

РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ЦЕНТР ГИГИЕНЫ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

**ЭКОГЕОХИМИЯ И БИОИНДИКАЦИЯ
ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ
ТЕРРИТОРИЙ ИНТЕНСИВНОГО
АНТРОПОГЕННОГО ОСВОЕНИЯ**

Сборник научных статей

*Под общей редакцией
С.А. Куролана и О.В. Клепикова*

Воронеж
Издательство «Научная книга»
2018

УДК 502.55:504.064.2

Э40

*Исследование выполнено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
в рамках научного проекта № 17-05-00569*

Э40 Экогеохимия и биоиндикация техногенных рисков территорий интенсивного антропогенного освоения: сборник научных статей / Под общей редакцией С.А. Куролапа и О.В. Клепикова. – Воронеж: Издательство «Научная книга», 2018. – 162 с.

ISBN 978-5-98222-981-6

Сборник научных статей подготовлен по результатам комплексных геоэкологических исследований, выполненных в рамках научного проекта по гранту Российского фонда фундаментальных исследований /проект №17-05-00569 «Исследование закономерностей формирования эколого-геохимического фона и зон риска для здоровья населения селитебно-промышленных территорий Центрального Черноземья», этап 2018 года/.

На примере ряда крупных и малых городов территории Центрального Черноземья описаны результаты авторских исследований по оценке роли техногенных факторов риска в формировании экологической ситуации урбанизированных территорий. Проведена оценка экологического состояния Донского бассейна и малых рек Воронежского региона, оценка геохимического фона и фитотоксичности почвы селитебно-промышленных зон. Результаты получены в ходе полевых экспедиционных эколого-геохимических и биоиндикационных исследований на территории Воронежской области (Воронежская городская агломерация, Россошанский, Лискинский, Калачеевский районы и город Нововоронеж) с применением геоинформационных технологий.

Издание полезно специалистам региональных природоохранных, медико-профилактических ведомств и проектно-производственных организаций, разрабатывающим целевые программы мониторинга окружающей среды и охраны здоровья населения, а также ученым и студентам вузов, заинтересованным в изучении экологических проблем территорий интенсивного агропромышленного освоения.

УДК 502.55:504.064.2

ISBN 978-5-98222-981-6

© Коллектив авторов, 2018

© Издательство «Научная книга», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
Куролан С.А., Якушев А.Б., Виноградов П.М., Карнова А.П. Оценка экологического риска от воздействия автотранспортного комплекса в крупных городах Центрального Черноземья	6
Клепиков О.В., Никитин С.И., Молоканова Л.В., Студеникина Е.М. Организация мониторинга неблагоприятных факторов окружающей среды на территории Лискинского района Воронежской области и его результаты	41
Прожорина Т.И., Куролан С.А., Нагих Т.В. Анализ антропогенного воздействия на экологическое состояние малых рек Воронежской области	48
Прожорина Т.И., Нагих Т.В., Квашинин Д.С. Исследование влияния сбросов Лискинских городских очистных сооружений на качество воды реки Дон (по материалам экспедиционных исследований).....	58
Клепиков О.В., Калашников Ю.С., Оберемко В.А., Баскакова А.Г. Геоэкологический анализ влияния техногенных факторов на качество воды в реке Дон.....	75
Мамчик Н.П., Клепиков О.В., Калашников Ю.С., Попова Л.В. Оценка риска для здоровья населения, обусловленного качеством питьевой воды в сельских районах Воронежской области.....	89
Иванова Е.Ю. Динамика изменения состояния приземного слоя атмосферы в городе Нововоронеж, определяемая биологическими методами	95
Иванова Е.Ю. Определение содержания хлорофилла в листьях тополя черного в левобережной части города Воронеж	105
Клевцова М.А., Багмутова Т.В. Оценка экологического состояния почвенного покрова города Калача Воронежской области.....	110

Клевцова М.А., Моргунова Ю.П.

Оценка влияния железнодорожного транспорта на почвенный покров (по материалам экспедиционных исследований в городе Россошь Воронежской области) 124

Серода Л.О., Куролан С.А.

Локальные техногенные аномалии тяжелых металлов и нефтепродукты в почвенном покрове города Воронежа 134

Мамчик Н.П., Загузова А.А., Мананникова П.В.,

Самодурова Н.Ю., Клепиков О.В.

Анализ заболеваемости бешенством среди животных на территории Воронежской области за период 2013-2017 годы 151

Сведения об авторах 160

ПРЕДИСЛОВИЕ

Центрально-Черноземный регион – территория интенсивного антропогенного освоения с многочисленными источниками опасных техногенных рисков. Их выявление, оценка и мониторинг служат одним из условий обеспечения экологической безопасности и устойчивого социально-экономического развития.

Результаты исследований, представленные в настоящем сборнике, являются логическим продолжением многолетних экогеохимических и биоиндикационных исследований, выполняемых совместно учеными Воронежского государственного университета, Воронежского государственного университета инженерных технологий, Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко и Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области. В качестве модельного региона выбраны селитебно-промышленные территории в пределах Воронежской области – региона интенсивного техногенного освоения, где сосредоточены многочисленные источники повышенной экологической опасности с ведущим химическим фактором воздействия на окружающую среду: Воронежская городская агломерация, включая город Воронеж и зону влияния Нововоронежской АЭС; Россошанская и Лискинская урбанизированные зоны, территория Верхне-донского бассейна. Приведены оригинальные данные по оценке экологических рисков от автотранспортного комплекса в крупных городах Центрального Черноземья – Воронеже, Белгороде, Липецке. Методология исследований базируется на комплексных экспедиционных, лабораторно-инструментальных эколого-геохимических, биоиндикационных и геоинформационно-аналитических исследованиях. Модельные рискологические исследования сопряжены с тематическим геоинформационным картографированием и обоснованием научно-методических принципов регионального экогеохимического мониторинга.

В авторских статьях приведены новые данные по оценке воздействия неблагоприятных экологических факторов на среду обитания и население урбанизированных и агропромышленных территорий, необходимые для обоснования приоритетных управленческих решений по обеспечению экологической безопасности и снижению экологического риска для здоровья населения.

Доктор географических наук, профессор С.А. Куролап
Доктор биологических наук, профессор О.В. Клепиков

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА В КРУПНЫХ ГОРОДАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

С.А. Куролап, А.Б. Якушев, П.М. Виноградов, А.П. Карнова

Современные промышленно развитые города – центры ост-рейших экологических проблем, связанных с воздействием авто-транспортного комплекса на среду обитания и население. В отличие от промышленных объектов, автомобильный транспорт является подвижным источником токсичных выбросов в приземный слой атмосферного воздуха, а также источником шума, что представляет реальную угрозу здоровью человека. Вклад автотранспорта в эмиссию загрязняющих веществ на территории крупных городов, как правило, превышает 70%, а в городе Воронеже, например, доля автотранспорта в общем загрязнении атмосферы составляет свыше 88 % и продолжает нарастать. Это определяет актуальность исследований по изучению химического загрязнения приземного слоя воздуха компонентами вредных выбросов автотранспорта, акустического загрязнения и факторов, влияющих на качество воздушного бассейна городов.

Эти проблемы актуальны для многих городов Центральной России, в том числе и городов Центрального Черноземья (ЦЧР). Так, город Воронеж – крупнейший автотранспортный центр Черноземья с населением более 1 млн. человек. Город Воронеж имеет разветвленную дорожно-транспортную сеть, многочисленные дискретно-подвижные источники токсичных выбросов, сложную схему дорожно-транспортной сети, что служит условием локального формирования сильно загрязненного воздуха, акустического дискомфорта и появления некоторых экологически обусловленных заболеваний у населения. Отмечаемый в последние годы постоянный рост автотранспортной нагрузки существенно обостряет достаточно непростую экологическую ситуацию, сложившуюся во многих крупных городах.

Целью исследования являлась оценка роли факторов природного комплекса (рельеф, озеленение) и техногенного фона (загрязнение воздуха, шум) в формировании экологических рисков для населения, связанных с функционированием автотранспортного ком-

плекса на территории крупных промышленно развитых городов Центрального Черноземья - Воронежа, Липецка, Белгорода.

В последние годы автотранспортная нагрузка на среду обитания крупных городов ЦЧР нарастает. Так, по данным Управления ГИБДД ГУВД по Воронежской области в 2001 году было зарегистрировано 204,4 тыс. автомобилей, в 2012 году – 270,2 тыс. автомобилей, а уже к 2016 году – 318,4 тыс. автомобилей. Причем, в 2017 г. на каждую тысячу населения в г.Воронеже приходится 308 автомобилей, что уступает среди городов-миллионников только Самаре и Санкт--Петербургу [2].

Подобная динамика привела к тому, что практически вся транспортная сеть достигла предела пропускной способности. В соответствии с данными сервиса «Яндекс.Пробки» на территории города Воронежа регулярно отмечаются пробки свыше 8 баллов (по 10-ти балльной шкале).

Оценка роли рельефа и зеленых насаждений в формировании уровня загрязнения от автотранспорта

Рельеф - важный фактор в формировании уровня загрязнения от автотранспорта, т.к. именно рельеф до XXI века определял размещение дорожно-транспортной сети, разное построение которой формирует и определенный уровень загрязнения в приземном слое атмосферы городов. Зеленые насаждения в городе служат источником поглощения вредных выбросов, что способствует уменьшению количества вредных веществ в приземном слое атмосферы и его очищению от вредных примесей.

Для изучения факторов, способствующих формированию уровня загрязнения приземного слоя атмосферы в городах над улично-дорожной сетью, нами был проведен ряд аэроаналитических исследований. Основной объем исследований проведен в базовом, самом крупном городе ЦЧР – г.Воронеже, где рассматривались все основные аспекты в формировании загрязнения воздуха, обусловленные автотранспортным комплексом. Остальные города рассматривались как проверка данных основных исследований с меньшим количеством наблюдений за уровнем загрязнения воздуха придорожной полосы.

Безусловно, уровень химического загрязнения воздуха и акустического фона в придорожной полосе зависит, прежде всего, от интен-

сивности движения автотранспорта. Однако, как показано в ряде работ, выбросы загрязняющих веществ могут формировать уровень загрязнения воздуха в зависимости от физико-географических условий местности: рельефа и зеленых насаждений [3, 10].

В понижениях рельефа обычно формируется повышенный уровень загрязнения приземного слоя атмосферы. Данное обстоятельство объясняется тем, что в понижениях из-за взаимного действия метеорологических параметров, характера и условий рельефа происходит накопление загрязняющих веществ в воздухе.

На коротких участках «на подъем» также отмечается повышенное содержание загрязняющих веществ объясняется техногенным фактором, поскольку автомобилю приходится двигаться на пониженной передаче с повышенным выбросом загрязняющих веществ, так как происходит повышенный расход топлива. Дополнительным фактором в повышенном содержании загрязняющих веществ от движения автотранспорта «на подъем» можно считать построение улично-дорожной сети, которая способствует наличию пересечения в конце подъема или по середине его, что заставляет поток автотранспорта постоянно находиться на пониженных передачах, с остановкой и движением при пересечении с другой дорогой, при помощи светофорного регулирования.

Нами был проведен ряд натуральных замеров за уровнем концентрации в воздухе придорожной полосы (табл. 1), что подтвердило загрязнение приземного слоя воздуха у дорог, из-за неоптимальной дорожно-транспортной схемы в г.Воронеже. Аэроаналитические исследования, представленные на рисунке 1, проводились на Московском проспекте в соответствии с «Руководством по контролю загрязнения атмосферы» РД 52.04.186-89 с помощью газоанализатора универсального «ГАНК – 4А» (производитель - НПО «Прибор»): замеры проб воздуха проводились в «понижениях рельефа» в районе остановки «Автовокзал», короткий подъем на участке подъема следующего за остановкой «Автовокзал», пересечение на подъеме – на пересечении Московского проспекта и ул. 45 Стрелковой дивизии, пологий участок выбран был также на Московском проспекте за остановкой «Памятник славы».

Аналогичные исследования также проводились в г.Белгороде по ул. Б.Хмельницкого, которая идет на подъем от БелГУ в направлении на север. Результат исследований подтвердил динамику из-

менения концентрации загрязняющих веществ в зависимости от условий рельефа (рис. 1).

Таблица 1

Результаты мониторинга загрязнения атмосферы города Воронежа вблизи автотрассы при разных формах рельефа, мг/м³

Контаминанты	Условия рельефа			
	Понижение рельефа	Короткий подъем	Пересечение на подъеме	Пологий участок
NO ₂	0,062	0,057	0,08	0,049
NO	0,284	0,117	0,309	0,09
SO ₂	0,0865	0,0832	0,092	0,079
CO	5,21	5,11	6,12	4,25
CH ₂ O	0,0745	0,0541	0,0081	0,048

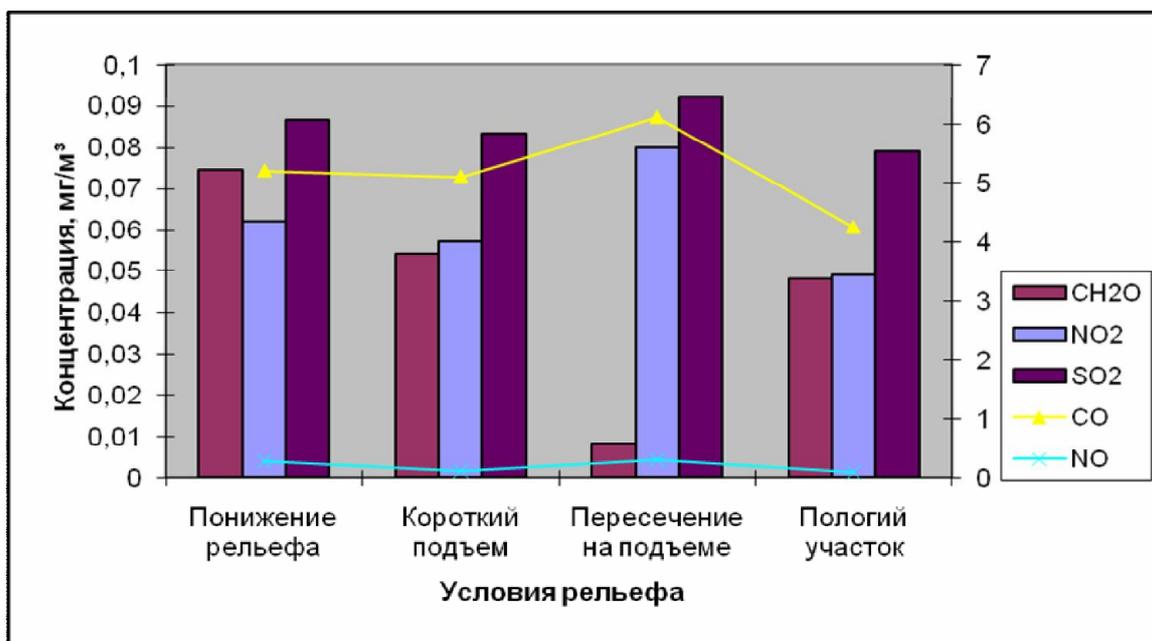


Рис. 1. Динамика концентраций загрязняющих веществ в зависимости от характера и условий рельефа на участке прохождения автотрассы

Специально нами рассмотрена одна из основных функций зеленых насаждений в городской среде как источника поглощения вредных выбросов. Как известно, зеленые насаждения способны поглощать вредные вещества из атмосферного воздуха через устьица листа. Зелёные насаждения — совокупность древесных, кустарниковых и травянистых растений на определённой территории. В городах они выполняют ряд функций, способствующих созданию

оптимальных условий для труда и отдыха жителей города, основные из которых — оздоровление воздушного бассейна города и улучшение его микроклимата.

По результатам аэроаналитического мониторинга проанализированы концентрации контаминантов в приземном слое атмосферы вдоль улично-дорожной сети типа «2Б», г.Воронежа, г.Белгорода и г.Липецка, где наличие зеленых насаждений обусловлено основным свойством - поглощать вредные вещества.

Эффективность поглощения вредных выбросов автотранспорта подтверждалась в ходе проведения натурных измерений на городских улицах в летний период (табл. 2). В ходе исследований были получены концентрации вредных веществ на одинаковом удалении территорий без зеленых насаждений и с наличием территорий, занятых зелеными насаждениями: газон, кустарники и деревья с ветвящейся кроной, высотой дерева 5-15 м. Усредненные результаты исследований из не менее 25 дней наблюдений представлены на рис. 2.

Таблица 2

Концентрации загрязняющих веществ
(в долях ПДК среднесуточных)

Вещества	Концентрация ЗВ при отсутствии зеленых насаждений	Концентрация ЗВ при наличии зеленых насаждений
Азота диоксид	1,175	0,52
Азота оксид	3,4	0,83
Серы диоксид	1,53	0,69
Углерода оксид	1,66	0,71
Формальдегид	24,8	7,44

Для выяснения обусловленности концентраций загрязняющих веществ в атмосфере города нами были отобраны пробы воздуха утром, днем и вечером и определены осреднённые приземные концентрации основных контаминантов; проведена обработка данных по количеству зеленых насаждений на территории города Воронежа, которые непосредственно участвуют в поглощении вредных выбросов от автотранспорта; проведены расчеты поглощения вредных веществ от автотранспорта зелеными насаждениями.

В ходе проведения исследований на улицах города Воронежа нами выявлена и оценена степень снижения негативного воздействия загрязняющих выбросов зелеными насаждениями. За основу

определения поглощения загрязняющих веществ от автотранспорта зелеными насаждениями по городу Воронежу были взяты данные по расчетам выбросов вредных веществ (табл. 3), общее количество зеленых насаждений по городу и эффективность газопоглощения древесными насаждениями г.Саратова [10]. Этот аналог (г.Саратов) выбран, учитывая наличие одинаковых древесных пород г.Саратова и г.Воронежа, поэтому эффективность газопоглощения древесными насаждениями можно с некоторой погрешностью считать одинаковой. Обеспеченность озелененными территориями общего пользования г.Воронежа [10] приведена в таблице 3.

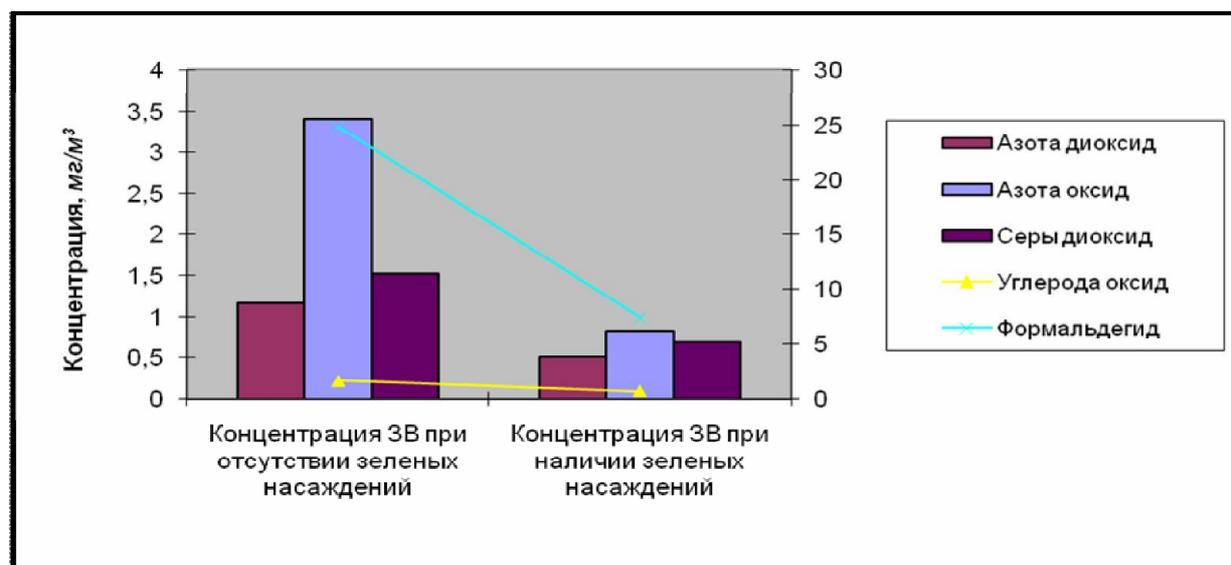


Рис. 2. Динамика изменения концентрации загрязняющих веществ при наличии зеленых насаждений

Вопросами поглощения растительностью вредных выбросов от стационарных и передвижных (автотранспорт) источников занимался еще Г.М. Илькун, а также ученые Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН (академик А.С. Исаев, А.М. Степанов и др.), ученые Уральского научного центра РАН (Т.В. Черненьков) и других научных учреждений [3, 10].

Коэффициенты агрессивности вредных выбросов, характеризующие показатели относительной опасности присутствия вредных веществ в воздухе, вдыхаемом человеком, по данным исследований составляют: для двуокиси серы, SO_2 – 16,5; металлургической пыли – 100; меди, Cu – 142,5; мышьяка, As – 1000. Причем такие выбросы как двуокись серы (типичный представитель выбросов от автотранспорта), хоть и обладает невысокой концентрацией, но действует постоянно, что определяет очевидный экологический риск для

окружающей среды и населения. И хотя газопоглощение отрицательно сказывается на самих зеленых насаждениях (уменьшение биомассы и снижение продуктивности), их санитарно-гигиеническая роль весьма существенна. Способность древесных пород ежегодно избавляться от токсических веществ путем обновления листьев обеспечивает их сравнительно высокую устойчивость к химическому загрязнению.

Таблица 3

Обеспеченность озелененными территориями общего пользования г.Воронежа

Наименование насаждений	Районы						Итого
	Центральный	Коминтерновский	Ленинский	Советский	Железнодорожный	Левобережный	
Парки, сады, га	138,6	2,9	6,0	37,8	3,5	53,0	241,8
Скверы, га	32,8	17,5	11,4	14,2	14,5	14,9	105,3
Бульвары, га	15,3	24,6	16,2	19,2	19,2	20,9	115,4
Итого, га	186,7	45,0	33,6	71,2	37,2	88,8	462,5

Принимая во внимание показатели эффективности газопоглощения деревьями, приведенные в Докладе о состоянии окружающей природной среды Саратовской области за 2002 г., можно сделать прогнозные аналитические расчеты по поглощению древесными породами г.Воронежа газовых выбросов от автотранспорта (табл. 4). Эффективность газопоглощения определяется как средневзвешенная величина с учетом видового состава пород деревьев, находящихся на определенной территории, согласно анализу встречаемости различных видов древесных растений в зеленых насаждениях г. Воронежа, выполненному М.А. Михеевой [6, 7], и способных поглощать определенное количество выбросов в зависимости от породы дерева за вегетационный период.

По данным А.Я. Григорьевской [4] преобладающими в городе породами деревьев являются: *Populus balsamifera* L. (14,5 %), *Acer ginnala* Maxim. (11,5 %), *Acer negundo* L. (10,4%), *Tilia cordata* Mill. (9,6 %). Среди кустарников наиболее часто встречаются: *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim. (14,5 %), *Syringa vulgaris* L. (10,5 %), *Symphoricarpos albus* (L.) Blake (9,6 %), *Swida alba* (L.) Opiz (9,6%), *Cotoneaster lucidus* Schltldl. (8,2%). Такие древесные породы, как *Populus balsamifera* L., *Acer ginnala* Maxim., *Acer negundo* L., наибо-

лее часто встречаются в Железнодорожном и Левобережном муниципальных районах. Скорее всего, это связано с историческим послевоенным развитием озеленения левобережной части города.

Таблица 4

Эффективность газопоглощения озелененными территориями общего пользования г.Воронежа [7]

Показатели	Районы						Итого
	Центральный	Коминтерновский	Ленинский	Советский	Железнодорожный	Левобережный	
Озелененные территории общего пользования, га	186,7	45,0	33,6	71,2	37,2	88,8	462,5
Средняя плотность посадки, дер/га	102	119	139	126	140	80	118
Эффективность газопоглощения 1 деревом г/сутки	5,05	4,98	5,27	5,57	5,72	5,39	5,26
Эффективность газопоглощения за вегет. период, с 1 га, кг.	110,23	126,82	156,76	150,19	171,37	92,28	807,65
Эффективность газопоглощения за вегет. период, со всей площади, т	20,58	5,71	5,27	10,69	6,38	8,19	56,82

Как видно из таблицы 4, древесные насаждения общего пользования на площади 462,5 га поглощают ежегодно до 56,82 т вредных выбросов автотранспорта. Эффективность газопоглощения по городу составила 5,26 г/сутки одним деревом. Данная величина определялась как средневзвешенная величина с учетом видового состава пород деревьев по районам города.

Эффективность очистки атмосферы зелеными насаждениями рассчитывалась в процентном отношении эффективности газопоглощения за вегетационный период со всей площади к общему количеству выбросов от автотранспорта этой же территории. Эффективность очистки атмосферы зелеными насаждениями по районам представлена на рисунке 3.

Таким образом, древесные насаждения общего пользования на площади 462,5 га в зависимости от количества зеленых насаждений и выброса вредных веществ ежедневно поглощают от 4,1% до 14,6% загрязняющих выбросов автотранспорта. Эффективность газопоглощения по городу составила 40,36% при учете в расчете озелененных территорий ограниченного пользования и территорий специального назначения, расположенных на большом удалении от источника выбросов автотранспорта и жилой застройки, что определяет их меньшее участие в поглощении вредных выбросов. Можно предположить, что максимальное количество поглощаемых выбросов по городу за сутки составит 120,14 т. Средняя эффективность очистки атмосферы озелененными территориями от выбросов автотранспорта города составит 25,09 % [10].

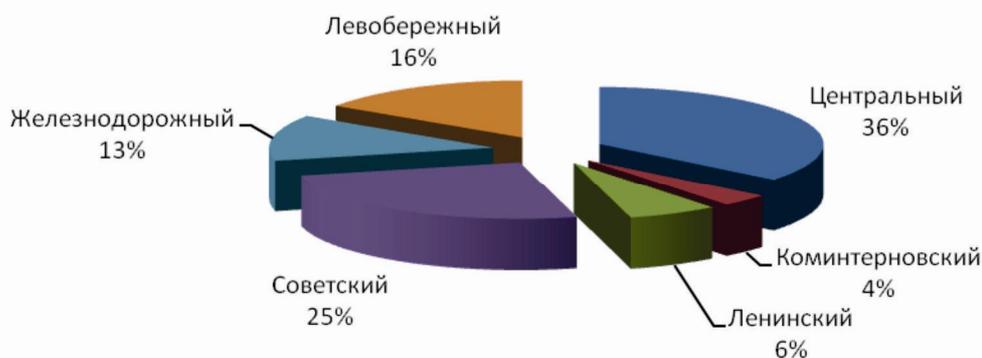


Рис. 3. Эффективность очистки атмосферы зелеными насаждениями по районам города Воронежа

Следовательно, зеленые насаждения города Воронежа играют важную геоэкологическую функцию в формировании самоочищения воздушной среды города. Учитывая неравномерное распределение зеленых насаждений по городу и их незначительную площадь (меньше нормативной примерно в 2 раза), можно заключить, что город нуждается в увеличении и модернизации зеленого каркаса. Увеличение зеленых насаждений в городе способствует очищению воздушной среды и снижению негативного воздействия выбросов автотранспорта.

Таким образом, к основным естественным факторам самоочищения атмосферы в зоне влияния автотранспортного комплекса относятся состояние атмосферы и рельеф, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере от приземного

слоя к более высоким слоям. Неблагоприятные условия состояния атмосферы (инверсии и изотермии температуры) препятствуют вертикальному перемещению воздуха, и способствуют застаиванию воздуха в приземном слое с накоплением загрязняющих веществ в воздухе. Когда наблюдается конвекция (благоприятное состояние атмосферы), вертикальные перемещения воздуха вместе с вредными веществами способствуют их рассеиванию и выносу загрязняющих веществ на более высокие слои атмосферы.

Разные формы рельефа оказывают не менее существенное воздействие на формирование уровня загрязнения воздушной среды. В понижениях рельефа и на подъемах уровень загрязнения воздуха выше, чем на пологих участках в 1,05-1,20 раза. Зеленые насаждения вдоль дорог снижают концентрации вредных веществ в воздухе на 5-40 % в зависимости от ширины и структуры зеленой посадки. Увеличение количества зеленых насаждений в городах способствует снижению уровня загрязнения в воздухе придорожной полосы и выступает как барьер распространения загрязняющих веществ внутрь жилых кварталов, а сокращение посадок зеленых насаждений вдоль автодорог способствует повышению уровня загрязнения в воздухе придорожной полосы и беспрепятственному распространению загрязняющих веществ внутрь жилых кварталов.

Оценка акустического загрязнения от автотранспорта

С ростом автопарка города увеличивается и транспортный шум. Шум от автотранспорта в городе Воронеже составляет около 80% всего шума в городе. Это объясняется наличием интенсивных транспортных потоков почти на всех магистралях. По своей значимости шум входит в тройку главных загрязнителей, уступая лишь химическому загрязнению атмосферного воздуха. Доля экологического ущерба, связанного с загрязнением окружающей среды шумом, составляет около 50% [1].

Параметром оценки шума, создаваемого автотранспортными потоками на территории города и используемого для шумовой характеристики транспортных потоков, является уровень шума, измеряемый в дБ (п. 1.2 ГОСТ 20444-85 «ШУМ. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики»). Этот параметр используется в нормативно-технической документации как гигиенический норматив шума.

Нагрузка от автотранспорта на улично-дорожную сеть характеризуется показателем интенсивности движения. Интенсивность движения – это количество автомобилей, проходящих через поперечное сечение дороги за единицу времени, т.е. количество автомобилей, проезжающих за сутки на участке полотна.

Согласно требованиям ГОСТ (ГОСТ 17.2.2.03–77 «Охрана природы. Атмосфера. Содержание окиси углерода в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями. Нормы и метод определения»), суммарная интенсивность движения считается низкой при прохождении в среднем 2,7 – 3,6 тыс. авт./сут., средней – при прохождении в среднем 8 – 17 тыс. авт./сут., высокой – при прохождении в среднем 18 – 27 тыс. авт./сут. [5].

В г. Воронеже, в соответствии с «Положением о присвоении категорий, шифров и кодов улицам и автомобильным дорогам города Воронежа» от 06.04.2004 г., улицам и автомобильным дорогам в зависимости от расчетной интенсивности движения (а также других факторов, таких как особенности конструкции дорожного покрытия, основное назначение дорог и характеристики движения) устанавливаются коды по категориям:

- 1Б – высокая интенсивность (свыше 80 тыс. авт./сут.);
- 2Б – высокая интенсивность (свыше 120 тыс. авт./сут.);
- 2В – высокая интенсивность (свыше 48 тыс. авт./сут.);
- 2Г – высокая интенсивность (свыше 30 тыс. авт./сут.);
- 3А – средняя интенсивность (свыше 8 тыс. авт./сут.);
- 3Б – средняя интенсивность (свыше 18 тыс. авт./сут.);
- 3В – низкая интенсивность (свыше 4 тыс. авт./сут.);
- 3Г – высокая интенсивность (свыше 40 тыс. авт./сут.);
- 3Д – низкая интенсивность (свыше 6 тыс. авт./сут.).

Наглядно расчетная интенсивность движения представлена на картосхеме категорий улиц г. Воронежа (рис. 4).

В соответствии с программой исследований, производились натурные измерения в зонах влияния автомобильных дорог с различной интенсивностью транспортного потока. В ходе работы было произведено 96 фактических замеров шума на 32 улицах города в течение 2016-2018 гг. (табл. 5) [1]. Превышения норм шума определялись с помощью СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

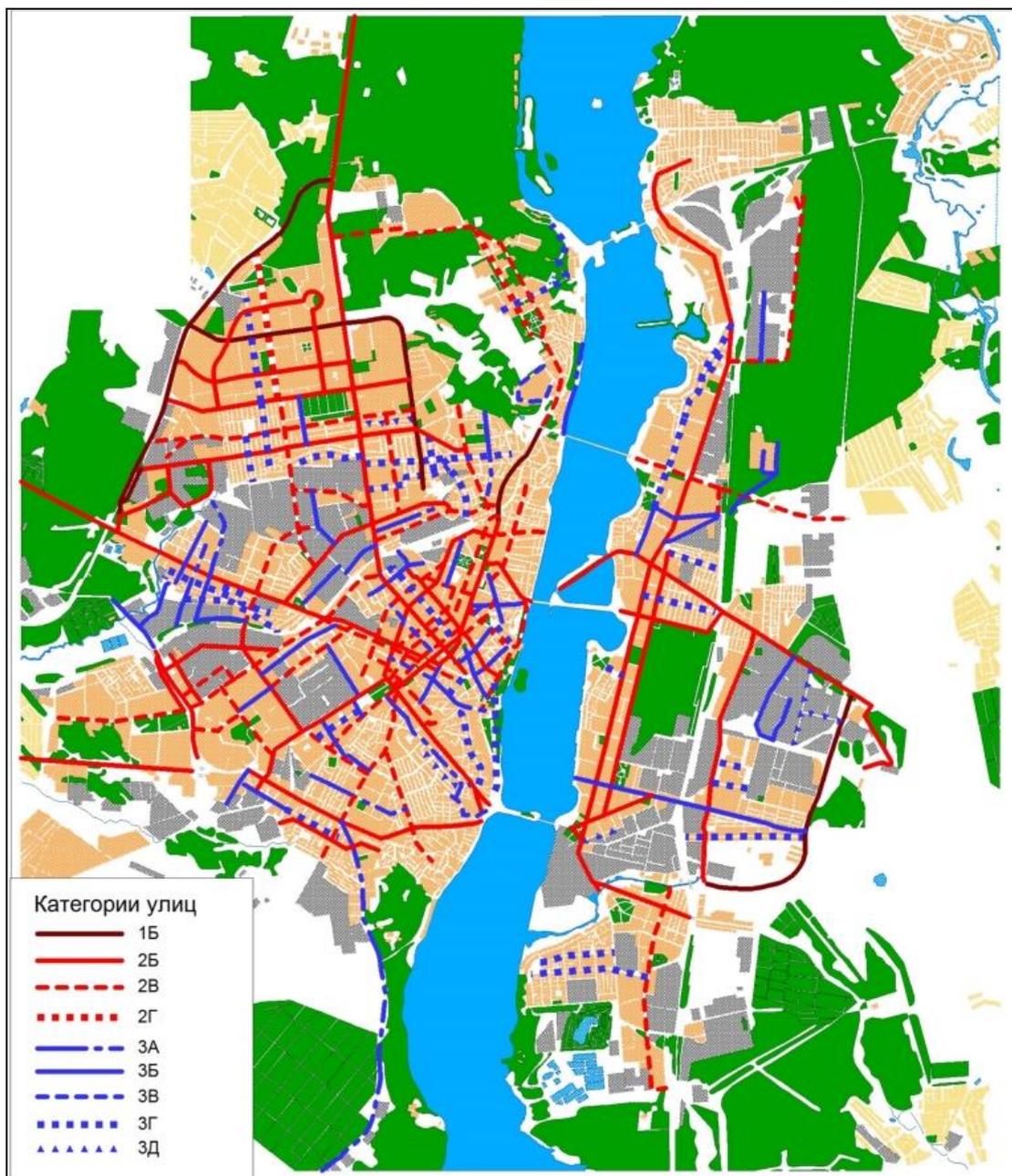


Рис. 4. Категории улиц (в зависимости от интенсивности движения)

Согласно указанному нормативу, допустимыми считаются уровни звука уличного движения, не превышающие днем (с 7 до 23 ч) 55 дБ и ночью (с 23 до 7 ч) 45 дБ у стен домов и 70 дБ днем и 60 дБ ночью на территориях, непосредственно прилегающих к жилым домам, поликлиникам, домам отдыха и иным сооружениям (гостиницы и общежития 75 дБ и 65 дБ соответственно). В соответствии с санитарными нормами, шум, создаваемый средствами автомобильного транспорта, допускается принимать на 10 дБ выше указанных значений. По результатам натурных измерений была создана карто-схема шумовой нагрузки г. Воронежа (рис. 5).

