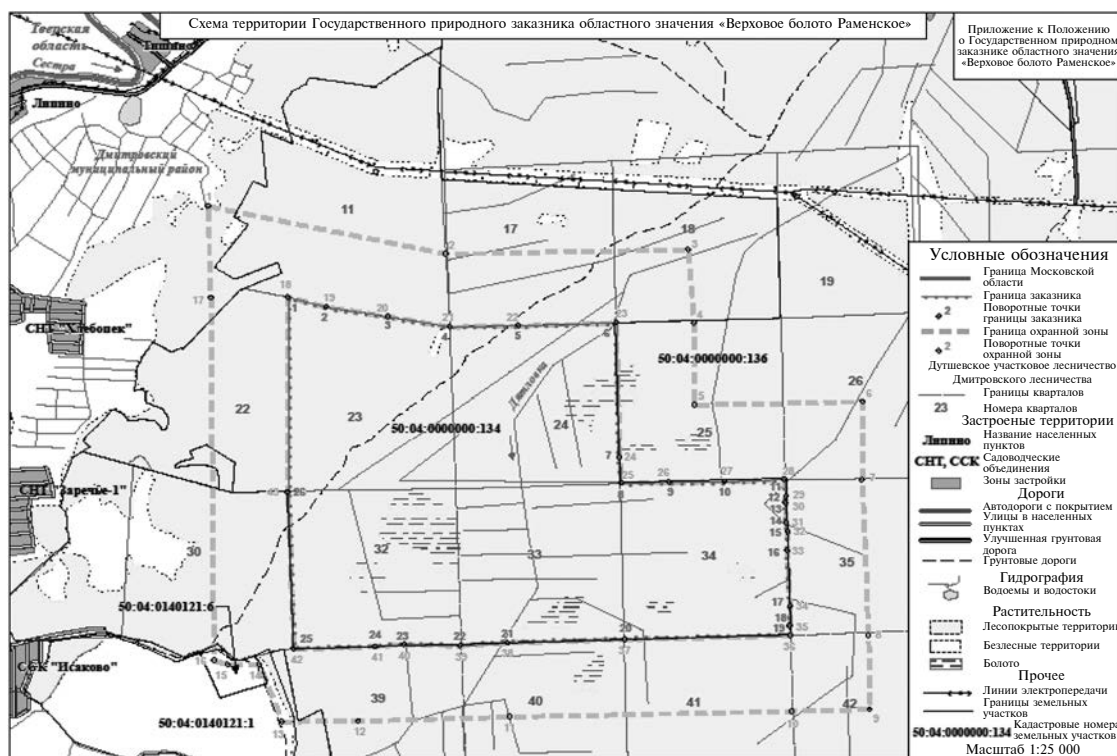


Рис. Схема территории Государственного природного заказника областного значения «Верховое болото Раменское»

Таблица 1

Данные химического анализа и вариабельности микроэлементов торфяного и глеевого горизонтов (20—100 см), болотной торфяно-глеевой почвы, мг/кг

Горизонт	pH	SO ₄	Cl	NO ₂	NO ₃	P	Общ. минер.
20—70 см	4,11	2,288	2,328	0,099	1,673	0,555	32
70—100 см	4,85	1,432	1,277	0,112	1,56	0,222	17

Продолжение таблицы 1

Горизонт	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
20—70 см	0,55	0,52	1,94	0,54	414,84	23,19	4,22	1,73	11,67
70—100 см	0,58	1,17	4,46	3,40	844,95	10,32	1,61	3,82	6,02
Значение ПДК									
	1,0	5,0	6,0	3,0	—	1500	4,0	32,0	23,0

Таблица 2

Данные химического анализа поверхностных вод, мг/л

Местоположение	pH	SO ₄	Cl	Ca	Mg	Na	K	NO ₃	P	Общ. мин.
Центральная часть болота	7,01	0, 134	0,286	0,552	0,074	1,664	0,529	0,043	0,646	185
Окраина болота	6,99	0,148	0,291	0,550	0,075	1,670	0,530	0,051	0, 664	187
Значение ПДК										
	—	500	300	180	40	120	50	130	0,0001	—

Продолжение таблицы 2

Местоположение	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Центральная часть болота	0,092	0,015	0,084	0,030	0,925	0,008	0,024	0,435	0,039
Окраина болота	0,105	0,025	0,105	0,009	0,112	0,090	0,035	0,049	0,038
Значение ПДК									
	0,005	0,01	0,07	0,02	0,1	0,01	0,01	0,006	0,01

Таблица 3

Данные химического анализа мхов и клюквы, отобранных в различных частях верхового болота «Раменское», мг/кг

Местоположение	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Мох сфагнум									
Центральная часть болота	0,10	0,48	1,35	25,21	243,01	84,99	1,26	2,75	80,74
Окраина болота	0,18	0,61	1,60	26,01	249,00	86,00	1,55	3,01	85,78
Мох кукушкин лен									
Центральная часть болота	0,06	0,23	0,62	2,72	256,26	22,85	0,61	1,82	14,22
Окраина болота	0,09	0,44	0,99	3,05	260,00	25,05	1,2	2,05	16,18
Клюква									
Центральная часть болота	0,020	0,002	0,014	1,553	2,312	61,161	0,316	0,100	3,048
Окраина болота	0,021	0,009	0,019	1,563	2,325	62,191	0,319	0,111	3,511

Проведенный уникальный химический анализ клюквы указывает на наличие в ней таких важных элементов, как: марганец, железо, медь, цинк, которые играют определенную положительную роль в питании человека.

Сравнительный анализ химического состава образцов показывает, что при преимущественном поступлении химических веществ с осадками проявляется тенденция к избыточному накоплению некоторых металлов — Fe, Mn, Zn, Cu мхом сфагнумом, который при наличии источников их поступления может служить индикатором загрязнения тяжелыми металлами (табл. 3). Кратно меньшие концентрации химических элементов в некоторых компонентах ландшафтов болота свидетельствуют о наличии геохимического барьера, связывающего поступающие загрязнения в толщу торфа.

Выводы

Данные химического анализа мха сфагнума свидетельствуют о способности свя-

зывать тяжелые металлы, в дальнейшем переходящие в массу торфа. Другие виды мхов и болотная растительность не склонны к аккумуляции тяжелых металлов. Общее содержание химических веществ в растительности, болотной почве соответствует фоновым значениям.

Анализ содержания химических элементов в компонентах ландшафтов показал, что фоновые концентрации, согласно нормативам и постановлениям [9, 10], позволяют сделать вывод о ненарушенности данного биоценоза благодаря принимаемым мерам (табл. 1—3).

На основании этого тезиса можно утверждать, что действующий режим государственной охраны заказника обеспечивает сохранение естественных биоценозов.

С целью сохранения естественных биоценозов заказника желательно ограничить хозяйственное освоение прилегающих территорий, в частности отвод земель под дачное строительство, использование территории в целях рекреации.

Библиографический список

1. Кузнецов О. Л. Динамика растительности верховых болот // *Известия Самарского научного центра РАН*. — 2012. — Т. 14. — № 1 (5). — С. 1288—1291.
2. Семеняченко В. В., Груздева Л. П. Болотные экосистемы лесопарков Подмосковья // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. — 2018. — № 10. — С. 46—51.
3. Груздева Л. П., Грибовская И. Ф., Лапчинская Л. В. Изменение структуры и химизма ландшафтов долины реки Яузы в результате водохозяйственных мероприятий // *Мелиорация ландшафтов*. — 1988. — С. 174—184.
4. Груздева Л. П. Растительный покров северо-западных районов Тверской области. — М.: АН СССР. МИИЗ, 1991. — С. 53—63.
5. Груздева Л. П., Груздев В. С., Соколова Т. А. Антропогенная динамика болотной растительности бассейна Верхней Волги // *Антропогенная динамика растительного и почвенного покровов лесной зоны*. — М.: ГУЗ, 2011. — С. 52—66.
6. Груздева Л. П., Яскин А. А. и др. Почвоведение с основами геоботаники. — М.: Агропромиздат, 1991. — 448 с.
7. Груздев В. С. Биоиндикация состояния окружающей среды. — М.: «ИНФРА-М», 2018. — 160 с.
8. Яскин А. А., Будник Л. И., Груздева Л. П. Болота Калининской области и их комплексное использование // *Ландшафтно-экологические исследования и природопользование: сборник статей*. — 1985. — С. 139—145.
9. Постановление Правительства Московской области от 31.08.2016 № 636/31 «Об утверждении Положения о государственном природном заказнике областного значения «Верховое болото Раменское». — Красногорск, 2016. — 9 с.
10. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13 декабря 2016 г. № 552. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/420389120>, дата обращения: 29.03.2022.

STUDYING THE FEATURES OF THE FORMATION OF THE HYDROMORPHOUS-BOGS LANDSCAPE OF THE MOSCOW REGION WITH THE ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF ITS STATE

L. I. Boitsenyuk, Ph. D. (Biology), Doctor habil. (Agricultural Sciences), professor of the Department of Agriculture and Plant Growing at the State University of Land Management, Moscow, Russia,

V. S. Gruzdev, Doctor habil. (Geography), assoc. professor, Head of the Department of Construction of the State University of Land Management, Moscow, Russia,
S. V. Suslov, Ph. D., Associate Professor of the Department of Agriculture and Plant Growing, State University of Land Management, Moscow, Russia,
M. A. Khrustaleva, Ph. D. (Geography), senior researcher of the Department of Physical Geography of the Moscow State University named after M. V. Lomonosov, Moscow, Russia,
M. V. Larionov, Doctor habil. (Biology), professor of the Department of Agriculture and Plant Growing at the State University of Land Management, Moscow, Russia

References

1. Kuznecov O. L. *Dinamika rastitel'nosti verkhovyh bolot* [Dynamics of vegetation of upland swamps]. Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN. 2012. T. 14. No. 1 (5). P. 1288—1291 [in Russian]
2. Semenyachenko V. V., Gruzdeva L. P. *Bolotnye ekosistemy lesoparkov Podmoskov'ya* [Swamp ecosystems of forest parks in the Moscow region]. Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel'. 2018. No. 10. P. 46—51 [in Russian].
3. Gruzdeva L. P., Gribovskaya I. F., Lapchinskaya L. V. *Izmenenie struktury i himizma landshaftov doliny reki Yauzy v rezul'tate vodohozyajstvennyh meropriyatij* [Changes in the structure and chemistry of landscapes in the Yauza valley as a result of water management measures]. Melioraciya landshaftov. 1988. S. 174—184. [in Russian].
4. Gruzdeva L. P. *Rastitel'nyj pokrov severo-zapadnyh rajonov Tverskoj oblasti* [Vegetation cover of the north-western districts of the Tver region]. M.: AN SSSR. MIIZ. 1991. P. 53—63 [in Russian].
5. Gruzdeva L. P., Gruzdev V. S., Sokolova T. A. *Antropogennaya dinamika bolotnoj rastitel'nosti bassejna Verhnej Volgi* [Anthropogenic dynamics of bog vegetation in the Upper Volga basin]. Antropogennaya dinamika Rastitel'nogo i pochvennogo pokrovov lesnoj zony. M.: GUZ. 2011. P. 52—66 [in Russian].
6. Gruzdeva L. P., Yaskin A. A. etc. *Pochvovedenie s osnovami geobotaniki* [Soil science with the basics of geobotany]. M.: Agropromizdat. 1991. 448 p. [in Russian].
7. Gruzdev V. S. *Bioindikaciya sostoyaniya okruzhayushchej sredy* [Bioindication of the state of the environment]. M.: "INFRA-M". 2018. 160 p. [in Russian].
8. Yaskin A. A., Budnik L. I., Gruzdeva L. P. *Bolota Kalininskoj oblasti i ih kompleksnoe ispol'zovanie* [Swamps of the Kalinin region and their integrated use]. Landshaftno-ekologicheskie issledovaniya i prirodopol'zovanie: sbornik statej. M. 985. P. 139—145 [in Russian].
9. *Postanovlenie pravitel'stva moskovskoj oblasti ot 31-08-2016-636-31 ob utverzhdenii polozheniya o gosudarstvennom prirodnom zakaznike oblastnogo znacheniya verkhovoe boloto ramenskoe* [Decree of the Government of the Moscow Region of August 31, 2016 No. 636/31 "On approval of the Regulations on the State Natural Reserve of Regional Significance" Ramenskoye Upper Swamp"]. Krasnogorsk. 2016. 9 p. [in Russian].
10. *Prikaz Ministerstva sel'skogo hozyajstva RF ot 13 dekabrya 2016 g. N 552* [Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation No. 552 dated December 13, 2016]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420389120>, date of access: 29.03.2022 [in Russian].

**ТРАНСФОРМАЦИЯ
СООБЩЕСТВ
ПОЧВЕННОЙ МЕЗОФАУНЫ
ЧЕРНОЗЕМОВ
В ОКРЕСТНОСТЯХ
АО «РУСАЛ
КРАСНОЯРСКИЙ
АЛЮМИНИЕВЫЙ ЗАВОД»**

О. П. Горлова, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и экологии ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения РФ, *gorlova.o.p@yandex.ru*, Красноярск, Россия,
Е. Ю. Екимова, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и экологии ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения РФ, *ekimova1981@mail.ru*, Красноярск, Россия,
Л. Н. Афанаскина, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и экологии ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения РФ, *afanln@mail.ru*, Красноярск, Россия

В работе изучалась трансформация сообществ почвенной мезофауны черноземов обыкновенных в зоне загрязнения выбросами водорастворимого фтора при производстве алюминия на заводе АО «РУСАЛ Красноярск». В пределах изученной территории были выделены четыре условные зоны: «импактная», расположенная на расстоянии до 5 км от источника загрязнения, «загрязненная» — до 10 км, «буферная» — до 25 км и «фоновая» — от 40 км. Определяли следующие характеристики почв: pH, содержание гумуса, обменных оснований, валового и подвижного азота и фосфора, гранулометрический состав и мезофауны: обилие, биомасса, групповой состав, профильное распределение. В изучении воздействия фтористых выбросов АО «РУСАЛ Красноярск» на экосистемы окрестных черноземов был выявлен ряд негативных тенденций их трансформации. С приближением к источнику эмиссии поллютантов отмечено снижение биологического разнообразия и численности почвенных мезобионтов. При повышении техногенной нагрузки в структуре зооценозов почв снижается доля сапрофагов за счет увеличения доли фитофагов и зоофагов. Профильное распределение мезофауны во всех рассмотренных почвах имеет типичный характер. Максимальное обилие наблюдается с поверхности и падает с глубиной. Лучшим объектом биоиндикации фтористого загрязнения, по нашим наблюдениям, выступают энхитреиды как наиболее распространенная и одновременно чувствительная группа педофауны.

The article discusses the transformation of soil mesofauna communities from pollution by emissions of water-soluble fluorine during the production of aluminum at the RUSAL Krasnoyarsk factory. Four conditional zones are identified within the studied territory: “impact”, located at a distance of up to 5 km from the source of pollution, “polluted” — up to 10 km, “buffer” — up to 25 km and “background” — from 40 km. The following soil characteristics are determined: pH, humus content, exchange bases, gross and mobile nitrogen and phosphorus, granulometric composition. Such indicators of mesofauna as total abundance, biomass, group composition, profile distribution are studied. A number of negative trends in ecosystem transformation under the influence of fluoride emissions from the JSC RUSAL Krasnoyarsk plant are identified. A decrease in biological diversity and the number of soil mesobionts was noted with the approach to the source of pollutant emissions. The proportion of saprophages in the structure of zoocenoses of soils decreases and the proportion of phytophages and zoophages increases with an increase in technogenic load. The profile distribution of mesofauna in all the soils considered is typical. The maximum abundance is observed from the surface and falls with depth. According to our observations, the best object of bioindication of fluoride pollution is enchytraeids, as the most common and, at the same time, sensitive group of pedofauna.

Ключевые слова: Биоиндикация, педобионты, мезофауна, фтористое загрязнение, трансформация почв.

Keywords: Bioindication, pedobionts, mesofauna, fluoride pollution, soil transformation.

Введение

Почвенные животные являются чувствительным индикатором изменения наземных экосистем под воздействием различных природных и антропогенных факторов. При этом почвенное население во многом определяет направление почвообразовательного процесса и уровень почвенного плодородия.

АО «РУСАЛ Красноярск» (КрАЗ) — второй крупнейший алюминиевый завод в мире. С 2009 г. здесь реализуется проект экологической модернизации «Экологический содерберг», что позволило значительно (на 35 тыс. т за последние 14 лет) снизить уровень выбросов загрязняющих веществ.

Тем не менее, в окрестностях КрАЗа наблюдается не вполне благоприятная экологическая обстановка. Накопление водорастворимых форм фтора в окрестных почвах было отмечено Ю. П. Танделовым [1] и П. И. Крупкиным в начале 2000-х годов [2].

Ценность мезофауны как объекта биоиндикации подтверждена рядом исследований [3—5].

Исследования воздействия фтора на структуру, состав и численность почвенной мезобиоты крайне редки [6].

Модели и методы

Материалом для настоящей работы послужили результаты полевых исследований четырех пробных площадей, заложенных на расстоянии 5—40 км от алюминиевого завода в южном и юго-восточном направлении. Были исследованы однородные по типу почв и растительности площадки на богарной пашне с содержанием фтора от фонового до очень высокого [6]. На каждой пробной площади закладывалось 10 точек отбора в случайном порядке размером 25 × 25 см, по слоям от 0—10, 10—20 и 20—30 см, с дальнейшим пересчетом обилия педобионтов на квадратный метр. Каждый слой разбирался ручным способом на клеенке. Найденные беспозвоночные фиксировались в 70 % растворе спирта [4]. Всего было разобрано и обработано 120 проб. Определение педобионтов производилось по определителям Т. С. Всеволодовой — Перель [7] и Гилярова М. С. [8]. Анализ почвенных проб производился в пятикратной повторности стандартными методами [9] в соот-

ветствии с ГОСТами 26213—01, 26483—85, 174401—84, 26423—85. Для анализа формировали средние пробы из каждого слоя почвы с каждой пробной площади.

Схема исследований:

расположение пробных площадок (ПП) — расстояние от завода;

1 ПП — 5 км, 2 ПП — 10 км, 3 ПП — 25 км, 4 ПП — 40 км.

Определяли характеристики почв: pH, содержание гумуса, обменных оснований, валового и подвижного азота и фосфора, гранулометрический состав.

Учитывали характеристики мезофауны: обилие, биомасса, групповой состав, профильное распределение.

При обработке результатов использовались стандартные статистические методы [10].

Результаты и обсуждение

По данным П. И. Крупкина [11] в регионе исследований распространены преимущественно черноземы обыкновенные и оподзоленные. Все рассмотренные почвы на момент исследования находились в состоянии залежи.

Растительность представлена преимущественно разнотравно-злаковыми сообществами.

Гранулометрический состав почв рассмотренных участков средне-глинистый (1,2 и 3 ПП) и тяжело-глинистый (4 ПП) (содержание физической глины 74,57—80,4 %). Достоверных различий по этому показателю между площадками не наблюдается. Такой гранулометрический состав при визуальном хорошо выраженной структуре весьма благоприятен для почвообитающих животных, поскольку предоставляет им возможность достаточно легко перемещаться в пределах почвенной толщи.

Содержание гумуса в изученных пробах колеблется в пределах 4,85—7,06 %, что позволяет говорить о повышенном и высоком уровне их плодородия. Достоверной корреляции между содержанием органического вещества и показателями мезофауны не обнаружено. Коэффициент корреляции составляет 0,61, что позволяет говорить только о тенденции положительной связи параметров.

Почвы характеризуются нейтральным и близким к нейтральному значением pH (от 6,2 до 7,4). При приближении к заводу наблюдается слабое подщелачивание

почв. Корреляция между кислотностью почв и содержанием фтора составляет 0,92 ($P < 0,01$). Это позволяет утверждать, что подщелачивание почв проявляется как результат эмиссии завода. Однако незначительные колебания реакции почвенного раствора не позволяют выявить четкие корреляционные взаимоотношения почвенной биоты с этим параметром.

По нашим данным, все рассмотренные почвы высоко насыщены обменными основаниями. В среднем содержание кальция в почве составляет от 41,4 до 52,2 мг-экв./100 г почвы. На основании наших наблюдений, можно утверждать наличие положительной корреляции с содержанием кальция только обилия мезобионтов — калькофилов (моллюски, многоножки, дождевые черви) ($r = 0,87$ при $P < 0,5$). Для остальных групп педофауны корреляция не достоверна.

Наибольшие различия между почвами фиксировались по содержанию в них водорастворимых форм фосфора (табл. 1).

Содержание водорастворимых форм фтора в зависимости от расстояния от завода изменяется не линейно и подчиняется степенной зависимости.

Такой тип загрязнения отмечен для большинства зон воздействия металлургических предприятий [2].

На основании полученных данных в пределах изученной территории можно выделить четыре условные зоны: «импактную» до 5 км, «загрязненную» — до 10 км, «буферную» — до 25 км и «фоновую» — от 40 км.

В наших исследованиях показано, что показатели обилия почвенного населения экспоненциально снижаются в направлении к источнику загрязнения (численность — от $2881,6 \pm 91,4$ экз./м² в почвах фонового участка до $218,4 \pm 60,2$ экз./м² в

импактной пятикилометровой зоне биомасса соответственно — от $93,2 \pm 17,2$ до $2,3 \pm 1,8$ г/м²). Корреляция этих показателей с уровнем загрязнения фтором имеет отрицательный характер и составляет для численности $r = -0,83$ ($P < 0,01$), для биомассы $r = -0,75$ ($P < 0,01$).

Заметно различаются пробные площади по составу почвенной мезофауны.

В районе исследований было обнаружены представители беспозвоночных:

- Тип Кольчатые черви (*Annelida*);
- Класс Малощетинковые черви (*Oligochaeta*);
- Семейство Настоящие дождевые черви (*Lumbricidae*);
- Семейство Энхитреиды (*Enchytraeidae*);
- Тип Членистоногие (*Arthropoda*);
- Класс Паукообразные (*Arachnida*);
- Отряд Пауки (*Aranei*);
- Семейство Пауки-волки (*Licosidae*);
- Класс Насекомые (*Insecta*);
- Отряд Жесткокрылые (*Coleoptera*);
- Семейство Жужелицы (*Carabidae*);
- Семейство Стафилины (*Staphylinidae*);
- Семейство Шелкуны (*Elateridae*);
- Отряд Двукрылые (*Diptera*);
- Семейство Бибиониды (*Bibionidae*);
- Семейство Типулиды (*Tipulidae*);
- Отряд Перепончатокрылые (*Hymenoptera*);
- Семейство Муравьи (*Formicidae*).

В целом, рассмотренные почвы характеризуются заметно обедненным составом почвенной мезофауны (табл. 2). Обилие мезофауны изменялось в соответствии с уровнем токсической нагрузки. Отмечена отрицательная линейная зависимость общей численности мезобионтов и концентрации фтора.

Наиболее распространенными группами педобионтов в рассмотренных почвах являются муравьи и энхитреиды. Их доля в составе мезофауны колеблется от 14 до 41 % и от 12 до 43 % соответственно.

Обилие этих групп показывает наличие зависимости от содержания фтора в почве. Для муравьев показана слабая положительная связь ($r = 0,66$ при $P < 0,05$), а для энхитреид — отрицательная — 0,86 ($P < 0,05$).

Отмечено почти полное отсутствие дождевых червей. Единичные экземпляры космополитного вида *Dendrobaena octaedra* выявлены на расстоянии 25 км от завода, а представители собственно почвенного

Таблица 1
Содержание водорастворимого фтора
в пахотном слое (0–25 см)
пробных площадей

Пробная площадь	Расстояние от завода, км	Содержание фтора, мг/кг	Зона загрязнения
1	5	71,6	фоновая
2	10	43,9	буферная
3	25	15,5	загрязненная
4	40	3,0	импактная

Обилие таксономических групп мезофауны

Рас- стоя- ние от заво- да	Слой почвы, см	Таксономи- ческая группа	Числен- ность, экз./м ² (ср. из 10)	Биомасса общая, г/м ² (ср. из 10)	Рас- стоя- ние от заво- да	Слой почвы, см	Таксономичес- кая группа	Числен- ность, экз./м ² (ср. из 10)	Биомасса общая, г/м ² (ср. из 10)
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5 км	0—10	<i>Enchytraei- dae</i>	19,3	4,0	25 км	10—20	<i>Enchytraeidae</i>	37,3	7,1
		<i>Formicidae</i>	64,1				<i>Lumbricidae, coc.</i>	8,4	
		<i>Licosidae</i>	16,4				<i>Formicidae</i>	58,7	
		<i>Elateridae, im.</i>	5,3				<i>Carabidae, lar.</i>	5,3	
	10—20	<i>Elateridae, lar.</i>	26,2	<i>Staphylinidae, lar.</i>		6,7			
		<i>Enchytraei- dae</i>	2,8	<i>Elateridae, lar.</i>		17,2			
20—30	<i>Formicidae</i>	35,2	2,1	20—30	<i>Enchytraeidae</i>	5,3	1,2		
	<i>Elateridae, lar.</i>	22,2			<i>Formicidae</i>	12,7			
10 км	0—10	<i>Elateridae, lar.</i>	1,8	0,4	40 км	0—10	<i>Elateridae, lar.</i>	10,2	36,6
		<i>Formicidae</i>	9,3				<i>Enchytraeidae</i>	112,0	
		<i>Enchytraei- dae</i>	58,7				<i>Lumbricidae, im</i>	26,4	
		<i>Lumbricidae</i>	2,7				<i>Lumbricidae, coc.</i>	22,1	
		<i>Licosidae</i>	21,3				<i>Licosidae</i>	21,3	
		<i>Formicidae</i>	52,7				<i>Formicidae</i>	53,3	
	10—20	<i>Carabidae, im.</i>	6,7	5,2		10—20	<i>Carabidae, im</i>	12,0	22,1
		<i>Elateridae, lar.</i>	10,7				<i>Carabidae, lar.</i>	13,3	
		<i>Staphylini- dae, lar.</i>	4,0				<i>Staphylinidae, lar.</i>	21,7	
		<i>Enchytraei- dae</i>	56,0				<i>Elateridae, im.</i>	10,1	
		<i>Licosidae</i>	0,7				<i>Elateridae, lar</i>	44,7	
		<i>Formicidae</i>	32,0				<i>Diptera, lar.</i>	48,0	
20—30	<i>Carabidae, im.</i>	0,9	2,4	10—20	<i>Enchytraeidae</i>	42,5	22,1		
	<i>Elateridae, lar.</i>	17,2			<i>Lumbricidae, coc.</i>	6,7			
	<i>Staphylini- dae, lar.</i>	3,3			<i>Lumbricidae, coc.</i>	20,0			
	<i>Enchytraei- dae</i>	15,6			<i>Licosidae</i>	1,3			
	<i>Formicidae</i>	13,3			<i>Formicidae</i>	37,5			
	<i>Enchytraei- dae</i>	117,3			<i>Carabidae, im</i>	2,2			
25 км	0—10	<i>Carabidae, im.</i>	16,6	15,9	20—30	<i>Carabidae, lar.</i>	15,8	7,1	
		<i>Staphylini- dae, lar.</i>	21,1			<i>Staphylinidae, lar.</i>	6,9		
		<i>Elateridae, lar.</i>	10,7			<i>Elateridae, lar</i>	32,1		
		<i>Enchytraei- dae</i>	10,7			<i>Diptera, lar.</i>	15,3		
		<i>Lumbrici- dae, coc.</i>	10,7			<i>Enchytraeidae</i>	9,3		
		<i>Formicidae</i>	96,0			<i>Lumbricidae, coc.</i>	5,5		

экологического типа червей — *Octolasion lacteum* наблюдаются лишь в пределах фононовой пробной площади. Экологическую нишу олигохет в рассмотренных почвах занимают энхитреиды, что позволяет рассматривать эту группу как удобный индикационный объект оценки токсической нагрузки для исследованных объектов.

Достоверной связи между обилием шелконов и уровнем загрязнения не отмечено. Максимальное количество представителей семейства *Elateridae* обнаружено на расстоянии 5 км от завода.

Можно отметить, что с приближением к источнику эмиссии увеличивается доля фитофагов (личинок шелконов) и уменьшается количество сапрофагов (энхитреид и дождевых червей). Эта тенденция не позволяет использовать показатель общего разнообразия мезофауны как индикационный.

Профильное распределение мезофауны во всех рассмотренных почвах имеет типичный характер. Максимальное обилие наблюдается с поверхности и падает с глубиной. Причем наиболее обильно заселены нижние слои почвы в условиях фоновой территории, а в условиях высокого и повышенного загрязнения фтором (5 и 10 км от завода) в слое 20–30 см мезофауна практически отсутствует, а верхние слои (0–10 и 10–20 см) имеют близкие показатели обилия. Это свидетельствует о том, что с увеличением токсической

нагрузки часть почвенной биоты уходит в нижележащие слои почвы.

Однако для данного вида загрязнений вертикальное распределение организмов в почве не может считаться хорошим биоиндикационным показателем.

Таким образом, лучшим объектом биоиндикации фтористого загрязнения, по нашим наблюдениям, выступают представители олигохет, в первую очередь, энхитреиды, как наиболее распространенная и одновременно чувствительная группа педофауны.

Заключение

Под воздействием выбросов алюминиевого завода достоверно снижается разнообразие и обилие почвенного населения. Изменяется трофическая структура и профильное распределение мезофауны. В загрязненных почвах увеличивается доля фитофагов и хищников, за счет снижения таковой сапрофагов. Это подтверждает наличие серьезного негативного влияния ОАО «РУСАЛ Красноярск» на состояние почв. Нарушение структуры почвенных биоценозов может привести к деградации и разрушению изученных экосистем. Необходим регулярный мониторинг изменения загрязнения почв и состояния биоты для контроля тенденций трансформации черноземов в окрестностях КраЗа.

Библиографический список

1. Танделов Ю. П. Фтор в системе «почва—растения». — М.: Рос. акад. с.-х. наук, 2004. — 106 с.
2. Крупкин П. И., Косицина А. А. К вопросу о загрязнении фтором почв пригородной зоны г. Красноярска // *Вестник КрасГАУ*, 2006. — № 10. — С. 162–169.
3. Воробейчик Е. Л., Ермаков А. И., Гребенников М. Е., Голованова Е. В., Кузнецов А. В., Пищулин П. Г. Реакция почвенной мезофауны на выбросы Среднеуральского медеплавильного комбината // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: материалы Междунар. научн. конф. Екатеринбург, 2007. — С. 128–149.
4. Голованова Е. В., Калинин Н. А. Организация исследований по изучению биоиндикационной роли дождевых червей на содержание в почвах тяжелых металлов // Химическое загрязнение среды обитания и проблемы экологической реабилитации нарушенных экосистем: Материалы всероссийской конференции, Пенза. — 2003. — С. 40–42.
5. Безкоровайная И. Н., Гренадерова А. В., Кошкарлова А. В., Смолянинова С. Э. Отклик почвенных беспозвоночных на послепожарную трансформацию лесных экосистем Средней Сибири // Сборник материалов конференции «Проблемы почвенной зоологии», Москва. — 2018. — С. 29–30.
6. Голованова Е. В., Ершова Е. А. Мезофауна почв в градиенте концентраций поллютантов ОАО «РУСАЛ Саяногорск» // Материалы межд. конференции «Биоразнообразие, проблемы экологии горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее», Горно-Алтайск. — 2010. — С. 43–46.
7. Всеволодова-Перель Т. С. Дождевые черви фауны России: Кадастр и определитель. — М.: Наука, 1997. — 102 с.
8. Гиляров М. С. Определитель обитающих в почве личинок насекомых. — М.: Наука, 1964. — 921 с.

9. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. — 2-е изд. — М.: Изд-во МГУ, 1970. — 488 с.
10. Лакин Г. Ф. Биометрия. — М.: Высш. шк. 1990. — 352 с.
11. Топтыгин В. В., Крупкин П. И., Пахтаев Г. П. Природные условия и природное районирование центральной части Красноярского края. — Красноярск, 2002. — 143 с.

TRANSFORMATION OF CHERNOZEM SOIL MESOFAUNA COMMUNITIES IN THE VICINITY OF JSC "RUSAL KRASNOYARSK ALUMINUM FACTORY"

O. P. Gorlova, Ph. D. (Biology), assoc. professor of the Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V. F. Voyno-Yasenetsky of the Ministry of Health of the Russian Federation, gorlova.o.p@yandex.ru, Krasnoyarsk, Russia,

E. Y. Ekimova, Ph. D. (Biology), assoc. professor of the Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V. F. Voyno-Yasenetsky of the Ministry of Health of the Russian Federation, ekimova1981@mail.ru, Krasnoyarsk, Russia,

L. N. Afanaskina, Ph. D. (Biology), Associate Professor of the Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V. F. Voyno-Yasenetsky of the Ministry of Health of the Russian Federation, afanln@mail.ru, Krasnoyarsk, Russia

References

1. Tandelov Yu. P. *Ftor v sisteme "pochva—rasteniya"*. [Fluorine in the "soil-plants" system]. — Moscow: Ros. akad. s.-h. nauk, 2004. 106 p.
2. Krupkin P. I., Kosicina A. A. *K voprosu o zagryaznenii ftorom pochv prigorodnoj zony g. Krasnoyarska* [On the issue of fluoride contamination of soils in the suburban area of Krasnoyarsk]. — Krasnoyarsk: Vestnik KrasGAU, 2006, № 10, P. 162—169 [in Russian].
3. Vorobejchik E. L., Ermakov A. I., Grebennikov M. E., Golovanova E. V., Kuznecov A. V., Pishulin P. G. *Reakciya pochvennoj mezofauny na vybrosty Sredneuralskogo medeplavilnogo kombinata Biologicheskaya rekultivaciya i monitoring narushennykh zemel* [The reaction of the soil mesofauna to the emissions of the Sredneuralsky copper smelting plant Biological reclamation and monitoring of disturbed lands] // Materials of the International Scientific Conference, Ekaterinburg: Ural. un-t, 2007, P. 128—149 [in Russian].
4. Golovanova E. V., Kalinenko N. A. *Organizaciya issledovanij po izucheniyu bioindikacionnoj roli dozhdevykh chervej na sodержание v pochvah tyazhyolykh metallov* [Organization of research on the study of the bioindicative role of earthworms on the content of heavy metals in soils] // Chemical pollution of the habitat and problems of ecological rehabilitation of disturbed ecosystems: Proceedings of the All-Russian Conference, Penza, 2003, P. 40—42 [in Russian].
5. Bezkorovajnaya I. N., Grenaderova A. V., Koshkarova A. V., Smolyaninova S. E. *Otklik pochvennykh bespozvonochnykh na poslepozharную transformaciю lesnykh ekosistem srednej Sibiri* [Organization of research on the study of the bioindicative role of earthworms on the content of heavy metals in soils] // Chemical pollution of the habitat and problems of ecological rehabilitation of disturbed ecosystems: Proceedings of the All-Russian Conference, Moscow, 2018, P. 29—30 [in Russian].
6. Golovanova E. V., Ershova E. A. *Mezofauna pochv v gradiente koncentracij pollyutantov OAO Rusal Sayanogorsk* [Mesofauna of soils in the concentration gradient of pollutants of JSC Rusal Sayanogorsk] // Materials of the international conference "Biodiversity, problems of ecology of the Altai Mountains and adjacent regions: present, past, future, Gorno-Altajsk, 2010, P. 43—46 [in Russian].
7. Vsevolodova-Perel T. S. *Dozhdevye chervi fauny Rossii: Kadastr i opredelitel* [Earthworms of the fauna of Russia: Cadastre and determinant]. Moscow: Nauka, 1997, 102 p. [in Russian].
8. Gilyarov M. S. *Opredelitel obitayushih v pochve lichinok nasekomykh* [The determinant of insect larvae living in the soil]. Moscow: Nauka, 1964, 921 p. [in Russian].
9. Arinushkina E. V. *Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv*. [Manual of chemical analysis of soils]. Moscow: izdadelstvo MU, 1970, 488 p. [in Russian].
10. Lakin G. F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow: Vysshaya shkola. 1990, 352 p. [in Russian].
11. Topygin V. V., Krupkin P. I., Pahtaev G. P. *Prirodnye usloviya i prirodnoe rajonirovanie centralnoj chasti Krasnoyarskogo kraja*. [Natural conditions and natural zoning of the central part of the Krasnoyarsk Territory]. Krasnoyarsk, 2002, 143 p. [in Russian].

ЭМИССИЯ МЕТАНА В РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВАХ ТУНДРОВЫХ ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРА ЯКУТИИ

С. В. Карсанаев, младший научный сотрудник, Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской академии наук — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»

(ИБПК СО РАН ФИЦ «ЯНЦ СО РАН»), *biokars@mail.ru*, Якутск, Россия,

Р. Е. Петров, младший научный сотрудник, Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской академии наук — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»,

pre2003@mail.ru, Якутск, Россия,

Т. Х. Максимов, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской академии наук — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»

t_c_taximov@ibpc.ysn.ru, Якутск, Россия

Изменения условий окружающей среды влияют на активность микробных сообществ и связанные с ними биохимические потоки вещества. В настоящее время ожидается усиление ответных реакций тундровых экосистем, в связи с ростом температуры воздуха в Арктике более быстрыми темпами по сравнению со средним глобальным значением. В процессе деградации многолетней мерзлоты увеличивается доступный для микроорганизмов субстрат почвы, который приводит к таксономическим сдвигам в сообществах метаногенов, влияя тем самым на выбросы CH_4 . Повышенные выбросы метана на экспериментальных участках были в положительной зависимости от толщины активного слоя, влажности почвы и площади злакового покрова. Локальные измерения метана с использованием фотоакустического полевого газоанализатора Innova и специальных почвенных камер показали, что суточный поток метана в областях без сфагнома был примерно в два раза выше, чем на участках с его преобладанием: $8,0 \pm 4,7 \text{ мг } \text{CH}_4 \text{ м}^{-2} \text{ч}^{-1}$ и $4,1 \pm 3,1 \text{ мг } \text{CH}_4 \text{ м}^{-2} \text{ч}^{-1}$, соответственно. Таким образом, метанотрофные бактерии, обитающие в симбиозе со *Sphagnum*, обеспечивают около 50 % от общего выброса метана и играют важную роль в круговороте углерода тундровых экосистем.

The activity of microbial communities and associated biochemical flows of matter are affected by changes in environmental conditions. Due to the increase of air temperature in the Arctic, that rise faster than a global average, an increase of feedbacks of tundra ecosystems are expected. In the process of permafrost degradation, the soil substrate availability for microorganisms increases. That leads to taxonomic shifts in methanogen communities, thereby affecting CH_4 emissions. The positive dependent on the thickness of the active layer, soil moisture, and the cereal cover area for increase methane emissions at the experimental sites was observed. Local measurements of methane by using the Innova photoacoustic field

gas analyzer and special soil chambers were performed. The daily methane flux in areas without sphagnum was approximately twice as high as in areas with its predominance: $8,0 \pm 4,7 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ and $4,1 \pm 3,1 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, was shown. Thus, methanotrophic bacteria living in symbiosis with *Sphagnum* provide about 50 % of the total methane emissions and play an important role in the carbon cycle of tundra ecosystems.

Ключевые слова: изменение климата, тундровые экосистемы, многолетняя мерзлота, *sphagnum*, биогеохимические циклы, метан.

Keywords: climate change, tundra ecosystems, permafrost, *sphagnum*, biogeochemical cycles, methane.

Введение

Экосистемы многолетней мерзлоты в настоящее время являются чистыми поглотителями углерода с учетом эмиссии CH_4 и стока CO_2 в тундровых экосистемах [4, 5]. По прогнозным оценкам, в результате интенсивного повышения температуры воздуха и оттаивания многолетней мерзлоты к середине 2030-х годов тундровые экосистемы переместятся в сторону чистого источника углерода. Оценки выброса парниковых газов при деградации многолетней мерзлоты к концу XXI в. прогнозировали 20–70 % от запасенного в псевдосфере углерода [6], но поздние более консервативные оценки составили 5–15 %, если глобальное повышение температуры воздуха составит не более 2°C [7]. Но глобальные климатические модели к 2100 г. указывают на рост средней годовой температуры в полярных регионах до 8°C [1].

Термокарстовые процессы приводят к деградации многолетнемерзлого материала и изменению скорости разложения органического вещества, нарушая локальные гидрологические и почвенные условия тундровых экосистем. Термоабразионный потенциал термокарстовых процессов по сравнению с постепенным таянием мерзлоты зависит от конкретных участков микрорельефа и критических условий (криоструктура, уровень грунтовых вод, мощность ледового комплекса) [6, 8]. Текущие оценки показывают, что термокарст присутствует в 20 % областей многолетней мерзлоты, но ожидается усиление термокарстовых процессов с ростом температуры воздуха. Почвы многолетней мерзлоты содержат приблизительно половину глобальных подземных запасов органического углерода, что эквивалентно 1330–1580 млрд т и это вдвое превышает количество углерода, присутствующего в атмосфере в настоящее время, в виде углекислого газа и метана [6, 9].

В течение последних десятилетий пространственная и временная эволюция метана в атмосфере отслеживается мониторинговыми сетями наземных станций и наблюдений с самолетов, а недавно был дополнен спутниками снимками [5]. Согласно этим данным, водно-болотные биогеоценозы широко распространены в циркумполярных регионах между 60 и 70° северной широты и имеют ежегодный поток CH_4 , равный $19 \pm 7 \text{ г CH}_4 \text{ м}^{-2} \text{ год}^{-1}$, примерно четверть выбросов тропических водно-болотных угодий [10]. Оценки чистых выбросов CH_4 из экосистем, расположенных в криолитозоне, находятся в пределах $4\text{--}17 \text{ млн т CH}_4 \text{ год}^{-1}$ или $1\text{--}7\%$ от общего годового объема естественных выбросов CH_4 [11].

В настоящее время ожидается значительная обратная связь тундровых экосистем циркумполярного региона, поскольку температура в Арктике будет расти значительно быстрыми темпами по сравнению со средним глобальным значением [1]. Локальные полевые исследования указывают на значительные выбросы CH_4 из арктических озер и Восточно-Сибирского арктического шельфа, на сегодняшний день нет четких доказательств того, что выбросы CH_4 в Арктике со временем будут увеличиваться. Но фактические атмосферные измерения на станциях долгосрочного мониторинга не показывают значительного увеличения выбросов CH_4 в Арктике [5], [11]. Это говорит о том, что выход метана, который мог быть получен при более потеплении климата и деградации мерзлоты, улавливается метанотрофами до достижения атмосферы, и/или что окислительный потенциал поглотителей увеличивается в соответствии с выбросами CH_4 . В настоящее время циркумполярные регионы являются поглотителями углерода [4]. Это так же связано с тем, что поглощение CO_2 обеспечивает отрицательное радиационное воздействие

в 231 раз больше, чем положительное воздействие выбросов CH_4 в атмосферу [12].

Модели и методы

Целью исследования было понимание потоков метана в зависимости от особенностей биогеоценозов. Для достижения поставленной цели использовались прямые камерные измерения в типичных экосистемах равнинных тундр: сухие возвышенные участки на буграх между полигонами с доминированием карликовой березы (*Betula nana subsp. Exilis*); переувлажненные низины в местах деградации повторно-жильного льда с преобладанием сфагнома; и запруженные впадины с мощным слоем торфа и доминированием осок.

Наблюдения за биогеохимическими процессами мерзлотных экосистем велись с 2010 по 2020 г. на территории Национального парка «Ктылалык» (Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный заповедник «Остров Врангеля») на которой расположена научная тундровая станция Чокурдах ($70^{\circ}49'44.9''$ с. ш., $147^{\circ}29'39.4''$ в. д., высота н. у. м. 48 м), региональной мониторинговой сети SakhaFluxNet. Район исследований располагался в 140 км к югу от Северного Ледовитого океана на Яно-Индигирской низменности Северо-Востока России. Основными природными зонами данного региона являются тундры и лесотундры на южной границе района. В районе исследований пойма на 50 м ниже уровня моря. Вторичные геоморфологические признаки очертаний исследуемой области указывают на то, что территория была дном озера, которое меняло свои размеры и постепенно переместилось к северу. Образцы кернов, отобранные на данной территории, были датированы позд-

ним голоценом. В ландшафте отложения ледового комплекса были представлены в виде холмов разных размеров высотой до нескольких десятков метров. Толщина сплошной мерзлоты в этой области — 400—700 м. Средняя толщина активного слоя колеблется до 0,6 м на холмах, и до 1,5 м в пойменной зоне [8].

Глубина оттаивания сезонно-талого слоя, относительная влажность и температура почвы измерялись ежегодно в ходе экспедиционных работ летом с 2010—2020 гг. Толщина активного слоя измерялась с помощью металлического зонда. Исследования потоков метана в тундровых экосистемах проводились с использованием цилиндрической закрытой камеры диаметром и высотой 30 см, подключенной к фотоакустическому газоанализатору *INNOVA 1312* (Lumasenseinc, США). В водоемах измерения осуществлялись непосредственно на поверхности воды с применением плавучих камер схожих по размерам с почвенными. Чтобы избежать искусственного выброса метана из почвы, за шесть часов до измерений на землю устанавливались специальные пластиковые кольца для установки почвенных камер и трапы для его сбора. Трап — это закрытый сосуд, где собирается газ.

Результаты и обсуждения

Измерение потоков метана в зависимости от микрорельефа и растительного покрова указывает на чистое выделение метана из увлажненных низинных участков без *B. nana* и поглощение на сухих участках с карликовой березой. Полученные результаты (рис. 1) согласуются с ранее измеренными отрицательными потоками метана на аналогичных участках с пятнами кустарников и положительными

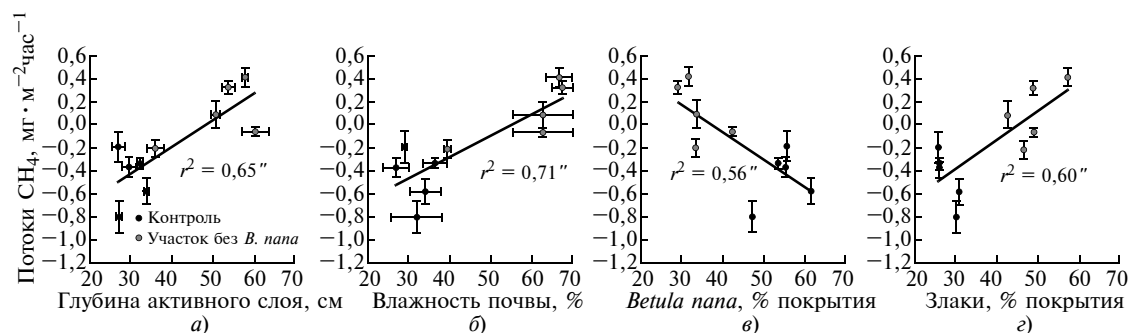


Рис. 1. Отношение потоков метана (CH_4) к:

а — толщине активного слоя; б — влажности почвы; в — покрытию *B. nana* и г — покрытию злаками

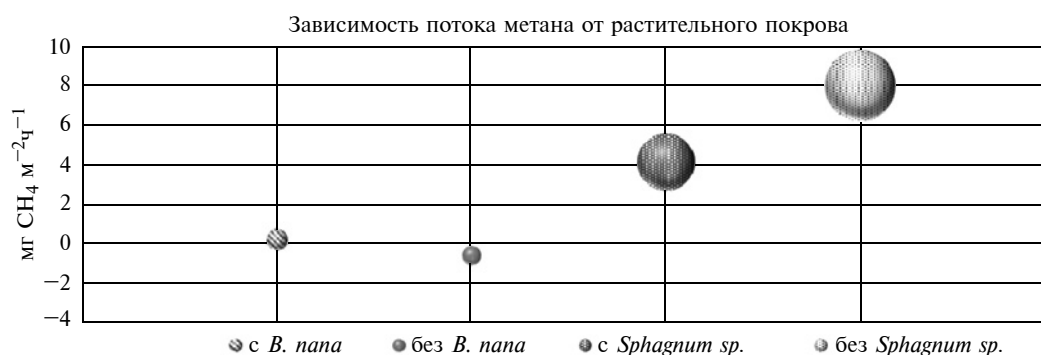


Рис. 2. Потоки метана в различных экотонах равнинной тундры с полигональным рельефом на севере Якутии

потоками (чистый выброс) на участках с осоками [5, 13].

По нашим данным, кроме температуры почвы и воздуха, основным контролирующим фактором микробной активности и потоков CH₄ в многолетнемерзлых грунтах является степень увлажненности [4]. Так высота уровня грунтовых вод на экспериментальных площадках положительно коррелировала с эмиссией CH₄ (рис. 1, б) [13]. Наши данные подтверждаются 18-летним исследованием влияния накопления снега в арктической тундре вблизи озера Тулик, на Аляске [11]. Результаты показали, что более глубокий снежный покров обеспечивал более высокую температуру и влажность почвы, что приводило к чистой эмиссии метана, из области накопления. Ожидается, что изменение климата приведет к увеличению количества осадков в Арктике [2]. Хорошо известно, что уровень грунтовых вод, близкий к поверхности, усиливает выбросы метана в результате снижения доступного кислорода в пределах активного слоя, тем самым стимулируя жизнедеятельность метаногенов при ослаблении окисления метана [11].

Изучение зависимости направления потоков метана от растительного покрова выявило ряд особенностей. К ним можно отнести существенные выбросы метана, до $0,2 \pm 0,4$ мг CH₄ м⁻²ч⁻¹ на участках без карликовой березы, эмиссия была в положительной зависимости от толщины активного слоя, влажности почвы (рис. 1, а, б, в). На сухих возвышенных участках с доминированием *Betula nana subsp. Exilis* потоки метана были отрицательными, поглощение метана экосистемой в среднем составило $-0,6 \pm 0,3$ мг CH₄ м⁻²ч⁻¹. (рис. 2). Биогеохимические

особенности образования метана в тундровых водно-болотных экосистемах исследуемой области указывали на то, что низкие значения потока метана наблюдались в биогеоценозах с доминированием мхов рода *Sphagnum sp.*

Это объяснялось тем, что метанотрофные бактерии вступали в симбиоз с полупогруженными в воду мхами рода *Sphagnum sp.*, и из кислорода, полученного от мха, они окисляли метан до двуокиси углерода [3]. Локальные измерения метана с использованием фотоакустического полевого газоанализатора Innova и специальных почвенных камер показали, что суточный поток метана в областях без сфагнома был примерно в два раза выше, чем на участках с его преобладанием: $8,0 \pm 4,7$ мг CH₄ м⁻²ч⁻¹ и $4,1 \pm 3,1$ мг CH₄ м⁻²ч⁻¹, соответственно. В результате деятельности метанотрофных бактерий, обитающих в симбиозе со *Sphagnum sp.*, эти биогеоценозы обеспечивают 50 % снижение от общего выброса метана и играют важную роль в биологическом круговороте углерода тундровых экосистем.

Таким образом, основные движущие силы выбросов CH₄ и их чувствительность к изменению климата были в значительной степени определены для конкретных сред и демонстрировали, что комбинированные экологические меры контроля чистых выбросов CH₄ не могут быть обобщены для различных экосистем и должны решаться индивидуально.

Выводы

Изменения условий окружающей среды влияют на активность микробных сообществ и связанные с ними биохимические потоки вещества. Подобные измене-

ния наблюдались при изменении микрометеорологических условий исследуемой области. В процессе оттайки многолетней мерзлоты появлялся доступный для микроорганизмов субстрат почвы, который приводил к таксономическим сдвигам в сообществах метаногенов, влияя тем самым на выбросы CH_4 [3]. В наших исследованиях обводненные низменности являлись источником метана со средней скоростью эмиссии до $0,2 \pm 0,4 \text{ мг } \text{CH}_4 \text{ м}^{-2}\text{ч}^{-1}$. Сухих возвышенные участки с доминированием *Betula nana subsp. Exilis*, являлись стоком метана. Поглощение мета-

на экосистемой в среднем составляло $-0,6 \pm 0,3 \text{ мг } \text{CH}_4 \text{ м}^{-2}\text{ч}^{-1}$.

Была установлена отрицательная зависимость между выбросами CH_4 и растительными сообществами водно-болотных экосистем. Установлено, что сфагновые мхи способны ограничивать скорости выделения метана, что имеет большое значение в регулировании локальных потоков парниковых газов. Так средние потоки метана был примерно в два раза выше в областях без *Sphagnum sp.*, чем на участках с их преобладанием: $8,0 \pm 4,7 \text{ мг } \text{CH}_4 \text{ м}^{-2}\text{ч}^{-1}$ и $4,1 \pm 3,1 \text{ мг } \text{CH}_4 \text{ м}^{-2}\text{ч}^{-1}$ соответственно.

Библиографический список

1. Jia G., Shevliakova E., Artaxo P. et al. Land—climate interactions. In: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. — IPCC, 2019. — P. 133–206.
2. Tveit, A. T., Urich T., Frenzel P., Svenning M. M. Metabolic and trophic interactions modulate methane production by Arctic peat microbiota in response to warming // *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S.A.* — 2015. — Vol. 112. — № 19. — 10 p.
3. Parmentier F. J. W., van Der Molen M. K., van Huissteden J., Karsanaev S. V., Kononov A. V., Suzdalov D. A., Maximov T. C., Dolman A. J. Longer growing seasons do not increase net carbon uptake in the northeastern Siberian tundra // *Journal of Geophysical Research*. — 2011. — Vol. 116. — 11 p.
4. Петров Р. Е., Максимов Т. Х., Карсанаев С. В. Изучение межгодовой и сезонной динамики изменчивости баланса углерода и многолетнемерзлых пород в типичной тундровой экосистеме на Северо-Востоке России // *Природные ресурсы Арктики и Субарктики*. — 2018. — Т. 26. — № 4. — С. 89–96.
5. Van Huissteden J. Thawing permafrost: Permafrost carbon in a warming Arctic. — Cham, Switzerland: springer nature, 2020. — 508 p.
6. Schuur E. A. G. Expert assessment of vulnerability of permafrost carbon to climate change // *Climate Change*. — 2015. — Vol. 119. — P. 359–374.
7. Chadburn S. E., Krinner G., Porada P. et al. Carbon stocks and fluxes in the high latitudes: using site-level data to evaluate Earth system models // *Biogeosciences*. — 2017. — Vol. 14. — № 22. — P. 5143–5169.
8. Iwahana G., Takano S., Petrov R. E., Tei S., Shingubara R., Maximov T. C., Fedorov A. N., Desyatkin A. R., Nikolaev A. N., Desyatkin R. V., Sugimoto A. Geocryological characteristics of the upper permafrost in a tundra—forest transition of the Indigirka River Valley, Russia // *Polar Science*. — 2014. — Vol. 8. — № 2. — P. 96–113.
9. Tarnocai C., Canadell J. G., Schuur E. A. G., Kuhry P. et al. Soil Organic Carbon Pools in the Northern Circumpolar Permafrost Region // *Global Bio geochemical Cycles*. — 2009. — Vol. 23. — № 2. — 11 p.
10. Mitsch, W. J., Bernal B., Nahlik A. M., Mander Ü., Zhang L. et al. Wetlands, carbon, and climate change // *Landscape ecology*. — 2013. — Vol. 28. — № 4. — P. 583–597.
11. Walter A., Daanen R., Anthony P., Schneider T., Ping C.-L., Chanton J. P., Grosse G. Methane emissions proportional to permafrost carbon thawed in Arctic lakes since the 1950s // *Nature Geoscience*. — 2016. — Vol. 9. — № 9. — P. 679–682.
12. Pohlman J. W., Greiner J., Ruppel C., Silyakova A., Vielstadte L., Casso M., Mienert J., Bunz S. Enhanced CO_2 uptake at a shallow Arctic Ocean seep field overwhelms the positive warming potential of emitted methane // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. — 2017. — Vol. 114. — No. 21. — P. 5355–5360.
13. Nauta A. L., Heijmans M. M. P. D., Blok D. et al. Permafrost collapse after shrub removal shifts tundra ecosystem to a methane source // *Nature Climate Change*. — 2015. — Vol. 5. — No. 1. — P. 67–70.

METHANE EMISSION IN PLANT COMMUNITIES OF TUNDRA ECOSYSTEMS ON THE NORTH YAKUTIA

S. V. Karsanaev, junior researcher, Institute for Biological Problems of Cryolithozone of the Siberian Branch of the RAS — Division of Federal Research Centre “The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”, biokars@mail.ru, Yakutsk, Russia,

R. E. Petrov, junior researcher, Institute for Biological Problems of Cryolithozone of the Siberian Branch of the RAS — Division of Federal Research Centre “The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”, pre2003@mail.ru, Yakutsk, Russia,

T. C. Maximov, Ph. D. (Biology), Dr. Habil, Chief Researcher, Institute for Biological Problems of Cryolithozone of the Siberian Branch of the RAS — Division of Federal Research Centre “The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”, t_c_maximov@ibpc.ysn.ru, Yakutsk, Russia

References

1. Jia G., Shevliakova E., Artaxo P. et al. Land—climate interactions. In: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. *IPCC*. 2019. P. 133—206.
2. Tveit, A. T., Urich T., Frenzel P., Svenning M. M. Metabolic and trophic interactions modulate methane production by Arctic peat microbiota in response to warming. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 2015. Vol. 112, No. 19. 10 pp.
3. Parmentier F. J. W., van Der Molen M. K., van Huissteden J., Karsanaev S. V., Kononov A. V., Suzdalov D. A., Maximov T. C., Dolman A. J. Longer growing seasons do not increase net carbon uptake in the northeastern Siberian tundra. *Journal of Geophysical Research*. 2011. Vol. 116. 11 p.
4. Petrov R. E., Maksimov T. H., Karsanaev S. V. *Izuchenie mezhgodovoy i sezonnoy dinamiki izmenchivosti balansa ugleroda i mnogoletnemerzlykh porod v tipichnoj tundrovoj ekosisteme na Severo-Vostoke Rossii* [Investigation of interannual and seasonal dynamics of variability of carbon balance and permafrost rocks in a typical tundra ecosystem in the North-East of Russia]. *Prirodnye resursy Arktiki i Subarktiki*. 2018. Vol. 26. No. 4. P. 89—96.
5. Van Huissteden J. Thawing permafrost: Permafrost carbon in a warming Arctic. — Cham, Switzerland: springer nature. 2020. 508 p.
6. Schuur E. A. G. Expert assessment of vulnerability of permafrost carbon to climate change. *Climate Change*. 2015. Vol. 119. P. 359—374.
7. Chadburn S. E., Krinner G., Porada P. et al. Carbon stocks and fluxes in the high latitudes: using site-level data to evaluate Earth system models. *Biogeosciences*, 2017. Vol. 14. № 22. P. 5143—5169.
8. Iwahana G., Takano S., Petrov R. E., Tei S., Shingubara R., Maximov T. C., Fedorov A. N., Desyatkin A. R., Nikolaev A. N., Desyatkin R. V., Sugimoto A., Geocryological characteristics of the upper permafrost in a tundra—forest transition of the Indigirka River Valley, Russia. *Polar Science*. 2014. Vol. 8. № 2. P. 96—113.
9. Tarnocai C., Canadell J. G., Schuur E. A. G., Kuhry P. et al. Soil Organic Carbon Pools in the Northern Circumpolar Permafrost Region. *Global Bio geochemical Cycles*. 2009. Vol. 23. No. 2. 11 p.
10. Mitsch, W. J., Bernal B., Nahlik A. M., Mander Ü., Zhang L., Anderson C. J., Juergensen S. E., Brix H. Wetlands, carbon, and climate change. *Landscape ecology*. 2013. Vol. 28. No. 4. P. 583—597.
11. Walter A., Daanen R., Anthony P., Schneider T., Ping C.-L., Chanton J. P., Grosse G. Methane emissions proportional to permafrost carbon thawed in Arctic lakes since the 1950. *Nature Geoscience*. 2016. Vol. 9. No. 9. P. 679—682.
12. Pohlman J. W., Greinert J., Ruppel C., Silyakova A., Vielstadte L., Casso M., Mienert J., Bunz S. Enhanced CO₂ uptake at a shallow Arctic Ocean seep field overwhelms the positive warming potential of emitted methane. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2017. Vol. 114. No. 21. P. 5355—5360.
13. Nauta A. L., Heijmans M. M. P. D., Blok D. et al. Permafrost collapse after shrub removal shiftstundra ecosystem to a methane source. *Nature Climate Change*. 2015. Vol. 5. No. 1, P. 67—70.

ВЛИЯНИЕ ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА В УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

И. Н. Лыков, доктор биологических наук, профессор, научный руководитель института естествознания и медицинского института Калужского государственного университета им. К. Э. Циолковского, linprof47@yandex.ru, Калуга, Россия,
В. С. Суханова, студентка Института естествознания Калужского государственного университета им. К. Э. Циолковского, Калуга, Россия

Вопрос влияния домашних животных на здоровье хозяина остается недостаточно изученным. В литературе имеются противоречивые данные о влиянии домашних питомцев на самочувствие хозяина и домочадцев. В урбанизированных экосистемах человек испытывает стрессовое влияние окружающей среды, не имея возможности достаточно долго общаться с природой. Поэтому городской житель старается в своей квартире воссоздать прообраз экосистемы, выращивая цветы и приобретая домашних животных. Основная цель этого исследования состояла в том, чтобы проанализировать влияние домашних животных на здоровье человека в условиях урбанизированной экосистемы. Исследования проводили методом анкетирования и статистической обработки полученных данных. В эксперименте принимали участие люди разных возрастов и профессий. Наши исследования показывают тенденцию увеличения количества семей, имеющих домашних животных. Причем большинство семей предпочитает содержать в основном кошек и собак, а меньший интерес проявляют к мелким животным и рыбам. Большинство семей имеют собаку и кошку (40 %). Только кошку имеют 35 % семей, а только собаку — 25 % семей. Около 5 % семей имеют по 2—3 особи животных. Анкетирование показало, что домашние животные оказывают положительное эмоциональное влияние на хозяев. На женщин это влияние оказывалось в большей степени, чем на мужчин. Отмечено также, что чем старше хозяин, тем более выраженное психоэмоциональное влияние оказывают на него домашние животные.

The question of the pets' influence on the health of their host remains understudied. There are contradictory data in the literature about the pets' influence on the well-being of the owner and the household. In urbanized ecosystems, there is stressful human experience of the environment without being able to communicate with nature. Therefore, an urban dweller tries to recreate a prototype of an ecosystem in his apartment by growing flowers and acquiring pets. The main purpose of this study is to analyze the impact of pets on human health in an urbanized ecosystem. The research is carried out by questionnaire survey and statistical processing of the obtained data. People of different ages and professions take part in the experiment. Our researches show the tendency of increasing number of families having pets. Most families prefer to keep mostly cats and dogs, and are less interested in small animals and fish. Most families have a dog and a cat (40 %). Thirty-five percent of families have only a cat, and 25 % of families have only a dog. About 5 % of families have 2—3 pets each. The survey shows that pets have a positive emotional influence on their owners. This influence is greater for women than for men. It is also noted that the older the owner, the more pronounced the psycho-emotional influence pets have on him or her.

Ключевые слова: домашние животные, человек, здоровье, эмоциональное влияние.

Keywords: pets, humans, health, emotional impact.

Введение

Нерациональная и однообразная застройка, небольшие по площади и неудобные квартиры привели к возникновению целого ряда нервно-психических заболеваний, которые англичане называли «грустью новых городов» [1, 2]. Люди, которые страдали от одиночества, депрессии и психических заболеваний, находили об-

легчение при контакте с домашними животными [3, 4]. Использование домашних животных для оказания помощи людям стало широко распространенным с середины прошлого столетия. Исследования показали, что когда люди гладят собак, их организм выделяет гормон окситоцин, который снижает чувство страха и тревожности, мотивирует к общению, которое не-

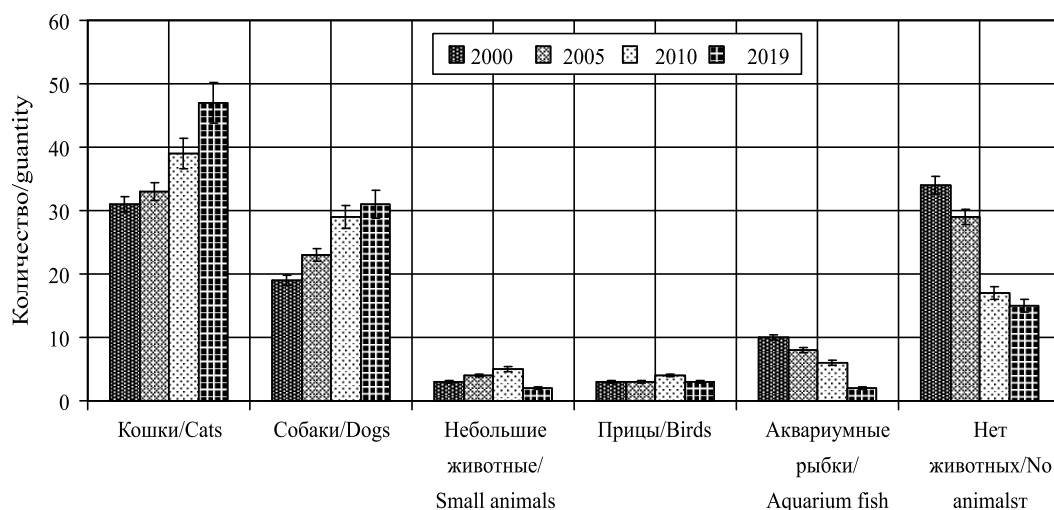


Рис. 1. Динамика численности домашних животных у жителей города Калуги

обходимо для благополучия. Ученые обнаружили, что у владельцев собак в 8,6 раза больше шансов остаться в живых через год после сердечного приступа, чем у тех, у кого нет собак. У владельцев домашних животных риск развития ишемической болезни сердца значительно ниже, чем у тех, у кого их нет [5, 6].