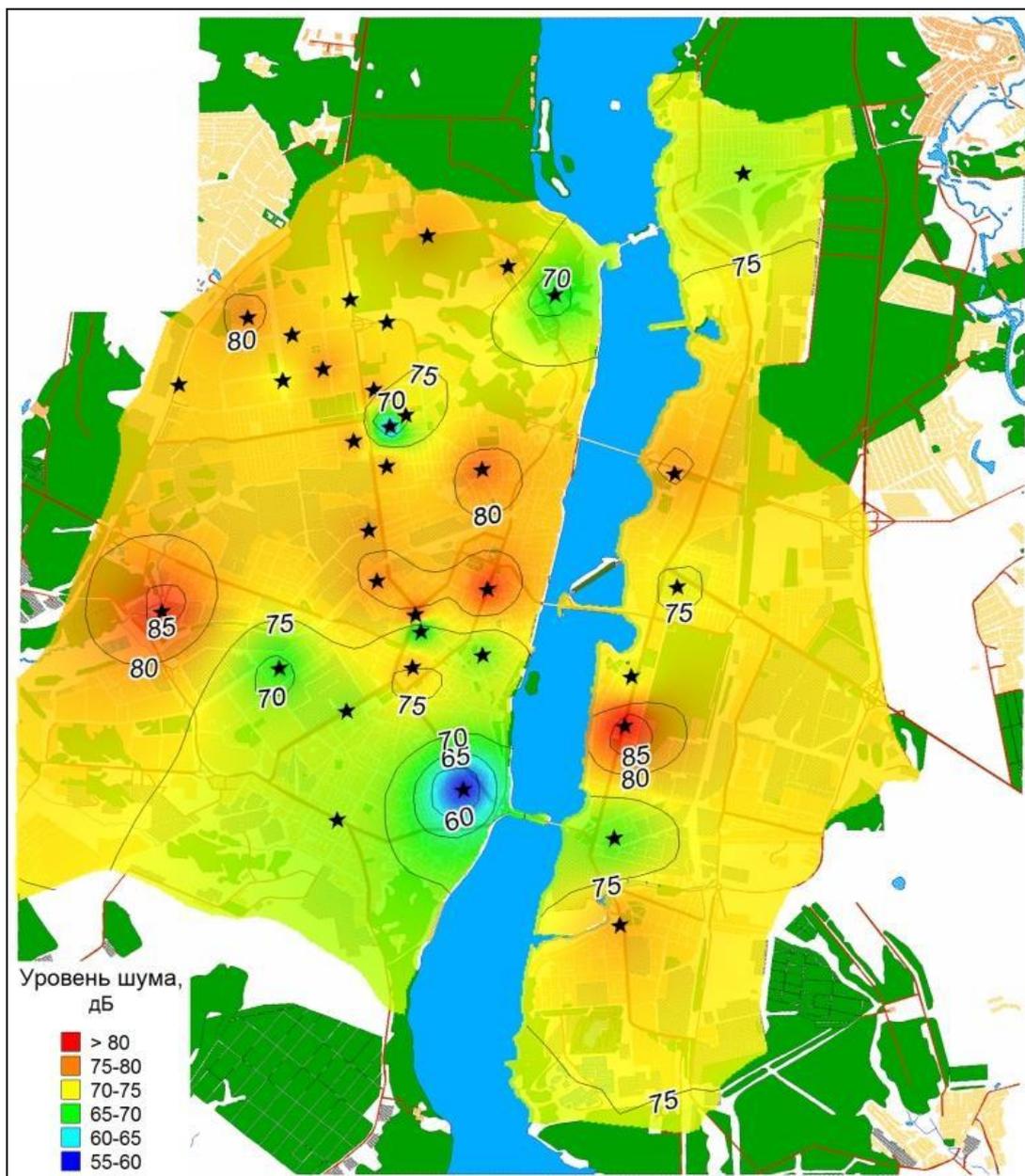


Рис. 5. Карта акустической нагрузки города Воронежа

Таблица 5

Уровни шума на улицах г. Воронежа в различные сезоны года

№ п/п	Улица	Уровень шума /дБ/		
		Осень	Зима	Весна
1	пр-т Ленинский	87.1	88.0	89.8
2	Остужева	87.6	85.2	80.5
3	Ленинградская	77.3	78.4	74.3
4	Кривошеина	79.4	77.9	72.2
5	Ломоносова	85.9	86.7	80.1
6	Тимирязева	82.4	80.8	78.8
7	Хользунова	81.9	83.5	79.3

№ п/п	Улица	Уровень шума /дБ/		
		Осень	Зима	Весна
8	Лизюкова	84.3	86.7	81.2
9	Шишкова	79.5	81.3	76.1
10	Беговая	81.6	82.0	77.1
11	45 Стрелковой Дивизии	83.7	82.6	80.4
12	60-й Армии	83.3	81.1	74.6
13	Бульв. Победы	82.2	80.6	78.5
14	пр-т Московский	84.5	83.9	75.5
15	пр-т Революции	82.8	82.4	86.9
16	Вл. Невского	81.8	82.4	81.8
17	Транспортная	84.1	85.1	84.0
18	Донбасская	79.2	82.2	82.0
19	Орджоникидзе	75.0	71.7	70.7
20	Холмистая	88.2	86.4	87.0
21	Конструкторов	73.9	81.5	67.8
22	пер. Балтийский	61.2	57.8	53.2
23	пер. Ботанический	55.1	55.4	55.0
24	Куколкина	62.4	60.9	64.2
25	Куцыгина	83.1	84.0	78.5
26	Дарвина	68.8	65.9	66.3
27	Арзамасская	79.0	78.5	74.0
28	пр-т Рабочий	79.4	79.4	79.4
29	Кулибина	80.7	76.7	70.0
30	Ворошилова	81.1	77.8	72.0
31	Кольцовская	86.8	88.0	85.0
32	пр-т Труда	82.7	84.6	80.4

По полученным данным существенные превышения уровня звука (свыше 80 дБ) отмечаются на улицах: Остужева, Ленинский проспект, Ломоносова, Тимирязева, Лизюкова, Хользунова, Беговая, 45 Стрелковой Дивизии, 60 Армии, Бульвар Победы, Московский проспект, проспект Революции, Владимира Невского, Транспортная, Холмистая, Куцыгина, Кольцовская, проспект Труда.

Данные улицы являются основными транспортными «артериями» города, здесь отмечается наиболее высокая интенсивность движения. Уровни шума здесь превышают гигиенические нормы почти на 10 дБ на территориях, прилегающих к жилым зданиям, больницам и иным сооружениям (см. табл. 5).

В некоторых районах транспортные магистрали проходят в непосредственной близости от жилых зданий (например, Рабочий

проспект, где расстояние от края полотна дороги до стен жилых домов не более 10 м). В таких районах нормой является шум, не превышающий величину в 55 дБ. В настоящее же время на этих улицах создаются значительные превышения, которые достигают 25-30 дБ. Это свидетельствует о том, что население, проживающее вблизи таких автодорог, испытывает большой дискомфорт. Подобный уровень акустической нагрузки может оказывать серьезное негативное влияние на здоровье граждан [3, 8, 9].

На остальных исследованных улицах превышений (свыше 80 дБ) допустимых значений уровня шума на территориях близ жилой и общественной застройки не отмечено. Самыми «тихими» улицами являются: переулок Балтийский, переулок Ботанический, улица Конструкторов, Куколкина, Дарвина. Здесь уровни шума колеблются в пределах от 50 до 69 дБ.

Оценка уровней шума в различные сезоны года позволила сделать вывод о том, что уровни шума на крупных магистралях увеличивались в осенне-зимнее время и снижались в весеннее время. Такую ситуацию можно объяснить тем, что в это время дополнительный шум исходит от более жесткой зимней резины автомобилей (оборудованной шипами). Кроме того, в холодное время года на проезжей части нередко образуется наледь, для устранения которой на дорогах применяется противогололедные реагенты. Применение подобных реагентов устраняет проблему наледи, но создает на дорожном покрытии «слякоть», значительно повышающую уровень шума. Отсутствие зимой листы зеленых насаждений существенно усугубляет сложившуюся проблему сверхнормативной акустической нагрузки. В весеннее же время отмечается начало периода вегетации, смена зимней резины на более мягкую «нешипованную» летнюю, увеличение скорости транспортного потока и, как следствие, снижение шумового фона в городе.

Для универсальной оценки акустической нагрузки на улицы и дороги существует классификация шумности (табл. 6) [5].

Согласно этой классификации, существует 6 классов шумности исходя из уровня звука на исследуемых дорогах и улицах. Данная классификация позволяет оценить акустическую нагрузку на улицы с точки зрения комфортности для проживающего на этих улицах населения.

Таким образом, согласно классификации, улицы, которые относятся к категориям 1Б, 2Б, 2В, 2Г, характеризуются как неперено-

симо шумные и относятся к 6 классу шумности. Улицы категории 3А относятся к 4 классу и являются очень шумными, категории 3Б характеризуются как сверхшумные и относятся к 5 классу шумности, категории 3В относятся ко 2 классу шумности и определены как улицы повышенной шумности, категории 3Г – шумные – 3 класс шумности, категории 3Д – малошумные – относятся к 1 классу шумности.

Таблица 6

Классификация автомобильных дорог и улиц
в зависимости от класса шумности

Класс шумности	Наименование класса шумности	Уровень шума, дБ	Скорость движения, км/ч	Автомобильные дороги и улицы
I	малошумные	свыше 55 до 60	до 40	Проезды, парковые дороги, шумозащищенные улицы
II	повышенной шумности	свыше 60 до 65	до 50	Улицы и дороги местного значения, магистральные улицы районного значения
III	шумные	свыше 65 до 70	до 60-70	Магистральные улицы транспортно-пешеходные
IV	очень шумные	свыше 70 до 75	до 80-90	Магистральные улицы непрерывного и регулярного движения
V	сверхшумные	свыше 75 до 80	до 100-110	Магистральные дороги, шоссе
VI	непереносимо шумные	свыше 80	до 120	Скоростные дороги

С целью оценки акустической комфортности проживания населения был произведен анализ микрорайонов города Воронежа в соответствии с его административно-территориальным делением. Для зонирования территории г. Воронежа была произведена классификация определенным цветом (зеленый, желтый, красный).

Результат произведенной оценки представлен на картосхеме (рис. 6). Картосхема отображает комфортность проживания населения и построена с учетом как акустической нагрузки на прилегающую к автодорогам территорию (в соответствии с произведенной классификацией), так и различной плотности улиц и дорог различных классов шумности в среднем по микрорайонам г. Воронежа.

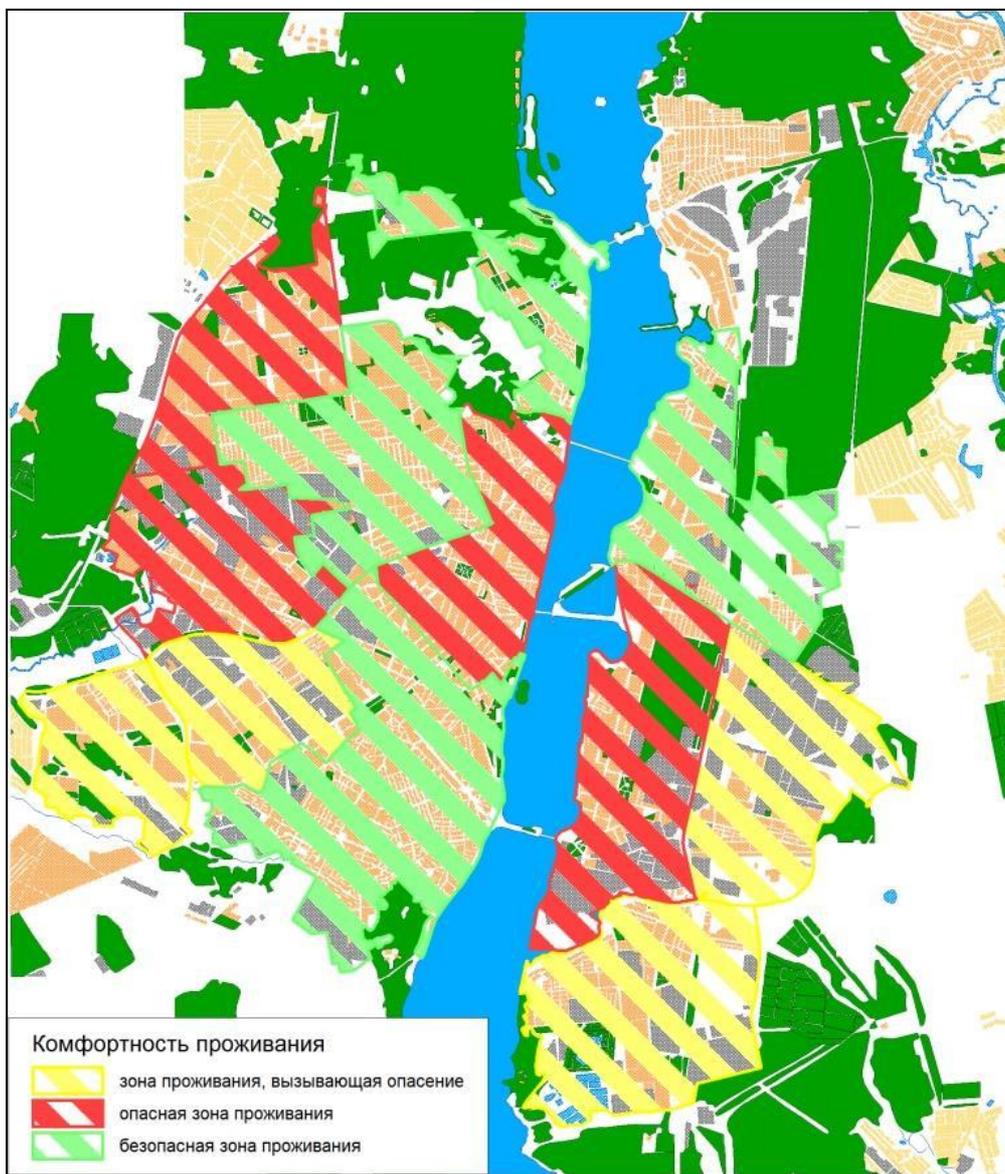


Рис. 6. Картограмма комфортности проживания населения города Воронежа с учетом акустической нагрузки

Анализ имеющихся данных показал, что в целом вполне комфортными для проживания являются следующие районы: Ленинский, Центральный (район Агроуниверситета), Коминтерновский (район 3 поликлиники) и Железнодорожный районы (мкрн. Отрожка) – здесь шумовая нагрузка в основном не превышает пределы установленной нормы. Неблагоприятными являются Коминтерновский (кроме района 3 поликлиники), Советский, Левобережный и Центральный (кроме района Агроуниверситета) районы. Уровень шума в этих районах превышает норму и вызывает необходимость проведения мероприятий для снижения акустического давления для достижения нормативных показателей и комфорта проживания граждан.

Таким образом, исследования, направленные на изучение степени акустического загрязнения и автомобилизации города Воронежа, показали, что в городе остро стоит проблема высоких темпов роста автопарка и, связанного с этим превышения допустимых уровней звука, которые создают обширное шумовое загрязнение. Однако, установленные уровни шума являются разовыми измерениями, для получения же полностью достоверных данных об уровнях акустического загрязнения и уровне автомобилизации в городе необходимо систематически проводить замеры и подсчеты, что требует организации и отлаженного функционирования системы акустического мониторинга городской среды.

**Оценка экологического риска для населения, обусловленного
автотранспортным комплексом крупных городов
Центрального Черноземья**

Воздействие загрязняющих веществ на городскую среду, обусловленное автотранспортом, способствуют формированию экологического риска для населения, обусловленного транспортным комплексом.

Для оценки условий формирования экологического риска для населения, обусловленного транспортным комплексом, нами использована методика Н.Е. Кокодеевой [10].

Рассмотрим данную методику применительно к придорожной полосе г.Воронежа. Для этого выполним обработку данных с использованием известных приемов математической статистики.

Согласно мультипликативному методу:

- среднее значение:

$$C_{cp} = \frac{C_1 + C_2 + \dots + C_n}{n} = \frac{5,66 + 4,85 + 2,52 + 2,53 + 0,12 + 0,14 + 0,32 + 0,14}{8} = 2,03$$

- дисперсия:

$$\sigma_{C_{cp}}^2 = \frac{(C_1 - C_{cp})^2 + (C_2 - C_{cp})^2 + \dots + (C_n - C_{cp})^2}{n} = \frac{3,63^2 + 2,82^2 + 0,49^2 + 0,5^2 + (-1,91)^2 + (-1,89)^2 + (-1,71)^2 + (-1,89)^2}{8} = 4,42$$

- среднее квадратическое отклонение:

$$\sigma_{C_{cp}} = 2,10$$

Коэффициент вариации фактического загрязнения воздуха (V) составляет:

$$V=2,10/2,03=1,03$$

По формуле определим максимальный уровень длительного негативного воздействия на атмосферу, при котором вероятность нежелательного последствия для человека равна 50%:

$$C_{50}^{max} = 2 \times 1 - \frac{\sqrt{(1)^2 + (25 \times 2,10^2 - 1) \times (1^2 - 25 \times 0,19^2)} - 1}{25 \times 2,10^2 - 1} = 1,98$$

Среднее квадратическое отклонение максимального уровня воздействия через загрязнение воздушного бассейна вычислим по формуле :

$$\sigma_{C_{50}^{max}} = 1,98 \times 1,03 = 2,04.$$

При фактическом загрязнении придорожной полосы вредными веществами $C_{\Phi}=2,03$ ПДК риск возникновения негативных последствий для человека вследствие загрязнения атмосферы в придорожной полосе от автотранспорта определим по формуле:

$$j = 0,5 - \Phi\left(\frac{1,98 - 2,03}{\sqrt{2,04^2 + 2,10^2}}\right) = 0,5 - \Phi(-0,02) = 0,52$$

Таким образом, полученный результат свидетельствует, что в целом на территории придорожных полос города 52 жителей (из каждых 100), проживающих вблизи автотрасс (зоне непосредственного негативного воздействия), подвергаются повышенному риску неблагоприятных воздействий автотранспорта, а результатом такого воздействия является появление дополнительной патологии дыхательной, эндокринной, кроветворной систем, а также повышенный риск онкологических заболеваний [9]. Т.е. более 50% жителей, проживающих вблизи автодорог, можно рассматривать как потенциальную «группу риска».

В условиях прогрессирующего роста плотности городской застроенной территории целесообразны следующие мероприятия: а) улучшение качества дорожного покрытия территорий, занятых транспортной инфраструктурой; б) увеличение зеленых зон между транспортным комплексом и жилой застройкой; в) перспективное планирование территории с учетом приоритета кольцевых схем улично-дорожной сети и переход от прямоугольных улично-дорожных сетей к кольцевым, что позволит снизить выбросы от автотранспорта; г) разработка автоматизированных систем управления улично-дорожной сетью в «проблемных» местах, где невоз-

возможны кольцевые схемы улично-дорожной сети, для сокращения времени передвижения автотранспорта [10].

Согласно проведенным нами расчетам по программе «Расчет выбросов автотранспорта» объем выбросов по варианту «кольцевое движение» меньше традиционного, а именно: по выбросам оксида углерода - в 1,5 раз меньше; оксида азота - примерно одинаков; диоксида азота - в 1,1 раза больше; углеводородам (парам бензина) - в 1,4 раз меньше; углеводородам (парам керосина) - примерно одинаков; диоксида серы – в 1,6 раз меньше; формальдегида - в 1,5 раз меньше; по бенз(а)пирену - в 1,9 раз меньше.

После обработки инструментальных данных на тех же категориях дорог было выявлено, что наличие зеленых насаждений способствует снижению максимальных концентраций загрязняющих веществ в придорожной полосе минимум на 15 %. Наиболее эффективны посадки, которые распределены по всем ярусам. Данный анализ показывает, что внедрение «зеленой стены» в зону санитарного разрыва автомобильной дороги является одним из приоритетных направлений в экологической модели транспортной сети.

Полученные результаты могут быть использованы в автодорожном проектировании для оптимизации систем построения улично-дорожной сети г.Воронежа и других крупных городов.

Оценка канцерогенного риска

С помощью языка программирования MapBasic нами автоматизирован процесс оценки риска для здоровья населения, связанного с химическим загрязнением атмосферного воздуха. Специально разработан программный модуль, реализующий количественные расчеты уровней риска для здоровья населения в соответствии с гигиеническими подходами, изложенными в нормативном документе «Р 2.1.10.1920 - Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (2004). Для расчета уровней рисков применяются следующие формулы.

Канцерогенный риск (CR) в течение жизни определялся по формуле :

$$CR = ADD * SF$$

где *ADD* – средняя суточная доза в течение жизни, мг/(кг*день); *SF* – фактор канцерогенного потенциала.

Неканцерогенный риск (для воздушной среды) количественно оценивается на основе расчета коэффициента опасности (**HQ**) по формуле:

$$HQ = Ci/RfC$$

где **HQ** – коэффициент опасности; **Ci** – средняя концентрация (mg/m^3); **RfC** – референтная (безопасная) концентрация, (mg/m^3).

Среди веществ, обладающих канцерогенным действием, присутствующих в атмосферном воздухе г.Воронежа и являющихся выбросами от автотранспорта, одним из наиболее опасных является бенз(а)пирен, концентрации которого значительно варьируют на автомагистралях территории города. Среднегодовые концентрации этого ингредиента по категориям на улично-дорожной сети г.Воронежа в 1,2 раз превышает ПДК (табл. 7). Превышение допустимой концентрации наблюдается в большинстве контрольных замеров на территории придорожной полосы.

Результаты оценки канцерогенного риска, обусловленного присутствием бенз(а)пирена в атмосферном воздухе города от автотранспорта, представлены в таблице 7.

Таблица 7

Оценка канцерогенного риска, обусловленного присутствием бенз(а)пирена в атмосферном воздухе на автомагистралях города

Категория улиц	Средняя концентрация по данным лабораторных наблюдений, $мкг/100 м^3$	Среднесуточная доза, $мг/кг/день$	Индивидуальный канцерогенный риск в течение жизни
1Б	0,1199	1,50E-02	5,84E-02
2Б	0,0783	9,78E-03	3,82E-02
2В	0,0525	6,56E-03	2,56E-02
2Г	0,0457	5,71E-03	2,23E-02
3А	0,0312	3,90E-03	1,52E-02
3Б	0,0252	3,15E-03	1,23E-02
3В	0,0243	3,04E-03	1,18E-02
3Г	0,0229	2,86E-03	1,12E-02

Они свидетельствуют, что величина индивидуального канцерогенного риска на всех категориях дорог улично-дорожной сети города превысила безопасный порог риска по критериям Американского Агентства окружающей среды (U.S. EPA) в 3 - 30 раз. Наиболее неблагоприятна ситуация в придорожной полосе крупных маги-

стральных улиц, где индивидуальный канцерогенный риск составил до $5,84 \cdot 10^{-2}$.

Среди веществ, обладающих канцерогенным действием и присутствующих в атмосферном воздухе г.Воронежа (в выбросах от автотранспорта), опасными являются также сажа и формальдегид, концентрации которых значительно варьируют на автомагистралях территории города. Среднегодовые концентрации этих ингредиентов на улично-дорожной сети г.Воронежа в 1,7 - 15 раз превышают ПДК (табл. 8).

Таблица 8

Оценка канцерогенного риска, обусловленного присутствием канцерогенных веществ в атмосферном воздухе на автомагистралях

Категория улиц	Вещество	Средняя концентрация, мг/м ³ *)	Среднесуточная доза, мг/кг/день	Индивидуальный канцерогенный риск в течение жизни
1Б	Сажа	0,0671	8,383E-03	1,299E-04
	Формальдегид	0,0492	6,150E-03	2,829E-04
	Бенз(а)пирен	0,1199	1,498E-02	5,842E-02
2Б	Сажа	0,0516	6,440E-03	9,982E-05
	Формальдегид	0,0453	1,321E-02	6,074E-04
	Бенз(а)пирен	0,0783	2,282E-02	8,902E-02
2В	Сажа	0,0075	9,370E-04	1,452E-05
	Формальдегид	0,0236	2,942E-03	1,353E-04
	Бенз(а)пирен	0,0525	6,559E-03	2,558E-02
2Г	Сажа	0,0090	1,124E-03	1,743E-05
	Формальдегид	0,0405	5,062E-03	2,329E-04
	Бенз(а)пирен	0,0457	5,709E-03	2,227E-02
3А	Сажа	0,0120	1,499E-03	2,324E-05
	Формальдегид	0,0007	8,245E-05	3,793E-06
	Бенз(а)пирен	0,0312	3,898E-03	1,520E-02
3Б	Сажа	0,0366	4,572E-03	7,087E-05
	Формальдегид	0,0009	1,124E-04	5,172E-06
	Бенз(а)пирен	0,0252	3,148E-03	1,228E-02
3В	Сажа	0,0053	6,621E-04	1,026E-05
	Формальдегид	3,00E-05	3,748E-06	1,724E-07
	Бенз(а)пирен	0,0243	3,036E-03	1,184E-02
3Г	Сажа	0,0053	6,621E-04	1,026E-05
	Формальдегид	3,00E-05	3,748E-06	1,724E-07
	Бенз(а)пирен	0,0229	2,861E-03	1,116E-02

*) Для бенз(а)пирена - мкг/100 м³.

Превышение допустимой концентрации наблюдается в большинстве контрольных замеров на территории придорожной полосы. Результаты исследования свидетельствуют, что величина индивидуального канцерогенного риска на всех категориях дорог улично-дорожной сети города превысила безопасный порог риска по критериям U.S. EPA. Установлена прямо пропорциональная зависимость увеличения индивидуального канцерогенного риска в течение жизни от транспортной загрузки улиц города автотранспортом.

Вполне благополучна и не вызывает беспокойства ситуация на менее загруженных улицах, где сажа и формальдегид в атмосферном воздухе практически не регистрируется, а канцерогенный риск самый минимальный и не превышает допустимого воздействия. Эта ситуация характерна для внутриквартальных подъездных дорог, в «спальных» микрорайонах города, например, вблизи Агроуниверситета вдали от оживленных автомагистралей.

Таким образом, рассчитанный канцерогенный индивидуальный риск здоровью населения в целом показывает его опасный уровень на крупных автомагистралях города и в придорожной полосе. Он отражает уровень промышленно-транспортного прессинга на среду обитания и требует принятия компенсационных оздоровительных мер на всех магистралях города.

Оценка неканцерогенного риска и времени наступления токсического эффекта

Оценка неканцерогенного риска здоровью (вероятности проявления токсического эффекта) выполнена на примере 7 основных загрязнителей воздушного бассейна от автотранспорта: оксида углерода II, оксида серы IV, оксида азота IV, оксида азота II, формальдегида, сажи, бенз(а)пирена. Основанием включения бенз(а)пирена в перечень веществ для оценки неканцерогенного риска явились результаты гигиенических исследований, доказавшие его гонадотоксическое и эмбриотоксическое действие [9].

Анализ результатов расчетов территориальных рисков по автомагистралям г.Воронежа свидетельствует, что суммарный индивидуальный неканцерогенный риск наиболее велик на самой крупной и загруженной улице «1Б» (табл. 9). Минимальный риск отмечен на самых мелких и более свободных улицах «2Г»-«3Г». Наибольший вклад в формирование относительного неблагополучия

вносят диоксида азота и формальдегид, для которых риск развития токсического эффекта достигает максимума (около 100%).

Таблица 9

Показатели потенциального индивидуального неканцерогенного риска

Категория улиц	Вещество	Средняя концентрация, мг/м ³ *)	Индивидуальный годовой неканцерогенный риск	Вероятное время наступления токсического эффекта (лет)
1Б	Азота диоксид	0,0754	1,89	13,26
	Азота оксид	0,6300	10,50	2,38
	Сажа	0,0671	1,34	18,63
	Серы диоксид	0,1005	2,01	12,44
	Углерода оксид	5,3700	1,79	12,34
	Формальдегид	0,0492	16,41	1,29
	Бенз(а)пирен	0,1199	1,20	24,87
2Б	Азота диоксид	0,0540	1,35	18,52
	Азота оксид	0,4990	8,32	3,01
	Сажа	0,0516	1,03	24,25
	Серы диоксид	0,0880	1,76	14,20
	Углерода оксид	4,2570	1,42	15,85
	Формальдегид	0,0453	15,10	1,44
	Бенз(а)пирен	0,0783	0,78	31,93
2В	Азота диоксид	0,0448	1,12	22,32
	Азота оксид	0,2770	4,62	5,42
	Сажа	0,0026	0,05	480,77
	Серы диоксид	0,025	0,50	50,00
	Углерода оксид	0,7080	0,24	105,93
2В	Формальдегид	0,0257	8,57	3,05
	Бенз(а)пирен	0,0525	0,53	47,62
2Г	Азота диоксид	0,0300	0,75	33,33
	Азота оксид	0,0200	0,33	75,08
	Сажа	0,0090	0,18	138,89
	Серы диоксид	0,0210	0,42	59,52
	Углерода оксид	0,0000	0,00	0,00
	Формальдегид	0,0405	13,51	1,68
2Г	Бенз(а)пирен	0,0457	0,46	54,70
3А	Азота диоксид	0,0107	0,27	93,46
	Азота оксид	0,0000	0,00	0,00
	Сажа	0,0019	0,04	657,89
	Серы диоксид	0,0036	0,07	347,22
	Углерода оксид	0,1560	0,05	480,77

Категория улиц	Вещество	Средняя концентрация, мг/м ³ *)	Индивидуальный годовой неканцерогенный риск	Вероятное время наступления токсического эффекта (лет)
3А	Формальдегид	0,0009	0,30	83,33
	Бенз(а)пирен	0,0312	0,31	80,13
3Б	Азота диоксид	0,0100	0,25	100,00
	Азота оксид	0,0012	0,02	1250,00
	Сажа	0,0120	0,24	104,17
	Серы диоксид	0,0030	0,06	416,67
	Углерода оксид	0,1500	0,05	500,00
	Формальдегид	0,0007	0,23	107,14
	Бенз(а)пирен	0,0252	0,25	99,21
3В	Азота диоксид	0,0260	0,65	38,46
	Азота оксид	0,0014	0,02	1250,00
	Сажа	0,0075	0,15	166,67
	Серы диоксид	0,0275	0,55	45,45
	Углерода оксид	1,2600	0,42	59,52
	Формальдегид	0,0004	0,14	178,57
	Бенз(а)пирен	0,0243	0,49	50,92
3Г	Азота диоксид	0,0160	0,40	62,50
	Азота оксид	0,0132	0,22	113,64
	Сажа	0,0053	0,11	235,85
	Серы диоксид	0,0275	0,55	45,45
	Углерода оксид	0,2400	0,08	312,50
	Формальдегид	3,00E-05	0,01	2500,00
	Бенз(а)пирен	0,0229	0,23	109,17

***) Показатель потенциального неканцерогенного риска характеризует вероятность проявления токсического эффекта в течение года жизни (в долях единицы).*

Пространственная картина уровней неканцерогенного риска здоровью населения в атмосферном воздухе города, показана на рисунке 7.

Обращает на себя внимание высокий потенциальный неканцерогенный риск в зоне влияния улиц категории «1Б» и «2Б». К таким улицам относятся ул. Остужева, бульвар Победы, Ильюшина, Московский проспект, ул. Кольцовская, ул. Кирова, проспект Труда и др. Видимо, подобная нерациональная инженерно-транспортная и градопланировочная инфраструктура с высоким техногенным прессингом на среду обитания и создаёт реальную угрозу появления разнообразных токсических эффектов. Время наступления этих эффектов в целом крайне высокое (в среднем от 1 до 15 лет по большинству

ингредиентов), что по критериям US.EPA вызывает опасение в условиях нарастания и сохранения негативных тенденций в состоянии воздушного бассейна.



Основные магистрали

— - уровни риска, превышающие чрезмерно опасный уровень

Зоны риска:

- | | |
|--|--|
| - вызывающие опасение, | - вызывающие беспокойство, |
| - предельно допустимого, | - допустимого |

Рис. 7. Картограмма показателя неканцерогенного риска здоровью, обусловленного присутствием загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Воронежа

Вполне закономерной, в целом не вызывающей опасений, выглядит ситуация на «условно-чистых» (категории ЗВ-ЗГ) улицах, где уровень неканцерогенного риска по любому ингредиенту не превышает 40 % в год.

Анализ результатов показал, что наибольшее опасение с точки зрения оценки неканцерогенного потенциального риска представляют, в первую очередь, такие ингредиенты (приоритетная группа),

как оксид серы (IV), оксид азота (IV), оксид азота (II), формальдегид, бенз(а)пирен. Сажа и оксид углерода (II) обладают минимальным эффектом воздействия, а теоретическое время наступления токсического эффекта выше (более 12 лет), что снижает опасность появления токсических эффектов примерно в 2 раза относительно ингредиентов приоритетной группы.

Аналогичное исследование по оценке экологического риска проведено нами по рецепторным точкам на основных автомагистралях других городов Центрального Черноземья. Результаты по г.Воронежу представлены в таблице 10. Ввиду значительного роста автотранспортной нагрузки для оценки риска в этом случае нами использованы максимальные зарегистрированные концентрации.

Таблица 10

Показатели потенциального индивидуального неканцерогенного риска и вероятного времени наступления токсического эффекта по основным автомагистралям г.Воронежа по выбросам бенз(а)пирена (максимальные значения)

Автомагистрали	Максимальная концентрация	Потенциальный неканцерогенный риск в течение года жизни	Вероятное время наступления токсического эффекта (лет)
ул.Димитрова	0,258	2,58	19,02
ул.Кольцовская	0,234	2,34	20,25
Проспект революции	0,150	1,50	24,12
ул.Плехановская	0,250	2,50	19,43
Московский проспект	0,515	5,15	9,03
ул.9 января	0,868	8,68	3,46
Проспект патриотов	0,110	1,10	24,97
ул.Степана Разина	0,240	2,40	19,94

Несмотря на введение поправки, учитывающей максимально возможное время пребывания человека в районе автомагистрали (при пребывании в транспорте - 3 часа т.е. 1/8 суток или 1/8 ежегодного времени жизни, т.е. когда эффект воздействия будет уменьшен в 8 раз), минимальные показатели вероятного времени наступления эффектов хронического воздействия составят для бенз(а)пирена $3,46 \cdot 8 = 27,7$ года, т.е. сохраняются на опасном уровне.

Кроме того на примере одного из самых индустриально развитых районов города, расположенных в северо-восточном левобережье города (Железнодорожного), где уровни рисков достигают мак-

симальных для города величин, нами проведена детальная оценка уровней неканцерогенного риска.

В Железнодорожном районе проживает около 120 тысяч человек, а на его территории функционирует около 60 промышленных предприятий, в число которых входят представители электронной промышленности, мебельной промышленности, объекты железнодорожного транспорта. В районе насчитывается более 1600 источников вредных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу города, а общий объем поступающих в атмосферу выбросов, хотя и имеет тенденцию к снижению, но сохраняется стабильно высоким (около 1000 т/год). В районе устойчиво выше городского уровня младенческая и перинатальная смертность, а заболеваемость детского населения болезнями костно-мышечной и мочеполовой систем в 2,3 – 2,8 раз превышает общегородской уровень [10].

Для измерения количественных параметров уровней экологического риска на территории были определены рецепторные (наиболее репрезентативные) точки в районе оживленных автомагистралей и в рекреационных (внутриквартальных) зонах, а затем рассчитаны индексы риска и время ожидаемых токсических эффектов по описанной выше методике. Фрагменты наиболее информативных результатов расчетов показаны в таблице 9.