Социальное воздействие собак на людей особенно важно для одиноких и пожилых людей. С этой точки зрения животное является частью нашего сообщества, важным фактором, определяющим психологическое благополучие [7]. Социальная поддержка, которую оказывает домашнее животное, может помочь человеку чувствовать себя более расслабленным, способствовать большему социальному взаимодействию с людьми, уменьшая чувство одиночества [8, 9, 10].

Кошкам уделялось меньше внимания, поскольку исследования, проводимые с использованием кошек, не всегда давали положительные результаты. Например, владельцы кошек с большей вероятностью умирали через год после сердечного приступа, чем владельцы собак. Также было обнаружено, что владельцам кошек чаще приходилось обращаться к врачу с проблемами, связанными с сердцем, или стенокардией [11, 12].

Помимо собак и кошек положительное влияние на человека оказывают и другие животные. Лошади, например, используются с середины прошлого века для улучшения двигательных навыков и сенсорной обработки у взрослых и детей

с самыми разнообразными заболеваниями, начиная от синдрома Дауна и заканчивая церебральным параличом. Терапия с помощью лошадей (иппотерапия) в настоящее время является относительно обычным явлением. Дельфины также привлекли внимание в связи с пользой для здоровья, которую они могут принести людям [13]. Дельфинотерапия полезна для людей с нарушением двигательных функций, трудностями в обучении, с аутизмом. Большинство опубликованных исследований сообщают о положительных возможностях дельфинотерапии, включая улучшение концентрации внимания, языковых навыков и мотивации, а также снижение кратковременной тревожности [5, 10, 13].

Однако исследования о пользе животных для здоровья хозяина и домочадцев

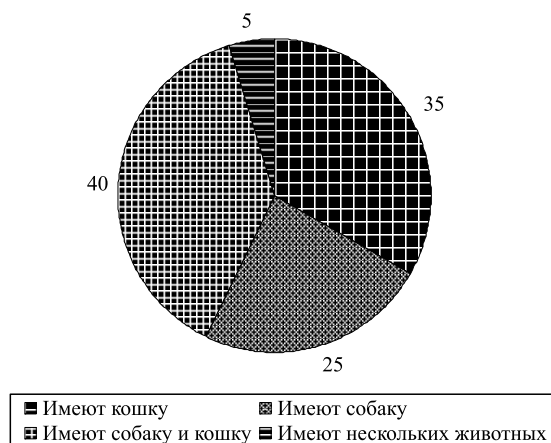


Рис. 2. Наличие домашних животных в семьях (%)

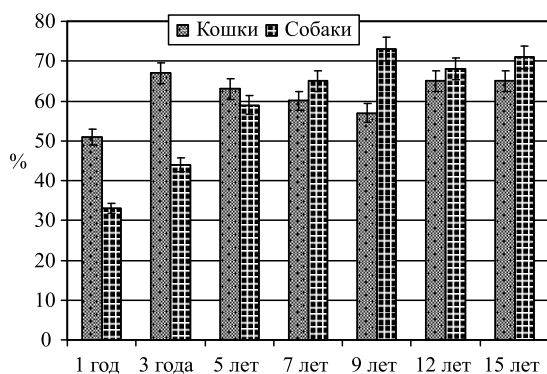


Рис. 4. Положительное влияние домашних животных на психику ребенка

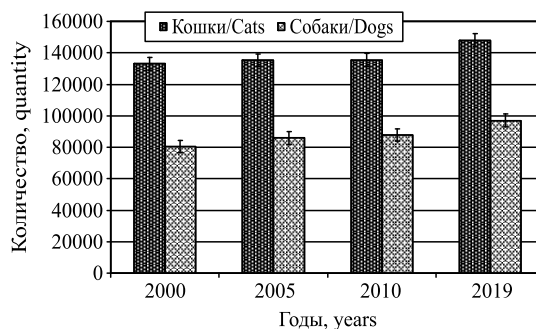


Рис. 3. Динамика численности кошек и собак в городе Калуге

все еще ограничены. Необходимы дальнейшие исследования того, как домашние животные влияют на здоровье человека.

Методы исследования

В качестве методов исследования использовались:

- опрос владельцев животных в соответствии с разработанной анкетой;
- статистическая обработка полученных результатов с использованием классических методов математической статистики и табличного процессора Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Результаты анкетирования показали тенденцию увеличения количества семей, имеющих домашних животных. Причем большинство семей предпочитает содержать в основном кошек и собак, а меньший интерес проявляют к мелким животным (в основном грызунам) и рыбам (рис. 1).

Большинство семей имеют собаку и кошку (40 %). Только кошку имеют 35 % семей, а только собаку — 25 % семей (рис. 2). Около 5 % семей имеют по

2—3 особи животных. Большинство респондентов предпочитает собак средних и мелких пород.

За последние 19 лет количество кошек и собак в семьях горожан увеличилось, соответственно, на 15 060 и 26 550 особей. При этом численность кошек в 2019 году составила 148 060 особей, а собак — 107 050 особей (рис. 3).

Анкетирование показало, что домашние животные оказывают положительное эмоциональное влияние на хозяев (табл. 1). Причем на женщин это влияние оказывалось в большей степени, чем на мужчин. Отмечено также, что с возрастом владельцев животных положительное психоэмоциональное воздействие на них домашних питомцев значительно возрастает.

Домашние животные положительно влияют на психику ребенка, на снятие стресса. Причем до 5-летнего возраста эту функцию лучше выполняют кошки, а с 7 лет — собаки (рис. 4).

Домашние животные уменьшают чувство одиночества у одиноких хозяев. А с возрастом хозяина роль собак как друзей и спутников жизни и у мужчин, и у женщин увеличивается (рис. 5).

Таблица 1

Положительное влияние домашних животных на хозяев

Возраст, лет	Собаки		Кошки	
	Мужчины, %	Женщины, %	Мужчины, %	Женщины, %
18—20	10	15	10	35
21—30	15	27	17	54
31—40	30	35	30	68
41—50	40	44	37	70
51—60	51	79	39	64

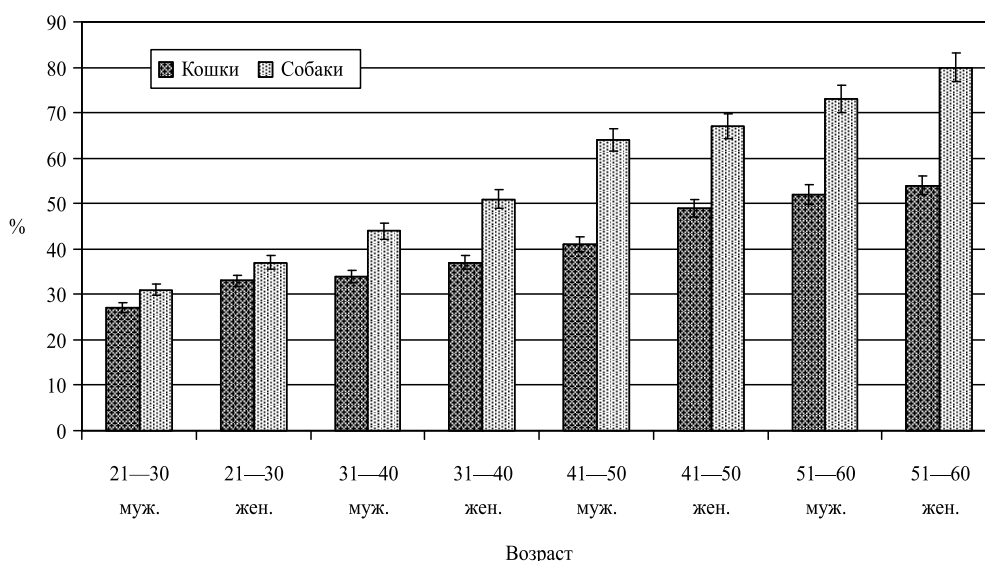


Рис. 5. Влияние домашних животных на снижение чувства одиночества

Во всех возрастных группах на женщин животные оказывают более положительное эмоциональное влияние и в значительной степени снижают чувство одиночества.

Выводы

1. Большинство семей предпочитает содержать в основном кошек и собак, а меньший интерес проявляют к мелким животным (в основном грызунам) и рыбам.

2. Большинство семей имеют собаку и кошку (40 %). Только кошку имеют 35 % семей, а только собаку — 25 % семей. Около 5 % семей имеют по 2—3 особи животных.

3. Численность кошек в 2019 году составила 148 060 особей, а собак — 107 050 особей.

4. Домашние животные оказывают положительное эмоциональное влияние на хозяев. Причем на женщин это влияние оказывалось в большей степени, чем на мужчин. По мере взросления хозяина домашние животные оказывают на него более выраженное положительное эмоциональное влияние.

5. Домашние животные положительно влияют на психику ребенка, на снятие стресса. Причем до 5-летнего возраста эту функцию лучше выполняют кошки, а с 7 лет — собаки.

Домашние животные уменьшают чувство одиночества у одиноких хозяев. Причем с возрастом хозяина роль собак как друзей и спутников жизни у мужчин и у женщин увеличивается.

Список литературы

1. Лыков И. Н. Человек: Биология и экология. — Калуга. Изд-во «СерНа», 2019. — 375 с.
2. Лыков И. Н., Лобода Н. Б. Экологическое и медико-биологическое значение ландшафта и рельефа // *Проблемы региональной экологии*. — 2019. — № 2. — С. 12—15.
3. Hodgson K., Barton L., Darling M. et al. Pets' Impact on Your Patients' Health: Leveraging Benefits and Mitigating Risk // *The Journal of the American Board of Family Medicine*. — 2015. — V. 28 (4). — P. 526—534.
4. Wells D. L. The Effects of Animals on Human Health and Well-Being // *Journal of Social Issues*. — 2009. — V. 65 (3). — P. 523—543.
5. Wells D. L. The value of pets for human health // *The British Psychological Society*. — 2011. — V. 24. — P. 172—176.
6. Wells D. L. Domestic dogs and human health: An overview // *The British Psychological Society*. — 2010. — V. 12 (1). — P. 145—156.
7. Allen K. Are pets a healthy pleasure? The influence of pets on blood pressure // *Current Directions in Psychological Science*. — 2003. — V. 12. — P. 236—239.

8. Raina P., Waltner-Toews D., Bonnett B., Woodward C., Abernathy T. Influence of companion animals on the physical and psychological health of older people: an analysis of a one-year longitudinal study // *J. Am. Geriatr. Soc.* — 1999. — V. 47 (3). — P. 323–329.
9. Parslow, R. A., Jorm, A. F., Christensen, H., Rodgers, B. Pet ownership and health in older adults: Findings from a survey of 2,551 community-based Australians aged 60–64 // *Gerontology.* — 2005. — V. 51. — P. 40–47.
10. Wells D. L. Associations between pet ownership and self-reported health status in people suffering from chronic fatigue syndrome // *Journal of Alternative and Complementary Medicine.* — 2009b. — V. 15. — P. 407–413.
11. Herzog H. The Impact of Pets on Human Health and Psychological Well-Being: Fact, Fiction, or Hypothesis? // *Current Directions in Psychological Science.* — 2011. — V. 20 (4). — P. 236–239.
12. Харчук Ю. И. Анималотерапия: Домашние животные и наше здоровье. — Ростов: Феникс, 2007. — 320 с.
13. Riede D. The relationship between man and horse with reference to medicine throughout the ages // *People, Anim., Environ.* — 1987. — V. 5 (2). — P. 26–28.

THE IMPACT OF PETS ON HUMAN PHYSICAL AND PSYCHOLOGICAL HEALTH IN URBANIZED ECOSYSTEMS

I. N. Lykov, Ph. D. (Biological) Dr. Habil, Professor, scientific director of the Institute of Natural Science and Medical Institute of Kaluga State University named after K. E. Tsiolkovsky, Kaluga, Russia, linprof47@yandex.ru,
V. S. Sukhanova, student of the Institute of Natural Sciences Kaluga state University named after K. E. Tsiolkovsky, Kaluga, Russia

References

1. Lykov I. N. *Chelovek: Biologiya i ekologiya* [Human: Biology and ecology]. — Kaluga. SerNa Publishing House. 2019. — 375 pp. [in Russian].
2. Lykov I. N., Loboda N. B. *Ekologicheskoe i mediko-biologicheskoe znachenie landshafta i relefa*: [Problemy regionalnoj ekologii]. — 2019. — № 2. — P. 12–15 [in Russian].
3. Hodgson K., Barton L., Darling M. et al. Pets' Impact on Your Patients' Health: Leveraging Benefits and Mitigating Risk // *The Journal of the American Board of Family Medicine.* — 2015. — V. 28 (4). — P. 526–534.
4. Wells D. L. The Effects of Animals on Human Health and Well-Being // *Journal of Social Issues.* — 2009. — V. 65 (3). — P. 523–543. DOI: 10.1111/j.1540-4560.2009.01612.x
5. Wells D. L. The value of pets for human health // *The British Psychological Society.* — 2011. — V. 24. — P. 172–176.
6. Wells D. L. Domestic dogs and human health: An overview // *The British Psychological Society.* — 2010. — V. 12 (1). — P. 145–156.
7. Allen K. Are pets a healthy pleasure? The influence of pets on blood pressure // *Current Directions in Psychological Science.* — 2003. — V. 12. — P. 236–239. DOI: 10.1046/j.0963-7214.2003.01269.x
8. Raina P., Waltner-Toews D., Bonnett B., Woodward C., Abernathy T. Influence of companion animals on the physical and psychological health of older people: an analysis of a one-year longitudinal study // *J. Am. Geriatr. Soc.* — 1999. — V. 47 (3). — P. 323–329.
9. Parslow, R. A., Jorm, A. F., Christensen, H., Rodgers, B. Pet ownership and health in older adults: Findings from a survey of 2,551 community-based Australians aged 60–64 // *Gerontology.* — 2005. — V. 51. — P. 40–47.
10. Wells D. L. Associations between pet ownership and self-reported health status in people suffering from chronic fatigue syndrome // *Journal of Alternative and Complementary Medicine.* — 2009b. — V. 15. — P. 407–413.
11. Herzog H. The Impact of Pets on Human Health and Psychological Well-Being: Fact, Fiction, or Hypothesis? // *Current Directions in Psychological Science.* — 2011. — V. 20 (4). — P. 236–239.
12. Harchuk Yu. I. *Animaloterapiya: Domashnie zhivotnye i nashe zdorove* [Animal therapy: Pets and our health]. — Rostov: Feniks. — 2007. — 320 pp. [in Russian].
13. Riede D. The relationship between man and horse with reference to medicine throughout the ages // *People, Anim., Environ.* — 1987. — V. 5 (2). — P. 26–28.

ПОЧВЫ ГОРОДСКИХ ЭКОСИСТЕМ — ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ РИСКИ

Т. А. Зубкова, доктор биологических наук,
старший научный сотрудник
факультета почвоведения МГУ
имени М. В. Ломоносова, *dusy.taz@mail.ru*,
Москва, Россия,

Д. Н. Кавтарадзе, доктор биологических
наук, ведущий научный сотрудник
биологического факультета МГУ
имени М. В. Ломоносова,
kavtaradze@mail.bio.msu.ru,
Москва, Россия,

Н. В. Попова, доктор биологических наук,
ведущий научный сотрудник, «Экосфера»,
Москва, Россия

Урбанизированные территории характеризуются различными типами экосистем и степенью загрязненности. По содержанию в почвах тяжелых металлов (Cu, Pb, Zn, Ni, Cr, Mn, Sr) установлено, что в лесопарках их содержание не превышает ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) и всегда ниже, чем в типично городских участках (придомовые территории, газоны, детские площадки, придорожная часть). Исключение составлял As: его содержание превышало ОДК в лесопарках в 2–3 раза, в группе «Город» — в 6–10 раз. Предлагается использовать корреляционные соотношения и ассоциации металлов в почве для установления источника загрязнения в городе. Для городских почв характерно повышенное содержание органического вещества, общего азота, слабощелочная реакция среды (pH 6,0–8,5) и пониженный окислительно-восстановительный потенциал (120–400 mv) по сравнению с лесопарками Москвы (pH 4,0–7,0; Eh 250–400 мВ мВ). Экологическое состояние городских почв может приводить к усилению социальных рисков. Тяжелые металлы в почве представляют собой лимитирующий фактор при выращивании продуктов питания в черте города. Подщелачивание почвы создает благоприятную среду для развития возбудителей заболеваний. Миграционные стоки почвенного материала в городские водоемы повышают вероятность заболеваний, вызванных амёбными паразитами. Противогололедные средства накапливаются в почве и весной вызывают стресс у растений, что может приводить к гибели деревьев вдоль дорог.

Urbanized territories are characterized by different types of ecosystems and the degree of its pollution. According to the content of heavy metals (Cu, Pb, Zn, Ni, Cr, Mn, Sr) in soils, it was found that in forest parks their content does not exceed the approximate permissible concentration (APC) and is always lower than in typical urban areas (areas near the houses, grass, playgrounds, roadside part). The As content exceeded the APC in forest parks by 2–3 times, in the “City” group — by 6–10 times. It is proposed to use correlations and associations of metals in the soil to establish the source of pollution in the city. Urban soils are characterized by an increased content of organic matter, a slightly alkaline reaction of the environment (pH 6,0–8,5) compared to the Moscow forest parks (pH 4,0–7,0) and a reduced redox potential (100–400 mV) in terms of compared with the forest parks of Moscow (250–450 mv). Easily soluble salts, used as deicing agents, accumulate in the soil in spring and stress the plants. Soils can create or exacerbate environmental and social risks in a city. Heavy metals in soil are a limiting factor in the cultivation of food within the city. Alkalinization of the soil creates a favorable environment for the development of pathogens. The runoff of soil material into urban water bodies is a risk factor for diseases caused by amoebic parasites.

Ключевые слова: городские экосистемы, городские почвы, засоление городских почв, социальные и экологические риски, тяжелые металлы в городских почвах.

Keywords: urban ecosystems, urban soils, salinization of urban soils, social and environmental risks, heavy metals in urban soils.

Введение

Города занимают незначительную часть антропосферы, однако их население растёт с каждым годом. К 2050 г. оно будет составлять более 80 % от общего населения планеты [9]. Поэтому уже сейчас актуальны проблемы устройства и устой-

чивости городских экосистем. Высокая численность и плотность населения мегаполисов формируют специфическую экологическую среду. Но базовым элементом устойчивого развития урбанизированных территорий остаются естественные экосистемы. Это крупные лесопарки и парки,

в которых условия среды максимально приближены к естественным, несмотря на высокую загрязненность соседствующих с ними техногенных участков. Городские почвы загрязнены тяжелыми металлами (ТМ), их содержание превышает предельно-допустимые концентрации (ПДК) [1, 5, 10, 11, 16, 20]. Однако именно то, что почва аккумулирует поллютанты в своем профиле, формирует ее память о загрязняющих веществах и открывает новые возможности по использованию этой информации в решении городских проблем. В мегаполисах назрела необходимость междисциплинарного исследования почв как основы для управления урбиомами, городскими экосистемами, которые без почв не существуют. Данные геохимических исследований наземных экосистем страны редко учитываются в обосновании и оценке рисков расширения городских территорий в силу их фрагментарности и относительной «незначительности» по сравнению с индустриальными супертоксикантами, включая диоксины [12]. Повышение риска здоровью человека — одна из причин, ограничивающих рост городов [14, 15], и почвы играют немаловажную роль в этом процессе. В настоящее время городские почвы рассматриваются не только как компонент городских экосистем, но и как общегородской эколого-социальный ресурс.

Цель исследования — оценка экологических и социальных рисков, связанных с городскими почвами на основании данных по содержанию ТМ и легкорастворимых солей в почвах Москвы.

Объекты и методы исследования

Исследовались почвы города Москвы. Отобраны 264 почвенных образца, из них 62 — в зоне лесопарков (Битцевский парк, Измайловский, Кусково, Ленинские горы, Нескучный сад, Лосиный остров). Почвенные разрезы (иногда прикопки) закладывались в основном до глубины 60–70 см. Образцы отбирали с трех глубин — это 0–10 см, 20–30 см и 50–70 см. Все они были объединены в 2 группы:

1-я группа «Лесопарки» — экосистемы города, наиболее приближенные к естественным условиям;

2-я группа «Город» — территории, представленные типично городскими зонами (придорожная часть, газоны, придо-

мовые участки, детские и школьные площадки и т. п.).

Содержание тяжелых металлов (Cu, Pb, Zn, Ni, Cr, Mn, Sr, As) определяли методом спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) на приборе масс-спектрометр 7500a ICP-MS. Для оценки экологического состояния почв руководствовались оценочными показателями ОДК [8].

Результаты и обсуждение

Экосистемы города. В мегаполисах можно выделить различные функциональные экосистемы: улицы, дороги; газоны, деревья вдоль дорог; парки и бульвары, футбольные и гольф поля со специфическим ландшафтом; кладбища; детские площадки; лесопарки, которые максимально приближены к естественным зональным экосистемам. Разнообразные строения, в которых человек проводит существенную часть своей жизни, — это жилые помещения, учебные учреждения, офисы, заводы, фабрики и т. п., составляют существенную часть города. Выделяются участки с особой искусственной биосферой — зоопарки, ботанические сады, оранжереи, которые характеризуются высоким биологическим разнообразием. Территории подземных коммуникаций (теплосети, канализации), свалки мусора, сеть воздушных линий электропередач представляют собой специфические городские зоны. Обязательны для города водные объекты: пруды, малые и большие реки, родники.

Особое пространство в городе образуют электромагнитные излучения различного диапазона (мобильная связь, линии воздушных электропередач, СВЧ и др.), влияние которых на здоровье населения только изучается. Уже известно, что даже малые уровни электромагнитных излучений (сотовые телефоны) негативно и часто избирательно влияют на системы органов человека и других организмов [2, 13].

Городские экосистемы различаются по функциональной роли и экологическому состоянию. Так, почва на участках подземных коммуникаций весной прогревается раньше на 2–3 недели (рис. 1). Это способствует более раннему пробуждению организмов в почве. Поэтому весной, после выгула собак на территориях подземных теплосетей повышается вероятность заболеваний животных от укусов клещей.



Рис. 1. Участок лесопарковой зоны над теплотрассой весной, март 2020, Москва

Сравнение экологических свойств городских почв в урбоэкосистемах «Лесопарки» и «Город» показало существенную разницу между ними.

Особенности городских почв сводятся к следующему. Городские почвы богаты органическим веществом и общим азотом (рис. 2, А), в почвах лесопарков их меньше.

Это обусловлено внесением питательных элементов с почвоподобными и торфяными газонными смесями. Ранее было показано [11], что почвы лесопарковых экосистем содержат больше органического углерода по сравнению с территориями частной застройки, городскими селитебными и индустриальными. Городские почвы характеризуются пониженной кислотностью (pH 6,0–8,5) и окислительно-восстановительным потенциалом (120–400 мВ) по сравнению с зоной лесопарков Москвы, где pH 4,0–7,0 и Eh 250–450 мВ (рис. 2, Б).

Таблица 1
Оптимальный интервал кислотности среды обитания для возбудителей заболеваний человека

Заболевание	pH
Ботулизм	7,4–7,6
Столбняк	7,0–8,2
Сальмонеллез	7,2–7,6
Псевдотуберкулез	7,2–7,4
Лептоспироз	7,2–7,4
Туляремия	6,8–7,4
Иерсиниоз	6,9–7,2
Бруцеллез	6,6–7,4

Следует отметить, что снежный покров города также подщелачивается, как и почвы [6]. Факт сдвига кислотности почвенной среды в направлении ее подщелачивания создает благоприятные условия для микробных сообществ, включая и патогенные, поскольку оптимум их активности приходится на слабощелочную область (табл. 1).

Таким образом, кислотность почвы в мегаполисах представляет собой фактор риска здоровью человека. Патогенные микроорганизмы могут попадать в организм человека как прямым путем из почвы, так и по миграционным потокам. Например, почвенная амeba рода *Naegleria* может вызывать заболевание амебный энцефалит, если поступает в организм человека из пресноводных водоемов, куда мигрирует из почвы.

Почвы Москвы загрязнены тяжелыми металлами, их содержание превышает ориентировочно-допустимые концентрации

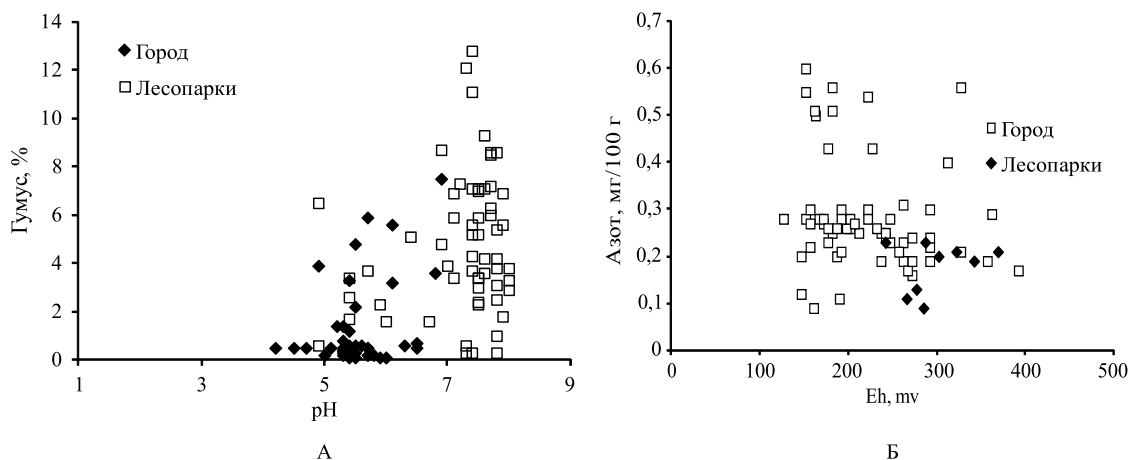


Рис. 2. Химические свойства почв урбоэкосистем «Лесопарки» и «Город»

(ОДК). Однако почвы лесопарков можно считать относительно экологически «чистыми» по сравнению с другими участками города. Причем разница между двумя группами почв «Лесопарки» и «Город» на-

блюдается по всему почвенному профилю (рис. 3).

По содержанию меди в почвах лесопарков отмечается постепенное снижение вниз по профилю от 20 до 50 мг/кг, все

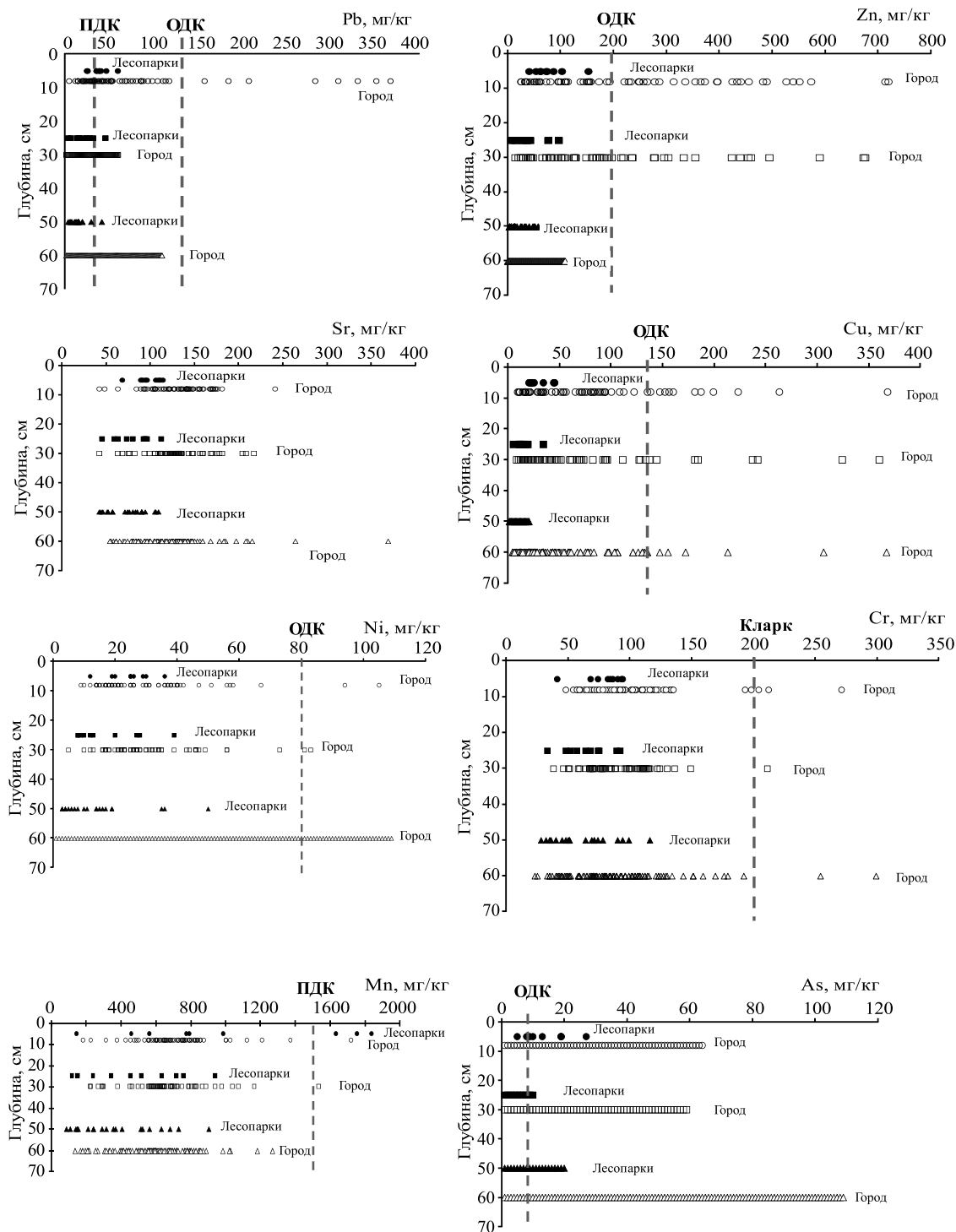


Рис. 3. Распределение тяжелых металлов по профилю городских почв в экосистемах «Лесопарки» и группы «Город»*

* Сплошная заливка маркера — группа «Лесопарки», маркер без заливки — группа «Город».

значения ниже ОДК. В почвах группы «Город» максимальная частота встречаемости меди в диапазоне от 10 до 150 мг/кг почвы, но разброс значений может достигать до 360 мг/кг. Концентрация свинца также ниже ОДК по всему профилю, за исключением верхних 10-сантиметровых слоев в почвах «города». Возможно, происходит его фиксации в 10-сантиметровом слое и отсутствует вынос за его пределы. Концентрация цинка в почвах лесопарков ниже ОДК, а в других городских территориях отмечено превышение ОДК в толще 0—30 см. Количество никеля в верхних горизонтах ниже ОДК, но на глубине 60 см наблюдается его возрастание в городских почвах до 1,4 ОДК. Отмечено повышенное содержание мышьяка во всех почвах. Превышение ОДК в лесопарках в 2—3 раза, в группе «Город» — в 6—10 раз. Концентрации марганца в почвах ниже ПДК. Содержание стронция в почвах лесопарков меньше в 1,5—2 раза по сравнению с городской территорией. Кларк валового содержания хрома в почве составляет 200 мг/кг, хотя его концентрация в серых лесных почвах Среднерусской возвышенности гораздо меньше (44—140 мг/кг) [7]. В почвах Москвы содержание хрома ниже 150 мг/кг.

Таким образом, по содержанию валовых форм ТМ (Cu, Pb, Zn, Ni, Cr, Mn, Sr) выявлены различия почв лесопарковых урбоэкосистем от других городских участков (придомовые территории, газоны, детские площадки, придорожная часть и др.) — в лесопарках их содержание ниже и не превышает ОДК. Исключение составляет только мышьяк — повышенное его содержание наблюдалось во всех почвах. Причем в лесопарках оно составляло (2—3) ОДК, в группе «Город» — (6—10) ОДК, поэтому при сравнительной оценке разных городов по экологической обстановке необходимо сопоставлять однородные функциональные зоны урбанизированных территорий: лесопарковые с лесопарковыми, селитебные с аналогичными и т. д.

Для Москвы и других городов составлены карты экологического состояния, в которых отражены городские районы с разной степенью загрязнения тяжелыми металлами и другими поллютантами. Таким образом, мы получаем визуализацию данных по загрязнению почв, раститель-

ности, атмосферы и общее представление об экологической обстановке мегаполисов. Однако экологические карты не дают ответа на главный вопрос: кто будет платить за загрязнение, нанесенный ущерб и за восстановительные работы? В условиях высокой плотности застройки и источников загрязнений (промышленные предприятия, фабрики, дороги, АЗС, ТЭЦ и т. п.) на урбанизированных территориях актуальна проблема обнаружения источника загрязнения. В этом плане почва может рассматриваться как индикатор источника загрязнения, поскольку в ней аккумулируются тяжелые металлы и др. поллютанты, причем накопление происходит в определенных пропорциях, согласно выбросам [3]. Следует отметить, что вынос тяжелых металлов за пределы почвенного профиля составляет незначительную часть [18].

Существуют как минимум два подхода к оценке загрязнения почв тяжелыми металлами на урбанизированных территориях: по общему содержанию элементов и по корреляционному соотношению техногенных элементов, их ассоциациям. Второй подход по ассоциациям металлов в почве заслуживает особого внимания, поскольку позволяет устанавливать источник загрязнения. Например, при производстве пластмасс происходит накопление в почве иттрия и серебра (коэффициент концентрации $K_c > 10$); при производстве свинцовых аккумуляторов, а также приборов для электронной и электротехнической промышленности в почве накапливается сурьма ($K_c > 10$). Для разграничения влияния двух видов машиностроительного производства с выбросами сурьмы в окружающую среду необходимо выделить ассоциации металлов в почве и установление их соответствия ассоциациям металлов в выбросах завода. Так, производство свинцовых аккумуляторов выделяет еще свинец, в отличие от электронной и электротехнической продукции, при которой в совокупности с сурьмой идут цинк и висмут [3]. Более высокая корреляционная зависимость ассоциаций металлов в почве с отходами производства может свидетельствовать в пользу данного источника загрязнения. О. В. Калашникова [4] установила несколько ассоциаций металлов, негативно влияющих на произрастание древесных насаждений. Так, на

основании устойчивой корреляции ТМ в почвах Москвы она выделила «медную» ассоциацию: медь, цинк, ртуть и никель и «кобальтовую» группу: кобальт-хром. Возможно, именно ассоциации металлов в почвах и их корреляционные связи с источниками загрязнения помогут при выявлении экологического нарушителя.

Разработку этого направления можно отнести к инновационным, поскольку оно будет способствовать повышению эффективности мониторинга городской среды и повышению роли почвы в оценке экологического ущерба на урбанизированных территориях.

Легкорастворимые соли в городских почвах появляются весной при таянии снега. Они антропогенного происхождения. Интенсивная борьба с гололедицей в России на протяжении 40 лет конца 20—21 века привела к тому, что в почвы Москвы стали поступать соли (NaCl, KCl, CaCl₂ и др.). Антигололедные реагенты в России различаются по химическим свойствам, по классу опасности (от безопасных до III класса опасности) и по стоимости (от 1000 рублей до 90 000 рублей за тонну). Их применение приводило к засолению почв весной. К осени большинство солей вымывалось за пределы почвенного профиля, а сама почва теряла признаки солочаковатости и химической солонцеватости [1, 16]. В 1997 году после особенно интенсивного внесения солей на го-

родские улицы погибли деревья вдоль дорожных магистралей Москвы, которые росли на расстоянии 1—5 м от проезжей части. Причин гибели могло быть несколько: Во-первых, возросший поток машин и, как следствие, выделение тяжелых металлов (Pb, Cd, Fe) с выхлопными газами. Во-вторых, легкорастворимые соли, вносимые на городские тротуары в качестве противогололедного средства. В-третьих, всевозможные грибные и другие заболевания. Последняя версия определенно вторична, фитопатология проявляется у ослабленных деревьев. Исследования ученых показали, что главная причина — весеннее засоление почв, вызывающее стресс у деревьев вплоть до их гибели [5, 16, 19]. От применения различных солевых смесей в качестве противогололедного средства страдают также газоны. В растения поступают в избытке растворимые соли (табл. 2).

Таким образом, поступление в почвы города Москвы легкорастворимых солей за зимний период весной приводит к угнетению травяных растений и гибели деревьев (тополь, липа, дуб, клен). Возможный прием борьбы с зимним засолением — ранневесенняя промывка почв на придорожных участках с древесными насаждениями.

Экосистемные услуги почвы как элемента городской среды — в создании рекреационной привлекательности ланд-

Таблица 2
Содержание легкорастворимых солей в растениях и почвах города

Расположение пробной площадки	Характеристика травяного покрова	Мг/100 г сухой массы растений		Мг/100 г сухой почвы	
		Весна	Лето	Весна	Лето
ХЛОРИДЫ					
Придорожная часть	Растительный покров отсутствует	—	—	40,6 ± 5,2	6,8 ± 1,9
Середина газона	Доминируют злако- вые травы	7,1 ± 1,5	23,7 ± 4,7	7,5 ± 1,6	37,9 ± 3,7
Около пешеход- ной дорожки	Доминируют сорняки	10,8 ± 2,1	8,7 ± 1,4	5,7 ± 1,4	24,3 ± 2,6
НИТРАТЫ					
Придорожная часть	Растительный покров отсутствует	—	—	62,7 ± 6,6	14,7 ± 1,5
Середина газона	Доминируют злако- вые травы	7,5 ± 1,9	24,1 ± 4,2	7,5 ± 2,1	37,9 ± 5,4
Около пешеход- ной дорожки	Доминируют сорняки	4,2 ± 0,8	31,6 ± 3,4	14,5 ± 3,1	19,2 ± 3,2

Городские почвы, как фактор экологических и социальных рисков

№	Почвенные процессы	Экологические риски	Социальные риски
1	Засоление почв	Вызывает стресс у растений, вплоть до их гибели	Снижает эстетические экосистемные услуги
2	Загрязнение почвы тяжелыми металлами	Вызывает угнетение растений	Лимитирующий фактор при выращивании продуктов питания в черте города
3	Подщелачивание почвы	Не представляет угрозы почвенной экосистеме	Повышает риск заболеваний человека, связанных с почвенными микробными сообществами
4	Пониженный окислительно-восстановительный потенциал	Приводит к смене почвенных свойств	Повышает риск заболеваний, связанных со сменой микробных сообществ
5	Водоемы со стоками почвенного материала	Приводят к смене биосистемы в условиях потепления	Увеличивают риск заболеваний, вызванных амёбными паразитами и др.

шафта, что выражается для человека в эстетическом удовольствии и прибыли от рекреации и туризма [17]. Но этим не исчерпываются экосистемные услуги почвы. Почва может «предоставить» информацию не только о загрязнении участка городской среды, но и об источнике загрязнения, и таким образом может быть включена в оценку экологического ущерба. Наряду с экосистемными услугами городские почвы могут представлять экологические и социальные риски (табл. 3), последние проявляют себя неожиданно.

Так, в патологии амёбным энцефалитом, вызываемым почвенной амёбой рода *Naegleria*, ее циста, попадая из почвы в пресноводный водоем, превращается в свободноживущую форму и способна, прикрепляясь к обонятельному эпителию человека, проникать в мозг человека, преодолевая гематоэнцефалический барьер. Весеннее засоление городских почв, вызванное применением зимой противогололедных средств, приводит к угнетению и даже к гибели растений. Город лишается деревьев, что снижает экосистемные услуги эстетического и ландшафтного характера. Подщелачивание почвы создает благоприятную среду для развития возбудителей заболеваний. Сток почвенного материала в городские водоемы — фактор риска заболеваний, вызванных амёбными паразитами. Загрязнение почвы ТМ вызывает угнетение растений, хотя и не приводит к их гибели. Поглощение ТМ растениями представляет собой лимитирующий фактор при выращивании продуктов

питания открытым способом в Москве, хотя во всем мире интенсивно развиваются городское фермерство и агропроизводство.

В настоящее время актуальным становится проблема самообеспечения жителей городов доступными продуктами питания из-за ограничений транспортных и логистических сообщений в период пандемии, поэтому выращивание зелени к столу на крышах домов, комнатное овощеводство и фруктовые сады в мегаполисах частично решают проблему продовольственной безопасности и выражают тенденцию сохранения агрокультуры горожанами. В этом плане оценка экологического состояния почв необходима. Также актуальны работы по определению скорости загрязнения почвоподобных смесей и конструкций, которые периодически обновляются в урбоэкосистемах, для составления прогнозных моделей.

Заключение

Урбанизированные территории характеризуются различными типами экосистем и степенью загрязненности: от «чистых» (лесопарки) до «сильно загрязненных» (типично городских). По содержанию валовых форм ТМ (Cu, Pb, Zn, Ni, Cr, Mn, Sr) выявлены различия почв лесопарковых урбоэкосистем от других городских участков (придомовые территории, газоны, детские площадки, придорожная часть и др.) — в лесопарках их содержание ниже и не превышает ОДК. Исключение составляет As — повышенное его содержа-

ние наблюдалось во всех почвах. Причем в лесопарках оно составляло (2—3) ОДК, в группе «Город» — (6—10) ОДК, поэтому при сравнительной оценке экологического состояния урбанизированных территорий необходимо сопоставлять однородные функциональные зоны: лесопарковые, газонные, придорожные, селитебные и др. Таким образом, городские почвы могут быть включены в оценку экологического ущерба на урбанизированных территориях.

В целом почвы Москвы характеризуются повышенным содержанием органического вещества, пониженной кислотностью (рН 6,0—8,5) по сравнению с лесопарками (рН 4,0—7,0) и пониженным окислительно-восстановительным потенциалом (ОВП 100—400 мВ, лесопарки 250—450 мВ). Слабощелочная реакция почвенной среды благоприятна для развития патогенных микроорганизмов, что повышает риск заболеваемости человека. Поэтому особое внимание следует уделять организации и мониторингу детских,

школьных и спортивных площадок. Миграционные стоки почвенного материала в городские водоемы повышают вероятность заболеваний, вызванных амёбными паразитами. Противогололедные средства накапливаются в почвах и весной вызывают стресс у растений, вплоть до их гибели. Поэтому химическое засоление городских почв снижает экосистемные услуги эстетического и ландшафтного характера.

Почва, как неотъемлемый элемент городской среды, создает новые или усиливает уже существующие экологические и социальные риски. Так, тяжелые металлы, иммобилизованные городскими почвами и растениями, представляют собой лимитирующий фактор для развития городского фермерства в Москве.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по теме «Физические основы экологических функций почв: технологии мониторинга, прогноза и управления» № 121040800146-3.

Библиографический список

1. Аналитический доклад. Состояние зеленых насаждений в Москве. — М.: Прима-Пресс, 1998. — 236 с.
2. Григорьев Ю. Г. От электромагнитного смога до электромагнитного хаоса к оценке опасности мобильной связи для здоровья населения // *Медицинская радиология и радиационная безопасность*. — 2018. — Том 63. — № 3. — С. 28—33.
3. Зубкова Т. А., Кавтарадзе Д. Н. Роль почвы в оценке экологического состояния мегаполисов на примере Москвы // Проблемы трансформации естественных ландшафтов в результате антропогенной деятельности и пути их решения: междунар. науч. экол. конф. — Краснодар: КубГАУ, — 2021. — С. 368—372.
4. Калашникова О. В. Техногенное загрязнение почв и состояние древесных насаждений в г. Москве: автореф. дис. ... к. б. н. — Москва: МГУ, 2003. — 24 с.
5. Карпачевский Л. О., Шевякова Н. И., Зубкова Т. А., Бганцова М. В., Маджугина Ю. Г. Город и биосфера // *Биосфера*. — 2009. — С. 153—165.
6. Касимов Н. С., Кошелева Н. Е., Власов Д. В., Терская Е. В. Геохимия снежного покрова в восточном округе Москвы // *Вестник Моск. ун-та. Серия 5. География*. — 2012. — № 4. — С. 14—24.
7. Лукин С. В. Мониторинг содержания хрома в сельскохозяйственных культурах и почвах // *Достижения науки и техники АПК*. — 2011. — № 6. — С. 54—55.
8. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы. — М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. — 2009. — 10 с.
9. Пан Ги Мун — послание к Всемирному дню городов. — URL: www.un.org/russian/news/story.asp?NewsID=24820, дата обращения: 20.02.2022.
10. Прокофьева Т. В., Герасимова М. И. Городские почвы: диагностика и классификационное определение по материалам научной экскурсии конференции SUITMA-9 по Москве // *Почвоведение*. — 2018. — № 9. — С. 1057—1070.
11. Прокофьева Т. В., Розанова М. С., Попутников В. О. Некоторые особенности органического вещества почв на территориях парков и прилегающих жилых кварталов Москвы // *Почвоведение*. — 2013. — № 3. — С. 302—314.
12. Румак В. С., Умнова Н. В. Биомониторинг состояния загрязненной диоксинами среды в окрестностях свалки: к минимизации риска для здоровья населения // *Электронный журнал «Химическая безопасность»*. — 2020. — Т. 4. — № 2.

13. Тамбиев А. Х., Великанов А. Н., Воробьева Н. Н., Бурлакова О. В., Корвин-Павловская Е. Г., Голиченков В. А. Изучение действия некоторых частот видимого света и КВЧ-излучения на жизнеспособность икры вьюна (*Misgurnis fossilis*) в процессе эмбриогенеза // *Биомедицинская радиоэлектроника*. — 2015. — № 8. — С. 56–59.
14. Фридман К. Б., Крюкова Т. В. Урбанизация. Использование методологии риска здоровью для обоснования предела роста городов // *Материалы Пленума МЗ и Института экологии человека*. — М., — 2014. — С. 344–355.
15. Фридман К. Б., Крюкова Т. В. Урбанизация — фактор повышения риска здоровью // *Гигиена и санитария*. — 2015. — 94 (1). — С. 8–11.
16. Шевякова Н. И., Зубкова Т. А., Карпачевский Л. О. Почвы и городские насаждения // *Известия аграрной науки*. — 2005. — Том 3. — № 3. — С. 64–75.
17. Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада. Т. 1. Услуги наземных экосистем / ред.-сост. Е. Н. Букварева, Д. Г. Замолотчиков. — М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2016. — 148 с.
18. Яшин И. М., Васенев И. И., Рамазанов С. Р., Черников В. А. Экогеохимия. — М., — 2016. — С. 135–150.
19. Shevyakova N. I., Kuznetsov V. V., Karpachevskiy L. O. Reasons and mechanisms of green spaces mortality under the urban environment factors and creation of stress-resistant phytocoenosis // *Лесной вестник* — 2000. — N. 6. — С. 25–33.
20. Zubkova T. A., Kavtaradze D. N. The Importance of the Soil in Urban Land Ecological Safety // *Acta Scientific Agriculture*. — 2019. — T. 3. — № 8. — С. 179–183.

SOILS OF URBAN ECOSYSTEMS — ENVIRONMENTAL AND SOCIAL RISKS

T. A. Zubkova, Dr. Habil (Biology), senior researcher at the Faculty of Soil Science of Lomonosov Moscow State University, dusy.taz@mail.ru, Moscow, Russia,
D. N. Kavtaradze, Dr. Habil (Biology), leading researcher at the Faculty of Biology of Lomonosov Moscow State University, kavtaradze@mail.bio.msu.ru, Moscow, Russia,
N. V. Popova, Dr. Habil (Biology), leading researcher, “Ecosphere”, Moscow, Russia

References

1. *Analiticheskiy doklad. Sostoyaniye zelenykh nasazhdeniy v Moskve* [Analytical report. The state of green spaces in Moscow]. — М.: “Prima-Press”, 1998. 236 p. [in Russian].
2. Grigoriev Yu. G. *Ot elektromagnitnogo smoga do elektromagnitnogo haosa. K ocenke opasnosti mobil'noy svyazi dlya zdorov'ya naseleniya* [From electromagnetic smog to electromagnetic chaos. On the assessment of the mobile communication danger for public health]. // *Medical Radiology and Radiation Safety*. 2018. Vol. 63 (3). P. 28–33 [in Russian].
3. Zubkova T. A., Kavtaradze D. N. *Rol' pochvy v ocenke ekologicheskogo sostoyaniya megapolisov na primere Moskvy* [The role of soil in the megacities ecological state assessing on the example of Moscow] // *Problems of natural landscapes transformation as a result of anthropogenic activity and ways to solve them: intern. scientific ecol. conf. Krasnodar: KubGAU, 2021. P. 368–372* [in Russian].
4. Kalashnikova O. V. *Technogennoe zagryaznenie pochv i sostoyanie drevesnykh nasazhdeniy v Moskve: avtoref. dis. kand. biol. nauk* [Technogenic soil pollution and the state of tree plantations in Moscow: Ph. D. thesis in biology]. Moscow, MGU, 2003. 24 p. [in Russian].
5. Karpachevsky L. O., Shevyakova N. I., Zubkova T. A., Bgantsova M. V., Madzhugina Yu. G. *Gorod i biosfera* [City and Biosphere] // *Biosphere*. 2009. P. 153–165 [in Russian].
6. Kasimov N. S., Kosheleva N. E., Vlasov D. V., Terskaya E. V. *Geohimiya snezhnogo pokrova v vostochnom okruge Moskvy* [Geochemistry of snow cover in the Moscow eastern district] // *Vestnik Mosk. Univ. ser. 5. Geography*. 2012. No. 4. P. 14–24 [in Russian].
7. Lukin S. V. *Monitoring sodержaniya hroma v sel'skohozyajstvennykh kul'turah i pochvah* [Monitoring of the chromium content in agricultural crops and soils] // *Achievements of Science and Technology of APK*. 2011. No. 6. P. 54–55 [in Russian].
8. *Orientirovochno dopustimye koncentracii (ODK) himicheskikh veshchestv v pochve: Gigienicheskie normativy* [Approximately Permissible Concentrations (APC) of chemicals in the soil: Hygienic standards]. Moscow: Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor. 2009. 10 p. [in Russian].
9. *Pan Gi Mun — poslanie k vseмирному dnyu gorodov 30.10.2015* [Ban Ki moon — message for the World Cities Day 10.30.2015]. URL:www.un.org/russian/news/story.asp?NewsID=24820, date of access: 20.02.2022 [in Russian].
10. Prokofieva T. V., Gerasimova M. I. *Gorodskie pochvy: diagnostika i klassifikatsionnoe opredelenie po materialam nauchnoy ekskursii konferencii SUITMA-9 po Moskve* [Urban Soils: Diagnostics and Classification

- Based on Materials of the SUITMA-9 Scientific Excursion in Moscow] // Eurasian Soil Science. 2018. No. 9, p. 1057—1070. [in Russian]
11. Prokofieva T. V., Rozanova M. S., Poputnikov V. O. Nekotorye osobennosti organicheskogo veshchestva pochv na territoriyah parkov i privileyushchih zhilyh kvartalov Moskvy [Some features of soil organic matter in the parks and adjacent residential areas of Moscow]. // *Pochvovedenie [Eurasian Soil Science]*. 2013. No. 3. P. 302—314 [in Russian].
 12. Rumak V. S., Umnova N. V. *Biomonitoring sostoyaniya zagryaznennoj dioksinami sredy v okrestnostyah svalki: k minimizatsii riska dlya zdorov'ya naseleniya* [Biomonitoring of the dioxin-contaminated environment state in the vicinity of the landfill: towards minimizing the risk to public health] // Electronic Journal "Chemical Safety". 2020. Vol. 4. No. 2 [in Russian].
 13. Tambiev A. Kh., Velikanov A. N., Vorobieva N. N., Burlakova O. V., Korvin-Pavlovskaya E. G., Golichenkov V. A. *Izuchenie dejstviya nekotorykh chastot vidimogo sveta i KVCh-izlucheniya na zhiznesposobnost' ikry v'yuna (Misgurnis fossilis) v processe embriogeneza* [Effect of the certain frequencies visible light and EHF radiation on the loach (*Misgurnis fossilis*) eggs viability during embryogenesis] // Biomedical Radioelectronics. 2015. No. 8, P. 56—59 [in Russian].
 14. Fridman K. B., Kryukova T. V. *Urbanizatsiya. Ispol'zovanie metodologii riska zdorov'yu dlya obosnovaniya predela rosta gorodov* [Urbanization. Using health risk methodology to justify the limit of urban growth] // Materials of the Plenum of the Ministry of Health and the Institute of Human Ecology. Moscow. 2014. P. 344—355 [in Russian].
 15. Fridman K. B., Kryukova T. V. *Urbanizatsiya — faktor povysheniya riska zdorov'yu* [Urbanization is a health risk factor] // Hygiene and sanitation. 2015. 94 (1). P. 8—11 [in Russian].
 16. Shevyakova N. I., Zubkova T. A., Karpachevsky L. O. *Pochvy i gorodskie nasazhdeniya* [Soils and urban plantings] // News of agrarian science. 2005. Vol. 3. No. 3. P. 64—75 [in Russian].
 17. *Ekosistemnye uslugi Rossii: Prototip nacional'nogo doklada. T. 1. Uslugi nazemnykh ekosistem* [Ecosystem services in Russia: Prototype of the national report. T.1. Terrestrial ecosystem services] / red. E. N. Bukvareva, D. G. Zamolodchikov. Moscow: Publishing House of the Center for Wildlife Conservation. 2016. 148 p. [in Russian].
 18. Yashin I. M., Vasenev I. I., Ramazanov S. R., Chernikov V. A. *Ekogeohimiya* [Ecogeochemistry]. Moscow. 2016. P. 135—150 [in Russian].
 19. Shevyakova N. I., Kuznetsov V. V., Karpachevskiy L. O. Reasons and mechanisms of green spaces mortality under the urban environment factors and creation of stress-resistant phytocoenosis // Forest University Bulletin. 2000. No. 6. P. 25—33.
 20. Zubkova T. A. and Kavtaradze D. N. The Importance of the Soil in Urban Land Ecological Safety // Acta Scientific Agriculture. 2019. V. 3 (8). P. 179—183.

ПЕРСПЕКТИВЫ РЕКОНСТРУКЦИИ 9-го КВАРТАЛА НОВЫХ ЧЕРЕМУШЕК С ИЗМЕНЕНИЕМ ФУНКЦИИ

Е. А. Митряев, студент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, mitryaevigor@mail.ru, Москва, Россия,

А. В. Попов, доцент, канд. архитектуры, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, da945@yandex.ru, Москва, Россия

В настоящей статье рассмотрено развитие архитектуры жилых зданий Советского Союза, приведшее к возникновению такого архитектурно-градостроительного эксперимента, как 9-й квартал Новых Черемушек. Рассмотрены отдельные предшествующие ему экспериментальные проекты жилых зданий, реализованные в нашей стране. 9-й квартал Новых Черемушек, безотносительно качества сформированного жилища, рассмотрен с позиций его значимости для архитектурно-строительной отрасли всей страны. Как жилища здания рассматриваемого квартала представляются на современном уровне недостаточно комфортными. Ввиду малого шага несущих конструкций, малой площади отдельных помещений и квартир, непригодности для маломобильных групп населения и многих других решений, сохранение жилой функции представляется нецелесообразным. Однако, учитывая столь важное историко-культурное значение объекта, возможно рассмотреть потенциал его сохранения с изменением функции. Изменение функции на общественную потребует соответствующих объемно-планировочных и конструктивных изменений, по которым даны концептуальные предложения. В результате исследования предложен концептуальный проект реконструкции 9-го квартала Новых Черемушек с изменением функции, который позволит сохранить важный для истории архитектуры объект, сделать на его базе общественное пространство районного или городского значения, восстановить дух места, заложенный архитекторами середины двадцатого века. Предлагаемый проект может дать новую точку развития в городе, создать рабочие места, а также места досуга и рекреации. Кроме того, возможно сохранить общий облик квартала, важного для истории советской архитектуры. Как и 60 лет назад, квартал станет полем экспериментов. Новое время диктует новые требования.

This article examines the development of the residential buildings of the Soviet Union architecture period that led such an architectural and urban experiment as the 9-th quarter of New Cheryomushki. Separate experimental projects of residential buildings that preceded it, implemented in our country, are considered. The 9th quarter of New Cheryomushki, without the relative quality of the formed dwelling, is considered from the standpoint of its significance for the architectural and construction industry of the whole country. As dwellings, the buildings of the quarter seem insufficiently comfortable at the modern level. Due to the small step of load-bearing structures, the small area of individual rooms and apartments, the unsuitability for low-mobility groups of the population and many other solutions, the preservation of the residential function seems impractical. However, considering the historical and cultural significance of the object for such an important one, it is possible to consider the potential of its preservation with a change in function. Changing the function to a public one will require appropriate spatial planning and design changes, for which conceptual proposals are given. As a result of the research, a conceptual project for the reconstruction of the 9th quarter of New Cheryomushki with a change in function is proposed. It will allow preserving an object important for the history of architecture, making a public space of regional or urban significance on its basis, restoring the spirit of the place laid down by architects of the mid-twentieth century. The proposed project can give a new point of development in the city, create jobs, as well as places of leisure and recreation. In addition, it is possible to preserve the general appearance of the quarter, which is important for the history of Soviet architecture. Like 60 years ago, the quarter will become a field of experiments. The new time dictates new requirements.

Ключевые слова: жилище, квартира, Черемушки, жилой дом, планировочные решения, модернизация.

Keywords: dwelling, apartment, Cheryomushki, residential building, planning solutions, modernization.

Введение

В 60-х годах прошлого века в Советском Союзе развернулось масштабное строительство типового жилья. К основным факторам, определившим такой под-

ход к строительству жилища, можно отнести острую нехватку жилых площадей вследствие разрушений в период Великой Отечественной войны и связанные с войной затруднения в народном хозяйстве.

В короткие сроки предполагалось переселить в отдельные квартиры огромную массу населения.

В настоящее время здания данного периода подвергаются значительной критике как морально устаревшие и недостаточно комфортные. Во многих городах развернуты программы переселения и сноса подобных жилых домов. Однако особняком стоит 9-й квартал Новых Черемушек, как важный для истории архитектуры и градостроительства проект.

Материалы и методы

Отдельные экспериментальные проекты в части проектирования и строительства массового типового жилища предпринимались и в довоенное время. В качестве примера такого экспериментального проекта можно привести т. н. «Ажурный дом» (рис. 1), расположенный на пересечении Ленинградского проспекта и Беговой улицы в городе Москве. Архитекторы А. К. Буров и Б. Н. Блохин предприняли попытку совместить экономичность крупноблочного метода возведения зданий и современное им представление о комфортном жилище. Здание вызвало неоднозначную реакцию профессионального сообщества, однако бесспорно проект является важным экспериментом, позволившим опробовать инновационные для того периода технологии в архитектурно-строительной отрасли.

Помимо «Ажурного дома» нужно отметить экспериментальный комплекс жилых домов в Хорошевском районе города Москвы (рис. 2). Экспериментальные жилые дома в данном районе начали строить



Рис. 1. «Ажурный дом»
(Москва, Ленинградский просп., д. 27)



Рис. 2. Строительство каркасно-панельного дома на улице Куусинена в Москве

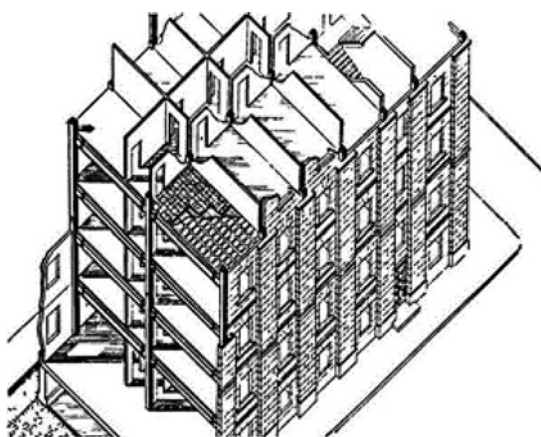


Рис. 3. Конструкции каркасно-панельного дома на улице Куусинена в Москве

в 1948 году. Это каркасно-панельные дома с облицовкой из силикатного кирпича (рис. 3). В результате эксперимента удалось достичь некоторой экономии средств при строительстве, сократить сроки возведения и получить удобные для организации предприятий торговли и обслуживания пространства на первых этажах.

В контексте рассмотрения 9-го квартала Новых Черемушек важна экспериментальная серия крупнопанельных домов СМ-01 — Секция Моспроекта (рис. 4). Было построено шесть зданий разной этажности. В рамках данной серии был опробован ряд объемно-планировочных решений, нашедших позднее применение при проектировании жилых домов массовых типовых серий. Дома данной серии имели высоту этажа 3 м (потолки 2,7 м в чистоте) и достаточно просторные планировочные решения квартир.

Наработки и опыт за долгое время проектирования легли в основу нового экспе-

римента. Территория в 12 га на юго-западе Москвы, вблизи села Черемушки, стала площадкой для строительства полноценного микрорайона. Именно с этого клочка земли началось массовое жилищное домостроение по всей стране. При проектировании 9-го квартала Новых Черемушек



Рис. 4. Эскиз серия крупнопанельных домов CM-01



Рис. 5. «Плескательный бассейн» во дворе 9-го квартала Новых Черемушек



Рис. 6. Элементы вертикального озеленения 9-го квартала Новых Черемушек

архитекторы опирались на основные принципы, указанные в Постановлении Центрального комитета КПСС и Совета Министров СССР № 1871 «Об устранении излишеств в проектировании и строительстве» от 4 ноября 1955 года.

Архитектурно-конструкторское бюро под руководством Натана Остермана спроектировало и построило жилой квартал, отвечающий новым требованиям и тенденциям. Жилье предполагалось максимально экономичным, но при этом комфортным и прогрессивным.

В проекте предусматривался ряд новаций. К примеру, предусмотренные для досуга жильцов дворы имели так называемые «плескательные бассейны» (рис. 5). В теплое время года дети купались в них прямо под своими окнами.

Также стоит отметить запроектированную систему вертикального озеленения. На стенах зданий устанавливали крюки для нитей, по которым пускали плющ. На каждом балконе было оборудовано место под кашпо для цветов (рис. 6). Подобные решения актуальны и в настоящее время [4, 2].

Застройка квартала производилась комплексно и включала учреждения культурно-бытовой сферы — кафе, магазины, прачечные и даже кинотеатр.

Советские архитекторы проектировали не просто жилой квартал, они проектировали жизнь человека. Детально рассчитывалась эргономика пространства, бюджет времени разных категорий жителей. Проектирование на основе подобных расчетов имело значительное распространение в советской архитектуре и ранее, например, при строительстве домов-коммун в 1920—1930-х годах [3, 6]. В квартирах достаточно небольшой площади предполагалась компактная многофункциональная мебель, которую создавали специально для этого квартала.

Многие решения, опробованные в рамках экспериментального проекта, утвердились в отечественной практике проектирования жилых многоквартирных домов и общежитий [1, 6]. В разных городах СССР появлялись свои «Черемушки», и само название стало именем нарицательным.

Результаты и обсуждение

Застройка территории 9-го квартала Новых Черемушек стала важным этапом

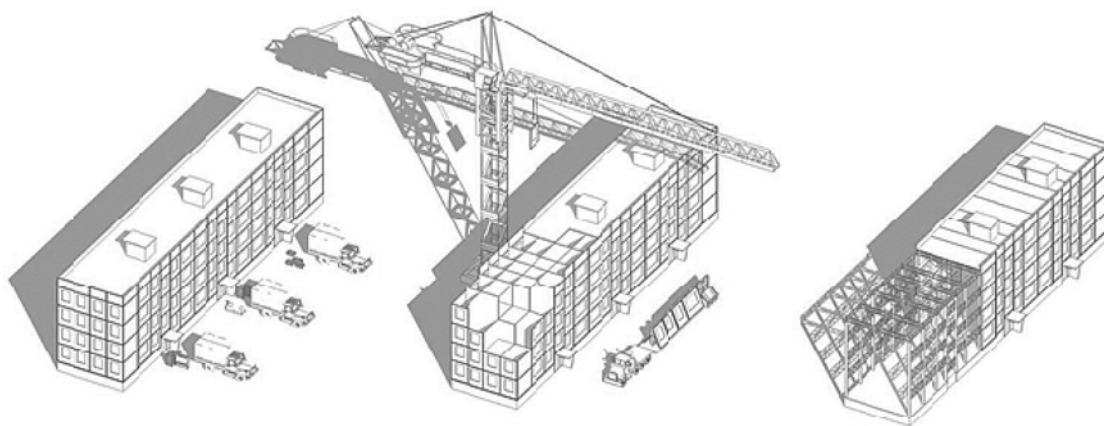


Рис. 7. Этапы предлагаемой реконструкции
(слева направо: переселение; демонтаж; сборка на новом каркасе)

в формировании архитектурного облика всей страны. Как жилища, здания рассматриваемого квартала представляются на современном уровне недостаточно комфортными. Ввиду малого шага несущих конструкций, малой площади отдельных помещений и квартир, непригодности для маломобильных групп населения и многих других решений сохранение жилой функции представляется нецелесообразным. Однако, учитывая для столь важное историко-культурное значение объекта, возможно рассмотреть потенциал его сохранения с изменением функции. Сохраняя среду и дух места, мы позволим посетителям ощутить себя в атмосфере середины двадцатого века [5, 9].