Наблюдаются локальные зоны риска, приуроченные, в основном к крупным уличным перекресткам (ул. Димитрова - Ленинский пр., ул. Остужева - Ленинский пр.), где, например, уровень риска достигает опасного порога. Причем, на перекрестке «ул. Остужева - Ленинский проспект» индекс риска и атмосферное загрязнение выше по сравнению с аналогичным перекрестком «ул. Димитрова - Ленинский пр.». Наиболее благополучна ситуация по загрязнению оксидом углерода. Время токсического эффекта повсеместно выше, чем у остальных.

Пылевая нагрузка наиболее адекватно характеризует уровень техногенного транспортно-промышленного загрязнения района, а в ряде территориальных участков уровень риска превышает допустимые критерии. Наиболее неблагоприятна ситуация в 20-40 метровой зоне вблизи крупных автомагистралей и перекрестков (непрерывные транспортные потоки, автомобильные пробки и переключение скоростей провоцируют высокую запыленность и загазованность). Время токсических эффектов снижается вблизи автомагистралей до 4-15 лет (опасный уровень).

Таблица 9

Оценка уровней неканцерогенного риска для здоровья населения, связанного с загрязнением атмосферного воздуха автомагистралей Железнодорожного района г. Воронежа

Рецепторные точки на территории района	Ингредиенты	Среднесуточная концентрация в атмосфере (мг/м ³)	Потенциальный неканцерогенный риск	Расчетное время наступления токсического эффекта, лет (Т)
Микрорайон «Отрожка»	оксид углерода	1,655	0,55	45,32
	пыль	0,324	2,16	11,57
	оксид серы	0,086	1,72	14,53
	формальдегид	0,035	11,67	2,04
Микрорайон больницы «Электроника»	оксид углерода	2,017	0,67	37,18
	пыль	0,125	0,83	30,00
	оксид серы	0,126	2,52	9,92
	формальдегид	0,006	2,00	15,42
Перекресток (ул. Остужева-Ленинский пр.)	оксид углерода	2,25	0,75	33,33
	пыль	0,422	2,81	8,89
	оксид серы	0,100	2,00	12,50
	формальдегид	0,017	5,67	5,08
ул. Переверткина	оксид углерода	3,50	1,17	19,96
	пыль	0,096	0,64	39,06
	оксид серы	0,102	2,04	12,25
	формальдегид	0,035	11,67	2,04
Перекресток (ул. Димитрова-Ленинский пр.)	оксид углерода	1,863	0,62	40,26
	пыль	0,88	5,87	4,26
	оксид серы	0,090	1,80	13,89
	формальдегид	0,026	8,67	3,01

Для улучшения сложившейся ситуации, снижения уровней экологического риска и оздоровления городской среды требуется разгрузка основных транспортных магистралей, создание более эффективной защиты населения от промышленно-транспортного воздействия, расширение системы внутрирайонного озеленения.

Для сравнения ситуации в других промышленно развитых городах ЦЧР нами фрагментарно проведены аэроаналитические исследования и расчеты экологических рисков для здоровья населения в 2-х других областных центрах региона – городах Белгород и Липецк.

Уровень неканцерогенного риска на самых загруженных участках улично-дорожной сети в г.Белгорода, колеблется в зависимости от выбрасываемого вещества. Результаты по г.Белгороду представлены в таблице 11. Ввиду значительного роста автотранспорт-

ной нагрузки для оценки риска в этом случае нами также использованы максимальные зарегистрированные концентрации.

Таблица 11

Показатели потенциального индивидуального неканцерогенного риска в г.Белгороде

Категория улиц	Вещество	Средняя концентрация, мг/м ³ *)	Индивидуальный годовой неканцерогенный риск	Вероятное время наступления токсического эффекта (лет)
ул. Б. Хмельницкого при пересечении с Белгородским проспектом	Азота диоксид	0,018	0,45	55,56
	Азота оксид	0,021	0,35	70,75
	Сажа	0,057	1,15	21,82
	Серы диоксид	0,075	1,50	16,71
	Углерода оксид	1,250	0,42	60,00
	Формальдегид	0,001	0,46	54,35
ул. Б. Хмельницкого при пересечении с пр.Славы	Азота диоксид	0,118	2,95	8,47
	Азота оксид	0,123	2,05	12,20
	Сажа	0,052	1,03	24,22
	Серы диоксид	0,066	1,32	18,97
	Углерода оксид	4,350	1,45	15,47
	Формальдегид	0,002	0,80	31,25
ул.Ватутина	Азота диоксид	0,027	0,67	37,45
	Азота оксид	0,027	0,45	55,56
	Сажа	0,035	0,71	35,31
	Серы диоксид	0,018	0,36	69,44
	Углерода оксид	2,670	0,89	28,09
	Формальдегид	0,001	0,44	57,25
ул. Б. Хмельницкого	Азота диоксид	0,042	1,06	23,70
	Азота оксид	0,189	3,15	7,94
	Сажа	0,059	1,18	21,22
	Серы диоксид	0,227	4,54	5,51
	Углерода оксид	2,700	0,90	27,78
	Формальдегид	0,003	0,86	29,18
ул. Ватутина при пересечении ул.Костюкова	Азота диоксид	0,034	0,86	29,24
	Азота оксид	0,034	0,57	44,12
	Сажа	0,041	0,82	30,41
	Серы диоксид	0,020	0,40	62,50
	Углерода оксид	2,910	0,97	25,77
	Формальдегид	0,002	0,70	35,55

Анализ результатов расчетов рисков по автомагистралям свидетельствует, что суммарный индивидуальный неканцерогенный риск наиболее велик на самой крупной и загруженной улице -

Б.Хмельницкого в «час пик». На остальных улицах риск гораздо ниже, высокие значения отмечены только по отдельным веществам.

Наибольший вклад в формирование относительного неблагоприятия вносят диоксид азота и диоксид серы, риск развития токсического эффекта для которых достигает максимальных значений. В целом ситуация по риску здоровью в г.Белгороде гораздо лучше чем в г.Воронеже (рис. 8).



Основные магистрали

 - уровни риска, вызывающие опасение

Зоны риска:

 - вызывающие опасение,  - предельно допустимого,
 - допустимого

Рис. 8. Картограмма показателя риска здоровью, обусловленного присутствием загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Белгорода

Уровень неканцерогенного риска на самых загруженных участках улично-дорожной сети в г.Липецка является самым безопасным. Причиной того может служить невысокая загруженность автотранспортом, по сравнению с другими городами Центрального Черноземья, и оптимальная улично-дорожная сеть. Результаты по г.Липецку представлены в таблице 12 (рис. 9). Ввиду значительного роста автотранспортной нагрузки для оценки риска в этом случае нами также использованы максимальные зарегистрированные концентрации.

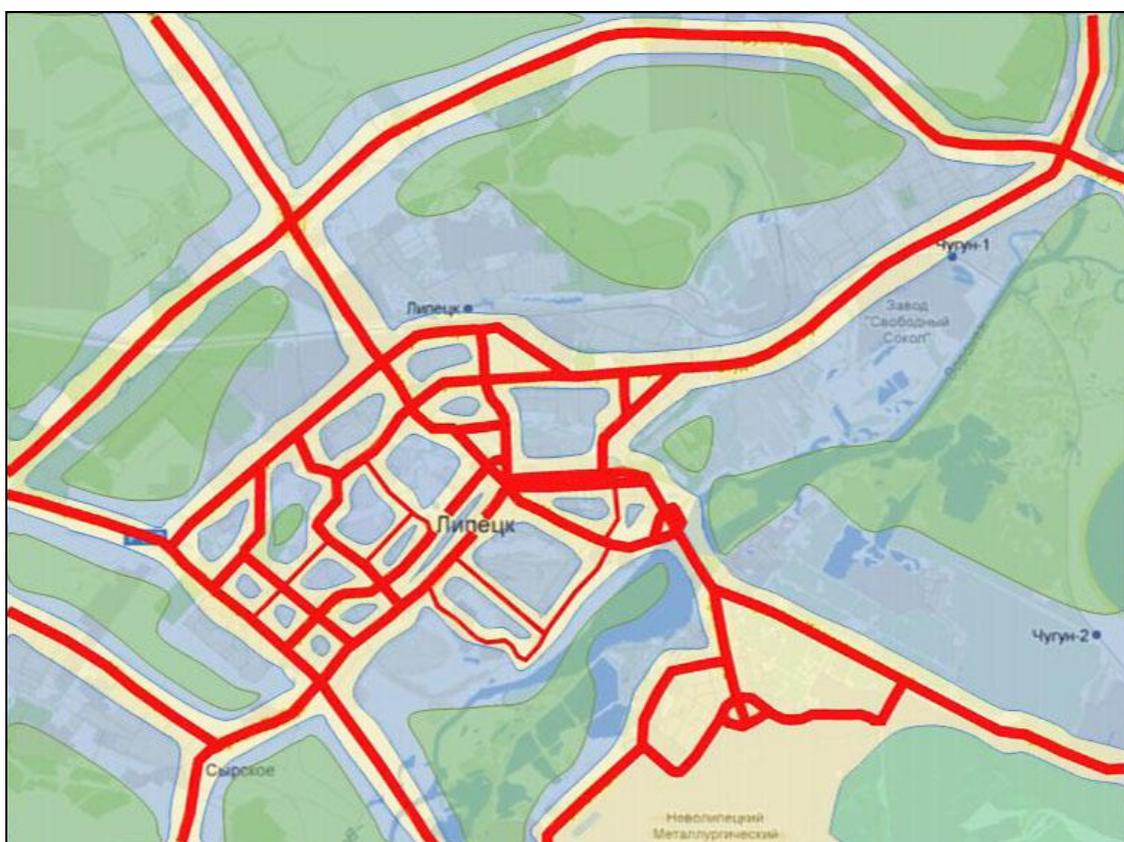
Таким образом, максимальный риск как канцерогенных, так и неканцерогенных эффектов наблюдается в наиболее развитых промышленных районах городов, причём он значительно возрастает в зонах, прилегающих к крупнейшим автомагистралям и их пересечениям, где достигает максимального значения.

Таблица 12

Показатели потенциального индивидуального неканцерогенного риска в г.Липецке

Категория улиц	Вещество	Средняя концентрация, мг/м ³	Индивидуальный годовой неканцерогенный риск	Вероятное время наступления токсического эффекта (лет)
пр. Победы	Азота диоксид	0,0210	0,53	47,62
	Азота оксид	0,0290	0,48	51,72
	Сажа	0,0410	0,82	30,49
	Серы диоксид	0,0310	0,62	40,32
	Углерода оксид	3,1800	1,06	22,68
	Формальдегид	0,0019	0,63	39,47
ул. Катюкова	Азота диоксид	0,0190	0,48	52,63
	Азота оксид	0,0320	0,53	46,88
	Сажа	0,0381	0,76	32,81
	Серы диоксид	0,0280	0,56	44,64
	Углерода оксид	3,0400	1,01	24,33
	Формальдегид	0,0012	0,40	62,50
ул. Циолковского	Азота диоксид	0,0161	0,40	62,11
	Азота оксид	0,0300	0,50	50,00
	Сажа	0,0395	0,79	31,65
	Серы диоксид	0,0233	0,47	53,65
	Углерода оксид	2,2000	0,73	34,09
	Формальдегид	0,0010	0,33	75,00
ул. Московская	Азота диоксид	0,0510	1,28	19,61
	Азота оксид	0,0420	0,70	35,71
	Сажа	0,0520	1,04	24,04

Категория улиц	Вещество	Средняя концентрация, мг/м ³	Индивидуальный годовой неканцерогенный риск	Вероятное время наступления токсического эффекта (лет)
	Серы диоксид	0,0560	1,12	22,32
	Углерода оксид	4,5500	1,52	16,48
	Формальдегид	0,0025	0,83	30,00
ул. Циолковского при пересечении с ул. Космонавтов	Азота диоксид	0,0232	0,58	43,10
	Азота оксид	0,0350	0,58	42,86
	Сажа	0,0410	0,82	30,49
	Серы диоксид	0,0490	0,98	25,51
	Углерода оксид	4,3500	1,45	15,47
	Формальдегид	0,0015	0,50	50,00



Основные магистрали

- уровни риска, вызывающие опасение

Зоны риска:

- вызывающие опасение, - предельно допустимого, - допустимого

Рис. 9. Картограмма показателя риска здоровью, обусловленного присутствием загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Липецка

Сопоставление результатов оценки риска с аналогичными работами в других промышленных городах Центрального Черноземья и г.Пермь, свидетельствует о более высоком уровне канцерогенного риска от присутствия в воздухе бенз(а)пирена в г.Воронеже [10].

Полученные данные по оценке риска здоровью, обусловленного состоянием воздушного бассейна городов, позволяют дифференцированно подойти к выработке мероприятий по управлению риском и его снижению в неблагоприятных районах городов, улично-дорожная сеть которых построена по недостаточно оптимальным схемам, способствующим высокому загрязнению воздуха и опасному уровню экологического риска.

Проведенные исследования свидетельствуют о формировании в городах ЦЧР повышенного уровня загрязнения воздуха и уровня шума вблизи крупных автомагистралей, превышающего ПДК загрязняющих веществ и ПДУ шума. Существует несколько факторов, определяющих данный уровень загрязнения: техногенные и естественные. К техногенным факторам, относится, прежде всего, транспортная нагрузка, а при увеличении её интенсивности и сохранении неудовлетворительной пропускной способности дорог уровень загрязнения воздуха увеличивается прямо пропорционально. Достоверный риск появления у населения токсических эффектов от ряда ксенобиотиков (в первую очередь - пыли, оксида углерода, бенз(а)пирена) подтверждён математико-статистическими исследованиями.

К естественным факторам самоочищения атмосферы относятся условия рельефа и характер зеленых насаждений оптимальное сочетание которых обеспечивает дополнительное самоочищение.

Наиболее оптимальной схемой улично-дорожной сети следует считать схему г.Липецка, где наблюдается минимальный по сравнению с другими крупными городами ЦЧР риск для здоровья населения, связанный с аэрогенным загрязнением придорожной полосы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов П.М. Анализ акустического загрязнения территории города Воронежа от автотранспортного комплекса / П.М. Виноградов, С.А. Куролап, А.П. Карпова // Оценка экологических рисков территорий интенсивного техногенного освоения. – Воронеж, 2017. – С. 138-148.

2. «Воронеж обогнал Москву по количеству автомобилей на душу населения». Электронный ресурс - URL: <http://bloknot-voronezh.ru/news/voronezh-obognal-moskvu-po-kolichestvu-avtomobiley-835082> (дата обращения: 15.09.2018).

3. Глухов А.Т. Дороги, улицы и транспорт города: мониторинг, экология, землеустройство: учеб. пособие / А.Т. Глухов, А.Н. Васильев, О.А. Гусева. – Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2015. – 328 с.

4. Григорьевская А.Я. Флора города Воронежа / А.Я. Григорьевская. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2000. – 200 с.

5. Минина Н.Н. Классификация автомобильных дорог по шуму и расчет шума автотранспорта / Н.Н. Минина // Известия Самарского научного центра РАН: Энергетика. Механика. Машиностроение. – 2012. – Т. 14. – №1(3). – С. 909-912.

6. Михеева М.А. Анализ видового разнообразия древесных растений в различных ландшафтно-функциональных зонах и их количественное участие в городских насаждениях / М.А. Михеева // Проблемы и перспективы экологической безопасности: мат-лы VI науч.-практ. конф. – Воронеж, 2010. – С.145-149.

7. Михеева М.А. Анализ встречаемости разных видов древесных растений в зеленых насаждениях г.Воронежа / М.А. Михеева // Полевые и экспериментальные исследования биологических систем : мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. – Ишим, 2010. – С.22-25.

8. Самодурова Н.Ю. Оценка риска здоровью населения при воздействии городского автотранспортного шума / Н.Ю. Самодурова, Н.П. Мамчик, О.В. Клепиков // Экологическая оценка состояния городской среды. – Воронеж, 2016. – С. 139 – 149.

9. Чубирко М.И. Гигиеническая оценка шумового фактора крупного города / М.И. Чубирко, Ю.И. Степкин, О.В. Середенко // Гигиена и санитария. – 2015. – №94(9). – С. 37-38.

10. Якушев А.Б. Экологическая оценка воздействия автотранспорта на воздушный бассейн городов Центрального Черноземья / А.Б. Якушев, С.А. Куролап, М.А. Карпович. – Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2013. – 207 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ ЛИСКИНСКОГО РАЙОНА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ И ЕГО РЕЗУЛЬТАТЫ

*О.В. Клепиков, С.И. Никитин, Л.В. Молоканова,
Е.М. Студеникина*

Большинство эколого-гигиенических исследований проводится на территориях или вблизи крупных городов. Именно в городах хорошо развита система мониторинга окружающей среды.

Лискинский район находится в центре Воронежской области, граничит с Каширским, Бобровским, Павловским, Каменским и Острогожским районами области. Площадь района - 1950 км², население 100 088 человек (2017 г.).

Промышленность района представлена такими предприятиями как ОАО «Лиски-сахар» - предприятие занимается переработкой сахарной свеклы и выпуском сахара из сахара-сырца; ОАО «Откосинский меловой карьер» - добыча мела природного для производства комбикормов и минеральной подкормки животных и птиц; Филиал «МЭЗ Лискинский» - ООО «МЭЗ Юг Руси» - производство масла растительного из подсолнечника; ОАО «Лиски-хлеб» - специализируется на выпуске хлебобулочных изделий; ЗАО «Лискинский завод монтажных заготовок» - специализируется на выпуске деталей трубопроводов, отводов и фланцев; ОАО «Металлист» - специализируется на выпуске стальных металлоконструкций: резервуаров, водонапорных башен, строительных металлоконструкций; ООО «Гормолзавод Лискинский» - специализируется на выпуске молочных изделий: масла сливочного и сыра; ОАО «Садовое» - занимается переработкой овощей и фруктов, выпуском консервов овощных и плодовых; МУП «Лискинская типография» - производит полиграфическую продукцию; «Лискинский песчаный карьер» (структурное подразделение СМТ № 7 ОАО «Росжелдорстрой») - специализируется на выпуске кирпича силикатного и добыче песка; Лискинский завод «Спецжелезобетон» филиал ОАО «Бэт Эл Транс» - специализируется на выпуске шпал железобетонных; МУП «Водоканал» - основные виды деятельности предприятия - водоснабжение и водоотведение; ОАО «Лиски-газосиликат» - специализируется на выпуске блоков из ячеистого материала; ЗАО «Интеринвест - Э» - специализируется на добыче мела;

ЗАО «Эльдако» филиал «Крупенники» - специализируется на производстве мела, извести.

Сельское хозяйство - одна из ведущих отраслей экономики района. Сельскохозяйственные угодья составляют 149,6 тыс. га. Сельхозпроизводством в Лискинском районе занимаются 14 крупных сельскохозяйственных предприятий. Наиболее крупное предприятие сельскохозяйственной отрасли - ООО «Лиско-Бройлер» - единственный крупный производитель мяса и птицы в Воронежской области.

На территории Лискинского муниципального района расположены предприятия железнодорожного и речного транспорта. Железнодорожный узел Лиски - один из крупнейших в России, расположен на участке Юго-Восточной железной дороги, имеющей магистральные линии на все направления: Север, Юг, Запад, Восток. Через район проходит автомагистраль М4.

От стационарных источников загрязнения в атмосферный воздух по официальным статистическим данным ежегодно выбрасывается до 1647,86 тонн вредных веществ, среди которых преобладают, оксид углерода, окислы азота, диоксид серы, формальдегид, сажа, марганец. Основными вкладчиками в загрязнение атмосферного воздуха являются расположенные в черте города ОАО «Лиски-сахар» (30,6% от общих объёмов выбросов), ОАО «МЭЗ «Лискинский» (24,2%), а также железнодорожные предприятия: Лискинская специализированная дистанция тепловых сетей (11%), рефрижераторное депо (9%), Лискинский песчаный карьер (6,8%).

Развитое промышленное и сельскохозяйственное производство, транспортная инфраструктура позволяют говорить о необходимости организации систематического мониторинга факторов окружающей среды.

В настоящее время факторы окружающей среды контролируются силами и средствами Филиала ФБУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области" в Лискинском, Бобровском, Каменском, Каширском, Острогожском районах, имеющим свою аккредитованную лабораторию в г. Лиски для обеспечения контрольно-надзорных мероприятий по соблюдению санитарного законодательства и участия в региональной системе социально-гигиенического мониторинга.

Нами проанализированы данные по контролю факторов окружающей среды, которые собирались в рамках участия Филиала в функционировании региональной системы социально-гигиенического мониторинга за 2017-2018 годы. При этом на терри-

тории Лискинского района отобраны и выполнены лабораторные исследования 105 проб атмосферного воздуха, 117 проб питьевой воды из источников водоснабжения и разводящей водопроводной сети, 32 пробы почвы.

Систематический мониторинг уровня загрязнения атмосферного воздуха в Лискинском районе организован в одной контрольной точке - г. Лиски, ул. 40 лет Октября. Это наиболее загруженная автотранспортом улица. Определение концентраций проводится в различные часы суток (без ночного замера), что позволяет приблизить их значения к среднесуточным. Мониторинг ведется по 7-ми показателям (табл. 1).

По результатам мониторинга превышений предельно допустимых концентраций контролируемых в атмосферном воздухе загрязняющих веществ не установлено. Дискуссионным остается вопрос о репрезентативности мониторинга уровня загрязнения атмосферного воздуха на территории района, так как контроль концентраций загрязняющих веществ ведется только в одной точке.

Таблица 1

Результаты мониторинга уровня загрязнения атмосферного воздуха в городе Лиски

Вещество	Концентрация, мг/м ³		ПДК _{с.с.} *)	Отношение максимального значения концентрации к ПДК _{с.с.}
	мин.	макс.		
азота диоксид	0,02	0,04	0,04	1,0
взвешенные вещества	0,056	0,09	0,15	0,6
свинец	0,00024	0,00024	0,0003	0,8
серы диоксид	0,03	0,04	0,05	0,8
углерода оксид	0,9	1,2	3	0,4
фенол	0,004	0,004	0,006	0,7
формальдегид	0,002	0,005	0,01	0,5

*) по ГН 2.1.6.3492-17. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений.

Значительно лучше обстоит дело в организации мониторинга качества питьевой воды. На территории Лискинского район отбор проб воды осуществляется в 12 контрольных точках 1) г. Лиски, ул. Коминтерна, 63, водозабор "Богатое", МУП "Водоканал", скважина; 2) г. Лиски, ул. Вишнёвая, 19, водоразборная колонка; 3) г. Лиски, ул. Кирова, 27, водоразборная колонка; 4) г. Лиски, ул. Свердлова, 60, водоразборная колонка; 5) р.п. Давыдовка, ул. Советская, 15, скважина; 6) р.п. Давыдовка, ул. ПМК-6, водоразборная колонка; 7) р.п. Да-

выдовка, ул. Филипченко, 1, водоразборная колонка; 8) р.п. Давыдовка, ул. Пролетарская, 27, водоразборная колонка; 9) г. Лиски, пер. Тимирязева, 60, водозабор "Песковатский", МУП "Водоканал", скважина; 10) г. Лиски, ул. Краснознамённая, 134, водоразборная колонка; 11) г. Лиски, ул. Песчаная, 12, водоразборная колонка; 12) г. Лиски, ул. Красная, 62, водоразборная колонка. Систематический мониторинг качества питьевой воды в районе ведется по 15-ти показателям, в том числе по 3-м микробиологическим. Обобщение данных показало, что имеются факты превышений гигиенических нормативов качества питьевой воды по показателю жесткости – до 1,4 раза и содержанию нитратов – до 1,8 раза (табл. 2).

Таблица 2

Результаты мониторинга качества питьевой воды на территории Лискинского района

Показатель и единица измерения	Фактическое значение показателя		Гигиенический норматив ^{*)}	Отношение максимального значения к нормативу
	мин.	макс.		
запах, балл	0	0	2	0,0
привкус, балл	0	0	2	0,0
цветность, градусы цветности	1	6,8	20	0,3
мутность, ЕМФ (единицы мутности по формазину)	1	1	2,6	0,4
аммиак, мг/дм ³	0,1	0,1	2	0,1
бор, мг/дм ³	0,1	0,1	0,5	0,2
железо (суммарно), мг/дм ³	0,05	0,14	0,3	0,5
жесткость, мг-экв./дм ³	4,85	9,95	7	1,4
марганец, мг/дм ³	0,01	0,01	0,1	0,1
нитраты, мг/дм ³	7,41	80,0	45	1,8
нитриты, мг/дм ³	0,003	0,003	3	0,0
фтор, мг/дм ³	0,13	0,38	1,5	0,3
общие колиформные бактерии (ОКБ), число бактерий в 100 мл	0	0	0 (отсутствие)	-
термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ), число бактерий в 100 мл	0	0	0 (отсутствие)	-
общее микробное число (ОМЧ), число образующих колонии бактерий в 1 мл	2	12	50	0,2

^{*)} по СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль

качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения.

Детальный анализ показывает, что превышения норматива жесткости зарегистрированы в 6 из 12 мониторинговых точек: р.п. Давыдовка, ул. Советская, 15, скважина (до 1,3 раз), р.п. Давыдовка, ул. Филипченко, 1, водоразборная колонка (до 1,4 раз), р.п. Давыдовка, ул. Пролетарская, 27, водоразборная колонка (до 1,4 раз), г. Лиски, пер. Тимирязева, 60, водозабор "Песковатский", МУП "Водоканал", скважина (до 1,4 раз), г. Лиски, ул. Краснознаменная, 134, водоразборная колонка (до 1,4 раз), г. Лиски, ул. Красная, 62, водоразборная колонка (до 1,4 раз). Стабильность превышения норматива жесткости питьевой воды говорит об имеющем месте проблеме и повышенном риске для здоровья населения.

Факты превышения содержания нитратов в питьевой воде выявлены в 2-х из 12-ти мониторинговых точек: р.п. Давыдовка, ул. Филипченко, 1, водоразборная колонка (до 1,7 раз), р.п. Давыдовка, ул. Пролетарская, 27, водоразборная колонка (до 1,8 раз).

Систематический мониторинг уровня загрязнения почвы на территории Лискинского района ведется только в г. Лиски в 6 мониторинговых точках – территориях детских дошкольных учреждений и зонах рекреации: 1) ул. Свердлова, 43, детский сад №9; 2) ул. Олега Кошевого, 1, детский сад №1 3) ул. 40 лет Победы, 3, спортивный комплекс; 4) ул.40 лет Победы, 46, детская площадка; 5) пляж «Военка» на озере Богатое; 6) ул. Трудовые резервы, городской парк.

Мониторинг ведется по 15-ти показателям, в том числе по 5-ти микробиологическим (табл. 3).

В целом, по контролируемым показателям качество почвы в мониторинговых точках соответствует нормативам как по химическим, так и по микробиологическим показателям.

Таким образом, по результатам имеющейся информации о состоянии окружающей среды, можно сделать вывод, что приоритетным неблагоприятным фактором для здоровья населения на территории Лискинского района является неудовлетворительное качество питьевой воды в некоторых водоисточниках по санитарно-химическим показателям (жесткость, нитраты).

В методическом плане следует отметить имеющуюся неопределенность, обусловленную, прежде всего, крайне ограниченным чис-

лом точек контроля и ограниченной областью аккредитации лаборатории.

Таблица 3

Результаты мониторинга качества почвы на территории
города Лиски

Показатель и единица измерения	Фактическое значение показателя		Санитарно-гигиенический норматив ^{*)}	Отношение максимального значения к нормативу
	мин.	макс.		
бенз(а)пирен, мг/кг	0,005	0,005	0,02	0,3
кадмий, мг/кг	0,1	0,1	0,5	0,2
марганец, мг/кг	2	19	700	0,0
медь, мг/кг	0,1	0,1	3	0,0
мышьяк, мг/кг	0,5	0,5	2	0,3
никель, мг/кг	1	1	4	0,3
ртуть, мг/кг	0,2	0,2	2,1	0,1
свинец, мг/кг	0,2	0,2	32	0,0
фтор, мг/кг	1	1	2,8	0,4
цинк, мг/кг	6	14	23	0,6
рН, ед.	5,3	7,3	-	-
индекс бактерий группы кишечных палочек (БГКП), клеток/г почвы	<10	<10	<10	1,0
индекс энтерококков (фекальных стрептококков), клеток/г почвы	<10	<10	<10	1,0
патогенные бактерии, клеток/г почвы	0	0	0	-
яйца гельминтов, экз./кг	0	0	0	-
цисты кишечных патогенных простейших, экз./100 г	0	0	0	-

^{*)} химические показатели по ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве; микробиологические показатели по СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы.

Необходимо также обратить внимание, что в территориальный отдел Управления Роспотребнадзора по Воронежской области в Лискинском, Бобровском, Каменском, Каширском, Острогожском районах поступают жалобы на неприятные запахи от населения, проживающего вблизи ООО «Лиско-Бройлер». На территории предприятия имеется цех по переработке отходов животного проис-

хождения. Одним из приоритетных загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах предприятия, является аммиак. Его, в ближайшей перспективе, необходимо включить в перечень контролируемых загрязнителей, а также пересмотреть проект санитарно-защитной зоны предприятия, внедрить более совершенные технологии очистки газовых выбросов.

Экологической проблемой Лискинского района также можно считать несанкционированные свалки твердых бытовых отходов на улицах В. Буракова, 40 лет Октября, М. Жукова и других, которые периодически убираются коммунальными службами, но затем снова стихийно возникают.

Перспективными являются также целевые исследования по изучению воздействия неблагоприятных факторов, связанных с развитыми железнодорожными магистралями – загрязнением почвы, шумовым воздействием на население, проживающего вблизи железнодорожных магистралей.

АНАЛИЗ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ РЕК ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.И. Прожорина, С.А. Куролап, Т.В. Нагих

Важной составной частью поверхностных природных вод являются малые реки, длиной до 100 км, количество которых на территории Российской Федерации составляет около 99% от общего количества речных водотоков. Малые водотоки имеют большое хозяйственное и рекреационное значение, так как они питают крупные реки, повышая их водность, придают оригинальность географическому ландшафту. В то же время реки такого типа наиболее уязвимы и восприимчивы к изменению природных компонентов окружающей среды и антропогенному воздействию [5].

Воронежская область относится к числу промышленно развитых и сельскохозяйственных регионов, поэтому антропогенное давление на водные объекты проявляется особенно сильно в бассейнах малых рек. Регион находится в зоне с недостаточным увлажнением, так как большая часть выпадающих осадков испаряется. На каждого жителя Воронежской области приходится примерно 1500 м³ воды. Это один из самых низких показателей в ЦЧР и в целом по России. За последние годы состояние малых рек области резко ухудшилось и наблюдается их деградация: русла рек обмелели и отмирают; речные потоки истощаются. С момента выхода «Гидрологической изученности Донского района» (1964) и до 2008 года с территории Воронежской области исчез 31 водоток длиной от 10 до 27 км [2].

На территории региона в настоящее время насчитывается 821 единица очень малых водотоков длиной до 5 км. Следом по области протекает 188 малых рек длиной от 5,1 до 10 км. Очень малые водотоки протяженностью до 10 км в количестве 1009 единиц составляют абсолютное большинство (84,3%). Далее 128 рек входит в категорию от 10,1 км до 25,0 км; 60 рек имеют протяженность свыше 25,0 км, среди них 27 водотоков длиной от 25,1 до 50,0 км и 23 водотока длиной от 50,1 до 100 км [3].

К малым рекам относятся большинство водотоков области: Россошь, Ивница, Толучеевка, Хворостань, Хава, Девица (Нижняя Девица), Чигла и другие [11].

Одной из основных причин снижения качества поверхностных водных ресурсов является антропогенное воздействие на реки. Наглядным примером является вырубка охраняющего воду леса,

который в лесостепной зоне увеличивает количество выпадающих осадков и способствует меньшему заилению русловой емкости. Поэтому в недалеком прошлом небольшие, но полноводные реки Богучарка, Толучеевка, Чигла, Тишанка, Эртиль, Осередь и многие другие сейчас почти неузнаваемы. Они загрязняются неочищенными стоками, заволакиваются песком и илом, интенсивно зарастают водной растительностью [12].

К загрязнению и деградации малых рек Воронежской области приводят следующие антропогенные воздействия:

- 1) неэффективная работа или отсутствие локальных очистных сооружений;
- 2) сбросы производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод без очистки;
- 3) отсутствие очистных сооружений поверхностного стока в городах;
- 4) захламление русел рек отходами производства и потребления;
- 8) вырубка пойменных лесов в водоохранных зонах водных объектов;
- 9) строительство дамб и запруд в балках и в руслах рек;
- 5) загрязнение и нарушение режима использования водоохранных зон водных объектов, засорение водосбросной площади водных объектов, в том числе распашка земель сельскохозяйственного назначения;
- 6) необоснованное осушение пойменных болот и земель (реки Подгорная, Потудань, Икорец, Тихая Сосна, Россошь, Толучеевка, Богучарка);
- 7) спрямление русел, приводящее к интенсивному размыву берегов рек (р. Черная Калитва в Россошанском районе) [14].

Под действием антропогенных факторов наблюдается сокращение минимального летнего расхода воды в реках Воронежской области. Особенно остро это проявляется на таких малых реках как Девица, Осередь и других. Многие малые реки превратились фактически во временные водотоки либо исчезли полностью. Наибольшему изменению подверглись бассейны рек Богучарки, Черной Калитвы, Толучеевки, которые протекают в южной и юго-восточной частях области.

К основным признакам деградация малых рек можно отнести:

- обмеление русла при его заилении или занесении песчаными наносами;
- химическое, тепловое, биологическое и т.п. загрязнения;
- подпор грунтового потока в пределах поймы;
- заболачивание и засоление поймы;

- видоизменение фито- и зообиоценозов в пределах русла и поймы [6].

В большей степени деградация речной сети затронула южные районы региона. Уже два десятилетия продолжается цикл маловодных лет, поэтому если средние реки не получают необходимое "питание" от малых рек, то они также деградируют.

По данным специалистов Управления Росприроднадзора по Воронежской области качество воды поверхностных водных объектов региона не отвечает требуемым нормативам, так, например, вместо категории «чистая», большинство рек относятся к категории «умеренно загрязненная» по следующим показателям: органические вещества (по БПК₅), нефтепродукты, медь, азот аммонийный, железо [4, 10].

Таким образом, мероприятия по охране водных ресурсов региона в целом обязательно должны включать такую меру, как защиту малых водотоков от загрязнения и деградации. Поэтому одной из первоочередных природоохранных задач региона является мониторинг и контроль за качеством природных вод, что подтверждает актуальность выбранной темы исследования.

Цель данной работы заключалась в исследовании влияния антропогенной нагрузки на экологическое состояние малых рек Воронежской области на основании результатов визуального обследования водотоков и инструментально-лабораторных исследований химического состава речных вод.

В качестве объектов исследования были выбраны десять малых водотоков, протекающих по территории интенсивного агропромышленного освоения шести муниципальных районов Воронежской области, перечень которых приведен в таблице 1.

Для отбора проб воды и визуального обследования водоемов предприняты экспедиционные обследования летом 2016, 2017 и 2018 гг. Последующие экспериментальные исследования выполнены в соответствующие временные периоды на базе аттестованной эколого-аналитической лаборатории факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета.

Всего отобрано и проанализировано 28 разовых проб воды, отбор которых осуществлялся на расстоянии 1,5–2,0 м от берега реки, с поверхностного слоя 30–50 см с помощью батометра. Отобранные пробы воды доставлялись в лабораторию и на следующий день анализировались. Каждая проба анализировалась в 2-х кратной повторности по 16 показателям. Итого было выполнено 896 анализов. В работе использовались следующие методы анализа: органолептические

ский (цветность, запах, прозрачность, осадок); потенциометрический (рН); кондуктометрический (общая минерализация), титриметрический (хлориды, сульфаты, гидрокарбонаты, общая жесткость, кальций-ион), колориметрический (аммонийный азот, нитриты, нитраты, общее железо) и расчетный (магний-ион) [8, 9].