Предлагаемая концепция реконструкции состоит из нескольких этапов (рис. 7). Первый — переселение жильцов. Чтобы освободить территорию под новый проект, следует предусмотреть в границах Академического района стартовые площадки под строительство домов по реновации. Расселение может проходить волнами в несколько этапов. В районе уже идет процесс переселения людей в других кварталах. Таким образом, на реновируемой территории можно разместить дома, куда в будущем переедут жители 9-го квартала.

На проектируемой территории находится 16 жилых домов, в которых располагаются 982 квартиры. Исходя из желаемой высотности будущих домов, пятно застройки может быть изменено.

Второй этап предполагает расчистку территории под будущий комплекс и перенос коммуникаций. Старые корпуса не

сносятся, их внешние стены на время укрепляются, а внутренние перегородки ликвидируются. Таким образом, у нас остаются фасады зданий, внутреннее пространство освобождается.

Наконец, завершающий этап заключается в устройстве новых несущих конструкций. Внутри несущих стен бывших жилых зданий возводится металлический каркас с крышей (рис. 8). Он поддерживает стены и формирует общее внутреннее пространство, которое легко трансформируется под различные функции. В качестве несущих конструкций выступают металлические опоры и фермы, а внутреннее пространство формируется ненесущими стенами и перегородками. Так же все кор-

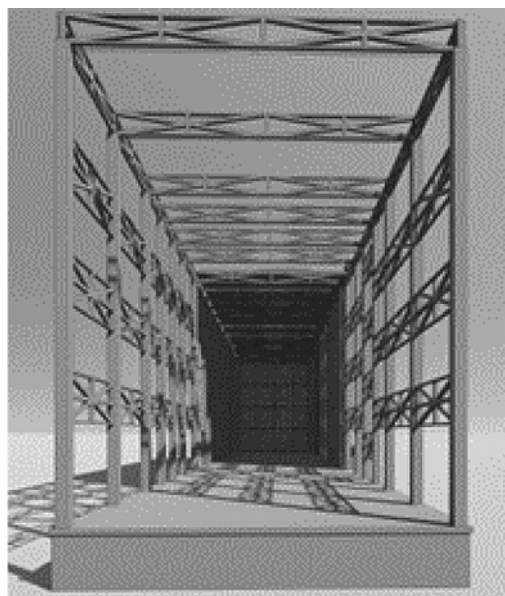


Рис. 8. Вариант встраиваемого
металлического каркаса



Рис. 9. Концепция развития территории 9-го квартала Новых Черемушек
(1 — апартаменты, 2 — гостиница, 3 — офисы, 4 — кинотеатр, 5 — объекты торговли, 6 — объекты общественного питания, 7 — выставочные залы, 8 — оранжерея)

пуса на территории возможно соединить подземными пешеходными коммуникациями. Между корпусами в двух местах выстраиваются легкие металлические конструкции покрытия с остеклением, что позволит сделать использование пространства всесезонным. Предлагаемая концепция позволит создать общественное пространство для всех жителей не только района, но и всего города.

Комплекс предполагается формировать в составе трех зон: жилая, общественно-деловая и рекреационная (подробнее показано на рис. 9).

Жилая зона включает в себя апартаменты с отдельной территорией и паркингом. Кроме того, в жилую зону входит гостиница в стилистике 1950—1960-х годов, когда был построен квартал.

Общественно-деловая зона включает офисный кластер, торговые помещения,

учреждения общественного питания, выставочные залы на базе нового музея и восстановленный кинотеатр.

Заключение

Проект поможет решить ряд проблем района и города. Академический район сложился давно и в нем не так много мест для новой торговли или объектов рекреации. Путем подобной реконструкции место сможет ожить, а люди переедут в комфортное жилье.

Данный проект может дать новую точку развития в городе, создать рабочие места, а также места досуга и рекреации. Кроме того, возможно сохранить общий облик квартала, важного для истории советской архитектуры. Как и 60 лет назад, квартал станет полем экспериментов. Новое время диктует новые требования.

Библиографический список

1. Алексеев Ю. В., Сомов Г. Ю., Старостина Н. Г., Попов А. В. Проблемы функционально-планировочной организации зданий московских общежитий и пути их решения // *Жилищное строительство*. — 2013. — № 4. — С. 8—11.
2. Гейл Я. Город для людей. — Москва: КРОСТ, 2012. — 276 с.
3. Гельфонд А. Л. Архитектурное проектирование общественных пространств: учебн. пос. для вузов. — Новгород: ННГАСУ, 2013. — 265 с.
4. Дорожкина Е. А. Конструктивные проблемы «зеленой» архитектуры // *Урбанистика*. — 2017. — № 4. — С. 1—11.

5. Мельникова И. Б. Принципы формирования композиций фасадов многоэтажных жилых домов: дис. канд. арх. / ЦНИИП ин-т типового и эксперимент. проект. — Москва, 1992.
6. Попов А. В. Уникальные и экспериментальные проекты зданий и комплексов студенческого жилища по результатам архитектурного обследования 297 объектов студенческого жилища в России и СНГ (общежитий, студенческих городков, кампусов вузов) // *Перспективы науки*. — 2018. — № 11 (110). — С. 67–74.
7. Попов, А. В. Принципы формирования архитектуры студенческого жилища высших учебных заведений: дис. канд. арх. — М., 2014. — 274 с.
8. Трофимова Т. Е. Нестандартные фасадные решения зданий общеобразовательных учреждений как способ обогащения визуальной архитектурной среды // *Научное обозрение*. — 2014. — № 3. — С. 80–85.
9. Popov A. V. Architectural examination of student accommodation in Russia and the CIS // *Amazonia Investiga*. — 2019. — Т. 8. — № 19. — P. 179–190.

PROSPECTS FOR RECONSTRUCTION OF THE 9th QUARTER OF NEW CHERYOMUSHKI WITH A CHANGE IN FUNCTION

E. A. Mitryaev, student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, mitryaevigor@mail.ru, Moscow, Russia,

A. V. Popov, Associate Professor, Ph. D. Architecture, National Research Moscow State University of Civil Engineering, da945@yandex.ru, Moscow, Russia

References

1. Alekseev Yu. V., Somov G. Yu., Starostina N. G., Popov A. V. *Problemy funktsional'no-planirovochnoy organizatsii zdaniy moskovskikh obshchezhitij i puti ih resheniya* [Problems of functional planning organization of buildings of Moscow dormitories and ways of their solution] // Housing construction. 2013. No. 4. P. 8–11 [in Russian].
2. Gail Ya. *Gorod dlya lyudej* [A city for people]. — Moscow: KROST, 2012. — 276 p. [in Russian].
3. Gelfond A. L. *Arhitekturnoe proektirovanie obshchestvennykh prostranstv: uchebn. pos. dlya vuzov* [Architectural design of public spaces: educational settlement for universities]. Novgorod: NNGASU, 2013. 265 p. [in Russian].
4. Dorozhkina E. A. *Konstruktivnye problemy "zelenoy" arhitektury* [Constructive problems of "green" architecture] // Urbanistics. 2017. No. 4. P. 1–11 [in Russian].
5. Melnikova I. B. *Principy formirovaniya kompozitsij fasadov mnogoetazhnykh zhilykh domov: diss. kand. arh.* [Principles of forming compositions of facades of multi-storey residential buildings: diss. cand. of arch. TSNIP Institute and experiment. project. Moscow, 1992 [in Russian].
6. Popov A. V. *Unikal'nye i eksperimental'nye proekty zdaniy i kompleksov studencheskogo zhilishcha po rezul'tatam arhitekturnogo obsledovaniya 297 ob'ektov studencheskogo zhilishcha v Rossii i SNG (obshchezhitij, studencheskikh gorodkov, kampusov vuzov)* [Unique and experimental projects of buildings and complexes of student housing based on the results of an architectural survey of 297 objects of student housing in Russia and the CIS (dormitories, campuses, university campuses)] // Prospects of science. 2018. No. 11 (110). P. 67–74 [in Russian].
7. Popov A. V. [Principles of formation of architecture of student housing of higher educational institutions: dis. cand. arch.]. — М., 2014. — 274 p.
8. Trofimova T. E. *Nestandartnye fasadnye resheniya zdaniy obshcheobrazovatel'nykh uchrezhdenij kak spocob obogashcheniya vizual'noy arhitekturnoy sredy* [Non-standard facade solutions of buildings of educational institutions as a way of enriching the visual architectural environment // Scientific Review]. — 2014. — No. 3. — P. 80–85.
9. Popov A. V. *Architectural examination of student accommodation in Russia and the CIS* [Architectural examination of student accommodation in Russia and the CIS] // Amazonia Investiga. — 2019. — Vol. 8. — No. 19. — P. 179–190.

БИОСФЕРНЫЙ ПОДХОД К РАЗВИТИЮ УРБАНИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Н. М. Ветрова, доктор технических наук, профессор, Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, Симферополь, Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН), хаос.vetrova.03@mail.ru, Москва, Россия,
Н. В. Бакаева, доктор технических наук, профессор, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН), natbak@mail.ru, Москва, Россия

В современных условиях активного развития производственных систем, при котором нарастает антропогенное воздействие на экосистемы, объективные естественно-природные закономерности не всегда могут обеспечить процесс полного восстановления природы. Поэтому особое внимание уделяется междисциплинарным исследованиям сохранения качества окружающей природной среды и обеспечения безопасного экологического состояния параметров урбанизированных территорий. Отдельное место отводится реализации новой концепции биосферной совместимости городов и поселений, базирующейся на необходимости сбалансированного взаимодействия с окружающей средой и преодолении антагонистического отношения человека к природе. В статье уточнены основные подходы к развитию урбанизированных систем рекреационных территорий при реализации принципов концепции биосферной совместимости. В основе биосферного подхода к развитию урбанизированных систем рекреационных территорий лежит принцип соблюдения тройственного баланса биотехносферы при возможности обеспечения выполнения соответствующих функций, исходя из приоритетности их именно для урбанизированных рекреационных территорий. Данный подход позволяет сформулировать направления решений проблем развития урбанизированных рекреационных территорий на основе концепции биосферной совместимости.

In modern conditions of active development of production systems, in which the anthropogenic impact on ecosystems is growing, objective natural laws cannot always ensure the process of complete restoration of nature. Therefore, special attention is paid to interdisciplinary studies of preserving the quality of the natural environment and ensuring the safe ecological state of the parameters of urbanized territories. A special place is given to the implementation of the new concept of biospheric compatibility of cities and settlements, based on the need for balanced interaction with the environment and overcoming the antagonistic attitude of man to nature. The article clarifies the main approaches to the development of urbanized systems of recreational areas in the implementation of the principles of the concept of biosphere compatibility. The biosphere approach to the development of urbanized systems of recreational areas is based on the principle of observing the triple balance of the biotechnosphere with the possibility of ensuring the performance of appropriate functions based on their priority for urbanized recreational areas. This approach allows us to formulate directions for solving the problems of development of urbanized recreational areas based on the concept of biospheric compatibility.

Ключевые слова: экология территорий, концепция биосферной совместимости, урбанизированная рекреационная территория, баланс биотехносферы, функции поселения.

Keywords: ecology of territories, the concept of biospheric compatibility, urbanized recreational area, balance of the biotechnosphere, settlement functions.

Введение

Ученые и практики сходятся в едином мнении, что на урбанизированных территориях при функционировании современного общества в отношениях с природной

средой присутствует не только потребительский подход, но часто разрушительный для окружающей природной среды процесс. В условиях антропогенного воздействия экосистемы, имеющие объектив-

Модели и методы

ные естественно-природные закономерности, не успевают восстанавливаться. Вследствие чего нарастают процессы деградации, которые могут перерасти в необратимые условия, не обеспечивающие человечеству возможности существования. Именно поэтому активно формулируются и исследуются разнообразные междисциплинарные проблемы сохранения качества окружающей природной среды, обеспечения безопасного экологического состояния параметров урбанизированных территорий, оценки тенденций развития человеческого потенциала.

На решение комплекса проблем обеспечения экологической безопасности и создания комфортных условий проживания направлены усилия многих направлений науки, но отдельное место при этом отводится исследованию и реализации новой концепции биосферной совместимости городов и поселений, базирующейся на необходимости сбалансированного взаимодействия с окружающей средой и преодолении антагонистического отношения человека к природе [1]. В полной мере следует согласиться с мнением разработчиков — научного коллектива ученых РААСН, что «такой подход направлен на изменение философии бытия, формирование мировоззрения человека, в рамках которых все глобальные проблемы современности — экономические, социальные, политические, экологические и многие другие, во всем своем многообразии являются не проблемами, а следствием одного — несправедливых отношений человека и природы» [2]. При этом разрушительные процессы в окружающей среде оказывают негативное воздействие на человека, иногда даже в большей мере, чем на природные комплексы, поскольку человек есть особый вид, но часть природной мегасистемы. Учитывая постоянные изменения процессов как собственно в обществе, так и в окружающей общество сложной системе «среда жизнеобеспечения», необходимы уточнения, конкретизация, углубление знаний о них и подходов к решению проявляющихся проблем, что обусловило выбор темы данной статьи. Цель — уточнить основные подходы к развитию урбанизированных систем рекреационных территорий при реализации принципов концепции биосферной совместимости.

Для эффективной жизнедеятельности человека на урбанизированных территориях возрастает значение рекреации как процесса поддержания и корректировки физиологического состояния организма в процессе отдыха, оздоровления, всестороннего саморазвития. При этом особое значение для организации полномасштабной рекреации имеет экологическое состояние природных систем. Это связано с непосредственным участием в рекреационном процессе природных составляющих и компонентов окружающей среды. Данный вывод возможно сделать на основе анализа различных факторов природной среды в организации эффективной рекреации по результатам медицинских исследований:

- видовое разнообразие ландшафта влияет на нормализацию реакций центральной нервной системы: активный отдых в виде пешеходных, конных походов по естественным природным ландшафтам способствует восстановлению духовных и физических сил человека и его трудоспособности;

- комфортные характеристики климата являются факторами восстановления трудоспособности и нормализации состояния всего организма человека и отдельных его систем: параметры климата — температура и влажность воздуха, уровень естественной освещенности, ветровой режим влияют на физиологические процессы в организме человека;

- купание в водоемах (в море, реке, озере, бассейне) содействует как лечению ряда заболеваний, так и снятию напряжения и восстановлению состояния важных систем организма (центральная нервная, сердечно-сосудистая, опорно-двигательная);

- положительное воздействие талассотерапии (воздействие песчаного покрытия пляжей) на кожные покровы показано практически всем рекреантам, а грязелечение активно способствует улучшению состояния различных систем (включая церебральные нарушения, паралич и другие заболевания опорно-двигательной системы);

- источники минеральной воды используются человеком уже значительный период для лечения и восстановления здо-

ровья желудочно-кишечной и нервной систем;

— фитолечебные ресурсы территории (ресурсы леса и растений) возможно использовать для поддержания состояния человека и его отдыха, поскольку воздух, обогащенный естественными летучими соединениями растений без вредных загрязнений нормализует состояние всего организма человека.

При этом экологическое состояние окружающей среды является важнейшим фактором поддержания здоровья и уровня трудоспособности населения и в городах, и населенных пунктах, которые не имеют рекреационной специализации. Известно, что с загрязнением биосферы связано около 70 % всех заболеваний, 60 % случаев неправильного развития детей и свыше 50 % случаев их смерти [4]. В городах с загрязнением атмосферного воздуха Cl_2 , HCl , NH_3 , SO_4 , фенолом, хлорэтилом повышается риск врожденных аномалий у новорожденных [4]. Тяжелым по своим последствиям являются эндоэкологические отравления ядерных организмов (эукариот) человека тяжелыми металлами, радионуклидами и химическими токсинами.

Вывод о подобных катастрофических для человека изменениях в организме под влиянием загрязнения окружающей среды сделан на основе анализа интеллектуального вырождения и синдрома патологического старения (в 20 лет) детей работников химического комбината, которые были исследованы Левиным Ю. М. [5]. При этом в условиях чистых по экологическим параметрам регионах отмечены положительные результаты лечения больных на различных стадиях заболеваний. Так, при оценке мутагенности организмов в г. Евпатории (Республика Крым) отмечен низкий уровень повреждаемости биоиндикаторов и систем человека, что свидетельствует об экологически чистом рекреационном пространстве, и анализ результатов лечения эндокринных заболеваний в условиях Евпаторийского курорта выявил, что у большинства детей размеры щитовидной железы уменьшились или пришли в норму. В условиях специализированных рекреационных систем такие климатические факторы, как чистый воздух, озонированный лесными, парковыми насаждениями или приморскими фенами,

повышенное солнечное излучение и другие природные факторы, положительно влияют на организм людей, постоянно проживающих в загрязненных городах и практически целый день находящихся в помещении, пользующихся транспортом и имеющих проявления гиподинамии, ультрафиолетовый дефицит, нарушения системы дыхания.

Также отметим, что на равнинных экологически чистых территориях у человека повышается легочная вентиляция, возрастает насыщение крови кислородом, нормализуется функционирование центральной нервной системы, снимается усталость, уравниваются процессы возбуждения и торможения нервной системы, а в горных условиях достигается рекреационно-тренировочный эффект как реакция на воздействие гипоксии и вышеназванных рекреационных факторов в комплексе. Кроме того, доказано, что очень эффективны для восстановления трудоспособности и закаливания человека купания в водоемах, при которых происходит воздействие на различные системы организма температурных колебаний (холодовая нагрузка) из-за резкой смены фаз механизмов терморегуляции. Особое значение для восстановления функций организма имеют морские купания, при которых происходит активное воздействие растворенных в морской воде химических соединений, способствующее возмещению ряда элементов через кожу [4].

Приведенные аргументы подчеркивают значимость экологически чистых природных рекреационных ресурсов и их использования для организации в регионах именно рекреационного процесса, позволяющего преодолеть различные биогенетические нарушения или изменить условия лечения болезней для повышения эффективности процессов восстановления здоровья человека.

Однако следует отметить, что и на территориях с благоприятными природными характеристиками в условиях антропогенных нагрузок отмечаются серьезные нарушения экологического состояния среды. Так, рассматривая проблемы окружающей среды, в частности в Крыму, выявлено, что 1) на полуострове естественные ландшафты составляют 25—30 %, что значительно ниже нормы; 2) площадь, занятая сельскохозяйственными угодьями,



Рис. 1. Фотофиксация рекреационной застройки на оползне «Учкуевский» в пос. Бартеневка, Республика Крым

в Крыму составляет 60 %, что значительно превышает норму по модели; 3) площадь, занятая объектами активной рекреации, в Крыму значительно меньше 20 % [6, с. 162]». Следовательно, следует констатировать наличие серьезных преобразований естественных ландшафтов Крыма, учитывая роль этого ресурса для организации рекреационных услуг в регионе. Геологические процессы как составляющие экологического состояния имеют важное значение для функционирования экосистемы на всех уровнях и необходимо оценивать динамику их для отдельной территории. В пределах территории Крыма среди экзогенных геологических процессов развиты оползневые, обвальные, абразионные и селевые процессы. Этим процессам в наибольшей степени подвержены высоко урбанизированная береговая территория, а также и горная часть Крымского полуострова. В пределах Азово-Черноморского побережья от с. Ишунь на западе до с. Каменка (Арабатская стрелка) на востоке на 01.01.2005 в «Кадастре оползней Крыма» зарегистрировано 1548 оползней, в том числе активных 490 (34,75 %). Особую обеспокоенность вызывает устойчивая тенденция роста оползней в Крыму — к 2005 году отмечено на 456 оползней больше, чем в 1995 году (+41,73 %) [7, с. 35] [8]. Общая площадь оползней составляла 57,645 км², активных — 35,48 км². В 2004 году выполнено картографирование 48 первичных оползней площадью 0,074 км², из них 22 оползня находятся в активном состоянии, имеют площадь

0,034 км². Рост активности оползневых процессов вызывается часто природными условиями — превышение норм осадков в 1,3—1,4 раза. При этом даже незначительные оползни вызывают деформации многих участков автотрасс, угрожают разрушениями жилым объектам Крыму от Севастополя до Керчи. Значительную угрозу безопасности составляют обвально-абразионные процессы, распространенные на протяжении 745 км вдоль побережья Крыма (рис. 1).

Интенсивное размывание берега имеет место на локальных участках между мысами Евпаторийский и Карантинный, в селе Морское — от балки Чобан-Куле до р. Ворон, в г. Алушка и санатории «Ай-Даниль», на побережье Керченского полуострова в районе мыса Зюк и на Аршинцевской косе. Обвалы составляют угрозу населению в рекреационных зонах: мыс Айя — мыс Батилиман, сел. Кача, в районе мыса Фиолент и горы Крестова. Селевые процессы наиболее активно проявляются в границах селеопасных долин южно-восточного, реже — западного побережья полуострова. Это в основном водно-каменные сели с потерями 10—15 м³/с и скоростью потока до 2—4 м/с. Интенсивность склоновых и русловых процессов повышается в периоды высоких уровней атмосферных осадков и при отсутствии инженерных сооружений, направленных на их ослабление, в последние годы растет.

Климатическая изменчивость лета 2021 года в Крыму (количество осадков) особенно сказалась на проявлении опас-

ных явлений на высоко урбанизированных рекреационных территориях побережья, что в том числе есть отражение длительных процессов — в 1970—1980-е годы средняя годовая температура воздуха в центральной части полуострова составляла 10,5 градуса, а в 2020 году — уже 12,5 градуса. Повышение температуры поверхности почвы и воздуха стало причиной неустойчивости атмосферы, которая чаще, чем раньше, и с большей интенсивностью попадает в экстремальные состояния, характеризующиеся то длительным отсутствием осадков, то частыми ливнями.

Результаты и обсуждение

Для территорий, имеющих рекреационную привлекательность, на первый план выходят задачи биосферной совместимости системы урбанизированных зон и окружающей природной среды. Рассматривая разработанные учеными Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН) принципы биосферной совместимости, отметим, что для рекреационных территорий в системе анализируемых принципов базовым будет являться принцип составления баланса биотехносферы (принцип 3), определяющий предельные размеры техносферы при имеющемся потенциале биосферы [2]. Этот принцип ставит в основу выбора схем потребления природных рекреационных ресурсов возможности природных условий с позиции потенциала биосферы. Антропогенные и техногенные факторы: уровень урбанизации, численность рекреантов, обеспечение комфортного пространства по уровню шума и плотности застройки должны соотноситься с возможностями

территории к самоочищению воздуха, восстановлению водных, фито-, бальнеоресурсов. Образующими факторами баланса биотехносферы можно считать и обеспечение доступа к естественным ландшафтам и природным комплексам.

Принципу баланса биотехносферы не противоречит концепция гуманизации развития территориальных систем, в рамках которой «возможно переосмысление превентивной концепции природопользования, характеризующейся предупреждением причин отрицательных воздействий, а не борьбой с последствиями экологических ситуаций; повышение эффективности природопользования в системах расселения с целью ликвидации противоречия между имеющимся природно-ресурсным потенциалом и типом его использования в поселениях; внедрение принципов и критериев гармоничного включения возможностей развития человека в организацию планировочной структуры поселений; содействие внедрению всестороннего экологического образования населения для достижения в будущем равновесия, стабильности и благополучия во всех сферах территориальных социально-экономических систем» [6, с. 44].

Решение задач развития рекреационных территорий должно основываться на экономических, социальных и экологических показателях удовлетворения потребностей современного поколения людей без ограничения потребностей будущих поколений (рис. 2).

Отсюда составляющими баланса биотехносферы являются территориальные ресурсы населенных пунктов при сохранении комфортных санитарных условий

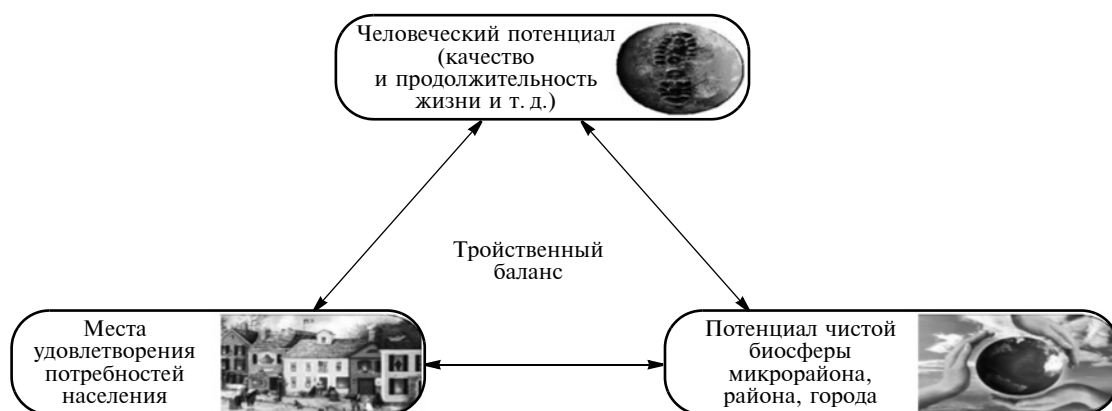


Рис. 2. Схема тройственного баланса биотехносферы

проживания и оказания рекреационных услуг, нормативного уровня загрязнения среды в соотношении с имеющимися трудовыми ресурсами и структурой оказания рекреационных услуг. Территориальное планирование решает комплекс задач: обеспечение территориально-пространственного, экономического и институционального развития, создание возможностей доступности к основным услугам и инфраструктуре, обеспечение экологической безопасности и ресурсосбережение, организация рекреации и поддержание баланса с природной средой (рис. 3).

Для рекреационных территорий при рассмотрении системы функций (принцип семи концепций биосферной совместимости) в составе парной связки функций «Жизнеобеспечение» и «Связь с природой» и функции «Развлечения и отдых» необходимо учитывать функцию рекреационного отдыха человека как отдельную, исходя из возможностей организации эффективного восстановления параметров человека в наиболее благоприятных для этого условиях урбанизированных территорий и природных ресурсах.

Анализ значимости отдельных задач развития урбанизированных территорий по отдельным функциям подтверждает целесообразность разработки мероприятий и действий специальной направленности именно для рекреационных территорий. Так, если функция «Жизнеобеспечение» предполагает приоритетность экономического и территориально-пространственного развития (отраслевые схемы получения экономических благ, территориальные схемы размещения производственного потенциала), а также доступность к основным услугам и инфраструктуре и экологической безопасности и ресурсосбережению. Функция «Рекреация и связь с природой» является основополагающей для организации урбанизированных систем рекреационного отдыха на основе симбиотического взаимодействия с природной средой. В зависимости от целей развития человека на рекреационных урбанизированных территориях приоритеты управления территориально-пространственным развитием и социально-экономической деятельностью, а также приоритеты в области экологической безопасности могут смещаться в сторону отдельных факторов (рис. 4, 5, 6).



Рис. 3. Задачи развития в рамках территориального планирования



Рис. 4. Значимость задач развития рекреационной территории при реализации функции «Жизнеобеспечение»



Рис. 5. Значимость задач развития рекреационной территории при реализации функции «Связь с природой»



Рис. 6. Значимость задач развития рекреационной территории при реализации функции «Рекреация и отдых»



Рис. 7. Направления решений проблем развития урбанизированных рекреационных территорий на основе концепции биосферной совместимости

Следовательно, приоритетными целями рекреационных территорий является отдых и восстановление здоровья человека. Направления решений проблем развития урбанизированных рекреационных территорий на основе концепции биосферной совместимости видятся нами (рис. 7) в следующем виде:

- планирование территориального развития на основе баланса биотехносферы;
- создание мотивации для обеспечения эффективной рекреации при обеспечении охраны природы и ресурсов;
- переосмысление регулирования деятельности на основе зон общих интересов населения и рекреантов;
- установление социально значимых приоритетов развития территории.

Заключение

Обобщая, следует отметить, что развитие урбанизированной рекреационной территории предполагает, прежде всего, «встраивание» территории в окружающую

природную среду на принципах баланса и функциональной обеспеченности. Приоритетным направлением по развитию урбанизированной рекреационной территории является комплекс мер по сохранению природных ресурсов — закрепление и оптимизация нагрузок на морские берега, пляжные ресурсы, проекты биопозитивных конструктивов в прибрежной зоне, проекты сохранения бальнеоресурсов вод, фитолечебных и ресурсов флоры, а также комплексные проекты сохранения естественных (и частично преобразованных) природных ландшафтов рекреационной территории, развития заповедных зон. В этом направлении есть объективные проблемы, связанные с современными протекающими, и ранее проходившими процессами урбанизации, а также нарушениями уже действующих законодательно закрепленных ограничений организации деятельности и потребления природных ресурсов в составе рекреационных территорий.

Библиографический список

1. Ильичев В. А., Емельянов С. Г., Колчунов В. А., Гордон В. А., Бакаева Н. В. Принципы преобразования города в биосферосовместимый и развивающий человека: монография. — М.: АСВ, 2015. — 185 с.
2. Ильичев В. А., Колчунов В. А., Бакаева Н. В. Реконструкция урбанизированных территорий на принципах симбиоза градостроительных систем и их природного окружения // *Промышленное и гражданское строительство*. — 2018. — № 3. — С. 4–11.

3. Яковенко Н. В., Сафонова И. В. Компонентная оценка человеческого капитала на уровне региона // *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*. — 2020. — № 4 (29). — С. 119–125.
4. Русанов В. И. Методы исследования климата для медицинских целей. — Томск: Высшая школа, 1973. — 274 с.
5. Левин Ю. М. Эндоекологическая медицина. — М.: Наука, 2000. — 323 с.
6. Экология Крыма: Справочное пособие / Под ред. Н. В. Багрова и В. А. Бокова. — Симферополь: Крымское учебно-педагогическое государственное издательство, 2003. — 360 с.
7. Ерыш И. Ф., Саломатин В. Н. Оползни Крыма. Часть 1. — Симферополь: Изд-во Апостроф», 1999. — 248 с.
8. Ветрова Н. М. Проблемы гуманизации управления развитием территориальных социально-экономических систем // *Геополитика и экогеодинамика регионов*. — 2013. — Том 9. — С. 41–45.
9. Эколого-экономические аспекты функционирования региональных систем: монография / Под общей ред. д-ра техн. наук, проф. Н. М. Ветровой. — Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2019. — 244 с.

BIOSPHERIC APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF RECREATIONAL TERRITORIES URBANIZED SYSTEMS

N. M. Vetrova, Ph. D. (Technical Sciences), professor, V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Academy of Architecture and Building Science Research Institute of Building Physics, naos.vetrova.03@mail.ru, Moscow, Russia,

N. V. Bakaeva, Ph. D. (Technical Sciences), Dr. Habil, professor, Moscow State University of Civil engineering (National Research University), Russian Academy of Architecture and Building Science Research Institute of Building Physics natbak@mail.ru, Moscow, Russia

References

1. Ilichev V. A., Emelyanov S. G., Kolchunov V. I., Gordon V. A., Bakaeva N. V. *Prinzipi preobrozovaniya gorodov v biosferosovmestimi i razvivayushii cheloveka: monograph* [Principles of transformation of a city into a biosphere—compatible and developing person: monograph]. M.: ASV, 2015. 185 p. [in Russian].
2. Ilichev V. A., Kolchunov V. I., Bakaeva N. V. *Rekonstruktsiya urbanizirovannykh territoriy na principakh simbioza gradostroitelnykh sistem i prirodnogo okruzheniya* [Reconstruction of urbanized territories on the principles of symbiosis of urban planning systems and their natural environment] // *Industrial and civil construction*, 2018, No. 3, P. 4–11 [in Russian].
3. Yakovenko N. V., Saphonova I. V. *Komponentnaya ozenka chelovecheskogo kapitala na urovne regiona* [Component assessment of human capital at the regional level] // *Biospheric compatibility: man, region, technology*, 2020, No. 4 (29), P. 119–125 [in Russian].
4. Rusanov V. I. *Metodi issledovaniya klimata dlya medichinskiy zhele* [Methods of climate research for medical purposes]. Tomsk, Vishaya shkola, 1973. 274 p. [in Russian].
5. Levin U. M. *Endoecologicheskaya medicina*. — M.: Nauka, 2000. — 323 p. [in Russian].
6. *Ekologiya Krima* [Ecology of the Crimea. Reference manual] / Edited by N. V. Bagrov and V. A. Bokov. — Simferopol: Crimean Educational and Pedagogical State Publishing House. 2003. 360 p. [in Russian].
7. Erich I. F., Solomatin V. N. *Opolzni Krima*. Chast 1 [Landslides of the Crimea. Part 1]. Simferopol: Izd Apostrof, 1999. 248 p. [in Russian].
8. Vetrova H. M. *Problemi gumanizatsii upravleniya razvitiem territorialnykh sozhiakno-ekonomicheskikh sistem* [Problems of humanization of management of development of territorial socio-economic systems] // *Geopolitics and ecogeodynamics of regions*, 2013, Tom 9. PP. 41–45 [in Russian].
9. *Ekologo-ekonomicheskie aspekty funktsionirovaniya regionalnykh sistem: monograph* [Ecological and economic aspects of the functioning of regional systems: monograph] / under the editorship of Dr. of Technical Sciences, prof. N. M. Vetrova. Simferopol: IT “ARIAL”, 2019. 244 p. [in Russian].

**КОМПЛЕКСНАЯ
КАДАСТРОВАЯ
ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ
ГОРОДА СУВОРОВА
ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

К. В. Соложенкова, магистрант,
ФГБОУ ВО «Калужский государственный
университет им. К. Э. Циолковского»,
solokarina@rambler.ru, Калуга, Россия,
Т. К. Петровская, кандидат
геолого-минералогических наук,
доцент кафедры географии, кадастров
и техносферной безопасности,
ФГБОУ ВО «Калужский государственный
университет им. К. Э. Циолковского»,
tamarakpet@list.ru, Калуга, Россия,
А. А. Евсеева, кандидат биологических
наук, доцент кафедры биологии экологии,
ФГБОУ ВО «Калужский государственный
университет им. К. Э. Циолковского»,
annahabarova@yandex.ru, Калуга, Россия

В настоящее время в изданных нормативных документах есть указание на учет экологических факторов при проведении кадастровой оценки, но методики данной процедуры не существует. Учет данных факторов играет большую роль при создании кадастра земель городских населенных пунктов, так как это влияет на точность экономических показателей. В статье исследуются особенности проведения комплексной кадастровой оценки земель города. Статья останавливается на рассмотрении эколого-географических и экономических особенностей города Суворова Тульской области и их влиянии на себестоимости земельных участков, приводится описание функционального зонирования земель в границах города. Авторами были исследованы факторы, влияющие на изменение кадастровой стоимости земель. В статье приводятся данные соответствия выявленных факторов с ситуацией на рынке недвижимости в городе: рассмотрены случаи различной кадастровой стоимости земель в городе на примере конкретных участков. Таким образом, в ходе проделанной работы были выявлены факторы, влияющие на кадастровую стоимость земельных участков в городе, и на примере конкретных участков был доказан факт различной кадастровой стоимости в зависимости от их местоположения. Также был выявлен тот факт, что в России при определении стоимости не выделяют экологические факторы как отдельную группу, как в международных стандартах, где они включены в специальные разделы.

Currently, there is an indication in the issued regulatory documents that environmental factors are taken into account when conducting a cadastral assessment, but there is no methodology for this procedure. Consideration of these factors plays an important role in the creation of the land cadastre of urban settlements. It affects the accuracy of economic indicators. This article examines the features of conducting a comprehensive cadastral assessment of the city's lands. The article focuses on the consideration of ecological, geographical and economic features of the Suvorov city in Tula region and their impact on the cost of land plots. There is the description of the functional land use within the boundaries of the city. The authors investigated the factors influencing the change in the cadastral value of land. The article provides data on the correspondence of the identified factors with the situation on the real estate market in the city: cases of different cadastral values of land in the city are considered on the example of specific plots. Thus, in the course of the work done, factors affecting the cadastral value of land plots in the city are identified, and the fact of different cadastral values depending on their location is proved by the example of specific plots. It is also revealed that in Russia, when determining the cost, environmental factors are not singled out as a separate group, but in international standards they are included in special sections.

Ключевые слова: комплексная кадастровая оценка, функциональное зонирование земель, эколого-географические условия, социально-экономические условия кадастровая стоимость.

Keywords: comprehensive cadastral assessment, functional zoning of lands, ecological and geographical conditions, socio-economic conditions cadastral value.

Введение

В современном мире тема проведения комплексной кадастровой оценки достаточно актуальна. В Российской Федерации она, в первую очередь, значима в ры-

ночной системе, а кадастровая стоимость объектов недвижимости и основные проблемы при формировании налогов существенно влияют на налогообложение и на экономику страны в целом [1].

В настоящее время в изданных нормативных документах есть указание на учет экологических факторов при проведении кадастровой оценки, но методики данной процедуры не существует. Учет данных факторов играет большую роль при создании кадастра земель городских населенных пунктов, так как это влияет на точность экономических показателей.

Экологическое состояние земель городских территорий — это один из оценочных показателей, необходимых для регулирования кадастровой стоимости на основе учета экологических факторов.

В случае проведения сельскохозяйственных работ на землю оказывается негативное воздействие и иногда это достигает той степени, когда жизнедеятельность человека находится в угнетенном состоянии. Отсюда следует, что потребительская и экономическая стоимости становятся равны нулю, несмотря на другие положительные качества земли [2].

Модели и методы

Экологическая ситуация в городе Суворов обстоит следующим образом:

- состояние поверхностных вод: происходит их загрязнение в следствие деятельности предприятий промышленного, сельскохозяйственного профиля, а также выноса загрязняющих веществ с водосборных территорий сельскохозяйственного назначения;
- состояние воздушного бассейна: основным загрязнителем атмосферного воздуха является «Черепетская ГРЭС» и автотранспорт. Автотранспорт выбрасывает 100 % сажи и 80 % углеводорода в отношении к общим выбросам загрязняющих веществ. Состояние воздушного бассейна считается умеренно загрязненным;
- состояние почв: основными причинами загрязнения почв является несовершенство системы сбора, хранения, транспортировки и утилизации промышленных и бытовых отходов.

Для предотвращения перечисленных загрязнений в городе имеется «Центр гигиены и эпидемиологии в Тульской области в Суворовском районе» [3], который ведет лабораторный контроль за качеством поверхностных вод, а также зеленые насаждения, которые способствуют улучшению микроклимата и снижают уровень

шума. В городе присутствуют леса, общей площадью 77 га [3].

Стоит упомянуть об эколого-географических особенностях города. Суворов расположен в западной части Тульской области и граничит с тремя районами Калужской области — Перемышльским, Козельским и Ферзиковским [4]. Градообразующим предприятием является филиал «Черепетская ГРЭС им. Д. Г. Жимерина» — АО «Интер РАО — Электрогенерация», работающий в единой российской энергосистеме [1].

Население города составляет 17,5 тыс. человек. Площадь города занимает 25,64 кв. км.

При проведении комплексной кадастровой оценки определенную роль играет функциональное зонирование земель [5]. В Суворове выделены следующие функциональные зоны [1] (рис. 1):

- 1) селитебная зона (жилая) — земли для застройки много-, средне- и малоэтажными домами;
- 2) общественно-деловая зона — земли для размещения объектов культуры, здравоохранения, торговли и др.;
- 3) промышленная зона — земли для размещения складских, промышленных объектов, а также объектов транспортной и инженерной инфраструктуры, необходимых для обеспечения деятельности объектов производства;
- 4) рекреационная зона — земли для размещения мест отдыха (сады, парки, пляжи);
- 5) санитарно-защитная зона — земли с зелеными насаждениями, которые защищают город от плохого воздействия транспорта и промышленности;
- 6) транспортная зона — земли для размещения сооружений и коммуникаций автомобильного, железнодорожного, трубопроводного транспорта, связи, а также инженерного оборудования;
- 7) коммунально-складская зона — размещение складов торговых точек, предприятий по обслуживанию транспорта и др.
- 8) зона сельскохозяйственного использования земель;
- 9) прочие земли — земли запаса, захоронений и др.

Результаты и обсуждение

Проведение кадастровой оценки подразумевает под собой определение када-

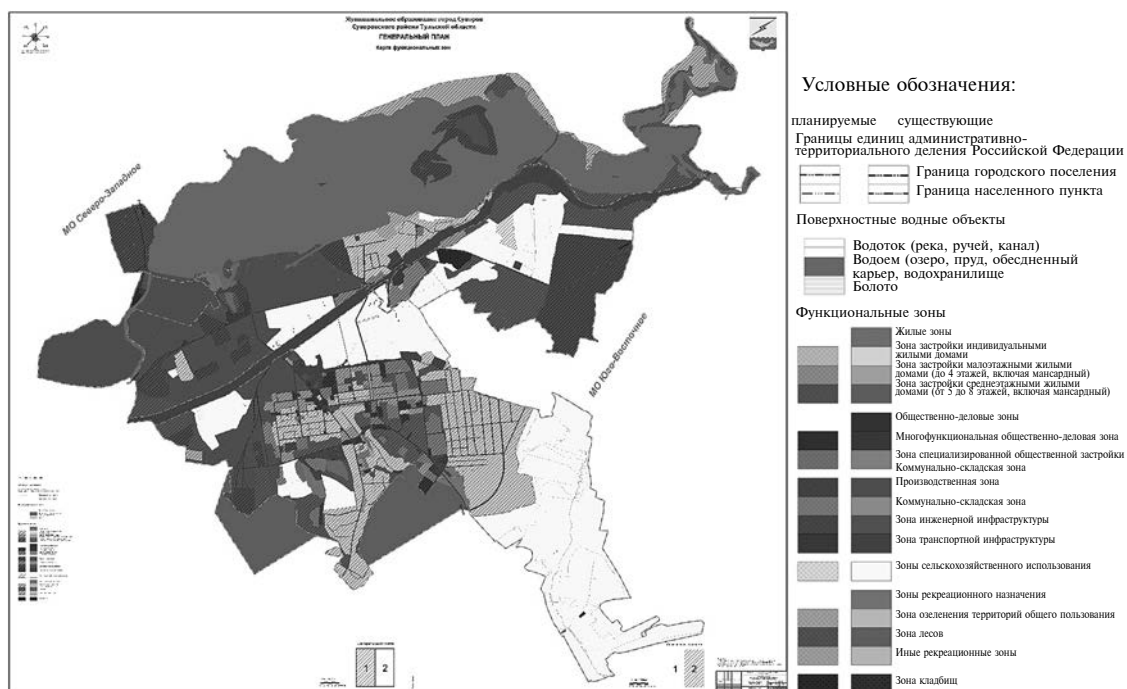


Рис. 1. Карта функциональных зон города Суворова

стровой стоимости того или иного объекта недвижимости (в данной статье кадастровая стоимость определяется в отношении земельных участков). Но величина кадастровой стоимости может изменяться, и связано это с определенным перечнем факторов.

Факторы, влияющие на кадастровую стоимость в г. Суворове:

1. Изменение численности населения [6]. Данный показатель важен для выявления развития населенных пунктов. Если не проводить прогноз численности населения, то кадастровую стоимость возможно определить только на сегодняшний момент. К примеру, при массовом оттоке населения из города в следующем году произойдет резкий спад цен и, наоборот, при увеличении численности населения — стоимость возрастет.

Демографическая ситуация в городе и в целом в Тульской области следующая: низкая рождаемость и высокая смертность. Следовательно, кадастровая стоимость на земли падает, а развитие города замедляется [3].

2. Система культурно-бытового обслуживания [6]. В отношении данного фактора действует простой принцип — чем дальше участок расположен от объектов социальной инфраструктуры, тем меньше его кадастровая стоимость.

В Суворове развито образование и воспитание (4 школы, 2 детских сада, Суворовская начальная школа, Суворовская школа для обучающихся с ОВЗ и Тульский технико-экономический колледж им. Рогова); социальная защита населения в виде комитетов и центров защиты населения; культура и спорт (стадион, бассейн, детская школа искусств, библиотеки и др.); здравоохранение в виде Суворовской центральной районной больницы; торговля (44 продовольственных и 78 непродовольственных магазинов, 1 рынок, 13 организаций общественного питания, 10 аптек и 29 предприятий бытового обслуживания) [3].

3. Транспортная инфраструктура [6]. Привлекательность для проживания, а значит, и стоимость земли зависят от таких условий, как размещение участка относительно транспортных магистралей, включая расстояние до автомобильных дорог, до железнодорожной станции и др.

Внешний транспорт г. Суворова имеет в структуре железнодорожную магистраль Козельск—Черепеть—Плеханово, проходящую на северной окраине города в 50 м от жилой застройки. Также имеется связь станции Збродово с городом и предприятиями промышленного характера. Город пересекают две автомобильные дороги областного значения: Чекалин—Суворов—

Ханино и Голодское—Суворов—Одоев. На северной окраине города также имеется автовокзал с выездами на автодорогу [3].

Улично-дорожная сеть г. Суворова представляет собой прямоугольно-диагональную систему, которая обеспечивает пешеходную и транспортную связь между жилыми кварталами и местами работы, предприятиями и учреждениями обслуживания, местами отдыха [6].

4. Инженерная инфраструктура [6]. В инженерное оборудование включено водоснабжение, теплоснабжение, газоснабжение, электроснабжение, а также связь, радиовещание и телевидение. Это все влияет на кадастровую стоимость участка. К примеру, если купить земельный участок, который уже обеспечен всем инженерным оборудованием, то его кадастровая стоимость будет больше, чем на участок, не имеющего такого оборудования. Происходит это потому, что в кадастровую стоимость включена величина затрат на подключение перечисленного инженерного оборудования. И, опять же, наличие данного оборудования является привлекательным для проживания в городе, а значит, это может повлиять на приток численности населения, что, в свою очередь, также повлияет на кадастровую стоимость земель.

В Суворове имеется газоснабжение, электроснабжение, теплоснабжение, водоснабжение, почтовая и телефонная связь, радиосвязь и интернет [3].

5. Инженерно-геологические условия [6]. Данный фактор, если не брать его в учет, может существенно повлиять на кадастровую оценку и кадастровую стоимость. К примеру, есть два земельных участка, которые находятся на одной улице и имеют одинаковое назначение. Но их различие в том, что на их территориях разные инженерно-геологические условия для строительства. Рассмотрим случай, когда у этих участков разный рельеф. У первого неровная поверхность, а у второго наоборот. Соответственно, для строительства на первом участке необходимо сначала произвести выравнивание, чтобы избежать сползания по склону. Это влечет за собой увеличение объема работ и стоимости. Для второго же участка такие работы не понадобятся. В Суворове предусмотрены меры по защите территории от

подтопления, эрозии, оползней, просадочности и паводков [3].

6. Экологическое состояние [6]. Человек способен оказывать как положительное, так и негативное воздействие на землю. При последнем может произойти ситуация, когда нормальная жизнедеятельность будет невозможна. А значит, кадастровая стоимость на такие земли будет снижаться.

В Суворове загрязняются поверхностные воды, но за их качеством всегда ведется лабораторный контроль филиалом «Центра гигиены и эпидемиологии в Тульской области в Суворовском районе».

Происходит загрязнение воздушного бассейна: основным загрязнителем атмосферного воздуха является «Черепетская ГРЭС» и автотранспорт [3].

Чтобы улучшить качество воздуха, на территории города имеются зеленые насаждения, которые способствуют улучшению микроклимата и снижают уровень шума. В городе присутствуют леса, общей площадью 77 га [3].

В любом городе, в том числе и в Суворове, встречаются ситуации с различной кадастровой стоимостью на земельные участки. К примеру, сравним два земельных участка с кадастровыми номерами 71:18:030207:2810 (рис. 2) и 71:18:030211:359 (рис. 3) соответственно [7]. Первый имеет площадь в 2705 кв. м, а второй — 2765 кв. м. Оба участка имеют вид разрешенного использования — под многоквартирную застройку (на них расположены многоквартирные дома). Но при этом их кадастровая стоимость существенно различается. У первого — 8 335 187 руб., а у второго — 11 124 839,25 руб. Опять же, оба участка имеют тепло-, газо-, электро- и водоснабжение, а также доступ к связи и телевидению. Дело в том, что первый участок расположен в исторической области города (рядом находится аллея памяти с историческими памятниками), дом на нем построен раньше, чем на втором участке. Также важно то, что он располагается на объездной улице города и не имеет в шаговой доступности учреждений социального обслуживания. В то время как второй участок расположен, наоборот, на въезде в город и имеет доступ к нескольким магазинам, школе и детскому саду, а также стадиону с расположенными в нем спортивными и детскими площад-



Рис. 2. Земельный участок с кадастровым номером 71:18:030207:2810



Рис. 3. Земельный участок с кадастровым номером 71:18:030211:359

ками, футбольным полем и спортивным комплексом.

Заключение

Таким образом, в ходе проделанной работы были выявлены факторы, влияющие на кадастровую стоимость земельных участков в городе, а на примере конкретных участков был доказан факт различной кадастровой стоимости в зависимости от их местоположения. Также был выявлен тот факт, что в России при определении стоимости не выделяют экологические

факторы как отдельную группу, а вот в международных стандартах они включены в специальные разделы. Кроме того, стоит отметить, что в настоящее время в России существует огромное количество законов, стандартов и прочих нормативно-правовых документов, регулирующих процесс проведения кадастровой оценки, но все же процедура проведения оценки требует своего дальнейшего совершенствования, и возможно, приближения к международным стандартам [8].

Библиографический список

1. Логинов Я. А. Проблемы кадастровой оценки земель населенных пунктов // *Приоритетные направления регионального развития*. — 2020. — С. 540—542.
2. Еврасова Е. А. Современные проблемы кадастровой оценки земель населенных пунктов // *Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК*. — 2019. — С. 249—251.
3. Генеральный план муниципального образования город Суворов Суворовского района. — URL: <https://suvorov.tularegion.ru/activities/gradostroitelstvo/>, дата обращения: 12.01.2022.
4. История Муниципального образования г. Суворов. — URL: <https://suvorov.tularegion.ru/city/story/>, дата обращения: 12.01.2022.
5. Методические рекомендации по разработке схем зонирования территории городов МДС 30-1.99. — URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=99469>, дата обращения: 12.01.2022.
6. Желясков А. Л., Поносов А. Н., Осокина Н. В. Кадастровая оценка земель населенных пунктов муниципального образования. — Пермь: Издательство ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА», 2010. — 70 с.
7. Публичная кадастровая карта. — URL: <https://pkk.rosreestr.ru/#/search/65.64951699999888,122.73014399999792/4/@5w3tqxnjb>, дата обращения: 12.01.2022.
8. Пылаева А. В. Принципы определения кадастровой стоимости и проведения государственной кадастровой оценки // *Стоимость собственности: оценка и управление*. — 2017. — С. 190—196.

COMPREHENSIVE CADASTRAL VALUATION OF LAND IN THE SUVOROV CITY IN THE TULA REGION

K. V. Solozhenkova, Master's student, Tsiolkovsky Kaluga State University, solokarina@rambler.ru, Kaluga, Russia,

T. K. Petrovskaya, Ph. D. (geology), associate professor of the Department of geography, cadastres and technosphere security, Tsiolkovsky Kaluga State University, tamarakpet@list.ru, Kaluga, Russia,

A. A. Evseeva, Ph. D. (biology), associate professor of the Department of biology and ecology, Tsiolkovsky Kaluga State University, annahabarova@yandex.ru, Kaluga, Russia

References

1. Loginov Ya. A. *Problemy kadastrovoj ocenki zemel naseleennykh punktov* [Problems of cadastral assessment of lands of settlements] // Priority directions of regional development. 2020. P. 540—542 [in Russian].
2. Evrasova, E. A. *Sovremennyye problemy kadastrovoj ocenki zemel naseleennykh punktov* [Modern problems of cadastral assessment of lands of settlements] // The role of young scientists in solving urgent problems of agriculture. 2019. P. 249—251 [in Russian].
3. *Generalnyj plan municipalnogo obrazovaniya gorod Suvorov Suvorovskogo rajona* [The general plan of the municipal formation of the city of Suворov Suворovskiy district]. URL: <https://suvorov.tularegion.ru/activities/gradostroitelstvo/>, access data: 12.01.2022 [in Russian].
4. *Istoriya Municipalnogo obrazovaniya g. Suvorov* [History of the Municipality of Suворov]. URL: <https://suvorov.tularegion.ru/city/story/>, date of reference: 12.01.2022.
5. *Metodicheskie rekomendacii po razrabotke shem zonirovaniya territorii gorodov MDS 30-1.99* [Methodological recommendations for the development of zoning schemes for the territory of the cities of the MDS 30-1.99]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=99469>, date of address: 12.01.2022 [in Russian].
6. Zhelyaskov A. L., Ponomarev A. N., Osokina N. V. *Kadastraya ocenka zemel naseleennykh punktov municipalnogo obrazovaniya* [Cadastral assessment of the lands of settlements of the municipality]. Perm: Publishing house of FGOU VPO "Perm State Agricultural Academy, 2010. 70 p. [in Russian].
7. *Publichnaya kadastraya karta* [Public cadastral map]. URL: <https://pkk.rosreestr.ru/#/search/65.64951699999888,122.73014399999792/4/@5w3tqxnjb>, access data 12.01.2022 [in Russian].
8. Pylaeva, A. V. *Principy opredeleniya kadastrovoj stoimosti i provedeniya gosudarstvennoj kadastrovoj ocenki* [Principles of determining cadastral value and conducting state cadastral valuation] // Property value: valuation and management. 2017. P. 190—196 [in Russian].

**РАЗРАБОТКА
ЦИФРОВОЙ КАРТЫ
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО
ЗОНИРОВАНИЯ
ПРИРОДНО-
АНТРОПОГЕННОГО
ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО
КОМПЛЕКСА РАЙОННЫЙ
ПАРК КУЛЬТУРЫ И
ОТДЫХА «ФИЛАТОВ ЛУГ»**

М. А. Слепнев, кандидат технических наук, доцент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, SlepnevMA@mgsu.ru, Москва, Россия,

З. А. Зенкович, бакалавр кафедры градостроительства, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Zenkovi4.z@ya.ru, Москва, Россия

В статье проведен анализ существующего состояния природно-антропогенного территориального комплекса (далее — ПАТК) Районный парк культуры и отдыха «Филатов Луг» на предмет оценки рекреационного воздействия. В ходе исследования были выполнены: градостроительный анализ территории, проектный-расчетный эксперимент по оценке посетителей парка, на основе которого была разработана цифровая карта функционального зонирования, направленная на устойчивое развитие ПАТК. Градостроительный анализ включал в себя анализ транспортной доступности наземного городского пассажирского транспорта до организованных входов рассматриваемой территории ПАТК и оценку существующего планировочного решения территории ПАТК на соответствие использования территорий установленным регламентам. Программа проведения проектного эксперимента включала осуществление натурного обследования территории с координатной привязкой границ и организованных входов с использованием GPS устройства, а также расчет посетителей ПАТК с дальнейшим построением графика зависимости посещения от времени. В работе использована различная атрибутивная информация, собранная из открытых источников и по результатам проведения полевых работ авторами, правовые документы, картографические материалы. На основе проведенного исследования проектное предложение включало себя разработку цифровой карты функционального зонирования на основе обобщенных нормативных показателей использования территории. Увеличение темпов урбанизации и рост населения приводит к трансформации природного каркаса города.

In this article, there is an analysis of the current state of the natural-anthropogenic territorial complex (hereinafter — PATK) of the regional park of culture and recreation “Filatov Lug”. In the course of the study, the following were carried out: an urban planning analysis of the territory, a design and calculation experiment to evaluate park visitors, on the basis of which a digital map of functional zoning was developed, aimed at the sustainable development of the PATK. The urban planning analysis included an analysis of the transport accessibility of ground urban passenger transport to the organized entrances of the PATK territory under consideration and an assessment of the existing planning solution for the PATK territory for compliance with the use of the territories by the established regulations. The program of the project experiment included the implementation of a full-scale survey of the territory with coordinate referencing of borders and organized entrances using a GPS device, as well as the calculation of visitors to the PATK with further plotting of visits versus time. The work used various attributive information collected from open sources and based on the results of field work by the authors, legal documents, cartographic materials. Based on the study, the project proposal included the development of a digital map of functional zoning based on generalized normative indicators of the use of the territory. The increase in the rate of urbanization and population growth leads to the transformation of the natural framework of the city.

Ключевые слова: антропогенная нагрузка, функциональная трансформация, природный каркас города, рекреационная территория, устойчивое развитие территории, экологическая емкость, рекреационная нагрузка.

Keywords: anthropogenic load, functional transformation, natural framework of the city, recreational area, sustainable development of the territory, ecological capacity, recreational load.

Введение

В утвержденных правилах землепользования и застройки на территории Новой Москвы предусмотрено строительство 20,5 млн кв. м жилой недвижимости.

Более 7,1 млн кв. м уже находятся в стадии проектирования и строительства. К 2035 году, согласно утвержденным документам, общий фонд недвижимости Новой Москвы с учетом существующих

и строящихся объектов составит около 127 млн кв. м. Основная позиция — жилая застройка, при этом меньшее внимание уделяется рекреационным пространствам, которые являются «легкими городов» и выполняют важнейшую функцию восстановления экологического потенциала [1–3].

Таким образом, очень важно создавать зеленые пространства для формирования единого каркаса города, который будет направлен на улучшение качества жизни. В свете вышеописанных событий объектом исследования был выбран природно-антропогенный территориальный комплекс: природный районный парк культуры и отдыха «Филатов Луг», как составляющая быстроразвивающегося района Новой Москвы.

Материалы и методы

На рис. 1 рассматриваемая территория районного парка культуры и отдыха «Филатов Луг» расположена в западной части рассматриваемого в работе участка Ульяновского лесопарка общей площадью 26,5 га.

С западной стороны рассматриваемая территория граничит с поселением Московский, с восточной стороны с Ульяновским лесопарком. На рис. 2 изображен план пространственной организации существующего положения территории парка с зоной пешеходной доступности в радиусе 800 м.

Анализ планировочного решения районного парка «Филатов Луг» показал, что территория активно используется посетителями, которые перемещаются по орга-

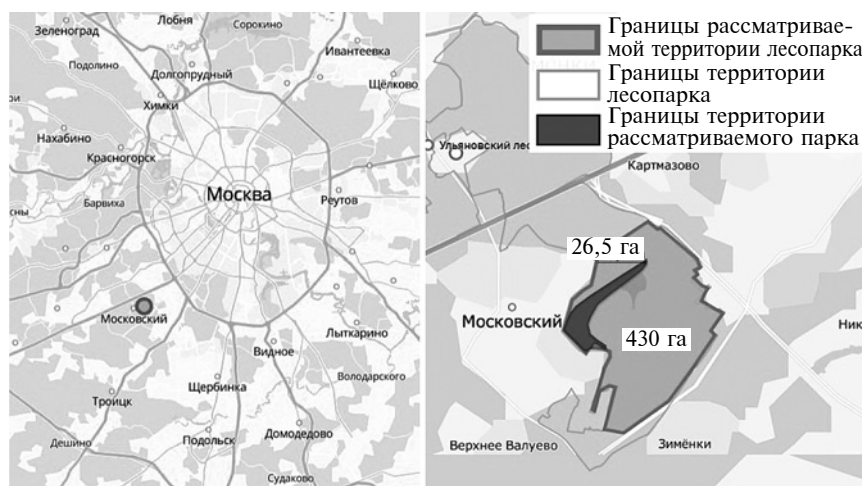


Рис. 1. Территория ПАТК «Филатов Луг»

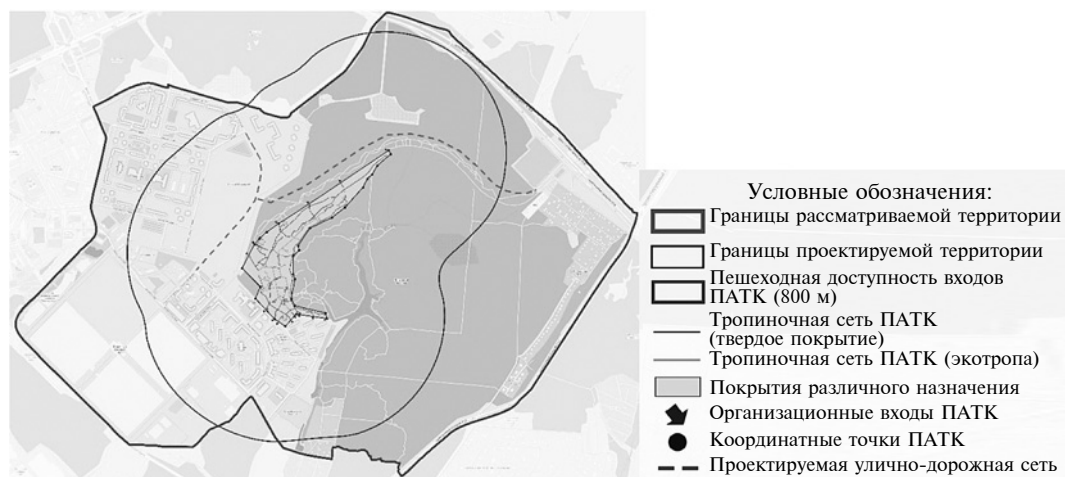


Рис. 2. Пространственная организация ПАТК

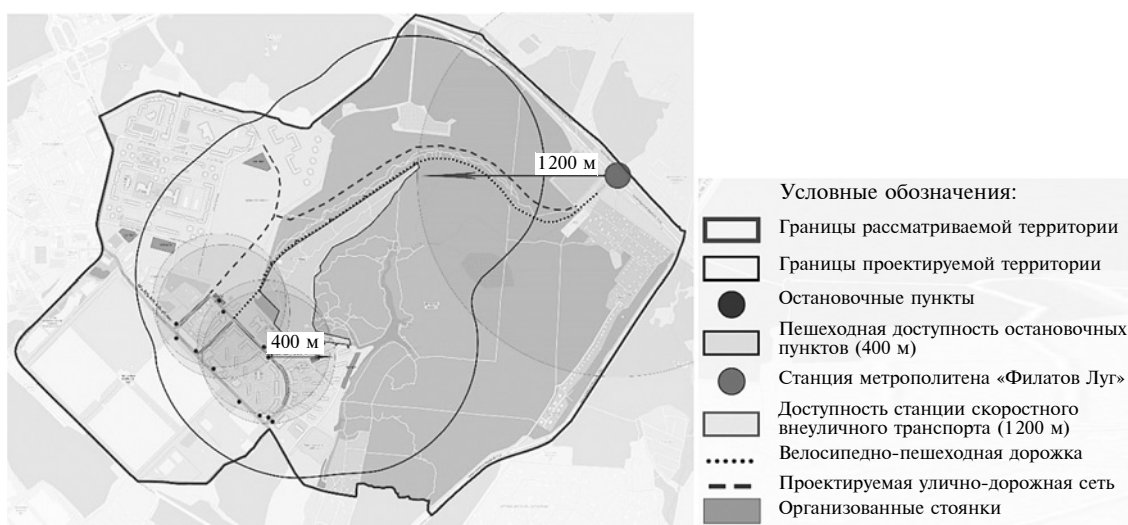


Рис. 3. Транспортная обеспеченность ПАТК

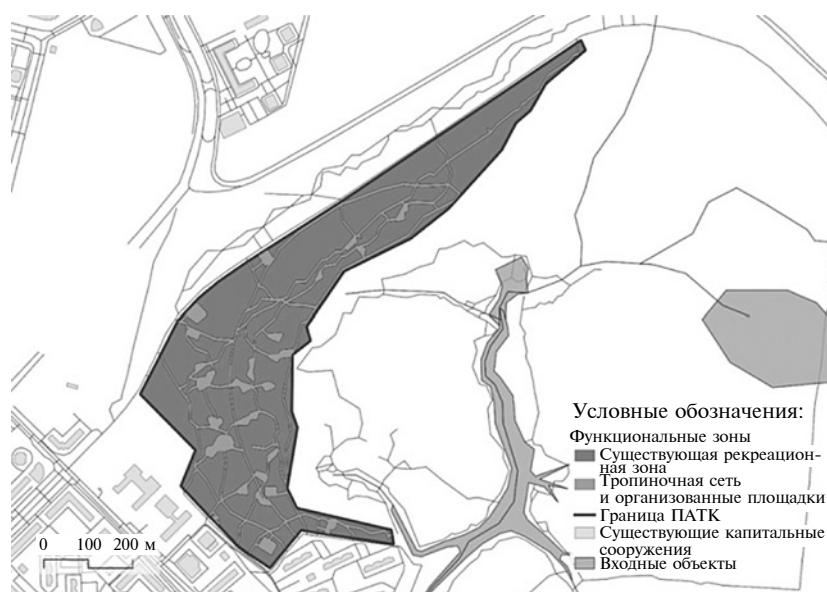


Рис. 4. Существующее функциональное зонирование ПАТК «Филатов Луг»

низованной тропиночной сети, активно используя площадки для отдыха и развлечений [4, 5].

Оценка транспортной доступности ПАТК представлена на рис. 3 была направлена на анализ улично-дорожной сети, доступность общественного транспорта с учетом станций метрополитена [9].