Таблица 1

Общие сведения об исследуемых малых реках

№	Река	Приток	Протяженность, км	Район исследования	Кол-во проб
1	Р. Хворостань	Левый приток р. Дон	79	Лискинский	2
2	Р. Икорец	Левый приток р. Дон	97	Лискинский	3
3	Р. Тамлык	Левый приток р. Хава	57	Новоусманский	3
4	Р. Хава	Левый приток р. Усмань	97	Новоусманский	3
5	Р. Ивница	Левый приток р. Воронеж	23	Рамонский	2
6	Р. Усмань	Левый приток р. Воронеж	151	Рамонский	2
7	Р. Чигла	Левый приток р. Битюг	75	Таловский	2
8	Р. Сухая Россошь	Левый приток р. Черная Калитва	70	Россошанский	3
9	Р. Девица	Правый приток р. Дон	89	Нижнедевицкий	5
10	Р. Толучеевка	Левый приток р. Дон	142	Калачеевский	3

Проведение органолептических исследований, к которым относится визуальная оценка цветности воды, прозрачности, интенсивности запаха и количества осадка, является первым этапом оценки качества воды [7]. Известно, что для вод рыбохозяйственного назначения органолептические показатели не нормируются, однако их повышенные значения могут косвенно свидетельствовать о загрязнении воды.

Химический анализ воды проводился для ряда наиболее приоритетных компонентов, определяющих качество и экологогигиеническую безопасность воды. На основании полученных результатов химического состава проб воды был проведен сравнительный анализ содержания определяемых ингредиентов в сравне-

нии с предельно-допустимыми концентрациями (ПДК) загрязняющих веществ для водоемов рыбохозяйственного назначения.

Проведенные исследования позволили обобщить полученные результаты и сформулировать следующие закономерности формирования качества вод малых рек Воронежской области.

1. Визуальное обследование рек показало, что под влиянием природных, но еще больше антропогенных воздействий, экологическое состояние малых рек Воронежской области ухудшается: повсеместно наблюдается процесс эвтрофикации; речные потоки истощаются, русла рек сильно мелеют, заволакиваются песком и илом, интенсивно зарастают водной растительностью (рис.1).

2. О загрязнении вод малых водотоков косвенно свидетельствует тот факт, что практически все исследуемые пробы воды имеют неудовлетворительные органолептические показатели.

3. Наиболее существенное антропогенное преобразование испытывают малые реки, нередко принимающие основные объемы сточных вод. В малых реках, протекающих через промышленные и жилые зоны, происходит коренное преобразование гидрохимического режима. Увеличивается минерализация воды, изменяется соотношение главных ионов.

Так, из 10 исследуемых водотоков, воды 7 малых рек относятся к категории «жесткие» (реки Хворостань, Хава, Сухая Россошь, Икорец) и «очень жесткие» (реки Чигла, Толучеевка, Тамлык). Реки Сухая Россошь и Толучеевка имеют высокую минерализацию, превышающую норматив в 1,2 раза; 7 малых рек имеют повышенное содержание *сульфат-иона*, превышающего норматив от 1,1 до 1,45 раза (реки Сухая Россошь, Толучеевка, Усмань, Хава, Икорец, Хворостань, Девица).

4. Химический состав проб воды малых рек выявил повсеместные превышения содержания общего железа, что, по-видимому, обусловлено природным происхождением, характерным для воронежских вод, однако, не исключены антропогенные источники поступления. Значения фактических концентраций *железа* колеблются от 1,1 до 20 ПДК. Максимальные значения выявлены для вод рек Усмань (1,9 ПДК), Икорец (2,4 ПДК), Хава (2,7 ПДК), Чигла (2,7 ПДК), Толучеевка (2,8 ПДК), Хворостань (3,7 ПДК), Ивница (5,2 ПДК), Девица (20 ПДК).



А) Зарастание р. Хава в с. Успенская Хава (Новоусманский район)



Б) Цветение р. Игорец в пос. Стрелка (Лискинский район)



В) Мелководье р. Тамлык в с/х «Крыловский» (Новоусманский район)



Г) В с. Кучугуры р. Девица превратилась в ручей (Нижнедевицкий район)



Д) Зарастание камышом р. Чигла в селе Новая Чигла (Таловский район)



Е) Захламление бытовыми отходами р. Толучеевка в г. Калач (Калачеевский)

Рис. 1. Визуальное обследование малых рек Воронежской области

5. Химический состав проб воды выявил повсеместные превышения содержания соединений нитритного и аммонийного азота, источниками поступления которых являются стоки с сельскохозяй-

ственных полей, содержащие минеральные и органические удобрения; сточные воды от животноводческих комплексов; стоки с пастбищ и мест скопления скота, а также бытовые и хозяйственно-канализационные стоки. Высокое содержание азотистых соединений в водах является основной причиной интенсивного процесса эвтрофикации [1].

По *нитрит-ионам* выявлены повсеместные превышения нормативов от 1,1 до 5,6 ПДК. Максимальные значения концентрации нитритов выявлены для вод рек Хворостань (4,75 ПДК), Хава (4,9 ПДК), Сухая Россошь (5,1 ПДК), Девица (5,6 ПДК).

Значения фактических концентраций *аммоний-иона* колеблются от 1,1 до 13,34 ПДК. Максимальные значения выявлены для вод рек Девица (5,4 ПДК), Сухая Россошь (5,5 ПДК), Икорец (6 ПДК), Хворостань (9 ПДК), Толучеевка (11,7 ПДК), Хава (13,34 ПДК).

Таким образом, об ухудшении качества вод малых рек Воронежской области свидетельствует повышенный рост концентраций загрязняющих веществ в исследуемых пробах воды. Поэтому в целях предотвращения их деградации и исчезновения требуются неотложные водоохранные мероприятия.

С 2010 года приказом Управления по экологии и природопользованию Воронежской области утверждена региональная программа «Стратегия развития малых рек Воронежской области на период до 2020 года» [13], в которой предусмотрено выполнение следующих основных мероприятий:

- разработка планов охраны малой реки и организация управления использованием ее вод и долины;
- очищение русел малых рек и озер от скопившегося мусора ТБО;
- контроль за размещением по реке складов удобрений, ферм, предприятий, домов отдыха, пионерских лагерей, за их эксплуатацией, водного источника и его охраной;
- контроль за санитарным состоянием берегов и поймы, особенно в туристический сезон;
- контроль за техническим состоянием вдоль переправ и береговых дорог;
- запрет мойки автомашин у реки, ограничение использования моторных лодок;
- возрождение и очистка родников;
- охрана флоры и фауны береговой зоны, воспроизводство рыбных запасов;

- контроль за разработкой стройматериалов (песка, гравия) в русле и на пойме; борьба с водной и ветровой эрозией в долине реки;
- посадка леса и кустарника вдоль русел малых рек;
- выпас скота на пойме в специально оборудованных местах и другие.

Департамент по экологии и природопользованию Воронежской области проводит работу по расчистке русел малых рек. Например, в ходе оптимизации пропускной способности русел рек в 2015 году были выполнены следующие мероприятия:

- проведены инженерные изыскания с целью разработки проектной документации «Расчистка русла р. Икорец в Лискинском и Бобровском районах Воронежской области»;

- завершены работы по расчистке русла р. Усмань территории г. Воронежа, расчищено 6,565 км русла реки;

- проведены подготовительные работы по расчистке русла реки Толучеевка в г. Калач Калачеевского района;

- проведена разбивка участка реки на пикеты, выполнено обустройство карт намыва, необходимых для расчистки русла реки Усмань территории г. Воронежа;

- выполнены подготовительные работы и расчистка 3,0 км русла реки Подгорная в г. Калач Калачеевского района [4].

В целях снижения наносимого малым рекам ущерба от сброса недостаточно очищенных сточных вод Управление Росприроднадзора по Воронежской области ведет постоянный контроль за строительными-монтажными работами на очистных сооружениях области. Так, например, введены в эксплуатацию сооружения биологической очистки в городах Калач и Бобров; пгт. Верхняя Хава и Новая Усмань, что позволило улучшить санитарное состояние и гидрохимический режим рек Хава, Усмань, Подгорная, Икорец.

Таким образом, проведенные исследования подтверждают, что возрастающая антропогенная нагрузка приводит к загрязнению и деградации малых рек, что сильно влияет на качество речных вод региона в целом. Большинство исследуемых проб воды имеют неудовлетворительные органолептические показатели, что косвенно свидетельствует о загрязнении вод малых водотоков. По гидрохимическому составу реки можно классифицировать как «жесткие» (реки Хава, Икорец, Хворостань, Сухая Россошь) и «очень жесткие» (реки Тамлык, Чигла, Толучеевка). Реки Сухая Россошь и Толучеевка имеют повышенную минерализацию (превышение ПДК 1,2 раза), а 7 малых рек имеют повышенное содержание *сульфат-иона*, превышающего норматив до 1,50 раз (реки Усмань, Хава,

Икорец, Хворостань, Девица, Сухая Россошь, Толучеевка). Концентрации *железа* в воде варьируют от 1,1 до 20 ПДК, особенно возрастая в воде рек Ивница и Девица (от 5 до 20 ПДК). Химический состав проб воды выявил повсеместные превышения содержания соединений нитритного и аммонийного азота, что свидетельствует о высоком риске загрязнения водоемов бытовыми и хозяйственно-канализационными стоками, а также сельскохозяйственными стоками с полей и от животноводческих комплексов.

Важнейшим условием эффективной региональной водохозяйственной политики является постоянный мониторинг и контроль за состоянием малых рек, которые помогут выявить источники и причины загрязнения поверхностных вод, оценить их настоящее экологическое состояние и сделать прогноз на будущее [6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Бугреева М.Н. Особенности загрязнения гидросферы промышленными и бытовыми стоками / М.Н. Бугреева, А.Е. Спиридонов, Т.Ю. Минакова // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Серия Геология. – 2003. - № 2. - С. 218-224.

2. Дмитриева В. А. Гидрологическая изученность Воронежской области. Каталог водотоков / В.А. Дмитриева. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2008. - 225 с.

3. Дмитриева В.А. Водные ресурсы Воронежской области в условиях меняющегося климата и хозяйственной деятельности: монография / В.А. Дмитриева. - Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2015. - 192 с.

4. Доклад о состоянии окружающей среды на территории Воронежской области в 2016 году / Департамент природных ресурсов и экологии Воронежской области. – Тамбов:ООО «ТПС»,2017. - 208с.

5. Жигулина Е.В. Рекреационные особенности ландшафтов бассейнов малых рек Воронежской области / Е.В. Жигулина // Рекреация и туризм в регионе: современные проблемы развития, территориальной организации и управлени: мат. межд. науч.-практ. конф. (20-21 окт. 2010, г. Воронеж). – Воронеж, 2010. – С. 222-225.

6. Крыловец Н.Г. Проблемы сохранения полноводности и чистоты малых рек / Н.Г. Крыловец // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в европейской России и сопредельных странах: Материалы V межд. науч. конф. (28-31 окт. 2013, г. Белгород). – Белгород, 2013. – С. 88-90.

7. Маслова М.О. Эколого-аналитическая оценка качества вод рекреационных зон ближнего Подворонежья / М.О. Маслова, Т.И. Прожорина, Н.И. Якунина // Вестник Воронежского государственного университета. Серия География. Геоэкология. – 2014. - № 4. - С. 48–56.

8. Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами / А.Г. Муравьев. – Санкт-Петербург: Крисмас+, 2009. – 218 с.

9. Петин А.Н. Анализ и оценка качества поверхностных вод / А.Н. Петин, М.Г. Лебедева, О.В. Крымская. – Белгород : Изд-во БелГУ, 2006. – 252 с.

10. Прожорина Т.И. Экологическая оценка качества вод рек Ближнего Подворонежья / Т.И. Прожорина, В.А. Кочетова, Е.Ю. Гонтаренко // Развитие современной науки: теоретические и прикладные аспекты. Сборник статей студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых и преподавателей / Под общ. ред. Т.М. Сигитова. - Пермь, 2017. – С. 42–44.

11. Эколого-географический атлас-книга Воронежской области / под ред. В.И. Федотова. – Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 2013. – 514 с.

12. Смольянинов В.М. Интегральные показатели в оценке антропогенного давления на территорию речных водосборов Воронежской области / В.М. Смольянинов, С.В. Щербинина // Эколого-географические исследования в речных бассейнах: материалы четвертой всероссийской научно-практической конференции (Воронеж, 26-28 сент). - Воронеж, 2014. - С. 191–196.

13. Стратегия развития малых рек Воронежской области на период до 2020 года / Управление по экологии и природопользованию Воронежской области. - Воронеж, 2010.

14. «Экологическое состояние поверхностных вод Воронежской области; антропогенные условия». Электронный ресурс. - URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx=603709> (дата обращения: 7.05.2018).

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СБРОСОВ ЛИСКИНСКИХ ГОРОДСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА КАЧЕСТВО ВОД РЕКИ ДОН (ПО МАТЕРИАЛАМ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ)

Т.И. Прожорина, Т.В. Нагих, Д.С. Квашнин

Вода является важнейшим ресурсом на планете, благодаря которому все потребности общества нормально функционируют. Степень их функционирования напрямую зависит от качества воды в водных объектах, которое, в свою очередь, зависит от качества сбрасываемых сточных вод с промышленных предприятий и поступающих коммунальных стоков.

На сегодняшний день экологическое состояние поверхностных вод вызывает опасение. Это связано с тем, что в водоемы поступает большое количество веществ, не свойственных им, которые ухудшают их качество и тем самым оказывают негативное влияние на организмы, живущие в воде.

Использование воды в народном хозяйстве является одним звеном в круговороте воды. Но антропогенное звено отличается от природного тем, что только часть воды, взятая человеком, возвращается в атмосферу в результате испарения, в первоначальном виде; остальная часть, идущая на водообеспечение промышленных предприятий, поступает в водоемы загрязненная отходами производства.

Мировое хозяйство сбрасывает около 1500 млн. м³ в год. Сбрасываемые воды имеют разную степень очистки и требуют разбавления в 50-100 раз.

Исходя из этого можно сделать вывод о том, что в настоящее время вопросы о рациональном использовании водных ресурсов является приоритетными. Необходимо снизить антропогенную нагрузку, а также улучшить мероприятия по очистке сточных вод и внедрить новые технологии на централизованных и локальных очистных сооружениях [8].

В качестве объекта исследования были выбраны Лискинские очистные сооружения (ЛОС) Воронежской области, входящие в структуру муниципального унитарного предприятия (МУП) «Водоканал» города Лиски, которые эксплуатируются с 1985 года. Проектная производительность - 25000 м³/сут., фактическая производительность - 15000 м³/сут.

Общий вид и схема очистных сооружений показаны на рисунках 1 - 2.



Рис. 1. Аэрокосмический снимок очистных сооружений города Лиски

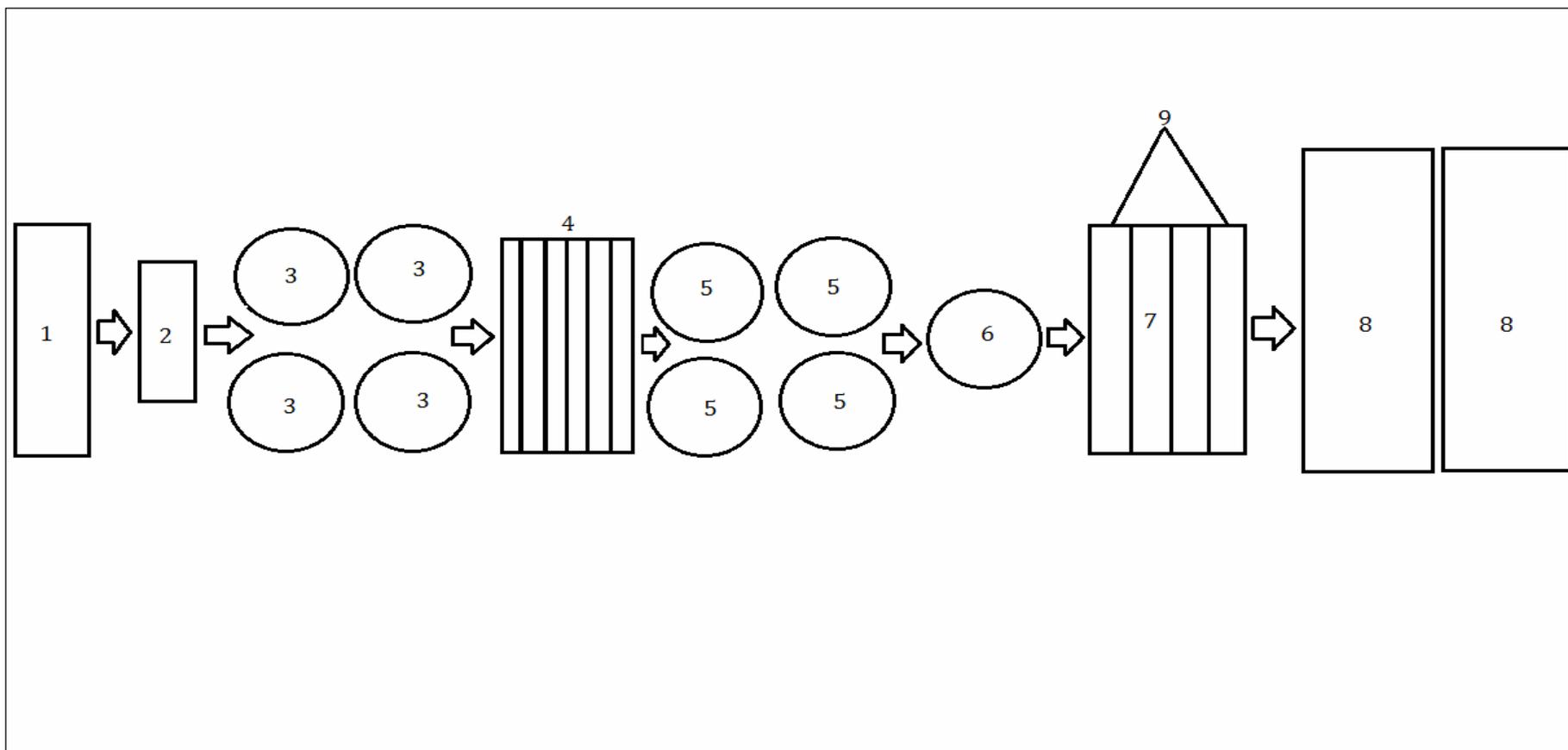


Рис. 2. Схема очистных сооружений города Лиски

1-цех механического обезвоживания; 2-песколовки; 3-отстойники канализационные реактивные; 4-аэротенки; 5- отстойники канализационные реактивные вторичные; 6-метатенки; 7-иловые карты; 8-пруд-отстойник и площадка для временного хранения избыточного активного ила

Загрязнения городских сточных вод, поступающих на очистку, в значительной степени представлены продуктами жизнедеятельности человека (60% - хозяйственно-бытовые, 40% - промышленные предприятия).

Технологическая схема очистки промышленных и коммунально-бытовых сточных вод включает 3 этапа.

1. *Механическая очистка* путем осаждения твердой фазы из загрязненных стоков с помощью решетки и песколовки. Далее сточная вода поступает в первичные отстойники.

2. *Биологическая очистка* от органических веществ за счет активного ила, процесс ведут в аэротенках. Далее сточная вода поступает во вторичные отстойники.

3. *Обеззараживание сточных вод* в биологических прудах как естественный биоценоз, а также обеззараживание хлором и его соединениями, в том числе и гипохлоритом натрия [1].

Обеззараженная вода по самотечному коллектору поступает в р. Дон.

Лабораторный контроль за соответствием степени очистки сточных вод ведётся лабораторией очистных сооружений г. Лиски. Для этих целей лаборатория постоянно проводит количественный химический анализ сточных вод, поступающих на очистку, а также на выпуске в р. Дон. Отчетность по химическому составу (по 21 основному показателю) поступающих и очищенных сточных вод проводится в лаборатории с периодичностью 1 раз в неделю [6].

Так как ежегодно усиливается негативное влияние городских стоков на состояние природных вод, то необходимо уделять большое внимание очистке сточных вод. Это связано с тем, что низкая эффективность работы очистных сооружений или же их отсутствие приводят к тому, что очистка стоков недостаточно совершенная, и до 20 % загрязнителей остаются в воде. Поэтому данная проблема является *актуальной*.

Цель работы заключалась в исследовании влияния стоков Лискинских городских очистных сооружений на качество вод реки Дон на основании:

- результатов визуального обследования исследуемого участка реки Дон;
- результатов химического анализа проб воды;
- расчета эффективности работы Лискинских очистных сооружений.

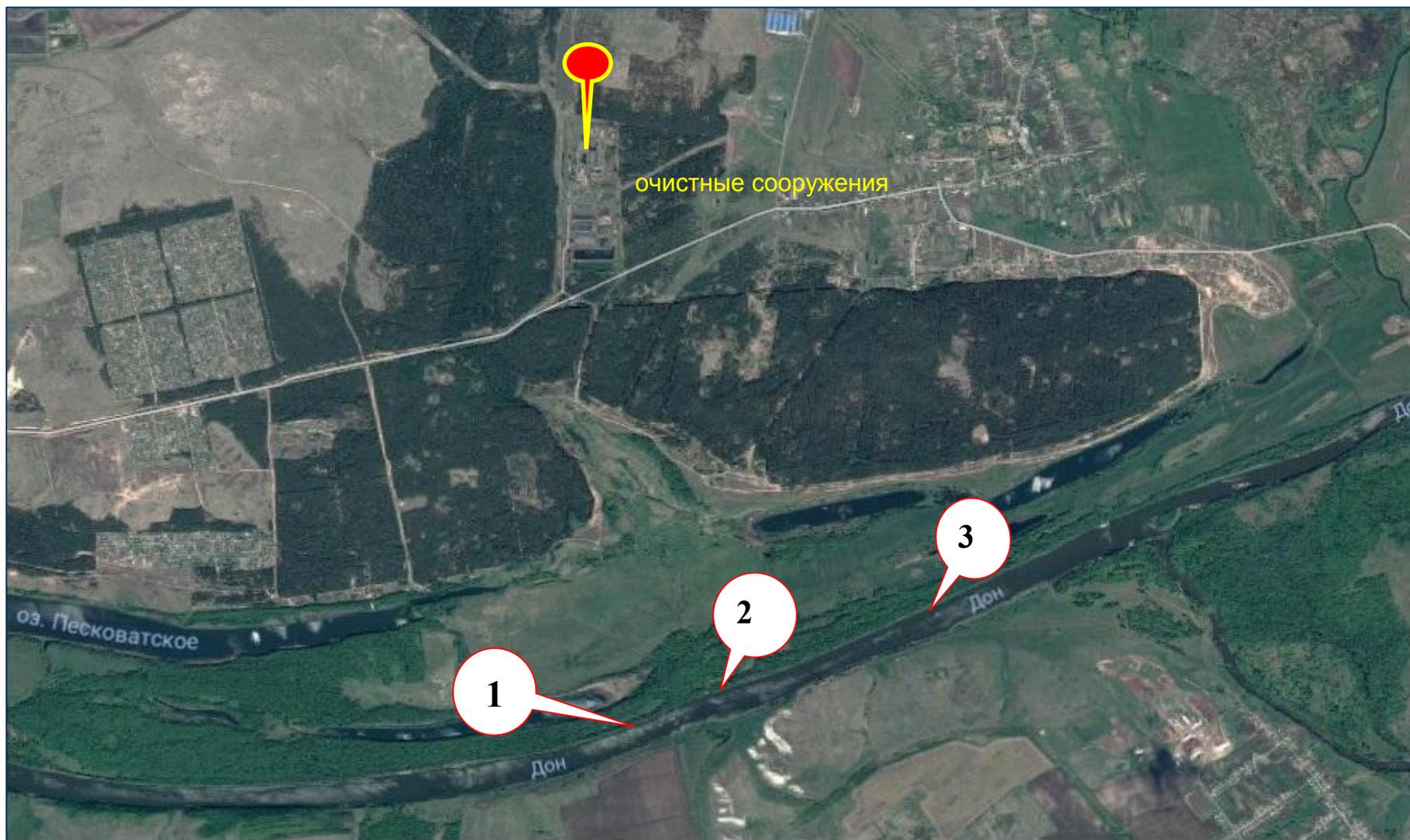
Степень антропогенной нагрузки на р. Дон очень высока, так как по берегам расположено много поселков, промышленных и сельскохозяйственных предприятий, реку пересекают автомобильные трассы. Основным источником загрязнения реки является сброс недостаточно очищенных коммунально-промышленных сточных вод и неочищенного поверхностного стока [3].

Чтобы судить о степени загрязнения р. Дон под влиянием сбросов очистных сооружений, нами был выбран 1,5 км участок бассейна реки Дон, который является приемником сточных вод, прошедших очистку на очистных сооружениях г. Лиски Воронежской области. На исследуемом участке были отобраны пробы воды и проведено сравнение фоновых показателей (на 500 м выше источника загрязнения) с показателями качества воды в пробах, отобранных непосредственно в месте сброса и на 1000 м ниже источников загрязнения [5].

В соответствии и требованиями ГОСТа [2] авторами работы в ходе экспедиционных исследований 10.07. 2018г. было отобрано 9 разовых проб воды из р. Дон (по 3 в каждой точке отбора). Однако прежде, чем провести отбор проб, были детально изучены аэрофотоснимки расположения очистных сооружений и мест выпуска сточных вод с помощью приложения GoogleMap.

Места отбора проб воды показаны на рисунке 3.

Химический анализ некоторых загрязнителей исследуемых проб воды проводился в аттестованной (свидетельство №217.001/11) эколого-аналитической лаборатории факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского госуниверситета с применением следующих методов анализа: органолептический (наличие осадка, цветность, прозрачность, интенсивность запаха); весовой (взвешенные вещества); титриметрический (общая жесткость, Ca^{2+} , Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-}); потенциометрический (рН); кондуктометрический (общая минерализация); фотоколориметрический ($\text{Fe}_{\text{общ}}$, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-); расчетный (Mg^{2+}) и метод аэрофотосъемки [9].



*Рис. 3. Аэрокосмический снимок очистных сооружений города Лиски
(точки отбора проб воды: № 1– на 500 м выше места сброса,
№ 2 – место сброса, № 3– на 1000 м ниже места сброса)*

Результаты визуального обследования р. Дон показали, что на исследуемом участке русло реки стало сильно зарастать водной растительностью (рис. 4 - 5), что приводит к обмелению, снижению скорости течения и, как следствие, - к снижению способности реки к самоочищению. Все приведенные далее фотографии сделаны авторами в ходе экспедиционных исследований летом 2018 г.

Кроме того обнаружено, что в водоохранной зоне р. Дон имеются несанкционированные места складирования мусора (рис. 6 - 8). Состав мусора типичный, в основном это испорченные продукты и кухонные отходы, стеклянные и пластиковые бутылки и банки, пакеты, использованная картонная тара, пустые аэрозольные, жестяные банки и т.д. [4].

Большая часть мусора не подвержена естественному процессу разложения и с течением времени без специальной утилизации будет только накапливаться на данной территории. Но опасность для реки представляют и органические отходы, продукты разложения которых могут быть смыты в реку дождевыми и талыми водами, что может активизировать процесс эвтрофикации реки в теплое



Рис.4. Зарастание берега растительностью



Рис. 5. Мелководье, зарастание водорослями



Рис. 6. Захламление реки пластиковыми отходами



Рис. 7. Захламление реки пенопластом



Рис. 8. Загрязнение берега бытовыми отходами

Первым этапом оценки качества воды является проведение органолептических исследований, к которым относится визуальная оценка интенсивности цветности воды, прозрачности, характера и интенсивности запаха и количества осадка [6].

Результаты органолептического анализа отобранных проб воды представлены в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав водных проб из р. Дон

Показатели	№ 1 На 500 м выше сброса (фон)	№ 2 В месте сброса сточных вод	№ 3 На 1000 м ниже сброса
Прозрачность, см	12,0	13,4	13,4
Осадок	Заметный песчаный бурый	Незначит. песчаный бурый	Заметный песчаный бурый
Запах, баллы	Рыбный III	Плесневый Рыбный IV	Рыбный травянистый III
Цветность, градусы	50	50	50

Из таблицы 1 видно, что во всех трех пробах наблюдается низкая прозрачность (12-13 см) и повышенная цветность (50 град) за счет преобладания большого количества песчаного осадка бурого цвета. Кроме того, в пробе №2, отобранной в месте сброса стоков с очистных сооружений, также обнаружен неприятный запах по сравнению с фоном, интенсивность которого характеризуется в IV балла (по 5-ти-балльной шкале).

Органолептические показатели не нормируются для вод рыбохозяйственного назначения, однако, их повышенные значения могут косвенно свидетельствовать о загрязнении вод.

Следующим этапом работы была оценка влияния сточных вод на химический состав воды р. Дон

Результаты химического анализа отобранных проб воды представлены в таблице 2.

На основании полученных результатов химического состава водных проб был проведен сравнительный анализ определяемых ингредиентов с предельно-допустимыми концентрациями (ПДК) загрязняющих веществ для водоемов рыбохозяйственного назначения.

Таблица 2

Химический состав водных проб из р. Дон

Показатели	№ 1 На 500 м выше сброса (фон)	№ 2 В месте сброса сточных вод	№ 3 На 1000 м ниже сброса	ПДК рыбохозяй- ственного назначения
рН	8,19	8,14	7,96	6,5-8,5
Взвешенные вещества, мг/л	33	12	29	Фон+ 0,75
Минерализация, мг/л	215	227	192	1000
Общая жесткость, ммоль/л	4,75 средняя	4,48 средняя	4,48 средняя	7,0
Ca ²⁺ , мг/л	68,1	62,1	58,1	180
Mg ²⁺ , мг/л	16,4	16,8	19,2	40
HCO ₃ ⁻ , мг/л	157,9	144,9	143,3	400
SO ₄ ²⁻ , мг/л	96	110	105	100
СГ, мг/л	18,9	31	24,1	300
Fe _{общ} , мг/л	1,85	0,55	0,34	0,1
NH ₄ ⁺ , мг/л	1,43	2,12	1,56	0,5
NO ₂ ⁻ , мг/л	0,74	4,3	1,38	0,08
NO ₃ ⁻ , мг/л	33,6	189,3	58,6	40

По результатам анализа были сделаны следующие основные выводы.

1. Фоновые значения концентраций загрязняющих веществ в исследуемом водном объекте (500 м выше сброса сточных вод городских очистных сооружений) не соответствуют нормативам для вод рыбохозяйственного назначения. В пробах воды из р. Дон обнаружены следующие превышения ПДК: NH₄⁺ - в 2,9 раза; NO₂⁻ - в 9,3 раза; Fe_{общ} - в 18,5 раза. Приведенные данные свидетельствует о загрязненности природных вод, принятых в качестве фоновых, источниками, расположенными выше по течению р. Дон.

2. Фактические концентрации загрязняющих веществ в пробе воды, отобранной непосредственно в месте выпуска сточных вод, также не соответствуют установленным нормативам. Так, например, в сточных водах очистных сооружениях установлены превышения ПДК: SO₄²⁻ - в 1,1 раза; NH₄⁺ - в 4,2 раза; NO₂⁻ - в 53,8 раза; NO₃⁻ - в 4,7 раза; Fe_{общ} - в 5,5 раза.

Результаты анализа пробы №2 свидетельствуют о *низкой эффективности* работы очистных сооружений г. Лиски.

3. В пробе воды, отобранной ниже сброса сточных вод (на 1000 м), значения исследуемых показателей превышают фоновые. Так, например, установлены следующие превышения ПДК: SO_4^{2-} - в 1,05 раза; NH_4^+ - в 3,1 раза; NO_2^- - в 17,3 раза; NO_3^- - в 1,5 раза; $\text{Fe}_{\text{общ}}$ - в 3,4 раза. Это объясняется тем, что ниже по течению не происходит полного самоочищения воды за счет перемешивания и разбавления загрязняющих веществ со свежими порциями водных потоков реки Дон.

Таким образом, повышение фактических концентраций загрязняющих веществ в пробах воды, отобранных в месте сброса и ниже сброса сточных вод, свидетельствует о том, что очистные сооружения г. Лиски являются *источником загрязнения* участка реки Дон, протекающего в пределах Лискинского района Воронежской области.

Об эффективности работы очистных сооружений можно судить по степени очистки сточных вод, сбрасываемых непосредственно в водный объект. Выявленные превышения ПДК в пробах воды, отобранных в р. Дон в месте сброса и ниже сброса сточных вод, объясняются низкой эффективностью очистки стоков на Лискинских очистных сооружениях. Чтобы подтвердить это предположение, необходимо рассчитать эффективность очистки сточных вод, сбрасываемых в р. Дон Лискинскими очистными сооружениями.

Для этих целей 10.07.2018 г. авторами работы были отобраны 2 смешанные пробы воды до и после очистки на ЛОС. Результаты химического анализа данных проб приведены в таблице 3.

Из таблицы 3 видно, что сточные воды, прошедшие очистку на Лискинских очистных сооружениях, являются *недостаточно очищенными*. Воды имеют неудовлетворительные органолептические показатели: повышенную цветность и низкую прозрачность, а также в них наблюдаются превышения ПДК по следующим ингредиентам: $\text{Fe}_{\text{общ}}$ - в 2,4 раза; SO_4^{2-} - в 1,2 раза; NH_4^+ - в 25 раз; NO_2^- - в 96,6 раза; NO_3^- - в 3,8 раза.

Эффективность очистки сточных вод по вышперечисленным ингредиентам находится в пределах (в среднем) от 24,5 до 79,2%, т.е. характеризуется как *недостаточная*. В связи с тем, что фактические концентрации загрязняющих веществ не соответствуют нормативам для вод рыбохозяйственного назначения, можно констатировать, что очистные сооружения города Лиски работают *неудовлетворительно* и являются *источником загрязнения* участка реки Дон, протекающего в пределах Лискинского района Воронежской области.

Таблица 3

Химический состав водных проб, отобранных на ЛОС

Показатели	До очистки	После очистки	ПДК рыб. хоз.	Кратность превышения ПДК после очистки	Эффективность очистки, %
Прозрачность, см	1,5	13,5			
Запах, баллы	V сероводород	III плесневый			
Осадок	Большой, черный хлопьевидн.	Отс.			
Цветность, град	80	50			
Взвешенные вещества, мг/л	361	10	Фон+ 0,75	-	97,0
pH	7,56	7,55	6,5-8,5		
Минерализация, мг/л	696	576	1000		17,2
Общая жесткость, ммоль/л	7,1 очень жесткая	6,5 жесткая	7,0		8,5
Ca ²⁺ , мг/л	91,2	90,2	180		1,1
Mg ²⁺ , мг/л	30,4	23,7	40		22,0
HCO ₃ ⁻ , мг/л	421,7	164,4	400		61,0
Cl ⁻ , мг/л	182,5	180,0	300		1,4
SO ₄ ²⁻ , мг/л	260	120	100	1,2	53,8
Fe _{общ} , мг/л	5,21	0,24	0,1	2,4	95,4
NH ₄ ⁺ , мг/л	19,6	12,5	0,5	25	36,2
NO ₂ ⁻ , мг/л	10,24	7,73	0,08	96,6	24,5
NO ₃ ⁻ , мг/л	740,5	154,3	40	3,8	79,2

Кроме того, в настоящее время идет строительство коллектора и канализационной насосной станции от туберкулезного санатория «Радон», расположенного в г. Лиски, с врезкой в горколлектор, что, в свою очередь, еще больше ухудшит степень очистки воды на ЛОС и приведет к дополнительному сбросу загрязняющих веществ в реку Дон [7]. Поэтому вопрос реконструкции и увеличения мощности городских очистных сооружений является первоочередным.