В работе было выявлено, что радиус доступности не обеспечивает связь всех организованных входов, что говорит о потенциальной загруженности проходов на территорию ПАТК по направлениям, примыкающим к жилой застройке [6—8]. Поэтому авторами было принято решение

увеличить количество организованных входов в проектом предложении.

Зоны организованных автомобильных стоянок расположены в радиусе пешеходной доступности в общем количестве более 300 машиномест.

Существующее использование территории, приведенное на рис. 4, не соответствует установленным регламентам: натурное наблюдение показало, что вся территория ПАТК используется как одна зона рекреации.

Для расчета потенциальных посетителей ПАТК было принято значение в 15 % от численности населения, проживающе-

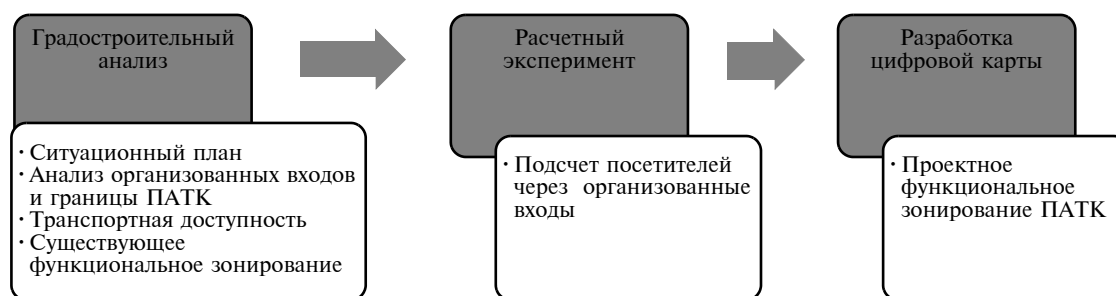


Рис. 5. Программа исследования

го в выбранной пешеходной доступности, что составило 8658 человек [10–12]. В табл. 1 приведены основные технико-экономические показатели.

Сегодняшняя ситуация показывает, что функциональная трансформация природно-антропогенных территориальных комплексов (ПАТК), расположенных в городской черте, неизбежна [13].

Результаты исследования

Работа по формированию цифровой карты проектного функционального зонирования ПАТК проводилась в соответствии с разработанной программой исследования, приведенной на рис. 5.

Координатная привязка рассматриваемой территории и организованных входов проводилась с помощью GPS-контроллера и заводилась в таблицу атрибутов табл. 2. Построение цифровой карты было интегрировано с системой координат WGS 84 / UTM Zone 37N.

Для работы с базой данных, которая включала в себя атрибуты точечных, линейных и полигональных объектов [14–16], была использована открытая кроссплатформенная геоинформационная система QGIS, позволяющая анализировать, создавать, редактировать и визуализировать геопространственную картографическую информацию с возможностью экспорта данных в OpenStreetMap.

На рис. 6 показан ситуационный план существующего положения ПАТК и отмечены проектируемые микрорайоны, которые расположены полностью или частично в зоне доступности, установленной в работе.

В западной части рассматриваемой территории располагаются два участка проектируемых микрорайонов общей площадью более 100 га. Проектная численность их населения составляет более 3000 человек. В этих условиях важной задачей является создание единого зеленого каркаса,

Таблица 1
Баланс потенциального существующего функционального зонирования

Функциональная зона	Площадь территории	Нормативная рекреационная нагрузка	Потенциальная нагрузка	Потенциальное количество посетителей
Рекреационная зона	26,47 га	100 чел/га	327 чел/га	8658 человек

Таблица 2
Координатная привязка организованных входов ПАТК

№ входа	X	Y	№ входа	X	Y
1	37,380196	55,5920887	9	37,3737631	55,5926447
2	37,3789193	55,5921962	10	37,3728846	55,5931736
3	37,3776228	55,5923036	11	37,3720491	55,5959069
4	37,37722881	55,59234158	12	37,3726505	55,5965731
5	37,3768698	55,59224218	13	37,3751585	55,5977664
6	37,3764868	55,5919719	14	37,3785067	55,598977
7	37,3751985	55,5918757	15	37,3819264	55,6002779
8	37,3747299	55,59208189	16	37,3868849	55,6021642

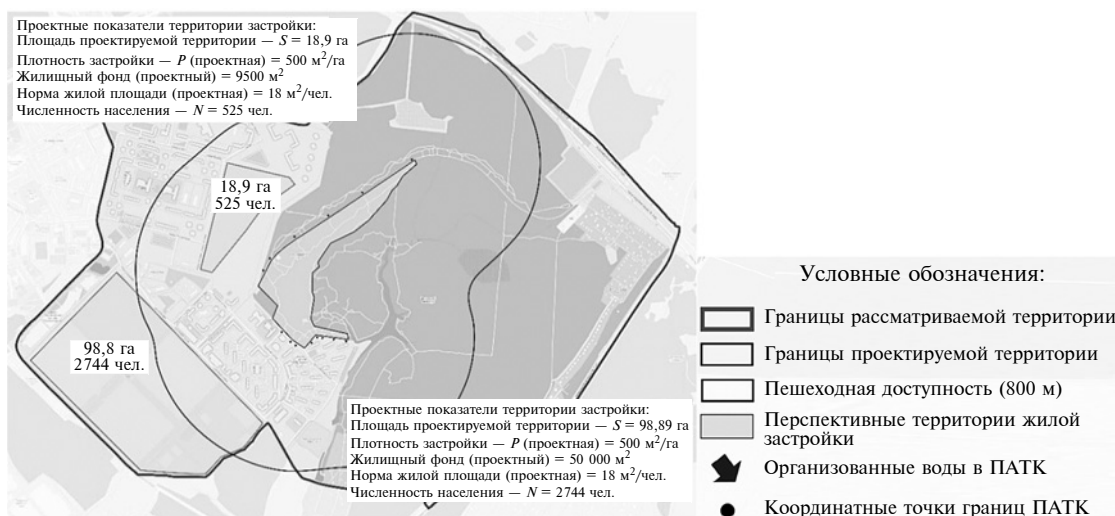


Рис. 6. Ситуационный план территории ПАТК «Филатов Луг»

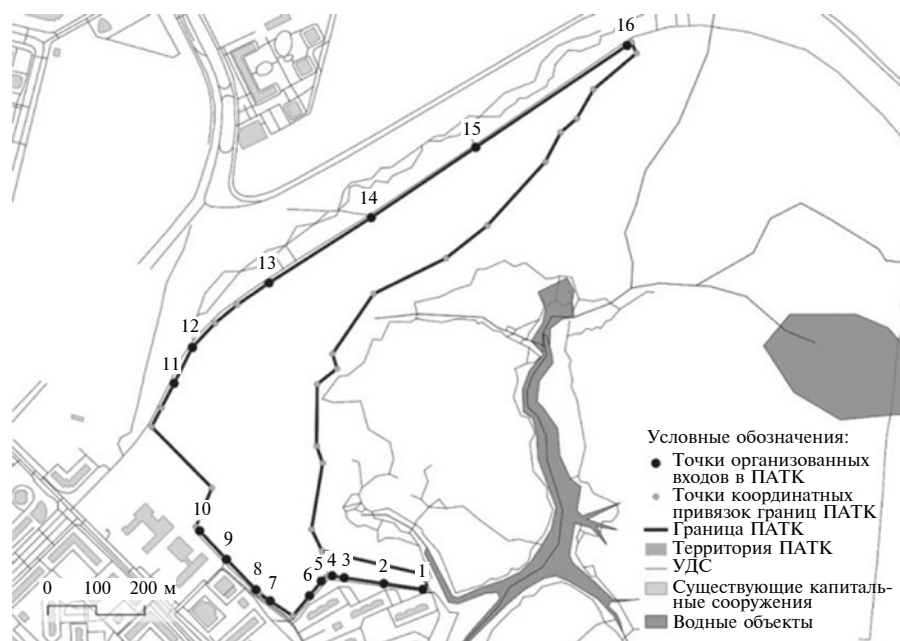


Рис. 7. GPS-привязка территории ПАТК «Филатов Луг»

который будет обеспечивать рекреационный потенциал потребности посетителей.

Расчет посетителей ПАТК проводился по 16 организованным входам (рис. 7), которые на цифровой карте были определены как точечные объекты.

В соответствии с программой исследования был проведен расчетный эксперимент, который заключался в подсчете посетителей ПАТК за определенный промежуток времени через организованные входы. Расчет проводился в будний день, в вечернее время, с 17:00 до 18:00. Время было ориентировано на учеников школ,

посещающих парк после уроков/родителей с детьми, и на людей, идущих через парк от станции метрополитена после рабочего дня. Полученные результаты были внесены в атрибутивную таблицу 3.

Из таблицы видно, что максимальное количество посетителей проходит через входы 1, 7, 9, 10, 11 и 16. Объясняется этот факт тем, что входы 1, 7, 9 и 10 центральные и расположены в непосредственной близости от жилого микрорайона. Вход 11 располагается первым на подходе к ПАТК от соседнего микрорайона. Вход 16 — это ближайший вход по пути от станции мет-

рополитена и, как следствие, является входом для транзитного движения посетителей до жилых микрорайонов. На рис. 8 представлен график зависимости посещения ПАТК через организованные входы по времени.

На основе полученных данных было разработано проектное функциональное зонирование ПАТК, которое соответствует требованиям СП 475.1325800.2020 «Парки. Правила градостроительного проектирования и благоустройства», и включает в себя следующие зоны:

- специальная (до 2 чел./га) — в данную зону были включены природные территории парка, расположенные более, чем в 5 м от площадок различного назначения, в 3 м от пешеходных дорожек и в 100 м от организованных входов в ПАТК;
- буферная (до 50 чел./га) — данная зона включает территорию вдоль тропиной сети шириной 3 м с каждой стороны, вдоль площадок различного назна-

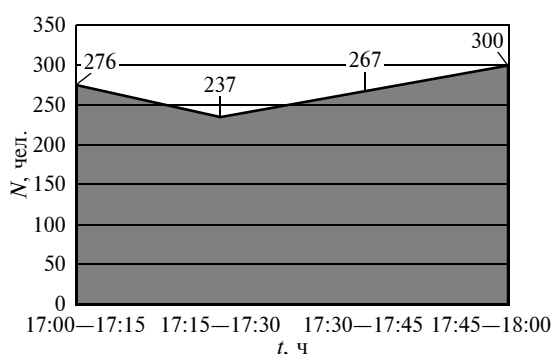


Рис. 8. График посещения ПАТК «Филатов Луг», М 1: 20 000

чения шириной 5 м и территорию, отдаленную от организованных входов не более, чем на 100 м;

- рекреационная (до 100 чел./га) — включает в себя территории площадок различного назначения.

Основные проектные показатели цифровой карты функционального зонирования природно-антропогенного террито-

Таблица 3

Расчет количества посетителей

Будний день с 17.00 до 18.00					
№ входа	17:00—17:15	17:15—17:30	17:30—17:45	17:45—18:00	Посетителей, чел.
1	28	22	27	31	108
2	18	12	11	17	58
3	14	12	12	22	60
4	9	8	8	17	42
5	0	0	3	9	12
6	7	5	5	7	24
7	31	27	31	25	114
8	2	2	3	5	12
9	50	45	50	55	200
10	19	18	24	21	82
11	20	12	22	20	74
12	7	9	12	8	36
13	17	20	22	13	72
14	16	12	9	11	48
15	5	4	1	8	18
16	33	29	27	31	120
Всего	276	237	267	300	1080

Таблица 4

Баланс проектного функционального зонирования

Функциональная зона	Площадь	Нормативная нагрузка	Расчетная нагрузка	Количество посетителей, чел.
Рекреационная зона	5,35 га	до 100 чел/га	100 чел/га	535
Буферная зона	14,18 га	25—50 чел/га	38 чел/га	532
Специальная зона	6,93 га	1—2 чел/га	2 чел/га	13

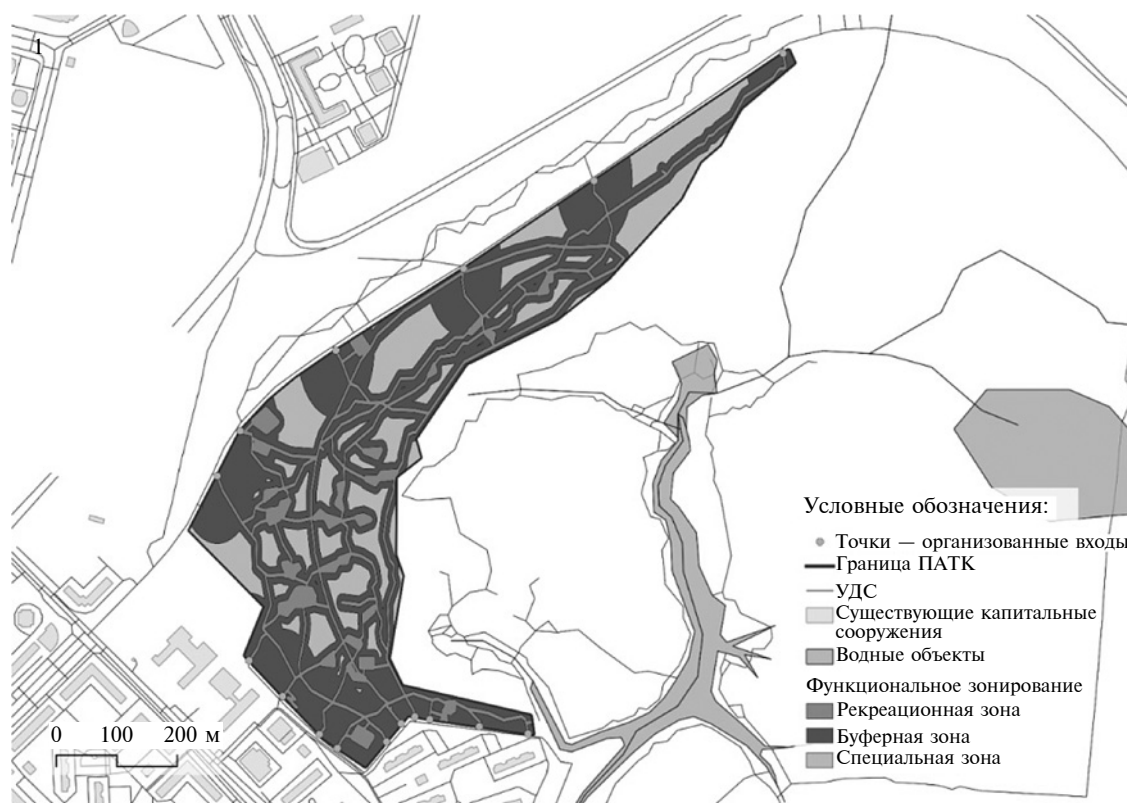


Рис. 9. Проектное функциональное зонирование ПАТК «Филатов Луг»

риального комплекса: районный парк культуры и отдыха «Филатов Луг» представлены в таблице 4.

Согласно проектному балансу все расчетные функциональные зоны находятся в нормативных значениях рекреационных нагрузок, что говорит о возможности построения цифровой карты без изменения площади территории ПАТК. На рис. 9 представлено проектное решение карты функционального зонирования ПАТК «Филатов Луг».

Заключение и обсуждение

На сегодняшний день становится понятно, что функциональная трансформация природно-антропогенных территориальных комплексов (ПАТК), расположенных в городской черте, неизбежна и выполняет рекреационную функцию для жителей прилегающих жилых территорий. На основе проведенного анализа была определена зависимость между антропогенной нагрузкой и сохранностью природного комплекса.

Исследование было направлено на выявление влияния рекреационной нагруз-

ки на территорию ПАТК и оценку рекреационной способности парка как емкости для посетителей, проживающих в границах пешеходной доступности. При развитии городской среды вблизи объекта исследования авторами установлено, что увеличение антропогенной нагрузки на территорию ПАТК неизбежно и связано со строительством новых жилых микрорайонов в проектах планировки, на которых предусмотрена организация рекреационных зон по нижней границе норматива, что в свою очередь повлечет за собой процесс деградации.

По результатам проведенного проектного эксперимента авторами было выявлено превышение нормативных значений рекреационных нагрузок, которые непосредственно влияют на процесс экологического развития. В дальнейшей работе для решения данной проблемы планируется рассмотреть и описать предложения по разработке градостроительных регламентов, направленных на организацию и развитие рекреационных пространств как самой территории ПАТК, так и смежных зон, находящихся в непосредственной близости от границ комплекса.

Библиографический список

1. Краснощекова Н. С. Формирование природного каркаса в генеральных планах городов. — Москва: Архитектура, 2010. — 183 с.
2. Курбатова А. С. Ландшафтно-экологический анализ формирования градостроительных структур. — Москва; Смоленск: Манджента, 2004. — 400 с.
3. Кочуров Б. И., Ивашкина И. В. Урболандшафты Москвы и их пространственная трансформация // *Экология урбанизированных территорий*. — 2015. — № 2. — С. 48—54.
4. Соколов Л. И., Щербина Е. В. Урбанистика и архитектура городской среды: учебник. — Москва: Академия, 2014. — 272 с.
5. Трутнев Э. К. О правовом градорегулировании // *Управление развитием территорий*. — 2007. — № 1.
6. Щербина Е. В. Развитие системы градостроительных регламентов для обеспечения устойчивого развития территорий // *Евразийский союз ученых (ЕСУ)*. — 2015. — № 5. — С. 166—168.
7. Ильичев В. А., Емельянов С. Г., Колчунов В. И., Бакаева Н. В. Инновационная практика в городах и доктрина градоустройства // *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*. — 2014. — № 3. — С. 4—5.
8. Щербина Е. В., Горбенкова Е. В. Современные подходы градостроительного проектирования сельских поселений и малых городов // *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*. — 2018. — № 4 (24). — С. 105—116.
9. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/, дата обращения: 21.12.2021.
10. Крашенинников А. В. Градостроительное развитие жилой застройки, исследование опыта западных стран: учебное пособие. — Москва: Архитектура, 2005. — 112 с.
11. Правовое зонирование города. Введение в проблемы градорегулирования в рыночных условиях / Под ред. Э. К. Трутнева. — 2-е изд., доп. — Москва: Фонд «Институт экономики города», 2002. — 106 с.
12. Щербина Е. В., Данилина Н. В., Маршалкович А. С. Научно-методические основы построения модуля «Проектирование устойчивой городской среды» в процессе обучения бакалавров и магистров по направлению «Градостроительство» // *Экология урбанизированных территорий*. — 2015. — № 1. — С. 70—74.
13. Тарасова Н. П., Беднова О. В., Кузнецов В. А. Система городских охраняемых природных территорий и устойчивое развитие мегаполиса // *Экология урбанизированных территорий*. — 2011. — № 3. — С. 12—17.
14. Щербина Е. В., Белал А. А. Особенности атрибутирования объектов исторических территорий городов, разрушенных войной // *Жилищное строительство*. — 2020. — № 4—5. — С. 12—18.
15. Щербина Е. В., Слепнев М. А. Экологическое картографирование при градостроительном проектировании природно-антропогенных территориальных комплексов // *Экология урбанизированных территорий*. — 2016. — № 2. — С. 92—97.
16. Sherbina E., Danilina N., Vlasov D. City planning issues for sustainable development // *International Journal of Applied Engineering Research*. — 2015. — 10 (22). — P. 43131—43138.

DEVELOPMENT OF THE FUNCTIONAL ZONING DIGITAL MAP OF THE NATURAL AND ANTHROPOGENIC TERRITORIAL COMPLEX REGIONAL PARK OF CULTURE AND RECREATION "FILATOV MEADOW"

M. A. Slepnev, Ph. D. (Technical Sciences), associated professor of the Urban Planning department, Moscow State University of Civil Engineering, SlepnevMA@mgsu.ru, Moscow, Russia,

Z. A. Zenkovich, student of the Urban Planning department, Moscow State University of Civil Engineering, zenkovi4.z@ya.ru, Moscow, Russia

References

1. Krasnoshchekova N. S. *Formirovanie prirodnogo karkasa v general'nyh planah gorodov* [The formation of a natural framework in the master plans of cities]. — Moscow: Architecture, 2010. 183 p. [in Russian].
2. Kurbatova A. S. *Landshaftno-ekologicheskij analiz formirovaniya gradostroitel'nyh struktur* [Landscape-ecological analysis of the formation of urban structures]. — Moscow — Smolensk: Mandzhenta, 2004. 400 p. [in Russian].

3. Kochurov B. I., Ivashkina I. V. *Urbolandshafty Moskvy i ih prostranstvennaya transformaciya* [Urban landscapes of Moscow and their spatial transformation] // Ecology of urbanized territories. 2015. No. 2. P. 48—54 [in Russian].
4. Sokolov L. I., Shcherbina E. V. *Urbanistika i arhitektura gorodskoj sredy: uchebnik* [Urbanism and architecture of the urban environment]. — Moscow: Academy, 2014. 272 p. [in Russian].
5. Trutnev E. K. *O pravovom gradoregulirovanii* [About legal city regulation] // Management of the development of territories. 2007. No. 1 [in Russian].
6. Shcherbina E. V. *Razvitie sistemy gradostroitel'nyh reglamentov dlya obespecheniya ustojchivogo razvitiya territorij* [Development of the system of town-planning regulations for ensuring sustainable development of territories] // Eurasian Union of Scientists (ESU). 2015. No. 5. P. 166—168.
7. Ilyichev V., Yemelyanov S., Kolchunov V. and Bakaeva N. *Innovacionnaya praktika v gorodah i doktrina gradoustroystva* [Innovative practice in cities and the doctrine of urban planning] // Biosphere compatibility: man, region, technology. 2014. No. 3. P. 4—5 [in Russian].
8. Shcherbina E. V., Gorbenkova E. V. *Sovremennye podhody gradostroitel'nogo proektirovaniya sel'skih poselenij i malyh gorodov* [Modern approaches of urban planning design of rural settlements and small towns] // Biosphere compatibility: man, region, technology. 2018. No. 4 (24). P. 105—116 [in Russian].
9. *Gradostroitel'nyj kodeks Rossijskoj Federacii ot 29.12.2004 N 190-FZ* [Town-planning Code of the Russian Federation of 29.12.2004 N 190-FZ]. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/, access data 21.12.2022 [in Russian].
10. Krashenninikov A. V. *Gradostroitel'noe razvitie zhiloy zastrojki, issledovanie opyta zapadnyh stran: uchebnoe posobie* [Urban development of residential buildings, study of the experience of Western countries: textbook.]. — Moscow: Architecture, 2005. 112 p. [in Russian].
11. *Pravovoe zonirovanie goroda. Vvedenie v problemy gradoregulirovaniya v rynochnyh usloviyah* [Legal zoning of the city. Introduction to the problems of urban regulation in market conditions] / Ed. E. K. Trutneva 2nd ed., add. — Moscow: Foundation “Institute for Urban Economics”, 2002. 106 p. [in Russian].
12. Scherbina E. V., Danilina N. V., Marshalkovich A. A. *Nauchno-metodicheskie osnovy postroeniya modulya “Proektirovanie ustojchivoj gorodskoj sredy” v processe obucheniya bakalavrov i magistrov po napravleniyu “Gradostroitel'stvo”* [Scientific and methodical bases of creation of the “Design of a sustainable urban environment” module in the course of training of bachelors and masters in the Town planning direction] // Ecology of Urban Areas. 2015. No. 1. P. 70—74 [in Russian].
13. Tarasova N. P., Bednova O. V., Kuznetsov V. A. *Sistema gorodskih ohranyaemyh prirodnyh territorij i ustojchivoe razvitie megapolisa* [The system of urban protected natural areas and sustainable development of the megapolis] // Ecology of urbanized territories. 2011. No. 3. P. 12—17 [in Russian].
14. Scherbina E. V., Belal A. A. *Osobennosti atributirovaniya ob'ektov istoricheskikh territorij gorodov, razrushennykh vojnnoj* [Features of attribution of territories of cities destroyed by the war] // Civil construction. 2020. No. 4—5. P. 12—18 [in Russian].
15. Scherbina E. V. and Slepnev M. A. *Ekologicheskoe kartografirovanie pri gradostroitel'nom proektirovanii prirodno-antropogennyh territorial'nyh kompleksov* [Ecological Mapping at Urban Design Natural Anthropogenic Territorial Complexes] // Ecology of Urban Areas. 2016. No. 2. P. 92—97 [in Russian].
16. Scherbina E., Danilina N., Vlasov D. *City planning issues for sustainable development* [City planning issues for sustainable development] // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Vol. 10, No. 22. P. 43131—43138.

DATA-DRIVEN РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ КОМФОРТНОЙ И БЕЗОПАСНОЙ СРЕДЫ ГОРОДСКИХ УЛИЦ

И. Д. Теплова, старший преподаватель,
Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет (НИУ МГСУ),
TeplovaID@mgsu.ru, Москва, Россия,
И. А. Журавлев, студент 4 курса кафедры
«Градостроительство», Национальный
исследовательский Московский
государственный строительный
университет (НИУ МГСУ),
zhuravlevia15@gmail.com, Москва, Россия,
А. А. Карманова, студентка 4 курса
кафедры «Градостроительство»,
Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет (НИУ МГСУ),
an.karmanova@gmail.com, Москва, Россия

В настоящий момент одной из приоритетных целей развития городов стоит создание комфортной городской среды за счет повышения качества окружающей среды и модернизации существующих урбанизированных территорий. В этих условиях особенно остро стоит проблема организации пространства улично-дорожной сети, которая связывает территории города и обеспечивает движение больших потоков пользователей. Статья посвящена вопросу формирования комфортной городской среды на улицах в части повышения безопасности передвижения пешеходов и автотранспорта при помощи data-driven решений. На примере исследования улично-дорожной сети Бабушкинского района города Москвы даны рекомендации по благоустройству пространств улиц для улучшения уровня жизни населения и качества городской среды.

At the moment, one of the priority goals of urban development is to create a comfortable urban environment by improving the quality of the environment and modernizing existing urbanized territories. In these conditions, the problem of organizing the space of the street and road network, which connects the territories of the city and ensures the movement of large flows of users, is particularly acute. The article is devoted to the formation of a comfortable urban environment on the streets in terms of improving the safety of pedestrians and vehicles using data-driven solutions. Based on the example of a study of the Babushkinsky district street and road network in Moscow, recommendations are given on the improvement of street spaces to improve the standard of living of the population and the quality of the urban environment.

Ключевые слова: улично-дорожная сеть, благоустройство территории, комфортная городская среда, data-driven решения.

Keywords: street and road network, landscaping, comfortable urban environment, data-driven solutions.

Введение

В настоящее время подход к развитию сформированных городских территорий заключается в создании комфортной и безопасной среды, в первую очередь для пешеходов. Все больше стран переходят от политики автомобилизации к гуманизации системы улиц и дорог крупных городов. Москва — один из первых российских городов, сменивших приоритет с автомобилиста на пешехода, итоги нового курса развития наглядно заметны в центральных районах города, но никак не в периферийных. Одни и те же проблемы встречаются на улицах районного и мест-

ного назначения повсеместно и остаются без внимания.

Актуальность темы исследования подтверждается сразу несколькими моментами. Во-первых, проведение региональных программ, таких как «Мой район» и «Моя улица», целью которых является совершенствование и развитие городских территорий. Главная особенность подобных государственных инициатив заключается в том, что окончательное решение остается за жителями конкретного района, в котором проводится благоустройство. Методом голосования на сайте мэрии Москвы или в приложении «Активный гражданин» выбирается как территория, так и

окончательный вариант развития объекта. Во-вторых, в крупных городах появился спрос на комфортную и безопасную городскую среду. Об этом говорят как цены на недвижимость, выросшие в районах с большим количеством озеленения, мест проведения досуга и разнообразным, многофункциональным наполнением, так и реклама новых жилищных комплексов, которая уже «продает» не самое доступное жилье, с близким расположением к метро, а комфортное и безопасное пространство.

По статистике Госавтоинспекции видно, что основными жертвами при ДТП до сих пор являются пешеходы [1]. Напрямую копировать европейский подход и применять его на улицах Москвы с целью повышения безопасности и комфортности не представляется возможным. Устоявшаяся городская транспортная система сильно отличается от развития улично-дорожной сети (УДС) европейского города. В том, как правильно адаптировать современный подход к проектированию улиц и дорог к нашим реалиям и при этом учесть интересы местных жителей, разбираются в своих работах Власов Д. Н., Данилина Н. В., Бахирев И. А., Преловская Е. С. [2, 3].

Анализируя мировой опыт, ООН вывела ряд положений, необходимых к выполнению при проектировании улиц и дорог в странах Европейского союза. Подробное сравнение подхода к обеспечению бе-

зопасности и комфорта на дорогах Европы и России провел Д. М. Немчинов [4], пришедший к выводу, что ориентиром для нас должны служить в первую очередь немецкие нормативные документы [5–7]. Зарубежные ученые уже пришли к выводу, что качество пространственно-планировочных решений напрямую влияет на уровень жизни населения и качество городской среды [8].

Из этого следует, что подавляющее большинство российских улиц и дорог спроектированы только с одной целью — чтобы население без проблем курсировало по маршруту дом—работа, удовлетворяя минимальные требования безопасности, указанные в нормативной документации [9, 10]. До сих пор такие элементы, как «буферная зона» или «островок безопасности», являются лишь рекомендацией к выполнению, в то время как в европейских странах ООН ввела эти меры как обязательные по обеспечению безопасности пешеходов [11, 12].

Модели и методы

С целью формирования комфортной городской среды, отвечающей современным требованиям качества, и применению международного опыта авторами были проведены исследования улично-дорожной сети (УДС) с использованием инструмента data-driven решения (рис. 1).

Первый этап состоял в формулировке вопроса «Как организовать комфортную и

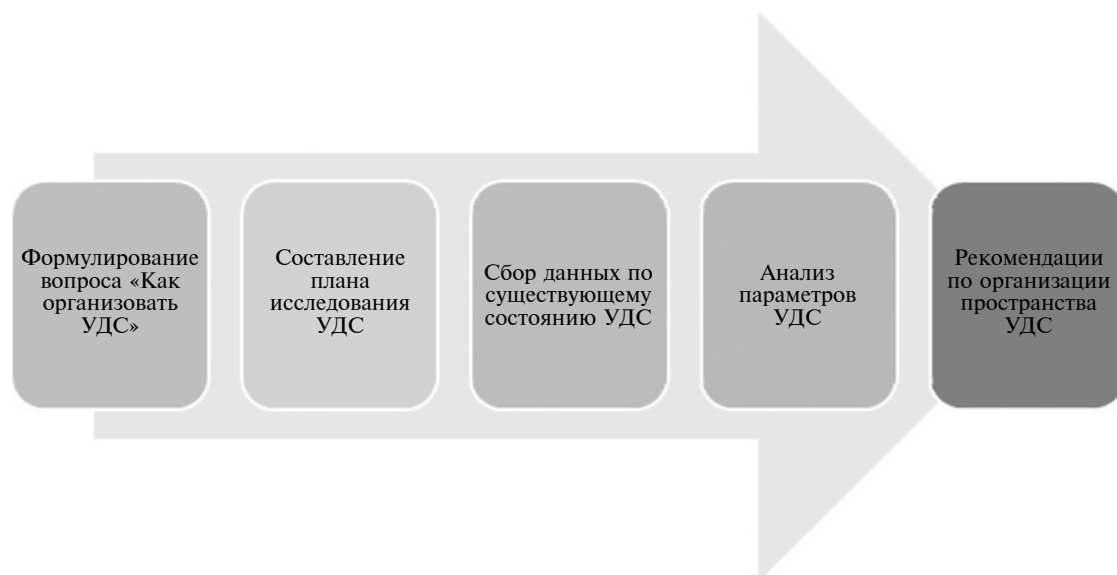


Рис. 1. Этапы принятия data-driven решения

безопасную среду городских улиц?». Для ответа на вопрос составлен план исследования, где прописаны основные пункты исследования:

I. Определение объекта исследования

Объектом исследования выбрана УДС на предмет планировочной организации движения пешеходов и транспорта.

II. Сбор и анализ данных по городской среде

Для определения параметров, которые оказывают влияние на формирование комфортной городской среды улиц, даны определения понятиям «комфортность» и «безопасность».

Комфортность городской среды — это оптимальное сочетание параметров микроклимата, обеспечивающее ощущения спокойствия, уюта, удобств и благоустроенности пользователей.

Безопасность городской среды — это оптимальное сочетание параметров микроклимата, обеспечивающее отсутствие угрозы здоровью и жизни пользователей.

В таблице 1 рассмотрены параметры, определяющие комфортность и безопасность улично-дорожной сети.

III. Мероприятия по организации комфортной и безопасной городской среды на основе data-driven решений

Рекомендации в части благоустройства пространства УДС на основе проведенных исследований.

Результаты и обсуждение

Для проведения исследования был выбран Бабушкинский район города Москвы. Район находится на северо-востоке столицы и многие улицы носят «северные» названия: Анадырский проезд, Енисейская улица, Печорская улица и др. Согласно генеральному плану г. Москва через район проходят три магистральные улицы общегородского значения 2-го класса (Енисейская ул., ул. Менжинского, ул. Летчика-Бабушкина) (рис. 2).