Неудовлетворительная работа очистных сооружений г. Лиски связана с тем, что городские канализационные системы, построен-

ные в 90-х годах прошлого века, работают более 30 лет, поэтому как морально, так и физически устарели [4]. Традиционно используемые технологии обработки воды недостаточно эффективны и нуждаются в современных методах.

Таким образом, результаты проведенных исследований подтверждают, что сточные воды, сбрасываемые с очистных сооружений города Лиски, оказывают негативное влияние на качество воды р.Дон.

Наиболее эффективным решением задачи охраны водных ресурсов от загрязнений сточными водами является повсеместное строительство станций механической и биологической очистки городских и локальных сооружений для производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод, а также реконструкция уже имеющихся очистных сооружений.

Одним из важных направлений деятельности Донского бассейнового водного управления является проведение работ на реке Дон. Осуществлена доработка проекта 2011 г. с учетом произошедших изменений береговой линии реки Дон в городе Павловске - уточнен участок берега, требующий проведение укрепления. В соответствии с заключением государственной экспертизы стоимость работ по укреплению 1 км берега реки Дон составляет около 200 млн руб.

С целью осуществления мер по охране водных объектов проведены инженерные изыскания с целью определения границ водоохраных зон и границ прибрежных защитных полос р. Дон в пределах Воронежской области.

В рамках осуществления защиты от негативного воздействия вод проведены инженерные изыскания и разработка проектной документации по комплексу руслорегулирующих мероприятий на участках р. Дон в районе с. Щучье Лискинского муниципального района Воронежской области и комплексу водоохраных мероприятий по предотвращению деградации протоки «Басовский рукав» у с. Басовка Подгоренского муниципального района Воронежской области.

Таким образом, выполнение работ по мониторингу состояния дна, берегов, водоохраных зон и изменений морфометрических особенностей водных объектов Воронежской области в 2016 – 2018 гг., в частности, р. Дон и его притоков, показало, что состояние рек неудовлетворительное и требует проведения водоохраных и водохозяйственных мероприятий, включающих: организацию поверхно-

стного стока; принятие мер административного характера к нарушителям режима использования водоохраных зон; восстановление и экологическую реабилитацию рек; берегоукрепительные работы, включающие планировку и крепление откосов берегов рек, подверженных размыву и обрушению.

Выводы по материалам экспедиционных исследований

В ходе выполнения экспедиционных исследований, проведенных летом 2018 г. в Лискинском районе Воронежской области, были решены следующие задачи: изучен технологический процесс очистки сточных вод на очистных сооружениях г. Лиски; рассмотрена организация контроля за степенью очистки; проведены исследования по оценке влияния стоков Лискинских очистных сооружений на качество вод р. Дон; приведен перечень мероприятий по охране р. Дон от загрязнений.

В качестве *объекта исследования* был выбран 1,5 км участок бассейна реки Дон, который является приемником сточных вод после городских очистных сооружений хозяйственно-бытовых стоков г. Лиски.

По результатам полевых и лабораторно-инструментальных исследований были получены следующие выводы.

1. Результаты *визуального обследования* р. Дон показали, что на исследуемом участке русло реки стало сильно зарастать водной растительностью, а это приводит к обмелению, снижению скорости течения и, как следствие, - к снижению способности реки к самоочищению. Обнаружено, что как в прибрежной зоне, так и в водоохранной зоне р. Дон, имеются несанкционированные места складирования мусора. Состав мусора типичный, в основном - это испорченные продукты и кухонные отходы, стеклянные и пластиковые бутылки и банки, пакеты, использованная картонная тара, пустые аэрозольные, жестяные банки и т. д.

Большая часть мусора, не подвержена естественному процессу разложения и с течением времени без специальной утилизации будет только накапливаться на данной территории. Но опасность для реки представляют и органические отходы, продукты разложения которых могут быть смыты в реку дождевыми и талыми водами, что может активизировать процесс эвтрофикации реки в теп-

лое время года, а также может привести к заболачиванию прибрежной зоны реки.

2. Результаты *органолептических исследований* показали, что во всех пробах наблюдается низкая прозрачность и повышенная цветность за счет преобладания большого количества песчаного осадка бурого цвета. Кроме того, в пробе, отобранной в месте сброса стоков с очистных сооружений, обнаружен неприятный запах по сравнению с фоном.

Органолептические показатели не нормируются для вод рыбохозяйственного назначения, однако их повышенные значения могут косвенно свидетельствовать о загрязнении вод.

3. Результаты *химического анализа* р. Дон выявили повышенный рост фактических концентраций загрязняющих веществ в пробах воды, отобранных в месте сброса и ниже сброса сточных вод по сравнению с фоновыми значениями. Это свидетельствует о том, что очистные сооружения г. Лиски являются источником загрязнения участка реки Дон, протекающего в пределах Лискинского района Воронежской области.

4. Оценка *эффективности работы* очистных сооружений показала, что сточные воды, прошедшие очистку на Лискинских очистных сооружениях, являются *недостаточно очищенными*. Воды имеют неудовлетворительные органолептические показатели: повышенную цветность и низкую прозрачность, а также в них наблюдаются превышения ПДК по следующим ингредиентам: Fe_{общ} - в 2,4 раза; SO₄²⁻ - в 1,2 раза; NH₄⁺ - в 25 раз; NO₂⁻ - в 96,6 раза; NO₃⁻ - в 3,8 раза.

Эффективность очистки сточных вод по этим ингредиентам находится в пределах (в среднем) от 24,5 до 79,2%, т.е. характеризуется как *недостаточная*. В связи с тем, что фактические концентрации загрязняющих веществ не соответствуют нормативам для вод рыбохозяйственного назначения, можно констатировать, что очистные сооружения города Лиски работают *неудовлетворительно* и являются источником загрязнения участка реки Дон, протекающего в пределах Лискинского района Воронежской области.

Таким образом, результаты проведенных исследований подтверждают, что сточные воды, сбрасываемые с очистных сооружений г. Лиски, оказывают негативное влияние на качество воды р. Дон.

Предотвратить загрязнение р. Дон на исследуемом участке, а также повысить эффективность очистки сточных вод помогут конкретные технологические мероприятия и, прежде всего, - это рекон-

струкция старых или строительство новых очистных сооружений города Лиски Воронежской области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Ю.В. Воронов. - Москва: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2009. - 704 с.

2. ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 36 с.

3. Дмитриева В.А. Водные ресурсы Воронежской области в условиях меняющегося климата и хозяйственной деятельности : монография / В.А. Дмитриева. - Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015. - 192 с.

4. Доклад о состоянии окружающей среды на территории Воронежской области в 2016 году / Департамент природных ресурсов и экологии Воронежской области. – Тамбов: ООО «ТПС», 2017. - 208 с.

5. Другов Ю.С. Экспресс-анализ экологических проб: прак. рук-во / Ю.С. Другов, А.Г. Муравьев, А.А. Родин. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 424 с.

6. Жмур Н. С. Управление процессом и контроль результата очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н. С. Жмур. – Москва: Луч, 2007. – 174 с.

7. Назаров В.Д. Физико-химические методы очистки и обеззараживания сточных вод туберкулёзных и инфекционных больниц / В.Д. Назаров, И.Ф. Гараев, М.В. Назаров // Башкирский химический журнал – Уфа, 2007. - №4, Т.14 – С. 79-92.

8. Роев Г.А. Очистные сооружения. Охрана окружающей среды / Г.А. Роев. - Москва: Недра, 2010. – 168 с.

9. Эколого-аналитические методы исследования окружающей среды: учеб. пособие / Т. И. Прожорина [и др.]. – Воронеж: Истоки, 2010. – 302 с.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ В РЕКЕ ДОН

*О.В. Клепиков, Ю.С. Калашников,
В.А. Оберемко, А.Г. Баскакова*

Река Дон – главная водная артерия Воронежской области, водоем рыбохозяйственного значения высшей категории. В пределах Воронежской области р.Дон в целом сохраняет свой состав, о чем свидетельствуют результаты гидрохимических анализов. Как в межобластном створе на границе с Ростовской областью у с. Монастырщина, так и во входящем створе на границе с Липецкой областью у с. Князево вода 3-го класса качества (загрязненная), а величина удельного комбинаторного индекса загрязнения вод – 2,171 у с. Князево и 2,177 у с. Монастырщина [1].

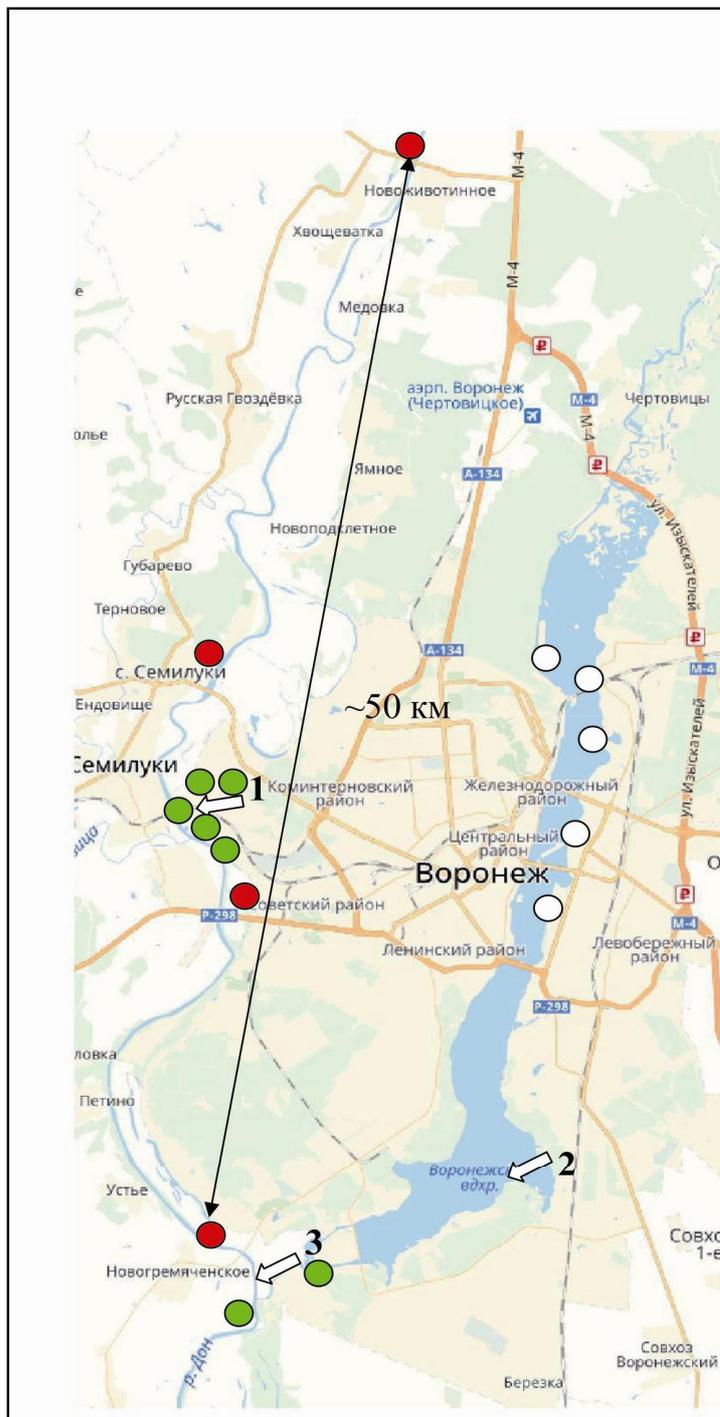
Ранее проведенные эколого-гигиенические исследования на обширной территории бассейна Верхнего Дона, на которой имеет место воздействие природных и техногенных факторов, показали ненадежность систем централизованного питьевого водоснабжения сельских районов [8], необходимость совершенствования системы мониторинга качества воды в реке Дон для получения более объективной информации [2], существующие проблемы рекреационного водопользования населения Подворонежья [3, 4, 6], а также имеющее место техногенное воздействие на качество воды притока Дона – ручья «Голубой Дунай» [7].

В продолжение этих исследований нами оценивалось качество воды Верхнего Дона на территории Рамонского, Семилукского, Хохольского и Каширского районов, а также городского округа г. Воронеж, так как именно областной центр оказывает существенное неблагоприятное влияние на качество воды в реке Дон, поскольку со значительной территории правобережной части города (Коминтерновский, Советский, Центральный, Ленинский административные районы) сточные воды через систему канализации поступают на Правобережные очистные сооружения. В свою очередь, сток с Правобережных очистных сооружений поступает в ручей «Голубой Дунай» (кадастровое название - малая река Песчаный Лог) и далее в реку Дон.

Вторым наиболее значимым аспектом влияния на качество воды в реке Дон является сброс воды с плотины Воронежского водохранилища, качество воды в котором, с учетом техногенного влия-

ния города, значительно отличается от относительно чистых природных водных объектов Воронежской области.

Обследуемый в нашей работе участок реки Дон территориально находится на территории 4-х административных районов и городского округа город Воронеж. Протяженность обследуемого участка составляет около 50 километров (рис. 1).



Система мониторинга качества воды водных объектов

- - контрольные точки отбора проб воды в реке Дон (места рекреации)
- - контрольные точки отбора проб воды в Воронежском водохранилище (места рекреации)
- - дополнительные контрольные точки для оценки качества воды

Наиболее значимые места неблагоприятного влияния на качество воды



- 1 – ручей «Голубой Дунай» со сбросами условно-чистых вод с Правобережных очистных сооружений; 2 – сброс условно-чистых вод с Левобережных очистных сооружений; 3 – сброс с плотины Воронежского водохранилища

Рис. 1. Действующая система мониторинга качества воды в водоемах (ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области») и дополнительные точки отбора проб воды

Анализ данных информационного фонда региональной системы социально-гигиенического мониторинга Воронежской области и «Водного реестра Воронежской области», ведущегося в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», показал, что в действующей региональной системе мониторинга качества воды в реке Дон имеются 4 контрольные точки отбора проб воды ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области».

При этом действующая система мониторинга качества воды в водоемах ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» ориентирована только на контроль качества воды в местах рекреации и не ориентирована на оценку влияния техногенно измененных притоков на качество воды.

Нами проведена оценка рекреационного неблагополучия мест отдыха на реке Дон по трем группам критериев (качество воды, природный комплекс, уровень техногенной нагрузки (табл. 1).

Установлено, что в настоящее время ни одно из мест не может обеспечить безопасной и комфортной среды для отдыха населения и полностью гарантировать безопасность для его здоровья, поскольку минимальной суммы рангов (4) не получило ни одно из мест рекреации.

При визуальном обследовании наиболее значимого техногенно измененного притока Дона - ручья «Голубой Дунай» со сбросами условно-чистых вод с Правобережных очистных сооружений были определены места отбора проб воды: 1) в ручье «Голубой Дунай» (Песчаный Лог) до сброса условно-чистых сточных вод с Правобережных очистных сооружений; 2) в ручье «Голубой Дунай» (Песчаный Лог) ниже сброса вод условно-чистых сточных вод с Правобережных очистных сооружений; 3) в реке Дон выше впадения в него ручья «Голубой Дунай» на расстоянии в 2,8 км, которая была принята за фоновую точку мониторинга; 4) в реке Дон в месте смешения, т.е. впадения ручья «Голубой Дунай»; 5) ниже точки впадения на расстоянии 200 метров; 6) ниже точки впадения на расстоянии в 500 м; 7) ниже точки впадения на расстоянии в 2 км.

Пробы воды в реке Дон (мониторинговые точки №3 и №7) регулярно отбираются специалистами Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области. Отбор проб в точках №1 и №2 ручья «Голубой Дунай», а также в контрольных точках №4 (место впадения ручья), №5, №6 (дополнительные контрольные точки мониторинга ниже по течению) был организован в одни и те же дни с отбором проб в точках №3 и №7 (контрольные точки систематическо-

го мониторинга, осуществляемого силами ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области»).

Таблица 1

Комплексная оценка неудовлетворительного состояния мест рекреационного водопользования реки Дон

Административный район	Место рекреационного водопользования	Качество воды *)			Природный комплекс **)					Уровень техногенной нагрузки *)				Сумма рангов ***)		
		% проб по сан.-хим. показателям Ранг	% проб по микро-биол. показателям Ранг	Ранг	Лесной массив	Луг	Живопищность окружающей среды	Сумма баллов Ранг	ТБО в месте рекреации	Неорганизованный проезд автотранспорта в пойму	Близость выпуска условно-чистых сточных вод в водоем	Сумма баллов Ранг				
Рамонский р-н	р. Дон, с.Ново-животинное (фоновая к/т)	1,9	1	13,9	1	0	0	1	1	3	1	1	0	2	2	7
Семи-лукский р-н	р. Дон - г.Семилуки (место отдыха), к/т №3	0	1	2,1	1	0	0	1	1	3	1	0	0	1	1	6
ГО г.Воронеж	р. Дон, пос. Первое мая (к/т №7)	2,9	2	8,2	1	0	0	1	1	3	1	1	1	3	3	9
ГО г.Воронеж	р.Дон, пгт. Шилово (к/т №8)	1,2	1	4,5	1	0	0	1	1	3	0	0	1	1	1	6

*) Данные ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области»;

**) 0 – фактор отсутствует, 1 – фактор имеет место;

***) – чем выше сумма рангов, тем состояние мест рекреации более неудовлетворительное.

Пробы отбирались ежемесячно в различные периоды года (весна, лето, осень) на протяжении двух последних лет. В каждой контрольной точке отобрано по 54 пробы. Кроме того, нами был расширен список контролируемых показателей, в который дополнительно было включено определение фосфат-иона, жесткости и сухого остатка.

Анализ полученных данных свидетельствует о значительном техногенном влиянии стока ручья «Голубой Дунай» смешенного со стоком с Правобережных очистных сооружений на качество воды в реке Дон практически по всем санитарно-химическим показателям (табл. 2).

Таблица 2

Результаты мониторинга оценки влияния стока с Правобережных очистных сооружений, ручья «Голубой Дунай» на качество воды в реке Дон (санитарно-химические показатели)

Показатель	ПДК или норматив ^{*)}	Ручей «Голубой Дунай»		Река Дон				
		До стока с ПОС (к/т №1)	После стока с ПОС (к/т №2)	До сброса (к/т №3)	Место смешения (к/т №4)	Ниже смешения (200 м) (к/т №5)	Ниже смешения (500 м) (к/т №6)	Ниже смешения (2 км) (к/т №7)
Аммоний-ион (NH ₄ ⁺), мг/дм ³	1,5	12,21±0,8	18,34±0,9	0,35±0,12	14,62±3,07	10,20±2,14	7,27±1,53	0,47±0,23
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,3	0,02±0,001	0,03±0,002	0,03±0,001	0,03±0,001	0,02±0,001	0,02±0,001	0,02±0,001
Нитраты (по NO ₃ ⁻), мг/дм ³	45	10,23±0,58	18,23±1,12	6,10±0,37	7,83±0,47	7,19±0,43	6,65±0,40	3,22±0,38
Нитриты (по NO ₂ ⁻), мг/дм ³	3,3	1,31±0,09	1,92±0,22	0,044±0,004	1,63±0,11	1,30±0,09	0,76±0,05	0,73±0,06
Взвешенные вещества, мг/дм ³	0,75 к фону	38,8±3,4	82,3±4,5	18,8±2,4	77,2±7,9	65,3±3,9	32,8±2,8	23,7±2,3
Хлориды, мг/дм ³	350	42,3±1,9	110,9±5,4	18,6±3,0	101,0±9,1	75,7±6,8	53,3±4,8	26,8±3,3
Сульфаты, мг/дм ³	500	50,8±3,3	64,3±5,7	37,8±2,6	54,8±8,2	50,3±7,5	41,4±8,3	40,9±5,5
Фосфат-ион, мг/дм ³	3,5	6,33±0,35	7,88±0,63	0,22±0,03	5,14±0,41	3,21±0,33	2,90±0,32	1,92±0,16
Жесткость, мг-экв./дм ³	7,0	6,2±0,9	6,7±0,8	5,0±0,8	5,8±0,8	5,4±0,8	5,2±0,7	5,1±0,7
Сухой остаток	1000	517,3±20,2	529,1±28,8	373,7±16,8	496,9±22,4	470,0±21,5	422,1±19,0	395,1±18,3
БПК, мг/дм ³	4	8,7±0,9	11,2±1,2	3,55±0,5	10,3±1,2	9,2±1,1	8,3±1,4	6,7±1,1
ХПК, мг/дм ³	30	20,9±1,8	35,8±3,7	16,5±2,2	32,3±3,2	29,5±2,8	22,3±3,3	18,7±3,1
Водородный показатель, рН, ед.	6,5-8,5 ^{**)}	7,89±0,31	8,22±0,52	7,72±0,41	8,29±0,15	7,95±0,13	7,83±0,12	7,82±0,11

^{*)} ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» и СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод»

^{**)} Интервал значений водородного показателя для природных вод 6,5-8,5

Наиболее значимое техногенное влияние ручья «Голубой Дунай» в смеси со стоком условно-чистых вод с Правобережных очистных сооружений выявлено по аммоний-иону, превышения ПДК которого отмечено в месте смешения в 9,75 раз, ниже впадения на расстоянии в 200 м (в 6,80 раз), и в 500 м (в 4,85 раз); фосфат-иону

– превышение ПДК в месте смешения в 1,47 раза, а также показателям БПК в 1,68-2,58 раза и ХПК в 1,07 раза (табл. 3).

Проведенные исследования воды на микробиологические показатели в месте смешения в летний период (к/т №4) свидетельствуют о крайне небезопасном в эпидемиологическом отношении качества воды: общие колиформные бактерии – более $2,4 \cdot 10^6$ КОЕ/100, термотолерантные колиформные бактерии – до 230 КОЕ/100мл при нормативе не более 100 КОЕ/100мл, из возбудителей кишечных инфекций обнаружена *Salmonella Thompson*.

Таблица 3

Кратность превышения гигиенических нормативов по санитарно-химическим показателям в мониторинге оценки влияния стока с Правобережный очистных сооружений, ручья «Голубой Дунай» на качество воды в реке Дон

Показатель	Ручей «Голубой Дунай»		Река Дон				
	до стока с ПОС (к/т №1)	после стока с ПОС (к/т №2)	До сброса (к/т №3)	Место смешения (к/т №4)	Ниже смешения (200 м) (к/т №5)	Ниже смешения (500 м) (к/т №6)	Ниже смешения (2 км) (к/т №7)
Аммоний-ион (NH_4^+)	8,14	12,23	0,23	9,75	6,80	4,85	0,31
Нефтепродукты,	0,07	0,10	0,10	0,10	0,07	0,07	0,07
Нитраты (по NO_3^-)	0,23	0,41	0,14	0,17	0,16	0,15	0,07
Нитриты (по NO_2^-)	0,40	0,58	0,01	0,49	0,39	0,23	0,22
Взвешенные вещества							
Хлориды	0,12	0,32	0,05	0,29	0,22	0,15	0,08
Сульфаты	0,10	0,13	0,08	0,11	0,10	0,08	0,08
Фосфат-ион (полифосфаты)	1,81	2,25	0,06	1,47	0,92	0,83	0,34
Жесткость	0,89	0,96	0,71	0,83	0,77	0,74	0,73
Сухой остаток	0,52	0,53	0,37	0,50	0,47	0,42	0,40
БПК	2,18	2,80	0,89	2,58	1,55	2,08	1,68
ХПК	0,70	1,19	0,55	1,07	0,98	0,74	0,62
Водородный показатель, рН	Не выходил за пределы диапазона природных вод Воронежской области						

Таким образом, нами обоснованы предложения по совершенствованию существующей системы мониторинга качества воды в реке Дон в месте впадения ручья «Голубой Дунай»: для получения объективной информации необходимо существующую систему мониторинга качества воды в реке Дон на данном участке дополнить тремя контрольными точками отбора проб (№4,5,6), а также осуществлять кон-

троль качества воды в ручье «Голубой Дунай» как минимум в двух контрольных точках (до впадения стока условно-чистых вод с Правобережных очистных сооружений - №1 и после места впадения - №2).

Следует увеличить периодичность отбора проб, учитывая паводковый период и межень, а также расширить перечень контролируемых загрязнителей, включив в него фосфаты, которые являются надежным индикатором загрязнения.

Вторым существенным объектом влияния на качество воды в реке Дон является сброс с платины Воронежского водохранилища, 2/3 акватории которого находится в городской черте.

На качество воды в Воронежском водохранилище влияют ливневые и талые воды, попадающие в него с территории города, а также сброс условно-чистых вод с Левобережных очистных сооружений.

Система мониторинга качества воды в Воронежском водохранилище в настоящее время включает отбор и анализ проб воды в 5 контрольных точках (местах рекреации – организованных пляжах) по 9-ти санитарно-химическим и 5 показателям эпидемиологической безопасности.

Первая контрольная точка на Воронежском водохранилище - место отдыха у санатория имени Максима Горького (пляж санатория). Расположена в верхней части водохранилища на его правом берегу. Это оборудованный песочный пляж. Есть душ. Имеются зонтики для защиты от солнечного излучения. Практически рядом корт для игры в большой теннис и детская площадка. В прокате можно взять лодку и катамаран. Имеется кафе.

Вторая контрольная точка - организованный пляж у стадиона «Локомотив» в Железнодорожном районе (район Отрожки) – песчаный пляж. Расположена в верхней части водохранилища на его левом берегу, практически напротив первой точки. Пляжная инфраструктура имеется (солнцезащитные зонтики, в пешей доступности кафе). Пляж примыкает к инфраструктуре стадиона «Локомотив», который прошел капитальное переоборудование к Чемпионату мира по футболу 2018 года как тренировочная база для команд.

Третья контрольная точка - место отдыха у парка "Дельфин" - оборудованный песчаный пляж. Расположен в средней части акватории водохранилища на его левом берегу. Есть кафе, туалет, прокат лодок и катамаранов.

Четвертая контрольная точка - место отдыха в парке "Алые паруса" - оборудованный песчаный пляж. Пляж расположен в средней части акватории водохранилища на его левом берегу. Имеется кафе, туалет, прокат лодок и катамаранов.

Пятая контрольная точка - место отдыха у ДК им. Кирова – песчаный пляж. Пляжная инфраструктура в настоящее время не развита.

Анализ данных о качестве воды в рассматриваемых местах рекреации за 2013-2017 год показывает, что из числа мониторируемых санитарно-химических показателей имелись факты превышений гигиенических нормативов по ХПК (в 2,61 раза) и БПК (в 8,33 раза). Кроме того, максимальное значение водородного показателя, равное 9,5, выходило за пределы интервала рН, характерного для природных вод Воронежского региона (табл. 4).

Средние арифметические значения показателей, включая ХПК и БПК, не превышали гигиенических нормативов качества воды для поверхностных водных объектов.

Таблица 4

Санитарно-химические показатели качества воды в местах рекреации Воронежского водохранилища (данные 2013-2017 гг.)

Показатель	Число определений	Минимум	Максимум	Среднее $M \pm m$	ПДК или норматив	Средн./норматив	Макс./норматив
Аммоний-ион (NH_4^+), мг/дм ³	189	0,02	1,39	0,10±0,05	1,5	0,07	0,93
Нефтепродукты, мг/дм ³	189	0,02	0,02	0,02±0,00	0,3	0,07	0,07
Нитраты (по NO_3^-), мг/дм ³	189	0,01	6,50	0,98±0,34	45	0,02	0,14
Нитриты (по NO_2^-), мг/дм ³	189	0,01	0,70	0,06±0,03	3,3	0,02	0,21
Взвешенные вещества, мг/дм ³	188	1,50	67,00	9,64±3,19	+0,75 к фону	-	-
Хлориды, мг/дм ³	189	7,20	74,00	25,41±2,21	300,00	0,07	0,21
Сульфаты, мг/дм ³	0	-	-	-	100,00	-	-
БПК, мг/дм ³	65	0,47	33,30	3,83±1,58	4,00	0,96	8,33
ХПК, мг/дм ³	118	6,20	78,30	20,22±3,74	30	0,67	2,61
Водородный показатель, рН, ед.	189	6,74	9,50	8,13±0,13	6,5-8,5 ^{*)}	-	

^{*)} Интервал значений водородного показателя для природных вод 6,5-8,5

Максимальные значения показателя ХПК (78,3 мг/дм³) отмечены в контрольной точке "место отдыха в парке "Алые паруса", ул. Арзамасская, 4) 22.07.2015 г., показателя БПК (33,3 мг/дм³) - в контрольной точке "место отдыха у ДК им. Кирова, ул. Набережная Авиастроителей, 4" 22.08.2013 г., водородного показателя - в контрольной точке "место отдыха у ДК им. Кирова, ул. Набережная Авиастроителей, 4" 26.05.2014 г.

Особое опасение вызывает неудовлетворительное качество воды водохранилища по микробиологическим показателям в летний период (табл. 5).

Таблица 5

Микробиологические показатели качества воды в местах рекреации
Воронежского водохранилища *)
(данные 2013-2017 гг.)

Показатель	Норматив **)	Место рекреации (место отдыха)				
		у санатория им.Горького	у стадиона "Локомотив"	у парка "Дельфин"	в парке "Алые паруса" ул. Арзамасская,4	у ДК им. Кирова ул. Набережная Авиастроителей, 4
Термотолерантные колиформные бактерии, КОЕ/100 мл	Не более 100	от 50 до 2400	от 50 до 2400	от 50 до 24000	от 50 до 24000	от 50 до 24000
Ротавирусы	отсутствии	обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
Холероподобный вибрион	отсутствии	не обнаружен	обнаружен	обнаружен	обнаружен	не обнаружен
Колифаги, БОЕ/100 мл	Не более 10	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	от 15 до 100
Антиген вируса гепатита А	отсутствии	обнаружен	не обнаружен	не обнаружен	не обнаружен	не обнаружен

*) для ротавирусов, холероподобного вибриона, антигена вируса гепатита А отмечался факт обнаружения за анализируемый период из числа всех проанализированных проб.

***) по СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».

В летние периоды 2013-2017 годов неблагоприятная ситуация по микробиологическим показателям отмечалась практически во всех местах отдыха у Воронежского водохранилища. За данный период отобрано и проанализировано 280 проб воды на холеру, из них в 126 пробах обнаружены культуры непатогенного для человека холероподобного вибриона (места отдыха у стадиона "Локомотив", у парка "Дельфин", в парке "Алые паруса"); 104 пробы - на обнаружение ротавирусов, из них в 2-х пробах они были обнаружены (место отдыха у санатория им. Максима Горького), 110 проб воды на обнаружение антигена вирусного гепатита, из них в 1 пробе он был обнаружен (место отдыха у санатория им. Горького).

Периодически, особенно в теплую погоду, регистрировалось превышение норматива содержания термотолерантных колиформных бактерий (бактерий группы кишечной палочки) до 240 раз.

Поскольку качество воды Воронежского водохранилища контролируется только в местах рекреации, а одной из задач исследования являлась оценка влияния качества воды, сбрасываемой в реку Дон с плотины водохранилища, при этом ближайшая контрольная точка (ДК им. Кирова ул. Набережная Авиастроителей, 4) не учитывает сброс условно-чистых вод с Левобережных очистных сооружений и поступление ливнево-талых вод с техногенно загрязненной территории города ниже Вогрэсовского моста, нами были проведены дополнительные исследования качества воды после водосброса с плотины.

Из действующей системы мониторинга реки Дон на участке ниже границы городской черты имеется только одна контрольная точка №8 (контроль осуществляет ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области») в пгт. Шилово (зона рекреации), расположенная выше впадения сброса воды с плотины Воронежского водохранилища.

В этой связи, для оценки вероятного техногенного влияния сброса с плотины Воронежского водохранилища на качество воды в реке Дон, нами предложен и осуществлен отбор проб воды еще в двух точках: в русле сброса (дополнительная контрольная точка №9) и ниже впадения сброса в реку Дон (дополнительная контрольная точка №10). Был расширен перечень определяемых санитарно-химических показателей: дополнительно включено определение фосфат-иона, жесткости и сухого остатка (табл. 6).

Таблица 6

Оценка влияния сброса с плотины Воронежского водохранилища на качество воды в реке Дон

Показатель	ПДК или норматив	Фактическое значение показателя			Соотношение с ПДК или нормативом		
		Дон, к/т №8 (до сброса с Воронежского водохранилища)	Сброс с Воронежского водохранилища (после плотины), к/т №9	Дон, к/т №10 (после сброса с Воронежского водохранилища)	Дон, к/т №8 (до сброса с Воронежского водохранилища)	Сброс с Воронежского водохранилища (после плотины), к/т №9	Дон, к/т №10 (после сброса с Воронежского водохранилища)
Аммоний-ион (NH_4^+), мг/дм ³	1,5	0,58±0,05	1,46±0,11	1,39±0,09	0,39	0,97	0,93
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,3	0,02±0,005	0,02±0,005	0,02±0,005	0,07	0,07	0,07
Нитраты (по NO_3^-), мг/дм ³	45	3,15±0,22	4,45±0,31	4,09±0,28	0,07	0,10	0,09
Нитриты (по NO_2^-), мг/дм ³	3,3	0,53±0,04	0,89±0,06	0,67±0,05	0,16	0,27	0,20
Взвешенные вещества, мг/дм ³	+0,75 к фону	28,50±1,95	90,85±6,35	81,35±5,69	-	-	Увеличение на 52,85 мг/дм ³
Хлориды, мг/дм ³	350	30,8±2,15	37,8±2,65	34,5±2,41	0,09	0,11	0,10
Сульфаты, мг/дм ³	500	45,3±3,16	60,3±4,22	58,8±4,11	0,09	0,12	0,12
Фосфат-ион, мг/дм ³	3,5	1,85±0,12	3,52±0,24	2,98±0,20	0,53	1,01	0,85
Жесткость, мг-экв./дм ³	7	5,23±0,36	5,85±0,40	5,74±0,39	0,75	0,84	0,82
Сухой остаток	1000	458,9±32,1	518,9±36,3	505,1±35,3	0,46	0,52	0,51
БПК, мг/дм ³	4	7,3±0,51	18,51±1,29	10,3±0,72	1,83	4,63	2,58
ХПК, мг/дм ³	30	19,7±1,41	41,5±2,91	35,2±0,72	0,66	1,38	1,17
Водородный показатель, рН, ед.	6,5-8,5	7,98±0,55	8,62±0,61	8,12±0,56	0,00	0,00	0,00

Существенное влияние на показатели качества воды в реке Дон на данном участке отмечено в основном по содержанию взвешенных веществ, концентрация которых возросла от контрольной точки пгт. Шилово с $28,5\pm 3,6$ до $81,35\pm 5,69$ в контрольной точке ниже сброса с плотины. Отмечено также существенное повышение показателей БПК с $7,3\pm 0,51$ до $35,2\pm 0,72$ мг/дм³ и ХПК с $19,7\pm 1,41$

до $35,2 \pm 0,72$, которые в контрольной точке №10 реки Дон превышают гигиенические нормативы в 2,58 и 1,17 раза соответственно.

Индекс загрязнения воды (ИЗВ), наряду с ХПК и БПК является интегральным показателем качества воды.

Обобщая материалы мониторинга качества воды в реке Дон на исследуемом участке, можно с достаточной степенью достоверности говорить об ухудшении её качества по сравнению с контрольной точкой начала обследуемого участка (с. Новоживотинное), показатели которой приняты за фоновые (табл. 7, рис. 2).