При помощи сервиса Яндекс. Карты, в час пик, по вторникам и средам, проводился мониторинг состояния автомобильного движения в рассматриваемом районе. На основании мониторинга были выявлены проблемные участки, а именно перекресток ул. Енисейская — Менжинского, перекресток ул. Радужная — Енисейская, выезд с ул. Летчика Бабушкина на Проспект Мира. Основными улицами для анализа были выбраны улицы районного и местного значения, потому что на основании мониторинга пробок в утренние и вечерние часы пик в проектируемом районе Бабушкинский возникновение заторов происходит, как правило, на пересечении двух магистральных улиц общегородского значения — это проблема не районного, а общегородского характера.

Таблица 1

Определение параметров, определяющих комфортность и безопасность улично-дорожной сети

Цель исследования	Параметры, определяющие комфортность и безопасность улично-дорожной сети	
Создание комфортной и безопасной городской среды на улично-дорожной сети	КОМФОРТНОСТЬ	Соблюдение требований к безбарьерной среде Наличие на территории улицы сопутствующих сервисов Наличие малых архитектурных форм Отсутствие преград на пути следования пользователей Наличие буферных зон для разделения различных потоков пользователей Наличие средств информирования и ориентирования
	БЕЗОПАСНОСТЬ	Связность и непрерывность улично-дорожной сети (отсутствие участков прерывания улично-дорожной сети) Минимизация пересечений различных потоков пользователей (отсутствие точек пересечения разных потоков пользователей) Соблюдение нормативной ширины тротуаров, полос движения Отсутствие загрузки улично-дорожной сети Отсутствие мест концентрации дорожно-транспортных происшествий Отсутствие помех, в том числе заслоняющих обзор пользователей



Условные обозначения:

М Станции метро

Трамвайные остановки

Автобусные остановки

Радиус пешеходной доступности трамвайных остановок

Радиус пешеходной доступности автобусных остановок

Радиус пешеходной доступности станций метро

Граница проектируемой территории

Маршруты движения НГПТ

Рис. 2. Схема существующего обслуживания Бабушкинского района НГПТ и СВТ

В ходе проведения натурного обследования улиц Бабушкинского района, в части организации движения пешеходов было выявлено восемь критических точек, создающих дискомфорт или опасность для жизни людей. В процессе анализа выявленные проблемные участки были квалифицированы на три подгруппы:

1. невыполнение нормативной ширины тротуаров;
2. препятствия на пути следования и взгляда пешеходов;
3. отсутствие связности УДС.

В части организации стоянок автомобилей было выявлено четыре проблемных участка. В процессе анализа выявленные проблемные участки были объединены в две подгруппы:

1. Пересечение транспортных и пешеходных потоков;
2. Небезопасное парковочное пространство.

Существующие проблемные участки рассмотрены на наличие или отсутствие параметров, определяющих комфортность и безопасность улично-дорожной сети (табл. 2). Как видно из таблицы 2, в большинстве случаев выполняются параметры по безопасности движения пользователей,

что в свою очередь обусловлено требованиями нормативно-технической базы в области проектирования УДС и организации движения транспорта и пешеходов. Как показал анализ, нигде на приведенных участках не располагаются объекты сопутствующих сервисов и не соблюдены требования безбарьерной среде до маломобильных групп населения.

На основании проведенных исследований были разработаны проектные предложения выбранных улиц, благодаря которым выполняются условия не только безопасности, но и комфорта различных групп пользователей (табл. 3).

Мероприятия по организации комфортной и безопасной среды улиц заключались в устранении недостатков согласно таблице 2.

А именно:

1. Выполнение базовых требований по связности и непрерывности пространства УДС, которое непосредственно влияет на ощущения безопасности и удобства пользователей (устранение препятствий на пути следования и взора пользователей, соединение тротуаров);
2. Разделение потоков пользователей (добавление буферных зон, уменьшение

Таблица 2
Существующая организация улично-дорожной сети района Бабушкинский

№	Название улицы	Параметры определяющие комфортность и безопасность улично-дорожной сети										
		КОМФОРТНОСТЬ						БЕЗОПАСНОСТЬ				
		Соблюдение требований к безбарьерной среде	Наличие на территории улицы сопутствующих сервисов	Наличие малых архитектурных форм	Отсутствие преград на пути следования пользователей	Наличие буферных зон для разделения различных потоков пользователей	Наличие средств информирования и ориентирования	Связность и непрерывность улично-дорожной сети	Минимизация пересечений различных потоков пользователей	Соблюдение нормативной ширины тротуаров, полос движения	Отсутствие загрузки улично-дорожной сети	Отсутствие мест концентрации дорожно-транспортных происшествий
1	Кольская улица			✓	✓							
2	Олонецкий проезд				✓				✓		✓	✓
3	улица Чичерина							✓		✓	✓	✓
4	улица Искры			✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	Енисейская улица					✓	✓	✓	✓	✓		
6	Староватутинский проезд			✓				✓			✓	
7	улица Менжинского			✓		✓	✓			✓	✓	✓

Проектная организация улично-дорожной сети района Бабушкинский

№	Название улицы	Параметры, определяющие комфортность и безопасность улично-дорожной сети											
		КОМФОРТНОСТЬ						БЕЗОПАСНОСТЬ					
		Соблюдение требований к безбарьерной среде	Наличие на территории улицы сопутствующих сервисов	Наличие малых архитектурных форм	Отсутствие преград на пути следования пользователей	Наличие буферных зон для разделения различных потоков пользователей	Наличие средств информирования и ориентирования	Связность и непрерывность улично-дорожной сети	Минимизация пересечений различных потоков пользователей	Соблюдение нормативной ширины тротуаров, полос движения	Отсутствие загрузки улично-дорожной сети	Отсутствие мест концентрации дорожно-транспортных происшествий	Отсутствие помех, в том числе заслоняющих взор пользователей
1	Кольская улица	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓
2	Олонецкий проезд	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓
3	улица Чичерина	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	улица Искры	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
5	Енисейская улица	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
6	Староватутинский проезд	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓
7	улица Менжинского	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓

точек пересечения различных потоков пользователей);

3. Соблюдение требований к безбарьерной среде (доступность территорий улицы для маломобильных групп населения (наличие тактильного покрытия, световых и звуковых сигналов и т. д.));

4. Формирования общественной функции на территории УДС (добавление сопутствующих сервисов и малых архитектурных форм, расширение тротуаров, зонирование пространства улицы).

Заключение

Основные результаты исследования состоят в разработке рекомендаций по бла-

гоустройству пространства УДС, выявленных в ходе анализа Бабушкинского района. Значимость полученных результатов для пространственно-планировочной организации улиц состоит в предложении по решению положены в основу при разработке проектов и их дальнейшей реализации не только в рассматриваемом районе, но и в остальных периферийных районах Москвы со схожими проблемами.

Создание единой системы по решению проблем в области движения пешеходов и автотранспорта позволит сформировать безопасную и благоприятную среду и будет способствовать улучшению качества жизни горожан и гостей города.

Библиографический список

1. Госавтоинспекция. — URL: <http://www.gibdd.ru/>, дата обращения: 02.01.2022.
2. Власов Д. Н., Данилина Н. В., Бахирев И. А. Разработка проекта планировки линейного объекта улично-дорожной сети на основе инновационных подходов // *Промышленное и гражданское строительство*. — 2019. — № 9. — С. 32—37.
3. Преловская Е. С. Мультифункциональное уличное пространство: формирование новых классов улиц на основе кластерного анализа // *Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура*. — 2016. — № 3 (24). — С. 129—134.
4. Немчинов Д. М. Обеспечение безопасности пешеходов при градостроительном проектировании переходов проезжей части улиц городов // *Биосферная совместимость: человек, регион, технология*. — 2019. — № 2 (26). — С. 103—110.
5. Закон ФРГ «О дорогах федерального значения». — URL: <https://www.gesetze-im-internet.de/stvg/index.html>, дата обращения 10.12.2021.

6. Положение об интегрированной структуре транспортной сети RIN. — Германия, 2008. — URL: <http://www.fgsv-verlag.de>, дата обращения: 09.12.2022.
7. Руководство по проектированию городских улиц и дорог RAS 06. — Германия, 2006. — URL: <http://www.fgsv-verlag.de>, дата обращения: 09.12.2022.
8. City-Wide Public Space Strategies: a Guidebook for City Leaders. — 2020. — 100 p.
9. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01—89. Утв. Приказом Минстрой России от 30 декабря 2016 г. № 1034/пр. Введ. в действие с 01.07.2017. — М.: АО «Кодекс», 2016. — 101 с.
10. СП 396.1325800.2018 Улицы и дороги населенных пунктов. Правила градостроительного проектирования. Утв. Приказом Минстрой России от 1 августа 2018 г. № 474/пр. Введ. в действие с 2 февраля 2019 г. — М.: АО «Кодекс», 2019. — 54 с.
11. About the Sustainable Development Goals. — URL: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>, дата обращения: 02.02.2022.
12. Сводная резолюция о дорожном движении Европейской экономической комиссии ООН от 19 августа 2009 года (ECE/TRANS/WP.1/123). — URL: <https://unece.org>, дата обращения: 20.12.2022.

DATA-DRIVEN SOLUTIONS FOR THE ORGANIZATION OF COMFORTABLE AND SAFE ENVIRONMENT ON CITY STREETS

I. D. Teplova, senior lecturer of Urban Planning Department, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU), TeplovaID@mgsu.ru, Moscow, Russia,

I. A. Zhuravlev, 4th year student of Urban Planning Department, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU), zhuravlevia15@gmail.com, Moscow, Russia,

A. A. Karmanova, 4th year student of Urban Planning Department, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU), an.karmanovaa@gmail.com, Moscow, Russia

References

1. Gosavtoinspeksiya [State Traffic Inspectorate]. — URL: <http://www.gibdd.ru/> [in Russian].
2. Vlasov D. N., Danilina N. V., Bahirev I. A. *Razrabotka proekta planirovki linejnogo ob'ekta ulichno-dorozhnoj seti na osnove innovacionnykh podhodov* [Development of a project for the layout of a linear object of a street-road network based on innovative approaches] // Industrial and civil construction, 2019. No. 9. P. 32—37 [in Russian].
3. Prelovskaya E. S. *Mul'tifunkcional'noe ulichnoe prostranstvo: formirovanie novykh klassov ulic na osnove klaster-nogo analiza* [Multifunctional street space: formation of new street classes based on cluster analysis] // Herald of the SSASU. Urban planning and architecture. 2016. No. 3 (24). P. 129—134 [in Russian].
4. Nemchinov D. M. *Obespechenie bezopasnosti peshekhodov pri gradostroitel'nom proektirovanii perekhodov proezzhej chasti ulic gorodov* [Ensuring pedestrian safety in urban planning design of crossings of the carriageway of city streets] // Biosphere compatibility: man, region, technologies. 2019. No. 2 (26). P. 103—110 [in Russian].
5. The Law of the Federal Republic of Germany “On Federal Roads”. — URL: <https://www.gesetze-im-internet.de/stvg/index.html>, дата обращения 10.12.2021.
6. Regulation on the integrated structure of the RIN transport network. Germany, 2008. — URL: <http://www.fgsv-verlag.de>, date of application: 09.12.2022.
7. Guide to the design of city streets and roads RAS 06. Germany, 2006. — URL: <http://www.fgsv-verlag.de>, date of application: 09.12.2022.
8. City-Wide Public Space Strategies: a Guidebook for City Leaders. 2020. 100 p.
9. SP 42.13330.2016 *Gradostroitel'stvo. Planirovka i zastroyka gorodskih i sel'skih poselenij. Aktualizirovannaya redakciya SNIp 2.07.01—89. Utv. Prikazom Ministrov Rossii ot 30 dekabrya 2016 g. N 1034/pr. Vved. v deystvie s 1.07.2017 g.* [Code Of Rules 42.13330.2016 Urban Planning. Planning and development of urban and rural settlements. Updated version of SNIp 2.07.01—89. Approved. By Order of the Ministry of Construction of Russia dated December 30, 2016 N 1034/pr. Introduction. effective from 1.07.2017]. M.: AO “Koдекс”, 2016, 101 p. [in Russian].
10. SP 396.1325800.2018 *Ulicy i dorogi naselennykh punktov. Pravila gradostroitel'nogo proektirovaniya. Utv. Prikazom Ministrov Rossii ot 1 avgusta 2018. N 474/pr. Vved. v deystvie s 2 fevralya 2019 g.* [Code Of Rules 396.1325800.2018 Streets and roads of localities. Rules of urban planning design. Approved. By Order of the Ministry of Construction of Russia dated August 1, 2018 N 474/pr. Introduction. effective from February 2, 2019]. M.: AO “Koдекс”, 2019. 54 p. [in Russian].
11. About the Sustainable Development Goals. — URL: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>, date of application: 02.02.2022.
12. Consolidated Resolution on Road Traffic of the United Nations Economic Commission for Europe dated August 19, 2009 (ECE/TRANS/WP.1/123). — URL: <https://unece.org>, date of application: 20.12.2022.

**ОПЫТ
ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ
В КОМПАНИИ
“НАФТА-ХИМ”»
ПО ВНЕДРЕНИЮ
ВОЗВРАТА ОТХОДОВ
СОБСТВЕННОГО
ПРОИЗВОДСТВА**

*А. М. Тузинович, генеральный директор
ООО «Компания Нафта-Хим»,
г. Клин, Московская обл.,*

Введение

С каждым годом человеку становится все труднее игнорировать вопрос экологии. Загрязнение окружающей среды является одной из ведущих проблем, ставящих под сомнение здоровье и будущее человека и его поколений. Экологические проблемы, которые человечество создает своими руками, — это нарушение природного баланса, ведущее к катастрофе мирового масштаба. Негативное воздействие человека на окружающую среду начинает принимать глобальные масштабы.

Поэтому многие люди начинают учитывать экологичность как основной фактор, когда дело доходит до решений, связанных с покупкой продуктов пользования. Люди стали чаще задумываться перед покупкой: какие бренды поддерживать, что покупать и как часто, думать о последствиях. Растущее благосостояние, особенно в развивающихся странах, означает, что люди покупают больше, а также создают и больше отходов. Рост мирового населения создает большой спрос на эти продукты. А технологический прогресс означает, что производители и розничные продавцы могут ускорить производство своих товаров, которые в конечном итоге окажутся на свалках. Все это приводит к увеличению выбросов парниковых газов в атмосферу, опустошению лесов, морских районов и других мест обитания, а также увеличению потребления энергии, необходимой для производства топлива. Эти причины еще раз убеждают, что необходимо пересмотреть отношение к перерабатываемому производству и к

внедрению новых технологий по переработке отходов.

Жизнь человека базируется на трех основных компонентах — питание, двигательная активность и сон. Человек тратит много энергии в течение дня, поэтому нашему организму важно восполнять силы. И сон — это одна из важных опор в жизни человека. Сон представляет собой пассивный отдых организма и является важной составляющей здоровья человека. Вся деятельность организма зависит от правильного восстановления сил. С точки зрения физиологии, сон — это такое состояние организма, при котором уровни физической, эмоциональной, мозговой активности сводятся к минимуму. Таким образом перегружаются все энергетические уровни, снимается тонус, напряжение и усталость. В этом плане наиболее важным атрибутом сна являются кровать и матрас. Спальные принадлежности рассчитаны в среднем на 8—10 лет активного использования. После матрас теряет свою упругость, поверхность деформируется, внутри скапливаются грязь и бактерии. Поэтому важно своевременно утилизировать матрас. Просто выбросить б/у матрас нельзя. Такие изделия относятся к крупногабаритным и трудно разлагаемым объектам быта. Тысячи тонн выбросов и последующее медленное разложение компонентов изделия заполняет свалки и пагубно влияет на экологию. Матрас в собранном виде может разлагаться на свалках от 10 до 50 лет.

Если такие отходы неправильно размещать, то возможность восстановления некоторых материалов (поролон, ткань,

латекс) в составе матраса превращаются в необратимую массу и требуют обезвреживания и захоронения, что пагубно влияет на почву и подземные воды. Если же они начнут гореть, то станут источниками попадания токсических веществ в воздух. И это тоже повлечет за собой загрязнение атмосферы и, как следствие, заболевания органов дыхания человека.

Для матрасов возможен только один путь — переработка и последующее использование вторичного сырья в новых продуктах потребления.

Справка: составляющие матраса могут использоваться в переработке для получения новых материалов, тем самым исключается их токсическое влияние на окружающую среду. Металлические пружины также переплавляются на металлургическом комбинате, затем получается катанка (толстый прут), затем тянется проволока и опять изготавливается пружина. Остальные составляющие (ткань, наполнители) применяются в качестве добавок для производства новых наполнителей.

О предприятии

ООО Компания «Нафта-Хим» расположена в г. Клине Московской области. Компания в течение 20 лет успешно повторяет мировой опыт по технологии возврата отходов собственного производства в новые нетканые материалы по программе импортозамещения.

Справка: объем производства нетканых материалов в 2019 году в РФ оценивался в 4,1 млрд кв. м или около 30 млрд рублей, из которых импорт занимал порядка 12 млрд рублей. Новое производство даст возможность заместить 3 % импорта.

Данный опыт позволил уже сократить объем утилизации до 1200 т в год. Компания поставяет комплектующие (полиэстерные, латексные, кокосовые маты и прочие настилы) на мебельный и швейный рынки (клиентами являются предприятия «Аскона», «Орматек» и другие производители мягкой мебели, одежды).

Накопив необходимые компетенции и опыт в области создания наполнителей, в том числе с использованием вторичного сырья для различного применения, ООО Компания «Нафта-Хим» в 2020 году зарегистрировала технологию рециклинга в реестре Минпромторга. Данная технология получила одобрение и прошла экс-

пертизу в Министерстве инвестиций, промышленности и науки Московской области и в 2021 году получила статус регионального инвестиционного проекта. Экспертный совет Фонда развития промышленности одобрил заем компании «Нафта-Хим» на 275 млн рублей для приобретения оборудования для выпуска нетканых материалов из полиэфирных волокон, а также для запуска нового производства материалов собственной разработки (Forplit, Bi-foam, Bi-cotton, Bi-cocos, Финтек, Синтепон-Эко, Термофин), которые будут использоваться для создания кроватей, матрасов и диванов. Сырьем для нетканых материалов послужат отходы текстильных производств, а также составляющие бывших в употреблении матрасов, полученные путем рециклинга. Компания «Нафта-Хим» планирует построить первый в России инновационный комплекс по рециклингу и станет первым предприятием в России, которое на одной площадке наладит переработку всех компонентов и последующую сборку готовых изделий.

Справка: выпуск матрасов в Российской Федерации составляет более 5 млн шт. в год. Соответственно количество выброшенных на свалки изделий возможно спрогнозировать. Нельзя извлечь вторичное сырье из выброшенных б/у изделий, так как неправильное хранение уничтожает материал. Утилизация должна происходить вовремя, а именно: материал должен собираться и храниться в крытых помещениях без попадания влаги и осадков. Современная технология заключается в переработке и извлечении материалов, увеличивая их срок использования, при этом компания ничего не уничтожает, сокращает выбросы, уменьшает территории свалок, экономит водные и энергетические ресурсы.

Инициатива

Для реализации намеченного необходимо разработать правила обращения с крупногабаритными отходами, запретом на захоронение мебели на полигонах и организовать сбор, хранение, транспортировку, переработку только на специальных площадках — типа экотехнопарках, внедрить чипирование изделий, чтобы рынок от производителя до утилизатора стал прозрачен, где все участники процесса выполняли свои функции и получа-

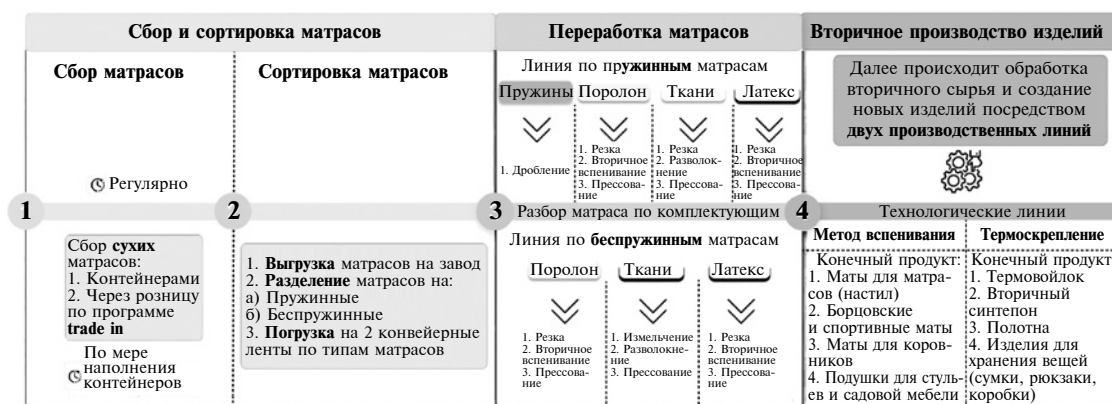


Рис. 1. Первый этап строительства

ли свои доходы, а соответственно — платили налоги. Правила должны гармонично войти в комплексную систему обращения с отходами и создать механизм расширенной ответственности производителей и потребителей мебели.

По проекту предусмотрено новое строительство производственного объекта площадью около 80 000 кв. м на территории, принадлежащей ООО Компания «НафтаХим». Строительство планируется осуществить поэтапно в период 2020—2025 гг. (рис. 1).

Старый матрас будет разобран на составные части для разделения комплектующих компонентов, их измельчение, дробление и резку (рис. 2). Некоторые составляющие реализуются как вторичное сырье (металл, спанбонд), а остальные (ткани, синтепон, поролон) идут на последующий производственный этап для создания новых материалов методом вспенивания или термоскрепления.

Производственная схема движения вторичного сырья и полуфабрикатов при работе в одну смену (рис. 3).

Справка. Метод вторичного вспенивания: при вторичном вспенивании формованным методом будут использоваться те наполнители, которые соединялись при помощи клея и не подходят для выпуска полотен методом термоскрепления.

В итоге полученные материалы могут быть либо проданы как сырье для дальнейшего создания продуктов пользования, либо эти материалы могут быть применены как мягкие элементы в производстве новых матрасов, как детали предметов интерьера, как бескаркасная мебель, для изготовления спортивного инвентаря, в ка-

честве основы ограждающих и борцовских матов, гимнастических ковриков для занятий, а также при производстве звукоизоляционных стройматериалов: акустических панелей, звукопоглощающих конструкций, автомобильной обшивки. Поролон вторичного вспенивания можно использовать и в медицинском инвентаре: покрытия кушеток, ортопедические подкладки, коврики различного назначения.

Справка. Метод термоскрепления заключается в следующем:

1. Синтетическое волокно (Бикомпонент) — это легкоплавкое волокно, оно смешивается с наполнителем; это может быть волокно различного происхождения (синтетика, натуральное волокно), либо другой материал (шерсть, водоросли, лен, поролон, латекс и т. д.) выполняющий функцию наполнителя.

2. После смешивания на смесь воздействуют горячим воздухом, после чего биком-



Рис. 2. Переработка наполнителей матраса

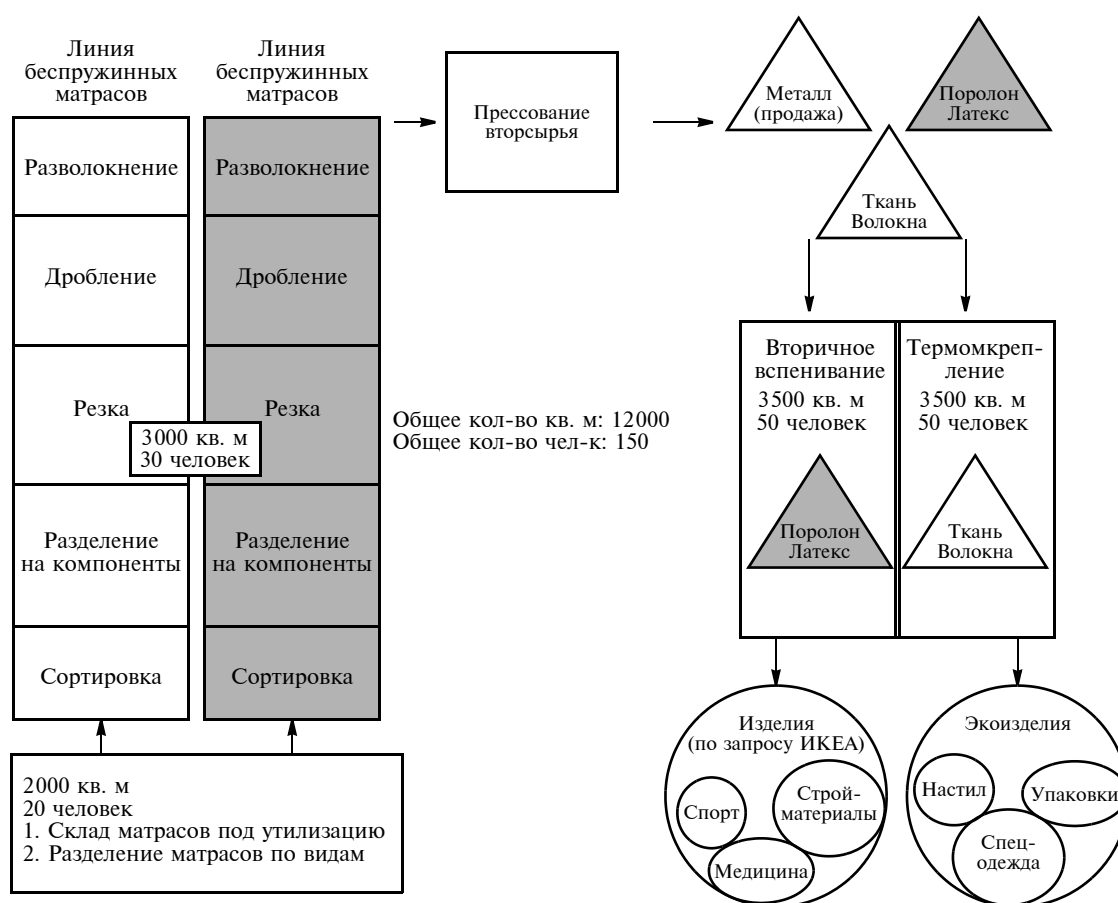


Рис. 3. Производственная схема движения вторичного сырья и полуфабрикатов при работе в одну смену

понент, создав решетку, скрепляет наполнитель и получается полотно, которое режется в размер и применяется как настилочный элемент в мебели, и швейной промышленности.

Для выпуска продукции предприятие применяет как первичные волокна, так и вторичное сырье, полученное путем рециклинга составляющих: поролон, латекс, кокос, шерсть, бамбук, лен, отходы кокосового и текстильного производств. Таким образом, до 90 % материала от старого матраса извлекается для последующего применения.

На выходе мы получаем материалы с разным наполнением, с низким уровнем деформации, доступной стоимостью, с высокой прочностью на разрыв.

Сфера применения новых наполнителей очень обширна. В частности, в мебельной промышленности таким полотном обтягивают жесткие мебельные каркасы, пружинные конструкции диванов,

кресел, матрасов. Материал более эффективно распределяет нагрузку, уменьшая тем самым износ конструктивных деталей, делает изделия мягче на ощупь, объединяет комплексы пружинных элементов. Новые наполнители можно использовать при изготовлении напольных покрытий, это отличный утеплитель и звукоизолятор. Например, термовойлок используют при производстве одежды и обуви.

Следующий этап — это производство недостающих комплектующих для сборки изделия типа матрасов и соединение потоков произведенных полуфабрикатов. Все комплектующие матраса будут производиться и собираться на одной площадке, тем самым исключая затраты на транспортировку. Технология сборочного производства матрасов будет выглядеть следующим образом (рис. 4).

Новый комплекс по рециклингу и сборочному производству матрасов — это новый подход в области переработки, кото-

Цех по производству пружины 5000 кв. м 50 человек	Цех по производству поролона 10000 кв. м 150 человек	Цех сборочного производства матрасов 8000 кв. м 300 человек
Цех по производству проволоки (волочение) 5000 кв. м 20 человек		Склад готовой продукции 25000 кв. м 40 человек
Швейный цех 2000 кв. м 50 человек		
Цех по деревообработке 7000 кв. м 50 человек		Итого кв. м: 64000 Итого человек: 660

Рис. 4. Сборочное производство матрасов

рый расширяет ассортимент новых материалов.

Особенности проекта: маржинальность нетканых материалов в мебельном бизнесе невысока, тем более при работе со вторичными материалами, а ситуацию с отходами нужно решать масштабно. При этом необходимы инвестиции в площади для складирования, обработки и производства. Нехватка производственных помещений может серьезно тормозить развитие данного направления, если не будет льготного финансирования с длинным плечом для целей строительства.

Данная технология не является высокотехнологичной и наукоемкой, но при этом требует большого внимания со стороны государства, и ООО Компания «Нафта-Хим» получило практические меры господдержки на всех уровнях, а именно:

1. Регистрацию Минпромторгом России технологии рециклинга, как НДТ (наилучшая доступная технология).

2. Выделение участка земли (35 га) Губернатором Московской области для

целей строительства без проведения торгов.

3. Внесение Министерством инвестиций и науки Московской области в реестр инвестиционных проектов (РИП).

4. Выделение средств из Фонда развития промышленности на приобретение оборудования.

5. Поддержку и сопровождение проекта Администрацией городского округа Клин Московской области.

6. Организацию рабочей группы в Минприроды и экологии РФ для разработки норм по обращению с отходами группы текстиля.

К перечисленным пунктам необходимо добавить получение преференций по программам Московской области в части субсидирования затрат на модернизацию оборудования и льготным кредитным ставкам от корпорации МСП, что позволит запустить проект в срок и достигнуть поставленных целей. Таким образом, реализация проекта будет способствовать решению задач националь-

ных проектов «Экология», «Экономики замкнутого цикла» и достижению целей по созданию комфортной и безопасной среды для жизни человека. В перспективе реализованный проект окажет влияние на сокращение выбросов и загрязнение

окружающей среды на территории Московской области, вблизи огромного мегаполиса Москвы и станет экспериментальной базой для тиражирования опыта в другие регионы Российской Федерации.

THE EXPERIENCE OF LLC "NAFTA-CHEMICAL" IN THE IMPLEMENTATION OF THE WASTE RETURN TECHNOLOGY FROM ITS OWN PRODUCTION INTO NEW NONWOVENS WITHIN THE FRAMEWORK OF THE IMPORT SUBSTITUTION PROGRAM

A. M. Tuzinovich, *General Director*
LLC "Nafta-Chemical Company", Klin

ОТЗЫВ НА УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГОРОДОВ. БИОСФЕРНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ И ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ»

Москва: АСВ, 2019, — 208 с.
авторов: академика РААСН В. А. Ильичева,
член-корреспондента РААСН С. Г. Емельянова,
академика РААСН В. И. Колчунова,
советника РААСН Н. В. Бакаевой



В рамках реализации мероприятий, посвященных 30-летию со дня воссоздания Российской академии архитектуры и строительных наук, авторским коллективом сотрудников НИИСФ РААСН, НИУ МГСУ и ЮЗГУ под руководством академика РААСН Ильичева В. А. издано учебное пособие «Инновационные технологии в строительстве городов. Биосферная совместимость и человеческий потенциал».

Учебное пособие посвящено проблемам системного осмысления основ жизнедеятельности и методологии градостроительства как комплекса взаимодействующих научных дисциплин, объединяемых новым мировоззрением и гуманитарной культурой человека в XXI веке.

В учебном пособии рассмотрены теоретические вопросы и современные технологии самоподдерживающегося развития городов и поселений на фундаментальных принципах симбиоза градостроительных систем с окружающей их природной средой. Приведены руководящие идеи преобразования городов в биосферосовместимые и развивающие человека. Изложены методология расчета интегрального показателя биосферной совместимости урбанизированных территорий и как составная часть этой методологии, методика мониторинга среды жизнедеятельности биосферосовместимого города. Рассмотрен механизм реализации и оценки эффективности программ развивающего инвестирования и внедрения инноваций на принципах программно-целевого управления. Пособие содержит примеры численного анализа реализуемости функций биосферосовместимого города (на примере жилых микрорайонов) и количественной оценки доступности городских объектов населению.

Учебное пособие предназначено для планировщиков и проектировщиков, а также для научных работников, преподавателей и студентов университетов архитектурного, градостроительного и строительного профиля.

*Заведующий кафедрой
«Безопасность жизнедеятельности
в строительстве и городском хозяйстве»,
ФГБОУ ВО «Волгоградский
государственный технический
университет»,
Советник РААСН,
д. т. н., проф. В. Н. Азаров*