Таблица 7

Оценка влияния техногенно измененных притоков реки Дон на качество воды (интегральные показатели)

Интегральный показатель	Фоновая точка контроля реки Дон (село Новоживотинное)	Оценка влияния ручья «Голубой Дунай»			Оценка влияния сброса воды с плотины Воронежского водохранилища	
		Дон, к/т №3 (до смешения с ручьем «Голубой Дунай»)	Дон, к/т №4, место смешения с ручьем "Голубой Дунай"	Дон, к/т №7, ниже 2 км от места смешения с ручьем "Голубой Дунай"	Дон, к/т №8, до сброса с Воронежского водохранилища	Дон, к/т №10, после сброса с Воронежского водохранилища
ИЗВ ^{*)}	0,65	0,67	12,38	1,17	1,39	2,35
БПК	3,48	3,55	10,3	6,7	7,3	10,3
ХПК	10,5	16,5	32,2	18,7	19,7	35,2

^{*)} в расчет индекса загрязнения воды (ИЗВ) включены показатели содержания аммоний-иона, нефтепродуктов, нитратов, нитритов, хлоридов, сульфатов, фосфат-иона.

Фоновая точка располагается на расстоянии 27,5 км от контрольной точки №3 выше по течению.

Установлено, что наибольшее влияние на качество воды в реке Дон оказывает приток «Голубой Дунай», в который сбрасываются условно-чистые воды с Правобережных очистных сооружений города Воронежа, что подтверждено наивысшими значениями ИЗВ (12,38), БПК (10,3), ХПК (32,2) в месте смешения (к/т №4). На расстоянии 2 км от места смешения происходит снижение ИЗВ до 8,65 единиц (к/т №7), а на расстоянии 17 км (контрольная точка №8) – до 1,39 единиц. После смешения воды реки Дон с водой сброса с плотины Воронежского водохранилища происходит увеличение ИЗВ до 2,35 единиц, однако это увеличение значительно меньше, чем при смешении с притоком ручья «Голубой Дунай».

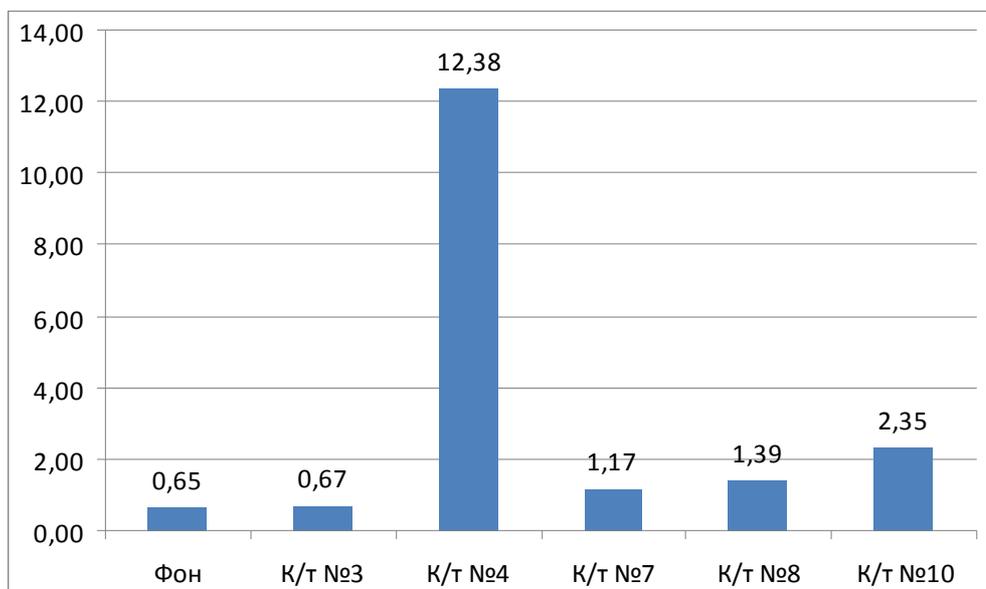


Рис. 2. Индекс загрязнения воды в контрольных точках реки Дон

Таким образом, результаты исследования показывают, что на качество воды реки Дон имеет место резко выраженное техногенное влияние города Воронежа, и, в частности, сточных вод, сбрасываемых с Правобережных очистных сооружений, а также вод с внутригородского Воронежского водохранилища, в которое поступают без очистки ливнево-талые воды с территории города и сброс условно-чистых вод с Левобережных очистных сооружений.

Существующая система мониторинга качества воды, ориентированная лишь на контроль показателей в местах рекреации, не в полной предоставляет объективную информацию о влиянии техногенных факторов. В этой связи необходимо усовершенствовать систему мониторинга для получения объективной информации об уровне негативного влияния техногенно измененных притоков Дона – ручья «Голубой Дунай», сброса условно-чистых вод с Правобережных очистных сооружений, сброса воды с плотины Воронежского водохранилища, 2/3 акватории которого ситуационно расположено на территории города, включив в неё дополнительные контрольные точки отбора проб и расширив спектр определяемых гидрохимических показателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доклад о состоянии окружающей среды на территории Воронежской области в 2016 году / Департамент природных ресурсов и экологии Воронежской области. – Тамбов: ООО «ТПС», 2017. – 208 с.

2. Калашников Ю.С. Совершенствование системы мониторинга качества воды в ручье «Голубой Дунай» и реке Дон / Ю.С. Ка-

лашников, В.А. Оберемко // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. Научно-практический журнал. – 2017. – №70. – С.177-182.

3. Клепиков О.В. Анализ показателей микробиологической безопасности воды водных объектов в местах рекреации / О.В. Клепиков, Л.В. Молоканова, М.О. Маслова, Ю.С. Калашников // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Серия Химия. Биология. Фармация - №4. – 2017. – С. 64-68.

4. Клепиков О.В. Интегральная эколого-гигиеническая оценка водно-рекреационного потенциала Воронежской городской агломерации / О.В. Клепиков, М.О. Маслова, Л.В. Молоканова, Ю.С. Калашников // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Серия География. Геоэкология. - 2017. - №1. - С.118-125.

5. Клепиков О.В. Оценка влияния стока условно-чистых вод с правобережных очистных сооружений города Воронежа на качество воды в ручье «Голубой Дунай» и реке Дон / О.В. Клепиков, Ю.С. Калашников, В.А. Оберемко // Медико-экологическая диагностика состояния городской среды: сб. науч. статей / Под общ. редакцией С.А. Куролапа и О.В. Клепикова. – Воронеж, 2017. – С. 106-116.

6. Мамчик Н.П. Оценка качества воды реки Дон в местах рекреационного водопользования населения / Н.П. Мамчик, Ю.С. Калашников // Сборник статей по итогам региональной конференции, посвящённой 95-летию санитарно-эпидемиологической службы России под ред. И. И. Механтьева и Ю. И. Стёпкина. – Воронеж, 2017. - С. 37-40.

7. Оберемко В.А. Экологическое обследование ручья «Голубой Дунай» и оценка его техногенного влияния на качество воды в реке Дон / В.А. Оберемко, С.А. Куролап, Ю.С. Калашников // Сборник статей по материалам III межвузовской научно-практической конференции «Гигиенические и экологические аспекты профилактики заболеваемости на региональном уровне». - Воронеж, 2018. – С. 30-34.

8. Стёпкин Ю.И. Оценка риска воздействия нитратов на здоровье населения Воронежской области / Ю.И.Стёпкин, И.В. Колнет, В.И. Русин, Ю.С. Калашников // Современная экология: образование, наука, практика: мат-лы межд. науч.-практ. конф. – Воронеж, 2017. – Т 2. – С. 176-179.

ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННОГО КАЧЕСТВОМ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В СЕЛЬСКИХ РАЙОНАХ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.П. Мамчик, О.В. Клепиков, Ю.С. Калашников, Л.В. Попова

Несмотря на выход Федерального закона «О водоснабжении и водоотведении» необходимость совершенствования санитарного контроля и предупреждения неудовлетворительных условий хозяйственно-питьевого водопользования населения не вызывает сомнений, т.к. существующий механизм государственного санитарно-эпидемиологического надзора не всегда обеспечивает необходимый эффект в условиях реформирования эксплуатационно-коммунального комплекса, недостаточности материальных и финансовых ресурсов для проведения реконструкции и обновления инженерных систем водообеспечения населения [3].

Как отмечено в ряде исследований, для реализации риск-ориентированного надзора в целях соблюдения требований к централизованному питьевому водоснабжению необходимо учитывать региональные особенности формирования качества воды в водоисточниках [6, 7].

В свою очередь, оценка качества питьевой воды в централизованных системах водоснабжения выявила приоритетные проблемы в системе водопользования населения Воронежской области, что говорит об актуальности дальнейших исследований по этому направлению [1, 2, 4, 5].

В этой связи актуальной задачей является проведение количественной оценки риска для здоровья населения, обусловленного качеством питьевой воды.

Материалы и методы. Анализ качества питьевой воды на водозаборных сооружениях и в разводящей водопроводной сети проведен на четырех административных территориях Воронежской области, расположенных в водном бассейне реки Дон. В исследовании использованы фондовые данные региональной системы социально-гигиенического мониторинга за 2013-2017 гг. (13 санитарно-химических показателей), выполнен расчет индекса загрязнения воды (ИЗВ) по 4 приоритетным показателям. Применен алгоритм ранжирования показателей ИЗВ и минерализации, основанный на расчете среднего значения (M), среднеквадратического отклонения

(σ) и определения границ 5-уровневой шкалы (высокое значение показателя, повышенное, среднее, пониженное, низкое).

Для четырех административных районов проведена количественная оценка неканцерогенного риска для здоровья населения, обусловленного качеством питьевой воды для двух возрастных групп (дети 6 лет, взрослые) в соответствии со стандартными формулами расчета доз, коэффициентов (HQ) и индексов (HI) опасности, приведенными в Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (2004).

Риск оценивался по веществам, отнесенным в регионе к приоритетным, и имеющим референтные дозы при хроническом пероральном поступлении (табл. 1).

Таблица 1

Референтные дозы химических веществ при хроническом пероральном поступлении
(по Р 2.1.10.1920-04)

Вещество	Номер CAS	Референт-ная доза (RfD), мг/кг в сутки	Поражаемые органы и системы
Железо	7439-89-6	0,3	слизистые, кожа, кровь, иммун.
Марганец	7439-96-5	0,14	ЦНС, кровь
Нитраты	14797-55-8	1,6	кровь (MetHb), серд.-сос. система
Бор	7440-42-8	0,2	репрод. (семенники), жел.-киш. тракт, развитие (эмбриотокс.)

Результаты исследований. В целом для территории Воронежской области к приоритетным показателям качества питьевой воды отнесены содержания железа, марганца, нитритов, нитратов, поскольку на некоторых территориях локально и периодически имеются факты превышения ПДК вредных веществ в питьевой воде, при этом средние многолетние концентрации, как правило, не превышают ПДК (табл. 2).

Кроме того, в некоторых инфильтрационных водоисточниках отмечены превышения ПДК по содержанию бора.

Как показал анализ данных, территории Рамонского, Семилукского, Хохольского и Каширского районов являются по сравнению с другими районами Воронежской области по качеству питьевой

воды относительно благополучными: средний индекс загрязнения воды находится в интервале 1,39-1,68 единиц и по результатам ранжирования относится к пониженному или среднему уровню.

Таблица 2

Качество питьевой воды
(средние показатели за 2013-2017 гг.)

Показатель	Административная территория			
	Рамонский район	Семилукский район	Хохольский район	Каширский район
Железо, мг/дм ³	0,13±0,01	0,25±0,02	0,27±0,02	0,21±0,01
Марганец, мг/дм ³	0,06±0,01	0,05±0,01	0,05±0,01	0,05±0,01
Нитраты, мг/дм ³	35,46±2,48	5,01±0,35	16,88±1,18	15,61±1,09
Нитриты, мг/дм ³	0,041±0,004	0,007±0,005	0,010±0,003	0,007±0,002
Жесткость, мг-экв./дм ³	5,08±0,36	5,93±0,43	5,98±0,42	6,93±0,49
Кальций, мг/дм ³	57,1±4,2	77,6±5,4	81,6±5,7	102,8±7,2
Магний, мг/дм ³	15,9±1,1	19,9±1,3	21,3±1,4	25,6±1,7
Хлориды, мг/дм ³	21,5±1,5	55,6±2,8	76,2±3,1	35,2±1,3
Фториды, мг/дм ³	0,44±0,03	0,66±0,05	0,56±0,04	0,36±0,03
Калий+натрий, мг/дм ³	21,4±1,5	69,9±4,8	63,4±4,4	69,7±4,6
Сульфаты, мг/дм ³	36,9±2,5	48,1±3,1	66,2±4,6	109,2±7,6
Минерализация, мг/дм ³	297,1±20,8	452,3±31,6	459,2±32,1	928,6±65,1
Бор, мг/дм ³	0,34±0,02	0,25±0,02	0,38±0,03	0,19±0,01
ИЗВ ^{*)}	1,68±0,12	1,42±0,11	1,39±0,12	1,58±0,11

^{*)} ИЗВ рассчитан по приоритетным показателям питьевой воды для Воронежской области (железо+марганец+нитраты+нитриты)

Минерализация воды также в этих районах относится к рангу «низкая минерализация») от 297,1 до 459,2 мг/дм³, за исключением водоисточников Каширского района (928,5 мг/дм³) – ранг «повышенная минерализация».

Для уточнения списка приоритетных показателей качества питьевой воды использована методология оценки риска для здоровья населения. Проведен расчет вероятных доз поступления вредных веществ в организм пероральным путем с питьевой водой для двух возрастных групп, рекомендуемых Руководством по оценке риска (дети до 6 лет и взрослое население). Выполнен анализ показателей неканцерогенного риска – коэффициентов и индексов опасности для веществ с установленными референтными дозами (RfD) – табл. 3.

При оценке неканцерогенного риска, связанного с качеством питьевой воды, выявлено, что коэффициент опасности (HQ) выше 1

в отдельных случаях отмечен по содержанию нитратов (Рамонский район, дети 6 лет) – HQ=1,42, HI=1,47.

Таблица 3

Оценка неканцерогенного риска для здоровья населения, обусловленного показателями качества питьевой воды на отдельных территориях бассейна реки Дон

Территориальная единица	Вещество	Концентрация (средняя), мг/дм ³	Среднесуточная доза, мг/кг в сутки		Референтная доза (RfD), мг/кг в сутки	Коэффициент опасности (HQ)		Однонаправленное действие, индекс опасности (HI) (железо+нитраты+марганец)	
			дети	взрослые		дети	взрослые	дети	взрослые
Рамонский р-н	железо	0,13	0,0083	0,0036	0,3	0,03	0,01	1,47	0,63
	марганец	0,06	0,0038	0,0016	0,14	0,03	0,01		
	нитраты	35,46	2,2668	0,9715	1,6	1,42	0,61		
	бор	0,34	0,0217	0,0093	0,2	0,11	0,05		
Семилукский р-н	железо	0,25	0,0160	0,0068	0,3	0,05	0,02	0,28	0,12
	марганец	0,05	0,0032	0,0014	0,14	0,02	0,01		
	нитраты	5,01	0,3203	0,1373	1,6	0,20	0,09		
	бор	0,25	0,0160	0,0068	0,2	0,08	0,03		
Хохольский р-н	железо	0,27	0,0173	0,0074	0,3	0,06	0,02	0,75	0,32
	марганец	0,05	0,0032	0,0014	0,14	0,02	0,01		
	нитраты	16,88	1,0791	0,4625	1,6	0,67	0,29		
	бор	0,38	0,0243	0,0104	0,2	0,12	0,05		
Каширский р-н	железо	0,21	0,0134	0,0058	0,3	0,04	0,02	0,69	0,30
	марганец	0,05	0,0032	0,0014	0,14	0,02	0,01		
	нитраты	15,61	0,9979	0,4277	1,6	0,62	0,27		
	бор	0,19	0,0121	0,0052	0,2	0,06	0,03		

Как показали результаты оценки риска для здоровья населения, при использовании средних концентраций и соответственно средних доз информационная картина по качеству питьевой воды в целом по территориям районов является вполне приемлемой за исключением отдельных источников водоснабжения в Рамонском районе.

Отчасти это связано с тем, что система обеспечения населения питьевой водой на оцениваемых территориях районов базируется на

подаче воды только из подземных источников (в основном неоген-четвертичного водоносного горизонта), которые природно достаточно надежно защищены от влияния поверхностных водоемов. Тем не менее, на каждой из территорий есть свои проблемы в обеспечении населения питьевой водой, которые определяются не только качеством воды, подаваемой потребителю, по санитарно-химическим показателям, использованным нами в оценке риска для здоровья, но и степенью санитарно-эпидемиологической надежности отдельных звеньев системы водоснабжения населения.

Учитывая, что ни в одном из рассматриваемых сельских районов не реализованы технологии водоподготовки, при имеющихся фактах несоответствия качества питьевой воды в подземных источниках гигиеническим нормативам, и, прежде всего, несоответствия по санитарно-химическим показателям, необходимы мероприятия по улучшению качества подаваемой населению питьевой воды, а также информационная работа по рекомендациям использования индивидуальных фильтров для очистки питьевой воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клепиков О.В. Оценка гигиенической и эпидемической безопасности системы водопользования населения / О.В. Клепиков, Л.В. Молоканова, Т.А. Бережнова // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. - 2015. - Т. 14. - № 3. - С. 667-671.

2. Клепиков О.В. Оценка качества питьевой воды и риска для здоровья населения в сельских районах / О.В. Клепиков, Л.Н. Хицова, Т.А. Бережнова, Л.В. Молоканова // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. - 2012. - Т. 11. - № 3. - С. 603-606.

3. Плитман С.И. К вопросу гигиенической безопасности питьевой воды при реализации закона «О водоснабжении и водоотведении» / С.И. Плитман, А.В. Тулакин, Г.П. Амплеева // Медицина труда и экология человека. - 2016. - №4 (8). - С. 103-106.

4. Стёпкин Ю.И. Оценка риска воздействия нитратов на здоровье населения Воронежской области / Ю.И. Стёпкин, И.В. Колнет, В.И. Русин, Ю.С. Калашников // Современная экология: образование, наука, практика. Материалы межд. науч.-практ. конф. – Воронеж, 2017. – Т2. – С. 176-179.

5. Степкин Ю.И. Качество питьевой воды (химическое загрязнение) / Ю.И. Степкин, Н.П. Мамчик, О.В. Клепиков, С.А. Куролап

// Эколого-географический Атлас-книга Воронежской области. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2013. - С. 444-447.

6. Тулакин А.В. Риск-ориентированный надзор в целях соблюдения требований к централизованному питьевому водоснабжению / А.В. Тулакин, С.И. Плитман, Г.П. Амплеева, О.С. Пивнева // Российская гигиена - развивая традиции, устремляемся в будущее: материалы XII Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей. - 2017. - С. 289-292.

7. Тулакин А.В. Региональные проблемы обеспечения гигиенической надежности питьевого водопользования / А.В. Тулакин, Г.В. Цыплакова, Г.П. Амплеева и др. // Гигиена и санитария. - 2016. - Т.95. - №11. - С. 1025-1028.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ В ГОРОДЕ НОВОВОРОНЕЖ, ОПРЕДЕЛЯЕМАЯ БИОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Е.Ю Иванова

Растительные сообщества урбосистем находятся под мощным техногенным воздействием. Наибольшую нагрузку они испытывают в городах, в атмосферу которых поступают различные промышленные и транспортные выбросы. Их воздействие угнетает наиболее чувствительные компоненты городских фитоценозов и ведет к деградации последних. Деградированные растения не осуществляют экологической функции и не способствуют реабилитации урбосистем должным образом. Некоторые особо чувствительные к действию атмосферных примесей растения могут использоваться в качестве биоиндикаторов.

Известно, что качество городской среды во многом зависит от степени озеленения жилых кварталов и промышленных предприятий. Растения оказывают кондиционирующее действие на состояние воздушной среды и нейтрализуют влияние неблагоприятных для здоровья человека факторов. Они являются «живым фильтром», снижая уровень загрязнения атмосферы, поглощая пыль, тяжелые металлы, оксиды серы, углерода, азота, уменьшая шумовые загрязнения.

Зачастую важно установить не столько концентрацию того или иного загрязнителя в атмосферном воздухе, сколько те биологические эффекты, которые они могут вызвать.

Теме антропогенного загрязнения атмосферы крупных промышленных городов России посвящено множество научных работ, постоянно совершенствуются как физико-химические, так и биоиндикационные методы контроля состояния воздушного бассейна. К сожалению, в небольших городах контроль загрязнений атмосферного воздуха ограничивается лишь определением отдельных потенциально опасных поллютантов и сравнением полученных результатов с законодательно установленными для них предельно допустимы величинами, что не может давать полное представление об уровне благополучия атмосферы.

В ряде стран биологические индикаторы используются в национальной системе мониторинга, в том числе в Нидерландах уже более 10 лет. С помощью методов биоиндикации, основанных на морфологии растений, получена большая часть картосхем антропогенного влияния.

В данной работе сравнили результаты фитоиндикационной оценки качества воздуха г. Нововоронежа по биологическим показателям состояния хвои *Pinus Sylvestris*, проведенные с интервалом 5 лет.

Городской округ город Нововоронеж расположен в южной части лесостепной зоны. Климатические условия района позволяют высаживать здесь широкий ассортимент древесно-кустарниковых пород, характерных для европейской части РФ и Воронежской области.

Обеспеченность зелеными насаждениями общего пользования составляет около 9 м² на 1 жителя города. Часть северного микро-района занята лесами, принадлежащими Гослесфонду, которые отнесены к лесам 1 группы, и городскими зелеными насаждениями.

Считается, что для условий лесной полосы России наиболее чувствительны к загрязнению воздуха сосновые леса. Это обуславливает выбор сосны как важнейшего индикатора антропогенного влияния, принимаемого в настоящее время за «эталон биодиагностики».

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) – это одна из самых широко распространенных пород на территории РФ. Это вечнозеленое светолюбивое дерево первой величины, имеющее широкую экологическую амплитуду по отношению к влажности и богатству почвы. Сосна часто используется в лесопосадках вокруг городов и в городском озеленении. Сосна чрезвычайно чувствительна к загрязнению среды. В силу большой продолжительности жизни хвоинок (до 4 лет), в них накапливаются загрязняющие вещества, что приводит к физиологическим, биохимическим, морфологическим изменениям. [4] Еще в 1850 году было замечено, что вокруг содовых фабрик (Бельгия, Англия) хвойные породы повреждаются от дыма.

Морфометрический метод - один из наиболее распространенных методов биоиндикации городской среды, так как не требует больших финансовых затрат, доступен, при этом позволяет более точно определить факторы угнетения. В ходе данного метода исследуются следующие параметры сосны обыкновенной: степень дефолиации кроны (в баллах или %), базисная плотность по стволу дерева, высота ствола (м), диаметр ствола (см), нарушение осевого побега, морфометрические показатели хвои (продолжительность жизни хвои, длина побега (мм), длина хвои (мм), масса хвои побега (мг), число хвоинок на побеге, наличие повреждений хвои).

Морфометрические показатели хвои, такие как длина (мм) и масса (мг) отображают степень влагообеспеченности экземпляра и благоприятности климатических условий [2].

В ходе выполнения биоиндикационного исследования были задействованы: 10 точек (рис.1), 1 вид биоиндикатор (*Pinus sylvestris*), 5

биоиндикационных признаков (максимальный возраст хвои, степень повреждения и усыхания хвои второго года жизни, концентрация хлорофилла и концентрация фенольных соединений в хвое).

На местности выбирались сосны высотой 1-1,5 м с 8-15 боковыми побегами. Выборка хвои делалась с двух близкорастущих деревьев на площади примерно 10*10 м². В блокнот хода эксперимента вносились данные о месте сбора и наличии вблизи интенсивного движения транспорта; указывалось время осмотра хвои, определялась степень вытоптанности участка в баллах: 1 – вытаптывание полностью отсутствует; 2 – вытоптаны тропы; 3 – трава лишь вокруг деревьев; 4 – отсутствие травы и кустарников.

Проводился осмотр у каждого дерева хвои предыдущего года (вторые сверху мутовки). Высокие деревья обследовались на боковых побегах в четвертой сверху мутовке (рис. 2). Всего с каждого объекта было собрано по 50 пар (100) хвоинок, по 2 тест-объекта на участке.

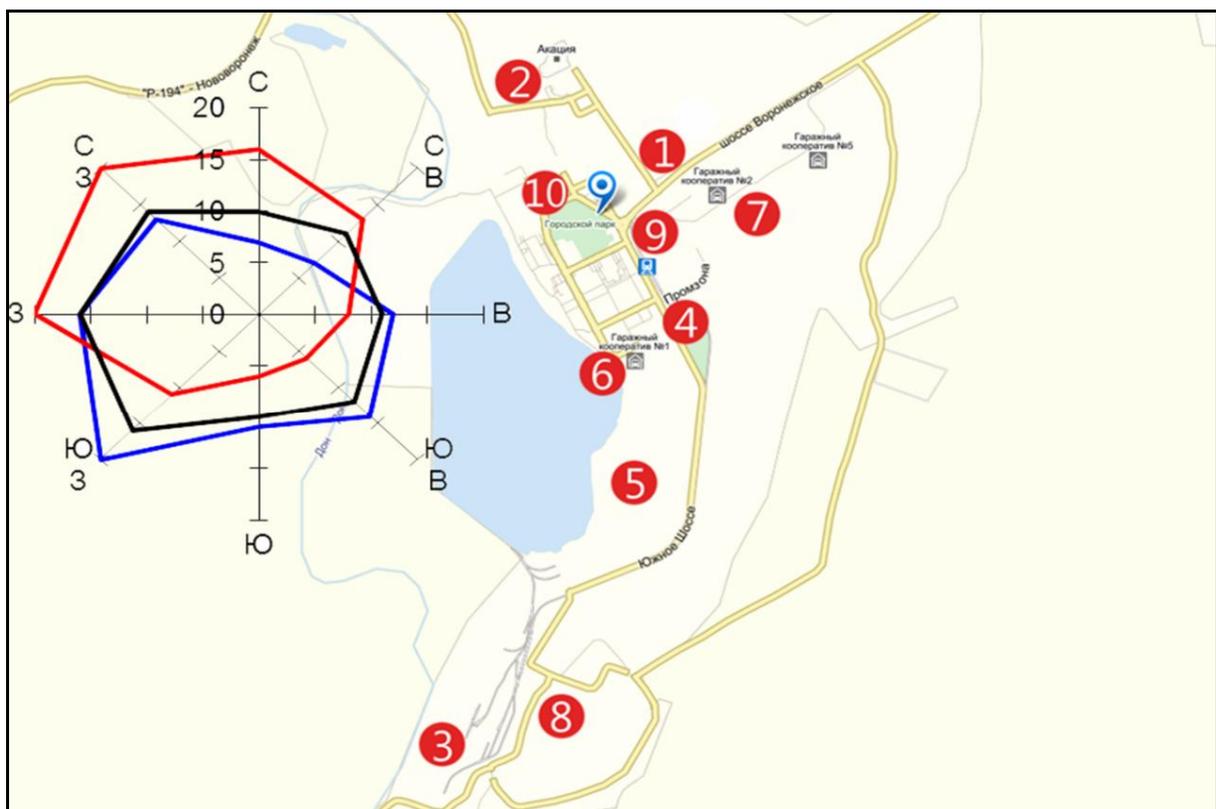


Рис 1. Точки отбора анализируемого материала

Оценивали следующие параметры:

1) среднюю длину хвои на побеге прошлого года в каждой точке исследования. При возрастании негативного воздействия длина хвои заметно сокращается;

2) число хвоинок в 10 см побега предыдущего года, если побег менее 10 см, подсчет производился по существующей длине и переводится на 10 см. В загрязненной зоне из-за ухудшения роста побега пучки хвоинок более сближены, и на 10 см побега их больше, чем в чистой зоне;

3) продолжительность жизни хвои путем просмотра побегов с хвоей по мутовкам: каждая мутовка, начиная сверху, – это год жизни;

4) класс повреждения и класс усыхания хвои.

На незагрязнённых территориях большая часть хвои не имеет повреждений и лишь небольшая часть – светло-зелёные пятна и некротические точки микроскопических размеров, равномерно разбросанные по всей поверхности хвоинки. При загрязнённом воздухе проявляются заметные хлорозы и некрозы.

Проводили оценку степени загрязнения воздуха, учитывающей максимальный возраст хвои, а также класс её повреждения на побегах второго года жизни с помощью таблицы 1.

Таблица 1

Оценка степени загрязнения воздуха с помощью хвои сосны обыкновенной [по Чавдарь, 2009]

Максимальный возраст хвои, лет	Класс повреждения хвои на побегах 2-го года жизни		
	1	2	3
4	I	I	III
3	I	II	III
2,5	II	III	IV
2	-	IV	IV
1,5	-	IV	V
1	-	-	VI

Примечание к таблице 1: I – воздух идеально чистый; II – чистый; III – относительно чистый; IV – загрязнённый; V – грязный; VI – очень грязный [2].

Далее проводили определение содержания хлорофилла в свежем материале. Метод основан на извлечении хлорофилла из листа растворителем (ацетон) и его определении на фотоэлектрокалориметре с красным фильтром.

Для пересчета хлорофилла на стандартные величины используют раствор Гетри, по окраске колориметрически эквивалентный раствору кристаллического хлорофилла, по содержанию последнего 85 г в литре [5].

Кроме того определяли сумму фенольных соединений по методу Левенталья в модификации А.Л. Курсанова. Накопление фенольных соединений под воздействием неблагоприятных и стрессовых условий обеспечивает устойчивость вида. Часто они играют роль защитных барьеров на пути механических, химических, термических факторов среды, а также болезнетворных агентов [5].

Результаты 1 этапа исследований [3]

Из анализа диаграмм (рис. 2, 3) можно сделать вывод, том что в точках № 2, 4, 5 воздух «идеально чистый». Точки 2 и 4 находятся в рекреационных зонах города, соответственно удалены от основных источников загрязнения. Точка 5 располагается в пределах санитарно-защитной зоны городского водоканала, с особым режимом использования. В точках 3, 10 воздух «относительно чистый». Точка 10 находится на границе транспортной и рекреационной зон. Точка 3 удалена от города, на атмосферный воздух оказывает влияние только автотранспорт, обслуживающий городскую свалку. В точках 6, 7 согласно шкале, атмосферный воздух находится в промежутке от «относительно чистого» до «загрязненного». Точки расположены около гаражного кооператива, где происходит интенсивный выброс выхлопных газов автомобилей при маневрировании. В точке 1 воздух относится к «загрязненному».

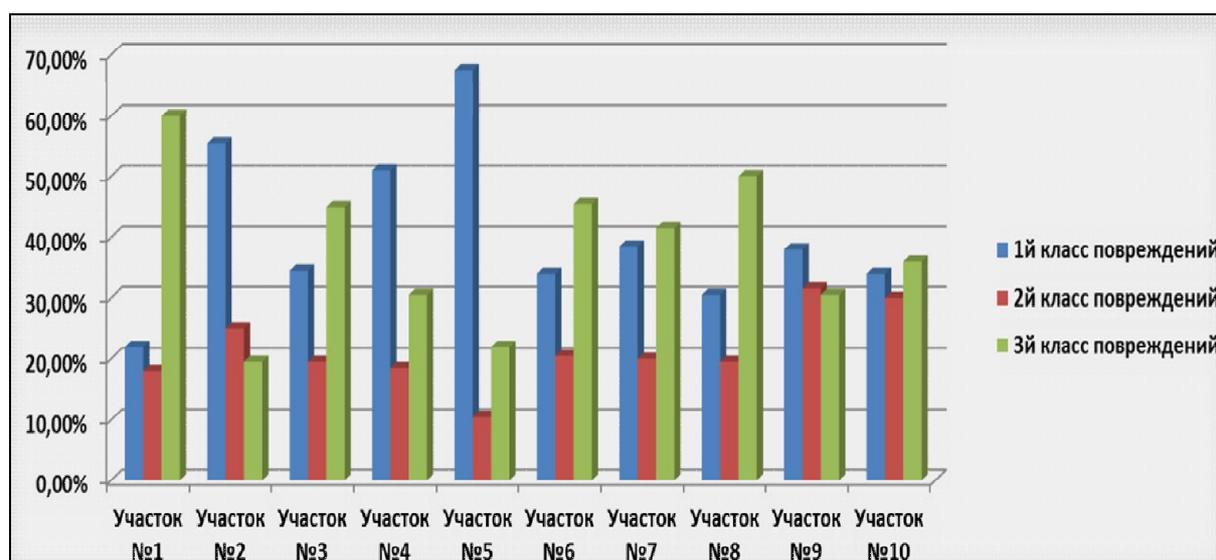


Рис. 2. Распределение хвои по классам повреждений

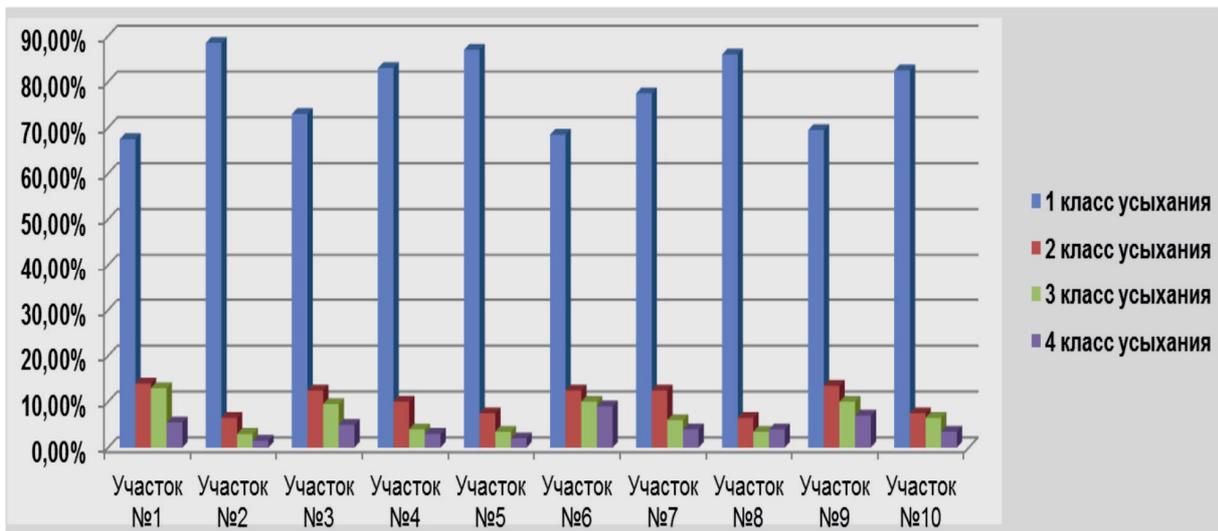


Рис. 3. Распределение хвои по классам усыхания

Это обусловлено воздействием автотранспорта и выбросами мясокомбината – от цехов опалки в атмосферу выбрасываются окислы азота и серы, сажа, аммиак. Коптильные цеха выбрасывают продукты неполного сгорания древесины, золы, сажи, сернистый ангидрид, фенол и пропионовый альдегид. В точке 8 отмечен наивысший уровень загрязнения. Возможно, это связано с воздействием ионизирующего излучения от ХТРО (хранилища твердых радиоактивных отходов).

Наименьшее содержание хлорофилла отмечено в точке 8, которая характеризовалась наименее благоприятной в биоиндикационном исследовании ситуацией по классам усыхания и повреждения хвои (рис. 4).

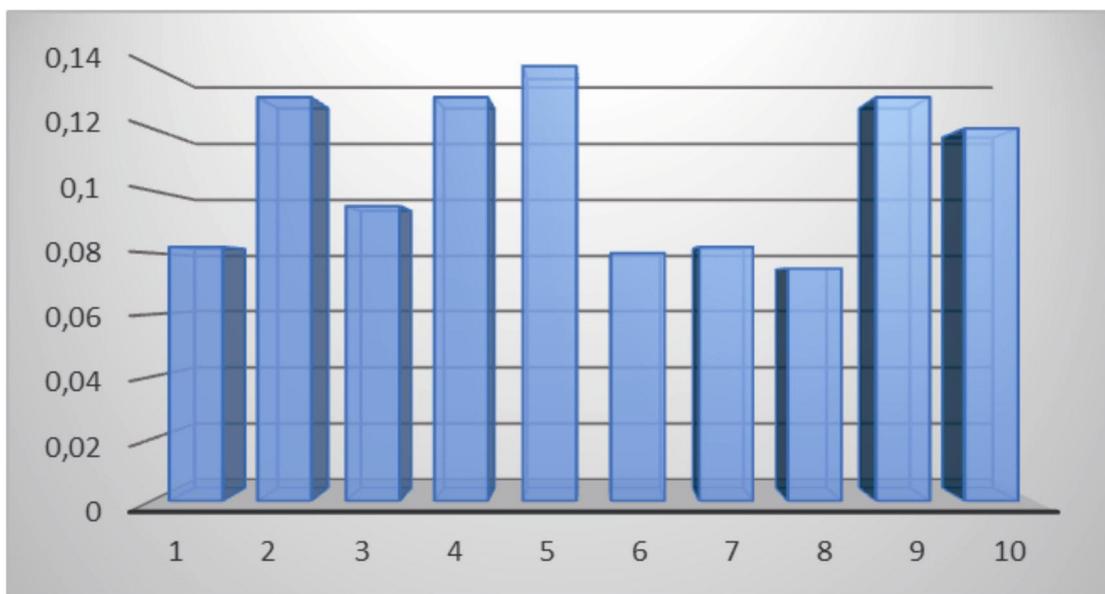


Рис. 4. Содержание хлорофилла (мг/л) в хвое сосны обыкновенной

Также низкое содержание хлорофилла было определено в точках 1, 6, 7, в которых по данным предыдущего исследования воздух характеризовался как «загрязненный».

Наибольшая сумма фенольных соединений отмечена в точке 8, также высокая концентрация зарегистрирована в точке 3 (рис. 5). Возможный путь поступления фенольных соединений в этой точке связан с процессами разложения бытового мусора. Наименьшая концентрация наблюдается в точках 5 и 2, исследования которых другими методами также позволяют оценить атмосферный воздух в данных точках как «идеально чистый».

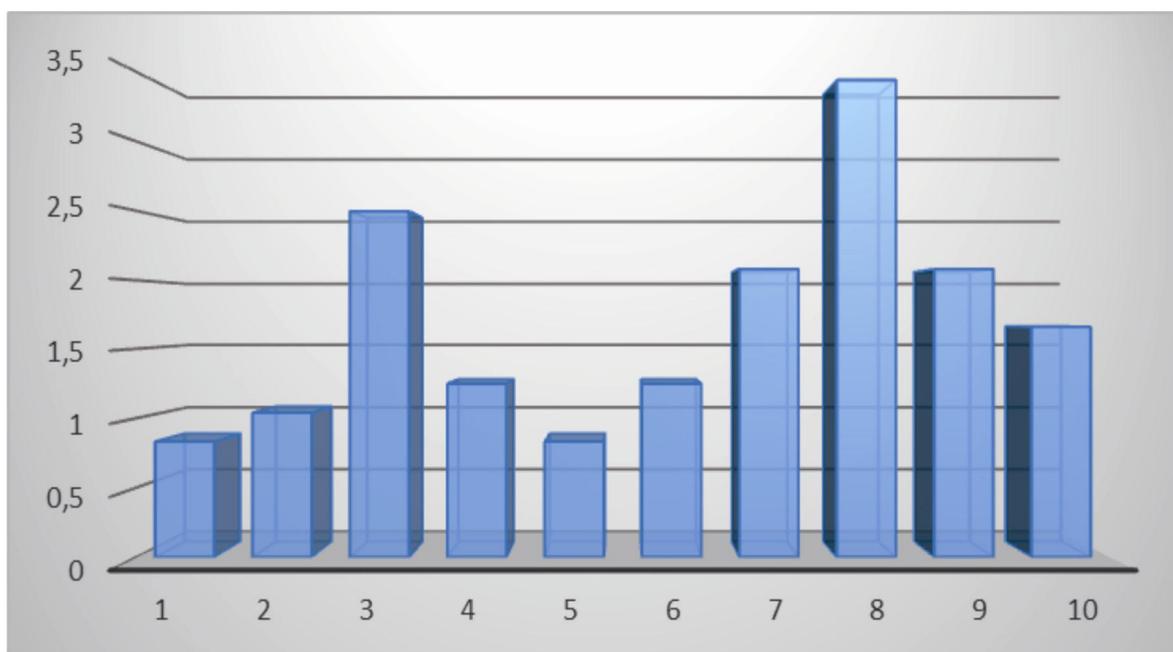


Рис. 5. Концентрация фенольных соединений (мг/л) в хвое сосны обыкновенной.

По классам повреждений (рис. 6) большинство образцов относятся ко второму классу повреждения, то есть небольшое число хвоинок имеет пятна некрозов, однако в точках 1, 2, 3 и 8 отмечен третий класс повреждений. Это значит, что значительная часть хвоинок на побеге имеет хлорозы и некрозы. Третий класс повреждений был отмечен нами в точка 1, 3 и 8 и в исследовании 2013 г., однако в том году не было отмечено 4 класса повреждений ни в одной из точек, а в 2018 г. – незначительное число исследованных образцов относились к 4 классу повреждения.

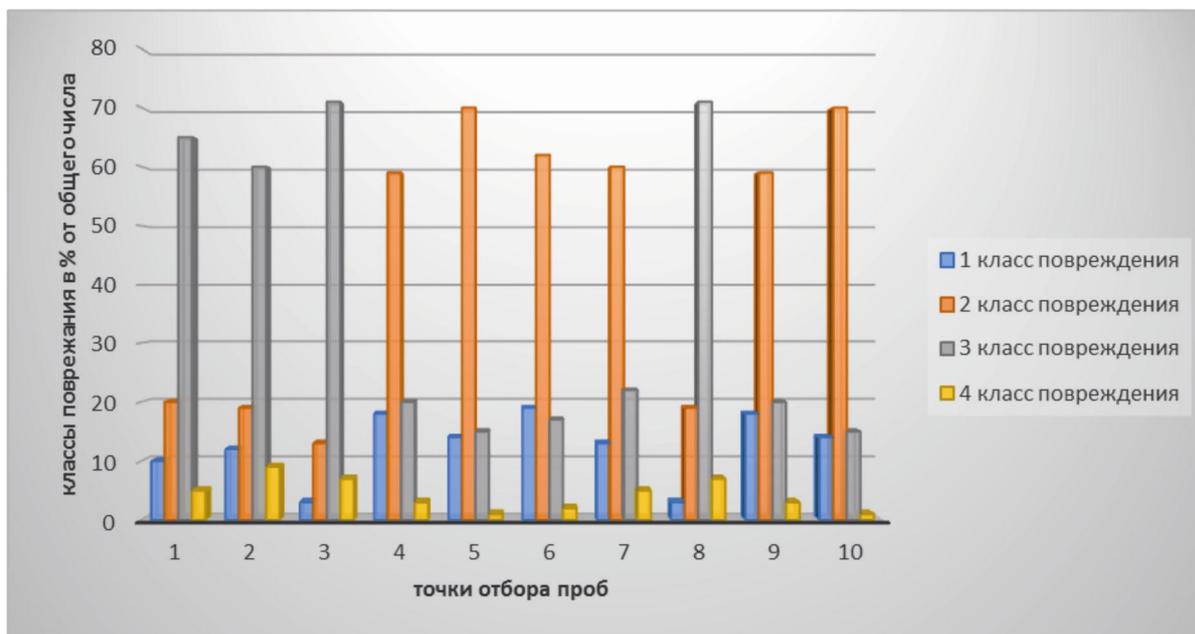


Рис. 6. Распределение хвои по классам повреждений

Результаты 2 этапа исследований

Если судить по классам усыхания, ситуация с состоянием атмосферного воздуха значительно ухудшилась. В 2013 г. во всех образцах преобладали побеги с первым классом усыхания, а в 2018 г. – большая часть образцов относится ко второму классу, а в точках 1 и 8 – даже к третьему классу усыхания. Также сократилась продолжительность жизни хвоинок. Возможно, ухудшение ситуации связано с увеличением потока автотранспорта, который наблюдается во всех городах России. Хвойные растения очень чувствительны к сернистым соединениям, присутствующих в отработанных газах автомобилей.

По уровню содержания хлорофилла в хвое сосны (рис. 8) ситуация также несколько ухудшилась за пять лет между исследованиями. Уровень содержания хлорофилла в среднем снизился с 0,165 до 0,14. Наименьший уровень хлорофилла отмечен в точке № 8, которая находится около хранилища жидких отходов. Также низкие уровни наблюдаются в точках 1 и 3, что согласуется с данными биоиндикационных исследований [4].

Содержание фенольных соединений, являющихся индикатором стресса, за последние пять лет увеличилось с 1,5 в 2013г. до 2,6 в 2018г.

Таким образом, оценивая динамику загрязнения приземного слоя атмосферы по комплексу признаков хвойных растений, а также уровню хлорофилла и фенольных соединений, можно отметить

ухудшение экологической обстановки в городе Нововоронеж. Скорее всего, это связано с увеличением потока автомобильного транспорта в целом и специализированного автотранспорта, используемого при строительстве НВАЭС -1. Поскольку продолжительность жизни хвои до трех лет, то в нашем исследовании мы можем зафиксировать длительное воздействие загрязнения атмосферы на сосну обыкновенную.

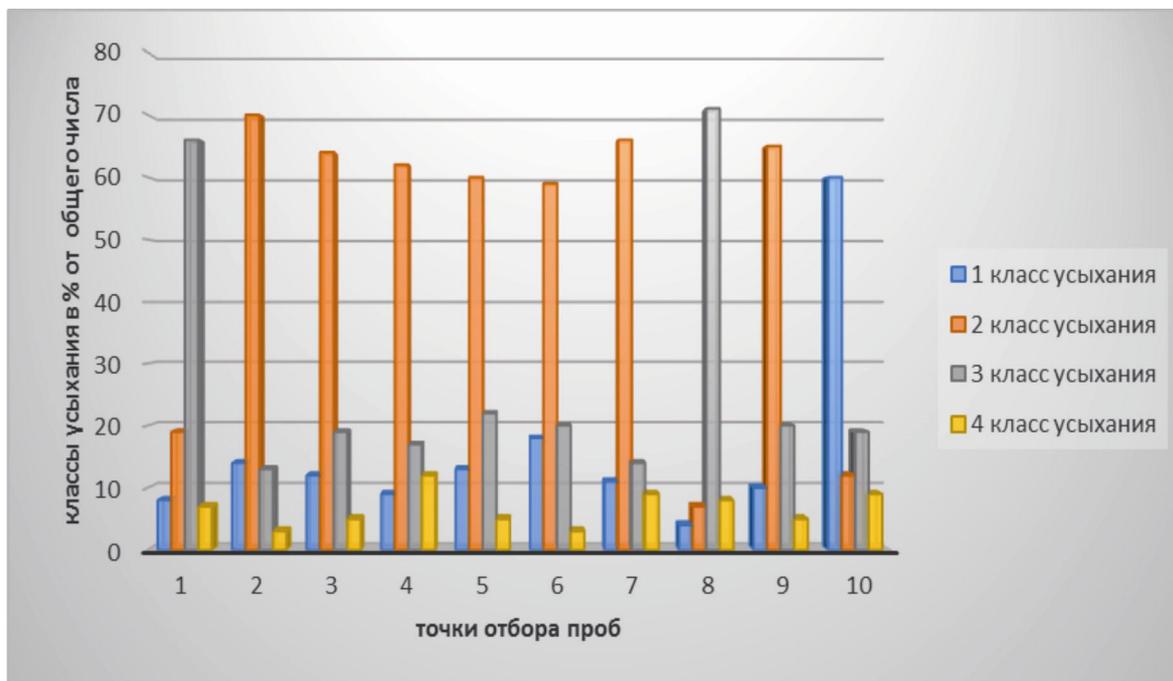


Рис. 7. Распределение хвои по классам усыхания

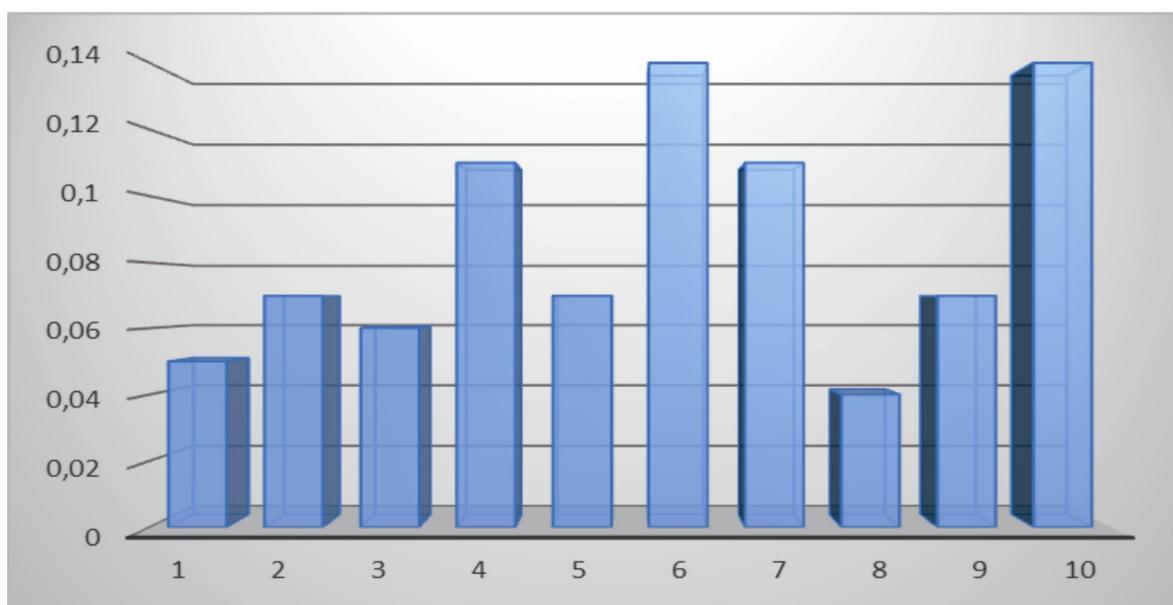


Рис. 8. Содержание хлорофилла в хвое сосны обыкновенной

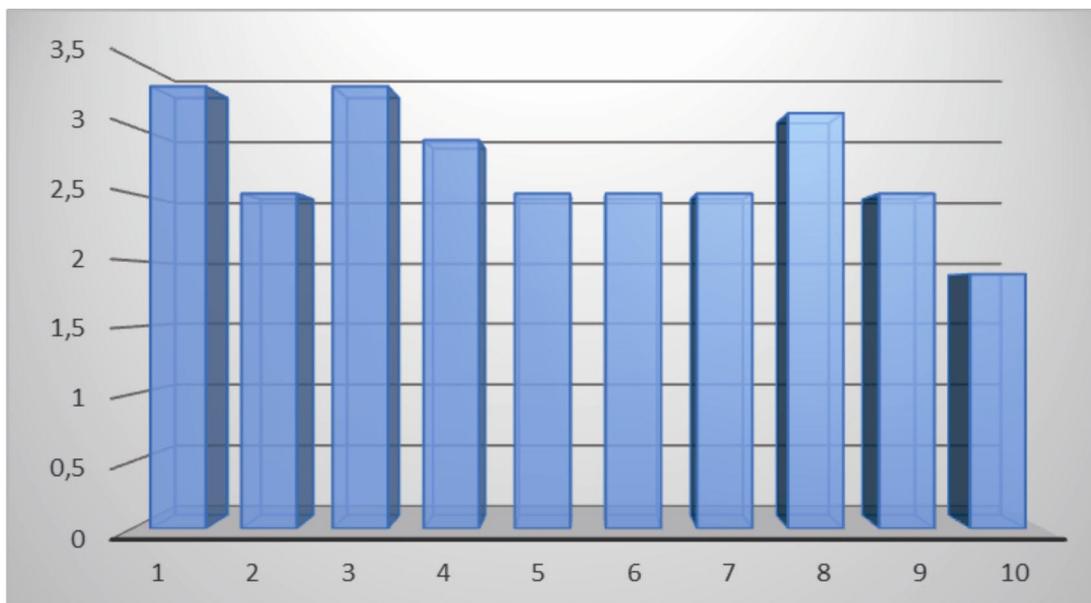


Рис. 9. Концентрация фенольных соединений (мг/л) в хвое сосны обыкновенной

ЛИТЕРАТУРА

1. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О.П. Мелехова, Е.И. Егорова, Т.И. Евсеева и др.; под ред. О.П. Мелеховой и Е.И. Егоровой. – Москва: Издательский центр «Академия», 2007. – 288 с.

2. Болохов А.Д. Экологическая оценка среды методами фитоиндикации: учеб. пособие / А.Д. Болохов. – Брянск: Издательство БГПУ, 1996. – 104 с.

3. Иванова Е.Ю. Оценка загрязнения приземного слоя атмосферы в районе города Нововоронежа методами биоиндикации / Е.Ю. Иванова // Рациональное природопользование: традиции и инновации: материалы межд. науч.-практ. конф. (Москва, МГУ). – Москва, 2013. – С. 149-152.

4. Иванова Е.Ю. Оценка загрязнения атмосферного воздуха в районе расположения Нововоронежской АЭС методами биоиндикации / Е.Ю. Иванова, С.В.Лебедь // Труды Третьей науч.-практ.конференции с международ. участием «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АЭС» (Калининград, 19–20 октября 2016). — Калининград, 2016. - С.73-77.

5. Федорова А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды / А.И. Федорова, А.Н. Никольская. - Москва: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. - 288 с.

ПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФИЛЛА В ЛИСТЬЯХ ТОПОЛЯ ЧЕРНОГО В ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЧАСТИ ГОРОДА ВОРОНЕЖ

Е.Ю. Иванова

Проблемы оценки состояния городской среды занимают одно из первых мест в иерархии глобальных проблем современности, так как эта среда отличается своеобразием экологических факторов, специфичностью техногенных воздействий, приводящих к значительной трансформации окружающей среды. Воздух в городе наполнен пылью, сажой, аэрозолями, дымом, твердыми частицами и т.д. К основным источникам загрязнения относятся промышленные и топливно-энергетические предприятия, транспорт. Естественно, что от загрязненного воздуха страдает человек и все, что его окружает. В настоящее время крайне актуален вопрос оптимизации городской среды. Для этого используются древесные растения, основная роль которых сводится к их способности нивелировать неблагоприятные для человека факторы природного и техногенного происхождения. Кроме этого, они выделяют кислород, снижают температуру, силу ветра и шума, повышают влажность воздуха, нередко улучшают среду до комфортной. Однако, высокая степень воздействия негативных антропогенных факторов, присущая урбанизированным территориям, закономерно приводит к ослаблению растительности, преждевременному старению, снижению продуктивности, поражению болезнями, вредителями и гибели насаждений. Древесные растения, оказавшиеся в городских условиях, начинают отставать в росте и развитии, уменьшаются их параметры, рано начинает изреживаться крона.

Городские насаждения, призванные оздоравливать урбанизированную среду, сами при этом нуждаются в защите. Таким образом, наравне с вопросом озеленения города на первый план также ставится проблема способов выявления и оценки уровня загрязнения окружающей среды. В настоящее время имеется большой арсенал методов для выявления различных неблагоприятных воздействий на состояние окружающей среды. Существующая система контроля качества среды базируется на данных по физико-химическому анализу объектов окружающей среды, по состоянию биоразнообразия и других. Для проведения оценки качества окружающей среды на

всех уровнях применяются различные подходы, но особенно важной является биологическая оценка. Это связано с тем, что именно состояние живых организмов позволяет прогнозировать такие изменения в окружающей среде, которые могут привести к необратимым последствиям. Основной экологической проблемой г. Воронежа и Воронежской области является защита атмосферного воздуха и населения от воздействия загрязняющих веществ, выбрасываемых с отработавшими газами автотранспортных средств.

Большая часть загрязняющих веществ, попадающих в атмосферу (51,2 %) приходится на источники выбросов, расположенные на территории Левобережного района. Это наиболее крупные предприятия теплоэнергетической (ТЭЦ-1 фил. ОАО «ТГК-4»), нефтехимической (ОАО «Воронежсинтезкаучук», ОАО «Амтел-Черноземье», ЗАО «Воронеж-Терминал») и машиностроительной (ОАО «ВАСО», ОАО «Воронежстальмост», ОАО «Рудгормаш») отраслей. Более 66% общего выброса всех стационарных источников приходится на долю ТЭЦ-1. Среди загрязняющих веществ в районе доминируют пыль, оксиды азота, оксид углерода, летучие органические соединения (ксилол, толуол, бутадиев, ацетон, бензин и др.) Низменный рельеф территории и слабая проветриваемость усиливают напряженность экологической обстановки в Левобережной части городского округа. Крупными загрязнителями воздуха в Железнодорожном районе являются «Воронежский стеклотарный завод» фил. ОАО «РАСКО», ВВРЗ фил. ОАО «Вагонреммаш», ЛД «Отрожка», ООО «Мебель Плюс» и др. В их выбросах преобладают оксиды азота, оксид углерода, летучие органические соединения (ксилол, бензин, хлорэтилен), пыль неорганическая и древесная.

Высокий уровень хронического загрязнения воздуха промышленными выбросами оказывает негативное влияние на весь комплекс физиологических процессов растений. Исследования показали, что зеленые растения более чувствительны к различным газам, чем животные и человек. Большая чувствительность растений связана с большей скоростью проникновения газа и автотрофным характером их метаболизма. Из всех органов растений в первую очередь и в наибольшей степени повреждаются газами листья, так как лист по своему строению и функциональной роли приспособлен к интенсивному газообмену.

Одним из методов биоиндикации состояния атмосферного воздуха является определение уровня содержания хлорофилла в листь-

ях растений. При воздействии различных стрессирующих факторов, в том числе загрязнения атмосферы значительные, энергетические ресурсы растения затрачиваются на адаптацию и нейтрализацию, поэтому синтез хлорофилла снижается [2]. В 2017 году принято исследование содержания хлорофилла колориметрическим методом в листьях тополя пирамидального (*Populus pyramidalis*) в 30 точках Левобережного и Железнодорожного районах города Воронежа. Результаты представлены на рисунке 1.

В ходе исследования была обнаружена корреляционная зависимость между точкой отбора пробы и специфической особенностью окружающей местности. Так, например, низкий уровень хлорофилла в районе остановки Тельмана может быть обусловлен близостью ж\д станции, высокой транспортной нагрузкой на этом участке (железнодорожной и автомобильной), что ведёт к увеличению концентрации оксидов серы и азота в данном районе. Также поблизости находится завод им. Тельмана, который в свою очередь оказывает неблагоприятное техногенное воздействие на атмосферу.

Низкие уровни содержание хлорофилла в листьях тополя были отмечены на остановках: «Мебель Черноземья», «Рокоссовского» (заправка), «Заводская». Для всех данных территорий также характерна высокая транспортная нагрузка, а вблизи остановки «Заводская» находится один из крупнейших в России по производству стеклотары завод «Раско».

Низкое содержание хлорофилла в листьях в районе остановок «Димитрова» и «Остужева» связано с высокой транспортной нагрузкой на пересечении этих улиц с Ленинским проспектом.

Самый низкий уровень содержания хлорофилла в листьях тополя в районе ул. Лебедева обусловлен высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, связанным с воздействием ТЭЦ-1, ОАО «Воронежсинтезкаучук», ЗАО «Воронежский шинный завод», кроме того здесь проходит автомагистраль с интенсивным движением автотранспорта.

Остановки «Гаражи», «ул. Калининградская», «Магазин» и «ул. Куйбышева» можно считать «условно чистыми», здесь нет крупных транспортных развязок и промышленных производств с выбросом токсикантов.

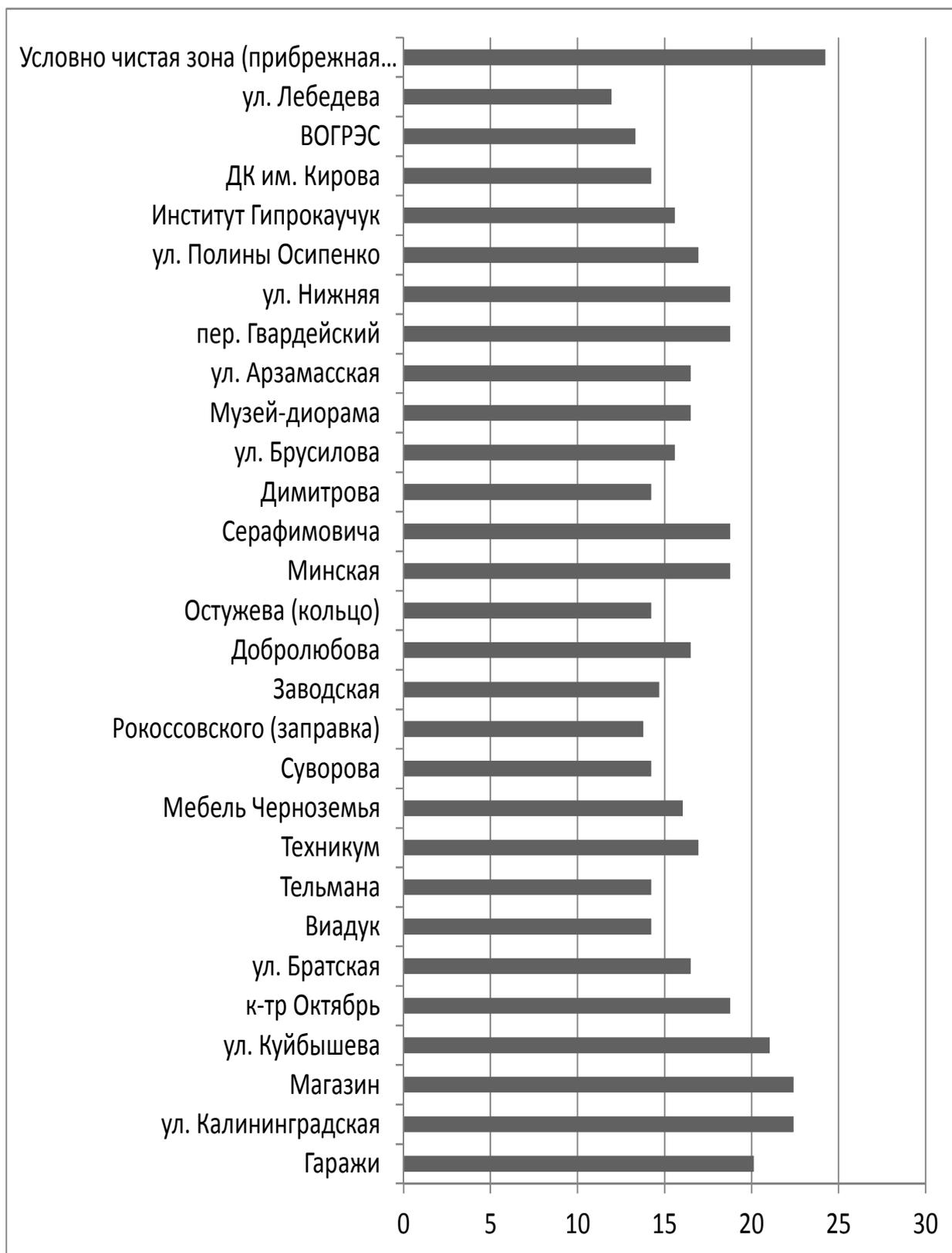


Рис. 1. Содержание хлорофилла (%) в листьях тополя пирамидального в точках отбора проб

Результаты лабораторных анализов и сделанных выводов подтверждаются информацией, полученной в ходе мониторинга атмосферного воздуха ГУ «Воронежский областной центр по гидроме-

теорологии и мониторингу окружающей среды» и лабораторией ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», а также информацией, полученной Воронежским Филиалом ФБУ «ЦЛАТИ по ЦФО» в ходе отбора проб атмосферного воздуха на магистральных улицах левобережья г. Воронежа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванова Е.Ю. Оценка состояния атмосферного воздуха города Нововоронежа биологическими методами / Е.Ю. Иванова // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Серия География. Геоэкология. — 2013 .— № 1. - С. 157-162 .

2. Фёдорова А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учеб. пособие / А.И. Фёдорова, А.Н. Никольская. – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 1997. – 305 с.

3. Яковлев Ю.В. Доклад о состоянии окружающей среды и природоохранной деятельности городского округа город Воронеж в 2010 году / Ю.В. Яковлев, В.Н. Дрыгин. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2011. – 92 с.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ГОРОДА КАЛАЧА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

М.А. Клевцова, Т.В. Багмутова

Изучение экологического состояния почвенного покрова имеет большое значение на современном этапе трансформации окружающей среды. Негативное влияние источников загрязнения на почву, в особенности на урбанизированных территориях, приводит к снижению ее плодородия, закислению или защелачиванию, ухудшению механического состава. В связи с этим изучение экологического состояния почвенного покрова является актуальным направлением.

Целью исследования являлась оценка экологического состояния почвенного покрова города Калача Воронежской области. Отбор проб проводился в июле-августе 2017 г. методом конверта в 17 точках. Почва после просушивания была транспортирована в эколого-аналитическую лабораторию ВГУ для определения необходимых показателей.

Местонахождение точек определяло их обязательную принадлежность к функциональным зонам города: зоне промышленных предприятий, селитебной, транспортной и рекреационной. Чтобы правильно оценить использованные критерии, необходимо сравнить результаты этих исследований с фоновым значением. В качестве контрольной точки была взята точка, находящаяся вдали от антропогенных выбросов стационарных и передвижных источников, в лесном массиве Закалач. Отбор основных проб проводился в 16 точках города Калач и его пригорода (табл. 1).

Отбор проб проводился согласно ГОСТу 17.4.4.02-84 методом конверта путем объединения точечных проб одной пробной площадки в одну. Отобранные и подготовленные образцы подвергались следующим исследованиям 1) визуальное определение гранулометрического состава почвы; 2) ситовой гранулометрический анализ; 3) определение рН водной вытяжки; 4) приготовление солевой вытяжки и определение рН; 5) определение валового (общего) содержания гумуса по методу М.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова; 6) оценка фитотоксичности [1-3, 5, 6].

По гранулометрическому составу почвы Калача относятся к трем категориям (табл. 2): тяжелый суглинок (точки № 6, 16, 17), средний суг-

линок (точки № 3, 4, 8, 11, 13), легкий суглинок (точки № 12, 9), супесь (точки № 1, 5, 10). Таким образом, данные почвы обладают хорошими свойствами удержания почвенной влаги, как важного фактора.

Таблица 1

Точки отбора образцов почвы

№	Функциональная зона	Местоположение
1	Промышленная Промышленная	1) ОАО «Сырзавод Калачеевский», п. Пригородный, ул. Космонавтов, 1 2) ОАО «Кристалл» (сахарный завод), п. Пригородный, ул. Космонавтов, 9 3) Калачеевский пищевой комбинат, ул. Советская, 74 а 4) ООО «Калачеевский Хлебозавод», ул. Элеваторная, 10
2	Рекреационная	5) Городской парк 6) Березовая роща 7) Пляж, ул. Спортивная
3	Транспортная	8) Автодорога на ул. Ленинской 9) Автодорога на ул. Пугачева 10) Железная дорога на ул. Привокзальной 11) Железная дорога на ул. Селянской
4	Селитебная	12) Частный сектор на ул. Декабристов 13) Частный сектор на ул. Ватутина 14) Частный сектор, с. Заброды 15) Частный сектор, ул. Кирова 16) Частный сектор, ул. Мелиораторов

Таблица 2

Результаты «мокрого» метода определения гранулометрического состава

№ точки	Гранулометрический состав	№ точки	Гранулометрический состав
1	супесь	9	легкий суглинок
2	супесь	10	супесь
3	средний суглинок	11	средний суглинок
4	средний суглинок	12	легкий суглинок
5	супесь	13	средний суглинок
6	тяжелый суглинок	14	супесь
7	средний суглинок	15	супесь
8	средний суглинок	16	тяжелый суглинок
17	тяжелый суглинок		

Ситовой метод определения гранулометрического состава показал процентное содержание самых важных почвенных агрегатов – размерами 10-0,25 мм. Именно они придают почвенной структуре ее уникальное строение в виде почвенных комочков с поровым пространством и определяют почвенное плодородие [4]. В результате все исследуемые образцы почв имеют коэффициент структурности более 1,5, что также подтверждает отличное агрегатное состояние, лишь у двух проб коэффициент чуть ниже этого уровня.

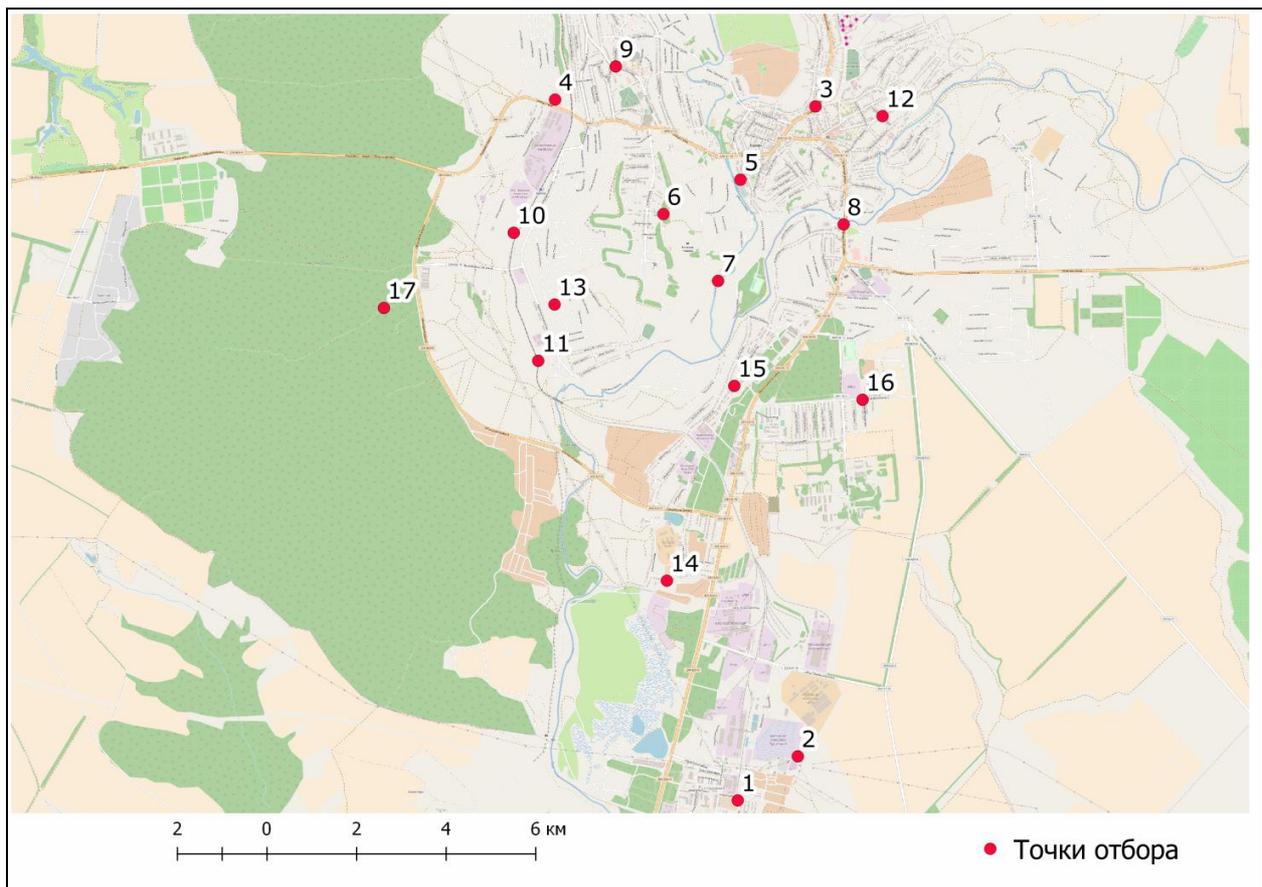


Рис. 1. Пространственное расположение точек отбора почвы в г. Калаче

Почвенные образцы из точек № 1, 4, 6, 15 можно отнести к «сильнокаменистым», что можно объяснить присутствием в почве частиц строительного мусора в виде битого кирпича, стекла, бетона и т.п. Наличие так называемых «камней» затрудняет рост и развитие растений, в частности, газонных трав и декоративных цветов. Естественно, что количество самых крупных агрегатов (глыб) и самых мелких (пылеватой части почвы), указывает на неблагоприятное агрофизическое состояние почвенной структуры.

Велика роль содержания органического углерода и, соответственно, гумуса в почве. Во-первых, многие питательные элементы влияют на условия произрастания естественной и культурной расти-

тельности, на интенсивность прироста биомассы, определяя условия жизни животных и человека. А, во-вторых, гумус являясь сложным соединением гуминовых кислот, содержит в себе функциональные группы которые обладают высокой поглотительной способностью и поэтому образуют с токсикантами, поступающими в почву, комплексные соединения. Например, таким образом, снижается подвижность тяжелых металлов и уменьшается их содержание в нижележащих горизонтах и грунтовых водах. Результаты исследования с помощью метода Тюрина представлены на рисунке 2.

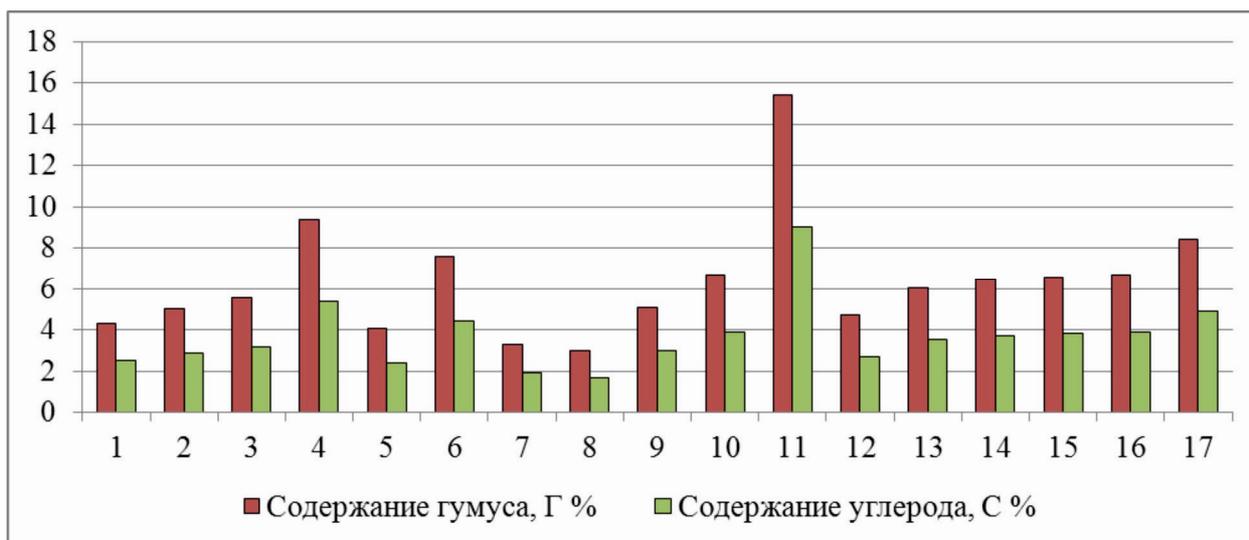


Рис. 2. Результаты определения валового (общего) содержания гумуса

На основе проведенного анализа и в соответствии с категориями почв по содержанию гумуса можно сделать вывод о том, что основная часть исследуемых почв относятся к среднегумусной категории, пробы № 7 и № 8 малопродуктивны, а у пробы № 11 содержание гумуса оказалось выше 15 %, что соответствует 9 % органического углерода. Такое высокое содержание обусловлено нахождением в пробе следов угля, и поэтому нельзя адекватно определить плодородность почвы. В образце, отобранном в пределах березовой рощи и в контрольной точке, содержание гумуса характеризуется как высокое.

Следующим немаловажным фактором экологического состояния почвенного покрова являлись показатели рН водной и солевой вытяжек. Процесс приобретения почвой повышенной кислотности часто называют закислением почв [7, 12]. Происходит это по различным причинам, таким как: 1) выделение углекислоты микроорганизмами и корнями растений; 2) образование некоторых форм

гумуса вследствие разложения хвойной подстилки; 3) внесение в почву минеральных удобрений, прежде всего, на основе мочевины, так как при ее преобразовании в нитратную форму выделяется некоторое количество азотной кислоты; 4) выпадение кислотных дождей, содержащих некоторое количество азотной, серной и сернистой кислот. Образование слабого раствора кислот происходит при соединении антропогенных выбросов предприятий с атмосферной влагой. Но промышленные выбросы могут образовывать не только кислые осадки, но и щелочные. Например, подобное происходит при работе теплоэлектростанций, использующих горючие сланцы. Закисление почвы приводит к угнетению растений и почвенных микроорганизмов, увеличивает подвижность некоторых элементов, особенно тяжелых металлов. Когда же происходит подщелачивание среды, из почвы может легко вымываться органическое вещество, что приводит быстро к обеднению почвы гумусом. Результаты исследования представлены на рисунках 3 и 4.

Анализ актуальной кислотности показал, что кислотность колеблется от 7 до 8,1. В целом все образцы имеют рН больше 7, т.е. щелочную и слабощелочную реакцию. По солевой вытяжке все исследуемые почвы относятся к нейтральным, а контрольная – близкой к нейтральным. Это характеризует почвы города и пригорода как нормальные по отношению к обменной кислотности и не нуждающиеся в известковании и подщелачивании. Те значения рН, которые чуть выше других соответствуют пробам у дорог на ул. Ленинская, Пугачева, пробам, отобраным у пляжа и в частном секторе по улице Кирова.

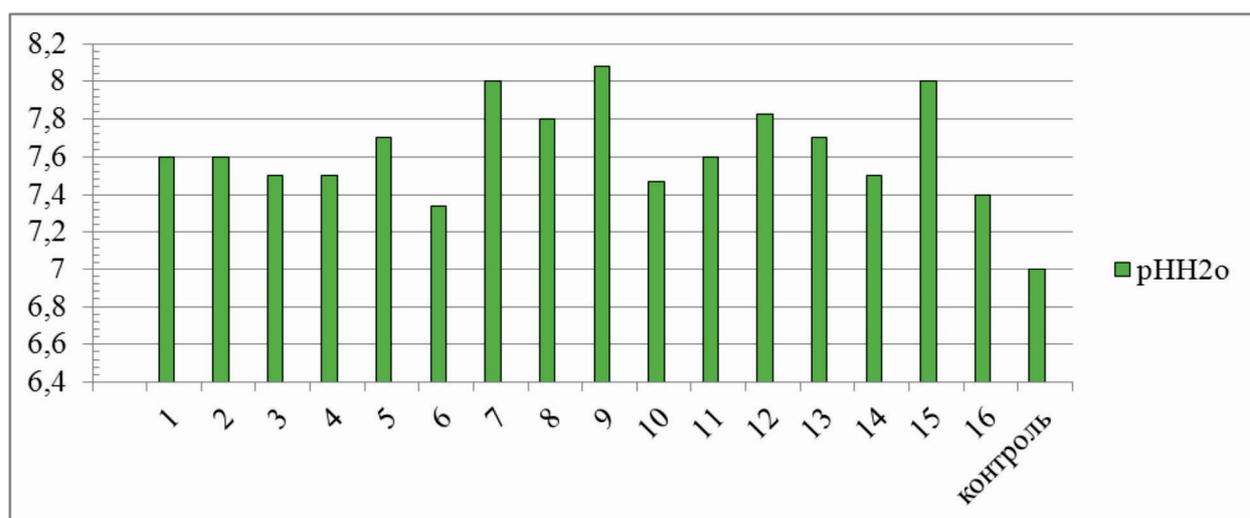


Рис. 3. Результаты определения актуальной кислотности

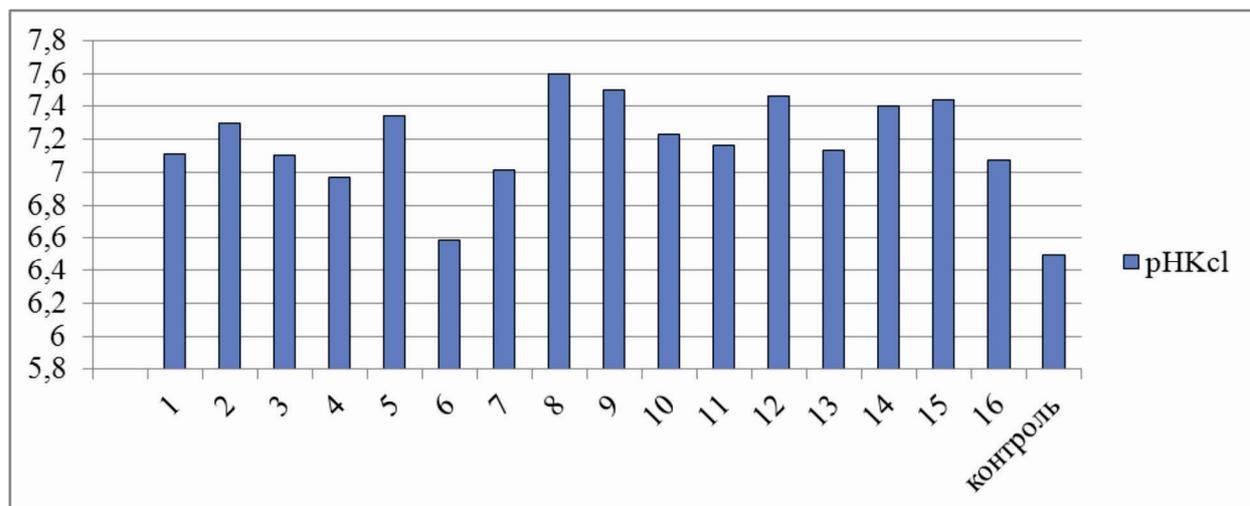


Рис. 4. Результаты определения обменной кислотности

Следовательно, можно предположить, что высокие значения рН вблизи дорог обусловлены содержанием в переработанной почве элементов, способных подщелачивать среду, а именно: следов мела. В почве частного сектора возможно присутствие отходов от свиноводческой фермы, располагающейся неподалёку, что также объясняет значение рН=8. Самые низкие значения, а именно, 6,6 и 6,5 в результате анализа наблюдаются у почв контрольной точки и березовой рощи соответственно. Такое незначительное, но все же отличие от показателей кислотности других почв объясняется удаленностью от влияния антропогенных факторов, т.е. удаленностью от транспортных магистралей, также промышленных предприятий и фермерских хозяйств. Анализ пространственной изменчивости показателя кислотности почв можно проследить на рисунке 5.

Достаточно надежные данные о токсичности той или иной пробы позволяют получить методы биотестирования. Они дают возможность охарактеризовать степень воздействия изучаемого фактора на биоценозы и природные среды. Этим методы биотестирования приближаются к химическим методам. Но в отличие от последних, они позволяют реально оценить токсические свойства среды, обусловленные наличием комплекса загрязняющих химических веществ.

Одним из наиболее важных требований при оценке состояния среды является чувствительность применяемых методов. Потребность в таких методах особенно возрастает в настоящее время, когда становится необходимым оценивать не только уже необратимые изменения в среде, но первоначальные незначительные отклонения, когда еще возможно вернуть систему в прежнее нормальное со-

стояние. Качество почвы, ее геохимические показатели, избыточное количество токсических веществ, пестицидов, удобрений и т.п. влияют на всхожесть, созревание растений, развитие биомассы и качество продукции [8, 10]. Поэтому было принято в ходе опыта фиксировать такие показатели как всхожесть, длина надземной и корневой систем, масса сухого вещества надземной и подземной части трех тест-растений: кресс-салата, пшеницы, ячменя. Показатели всхожести оказались следующие.

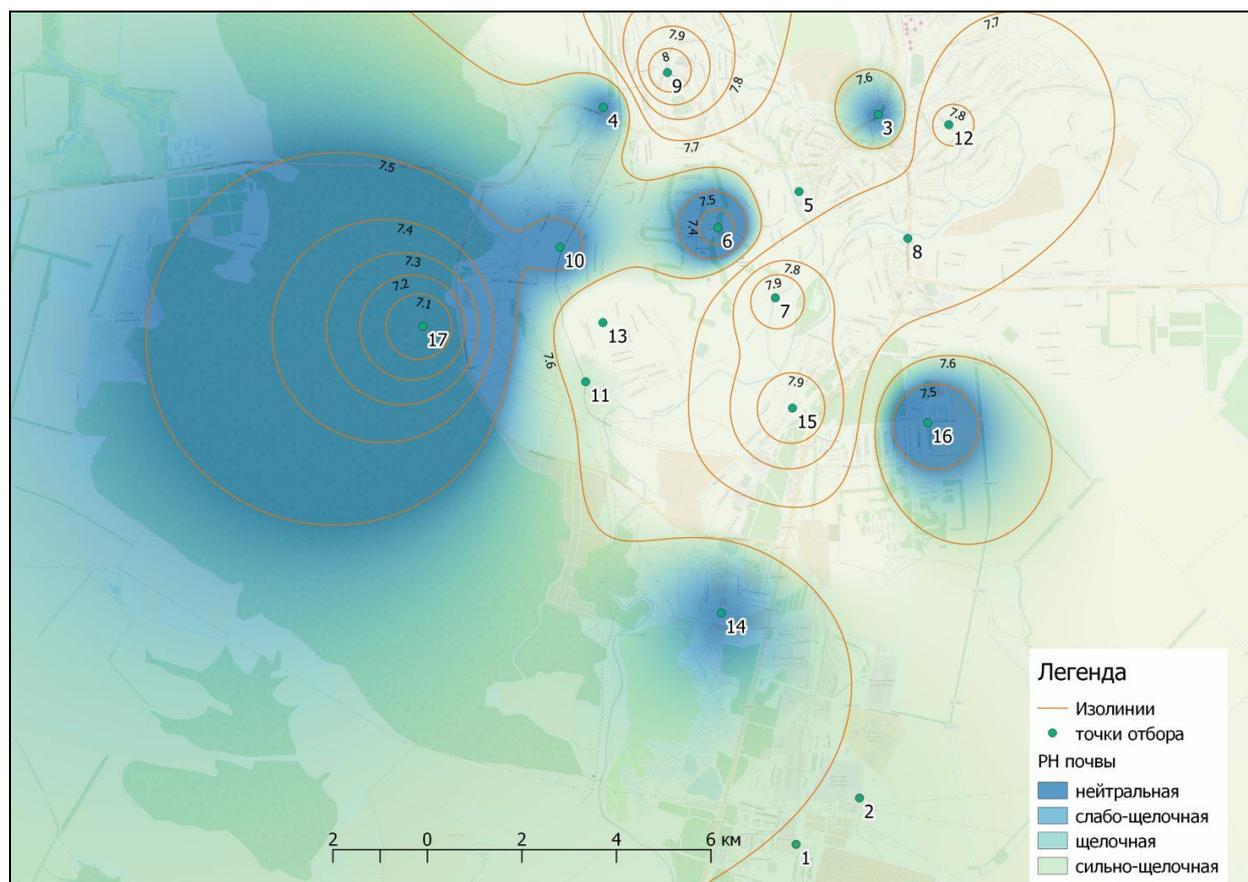


Рис. 5. Актуальная кислотность почвенного покрова г. Калача

Оценка фитотоксичности показала, что 100% всхожесть наблюдалась не у всех растений, но в целом количество проросших семян не существенно отличается от всхожести семян в контрольной пробе и варьирует от 7 до 10 штук. Ячмень проявил хорошие показатели всхожести у всех 17 почвенных проб. Наибольшее количество взошедших семян зафиксировано в образцах транспортной зоны и частного сектора. Что касается кресс-салата, семена не взошли в пробе №10 (железная дорога, ул. Привокзальная), в остальных точках наблюдалась высокая всхожесть. Семена в опыте с пшеницей не взошли в пробе № 1, что соответствует территории сыроваренного завода в поселке Пригородном.

Количество проростков, шт.

№ точки	Ячмень			Кресс-салат			Пшеница		
	3 сут ки	5 сут ки	7 сут ки	3 сут ки	5 сут ки	7 сут ки	3сут ки	5 сут ки	7 сут ки
1	0	9	9	0	9	10	0	0	0
2	0	7	7	3	10	10	3	10	10
3	2	7	9	0	8	9	5	9	9
4	2	8	8	1	7	10	2	9	10
5	1	8	9	1	9	9	1	8	8
6	1	8	9	1	8	9	0	8	8
7	0	10	10	1	8	8	1	8	8
8	0	9	9	1	10	10	0	6	8
9	1	9	9	3	10	10	0	4	8
10	5	10	10	1	1	1	2	9	9
11	3	10	10	2	9	9	3	9	10
12	0	10	10	1	10	10	3	6	7
13	2	8	8	2	10	10	0	8	8
14	1	10	10	2	9	9	2	9	9
15	1	8	8	1	10	10	1	9	9
16	1	9	9	2	10	10	3	8	9
17	0	8	8	2	10	10	1	9	9

Следующим этапом была фиксация длины и массы надземной и подземной частей тест-растений. Результаты измерений представлены в таблицах 4 - 6.

Таблица 4

Морфометрические параметры проростков кресс-салата на 10 сутки

№ точки	Длина надземной части, см	Длина подземной части, см	Масса надземной части, г	Масса надземной части, г
1	6,8	1,9	0,284	0,0086
2	6,8	2,6	0,317	0,0079
3	5,8	1,4	0,271	0,0077
4	4,2	1	0,185	0,0073
5	6,12	1,78	0,244	0,005
6	6,67	1,87	0,219	0,0062
7	6,71	2,11	0,303	0,018
8	6,5	2,61	0,269	0,0033
9	7,55	1,42	0,33	0,2226
10	0	0	0	0

№ точки	Длина надземной части, см	Длина подземной части, см	Масса надземной части, г	Масса подземной части, г
11	6,87	0,8	0,293	0,0181
12	6,83	3,34	0,33	0,0191
13	7,25	2,08	0,324	0,026
14	6,37	1,67	0,258	0,0157
15	6,9	1,65	0,323	0,0233
16	6,46	1,4	0,263	0,0296
17	6,88	2,67	0,303	0,0339

Таблица 5

Морфометрические параметры проростков пшеницы на 10 суток

№ точки	Длина надземной части, см	Длина подземной части, см	Масса надземной части, г	Масса подземной части, г
1	0	0	0	0
2	11,2	11,7	0,783	0,5351
3	12,7	11,6	0,82	0,5396
4	11,3	12,2	0,733	0,6727
5	13,4	15,6	0,795	0,8882
6	12,6	14,6	0,589	0,5629
7	14,1	10,1	0,707	0,3541
8	9,4	9,9	0,4	0,646
9	7,3	6,8	0,379	0,5057
10	12,3	13,2	0,696	0,618
11	12,6	11,4	0,775	0,5217
12	12,2	15,7	0,517	0,4172
13	14,7	13	0,835	0,5429
14	14,3	13,7	0,834	0,5096
15	12,3	12,6	0,662	0,3319
16	11,8	10,7	0,652	0,3932
17	13,1	15,7	0,701	0,5011

Дальнейшая оценка фитотоксического эффекта почвы, представленная на диаграммах (рис. 6 и 7), дает возможность наглядно проследить изменение токсичности исследуемых почв и сравнить эти значения в зависимости от используемых растений и по функциональным зонам.

Таблица 6

Морфометрические параметры проростков ячменя на 10 сутки

№ точки	Длина надземной части, см	Длина подземной части, см	Масса надземной части, г	Масса подземной части, г
1	14,5	14,3	1,398	1,8472
2	15,5	13,3	2,139	1,8481
3	14	14,4	1,648	1,4229
4	17,8	16,4	1,65	1,7147
5	16,1	15,9	1,571	1,4999
6	15,2	16,6	1,179	1,139
7	17,5	13,5	2,004	1,2983
8	17,6	14,9	1,643	1,6418
9	18,3	9,3	1,976	1,1943
10	16,6	17,1	1,269	1,836
11	18,1	16	1,697	1,2191
12	17,5	16,7	1,729	1,5419
13	17,3	17,9	1,321	1,0894
14	16,9	15,3	1,497	1,2274
15	16,5	17,3	1,263	1,5043
16	18,7	18,4	1,413	1,59
17	14,9	16,9	1,009	0,9865

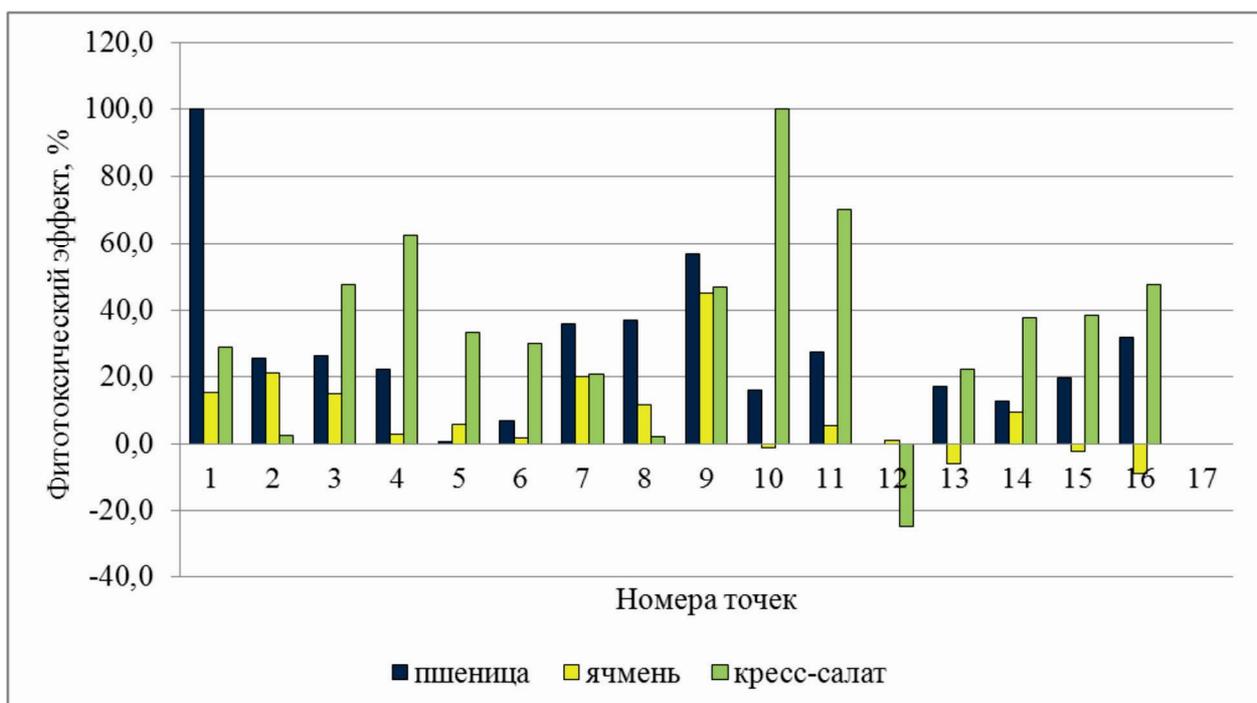


Рис. 6. Результаты определения фитотоксического эффекта почвы в зависимости от длины корней

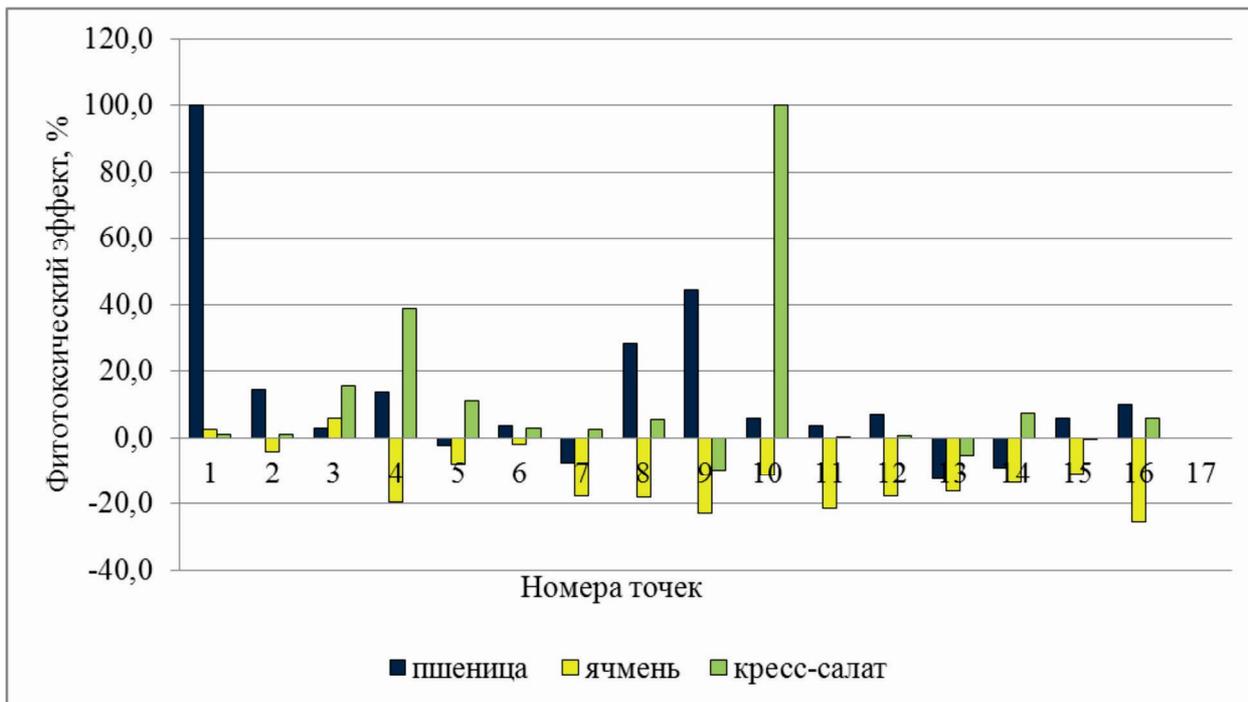


Рис. 7. Результаты определения фитотоксического эффекта почвы в зависимости от длины проростков

Если оценивать длину надземной части, то только лишь две пробы почвы, у «Сырзавода Калачеевский» (№ 1) и железной дороги на ул. Привокзальной (№ 10) обладают высокой фитотоксичностью, у остальных – средняя и низкая степень.

Если оценивать длину подземной части растений, то высокой токсичностью обладают пробы №№ 1, 4, 10, 11, что соответствует зоне влияния таких предприятий как ОАО «Сырзавод Калачеевский», ООО «Калачеевский Хлебозавод» и обочине дорог. Остальные пробы обладают средней и низкой степенью токсичности.

В данных исследованиях проведена оценка состояния почвенного покрова по показателю фитотоксичности. В качестве тест-объекта выбраны представители однодольных (ячмень, пшеница) и двудольных растений (кресс-салат).

Фитотоксичность является комплексным показателем загрязнения почвы, т.е. это свойство подавлять нормальный рост, развитие высших растений. Определение данного параметра является важным не только в агроэкосистемах, но и в урбанизированных зонах. Это объясняется тем, что почва как депонирующая среда, накапливает токсиканты, а, следовательно, влияет на рост городских растений. Общеизвестно, что создание комфортной среды обитания человека является приоритетным направлением в городах любой численности [9, 11].

Таким образом, проблема загрязнения почвенного покрова особенно остра на урбанизированных территориях, вследствие чего изучение фитотоксичности почв является весьма перспективным направлением. Использование методов биотестирования, основанных на ответной реакции живых организмов на негативное воздействие загрязняющих веществ, позволяет дать достоверную информацию о качестве компонентов окружающей среды, в том числе почв.

На основе проведенных исследований в рамках оценки экологического состояния почвенного покрова г. Калача Воронежской области можно сделать следующие выводы.

Во-первых, существенных различий по физико-химическим параметрам почвы, отобранные в разных функциональных зонах г. Калача, не имеют. По гранулометрическому составу почвы в основном суглинистые, обладают хорошим агрегатным состоянием. Тем не менее, в образцах, отобранных в промышленно-транспортной зоне, зафиксировано значительное количество дополнительных включений антропогенного происхождения (в основном - строительный мусор).

Содержание гумуса указывает на среднюю степень насыщенности почвы питательными веществами, вследствие чего при проведении мероприятий по озеленению территорий (в особенности создании газонов и цветников) требуется внесение соответствующих удобрений.

Определение кислотности почвы показало, что в городе наблюдается незначительное подщелачивание, которое характерно для многих городов России. Поэтому нужно учитывать эту тенденцию и не допускать ухудшения кислотно-основных свойств, прежде всего, при прокладке коммуникаций и осуществлении строительных работ.

Во-вторых, наиболее показательными в плане оценки загрязнения почвенного покрова оказались опыты по оценке фитотоксичности. Наименьший фитотоксический эффект проявил ячмень, а наибольший - кресс-салат. Во всех точках наблюдается угнетение роста корневой системы проростков. Однако анализ состояния надземной части ячменя показал, наоборот, наличие явления гормезиса.

Высокая степень токсичности почвы обнаружена вблизи промышленных предприятий (ОАО «Сырзавод Калачеевский», «ООО Калачеевский Хлебозавод») и железнодорожного полотна.

В-третьих, проблема почвенного загрязнения, как правило, связана с выбросами загрязняющих веществ в атмосферу промышленно-транспортными объектами и рассеиванием загрязнителей. Анализ информации о стационарных источниках в Калаче показал, что за последние десятилетия объем выбросов растет. Однако, по-прежнему, передвижные источники вносят более существенный вклад в загрязнение воздуха по сравнению со стационарными – 60-70 %. Особенно сильное влияние на почвенный покров оказывают продукты износа шин, накладок, тормозных колодок дорожных покрытий и деталей автотранспорта.

Таким образом, проведение комплексных исследований почвенного покрова является актуальным направлением экологической диагностики состояния урбанизированной среды малых городов Воронежской области, в частности г. Калача.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина . 2-е изд. – Москва: МГУ, 1970. – 488 с.
2. ГОСТ 12536–79. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. – Введ. 1980-07-01. – Москва: ИПК издательство стандартов, 2008. – 18 с.
3. ГОСТ 17.4.4.02-84. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа – Введ. 1984-12-19. – Москва: Госстандарт СССР, 1984. – 20 с.
4. Мотузова Г.В. Экологический мониторинг почв / Г.В. Мотузова, Г.В. Безуглова. – Москва: Академический Проект; Гаудеамус, 2007. – 237 с.
5. Мякина Н.Б. Методическое пособие для чтения результатов химических анализов почв / Н.Б. Мякина, Е.В. Аринушкина. – Москва : Изд-во Московского ун-та, 1979 .— 61 с.
6. Оценка экологического состояния почвы. Практическое руководство. / Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева. Изд. 2-е, перераб. и дополн. – Санкт-Петербург: Крисмас+, 2008. – 216 с.
7. Прожорина Т.И. Практикум по курсу «Химический анализ почв» (часть 2) / Т.И. Прожорина, Е.Д. Затулей. – Воронеж: Издательский центр Воронеж. гос. ун-та, 2009. – 31 с.

8. Терехова В.А. Биотестирование почв: подходы и проблемы / В.А. Терехова // Почвоведение. – 2011. – С. 190-198.

9. Титова В.И. Агро- и биохимические методы исследования состояния экосистем: учебное пособие для вузов / В.И. Титова, Е.В. Дабахова, М.В. Дабахов. – Нижний Новгород: ВВАГС, 2011. – 170 с.

10. Шабалина О.М. Фитотестирование городских почв с помощью пшеницы (*Triticum aestivum*) и ячменя (*Hordeum sativum*) / О.М. Шабалина, Т.Н. Демьяненко // Вестник КрасГАУ. – Красноярск, 2009. – № 3 – С. 107-112.

11. Шапиро Я.С. Агробиология: учебное пособие. / Я.С. Шапиро. – Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2009. – 280 с.

12. Эколого-аналитические методы исследования окружающей среды: Учебное пособие / Т.И. Прожорина [и др.] – Воронеж: Истоки, 2010. – 304 с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ (ПО МАТЕРИАЛАМ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ГОРОДЕ РОССОШЬ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ)

М.А. Клевцова, Ю.П. Моргунова

Железнодорожный транспорт является одним из самых распространенных в России. Следовательно, имеют место утечки в окружающую среду загрязняющих веществ. Так, различные смазочные материалы для подвижного состава находятся в активном взаимодействии со средой. Помимо химического загрязнения железнодорожный транспорт несет еще и физическое, что не может не сказываться негативно на природной среде и населении, проживающем в непосредственной близости от железной дороги и ее инфраструктуры. Хотя железнодорожный транспорт и считается более экологически чистым, чем автомобильный, все равно наносится ощутимый ущерб окружающей среде [2, 5, 10].

Целью исследования являлась экологическая оценка почвенного покрова на прилегающих к железнодорожному полотну территориях, в пределах города Россошь Воронежской области.

Город Россошь – один из крупнейших городов Воронежской области, административный центр Россошанского муниципального района. Численность постоянного населения города с учетом миграционного оттока по состоянию на 1 января 2018 г. составила 62 386 человек.

Город имеет выгодное транспортно-географическое положение, является крупной станцией Юго-Восточной железной дороги. Станция «Россошь» была открыта в 1871 г. и относится к 1 классу по характеру работы. Так как Россошанский район является индустриально-аграрным, по объемам промышленного производства он занимает первое место в Воронежской области. Известно, что основными источниками антропогенного воздействия являются промышленные предприятия. В первую очередь продукты, которые выбрасывают данные предприятия в атмосферу, формируют атмосферные техногенные геохимические потоки, и сбрасываемые в речные системы плохо очищенные отходы производства [9].

В самом городе Россошь сосредоточены 11 действующих промышленных предприятий:

1. Химический завод (ОАО «Минудобрения»)

2. Завод технооснастки.
3. Кирпичный завод.
4. Молочный комбинат.
5. Мясокомбинат.
6. Пищевой комбинат.
7. Маслодельный завод.
8. ООО «Придонхимстрой – известь».
9. ООО «Росагропром»
10. Строительный холдинг ЗАО «Коттедж – индустрия».
11. Локомотивное депо «Россошь» Юго-Восточной железной дороги.

На всем протяжении Юго-Восточной железной дороги в ходе экспедиционных исследований в 2017 г. в пределах города был произведен отбор почвенных проб. Всего было изъято 16 образцов: 15 на территориях, прилегающих к железнодорожному полотну, и контрольная точка в селитебной зоне города Россошь.

Отбор проб производился «методом конверта» согласно ГОСТу 17.4.4.02-84. Суть данного метода такова: разбивается элементарный участок, размером 2*2м. На полученной территории берется 5 образцов почвы и соединяется в 1 (это делают для того, чтобы выборка была репрезентативной), точки должны быть расположены таким образом, чтобы мысленно соединенные линиями, давали рисунок запечатанного конверта [3, 4].

Места отбора почвенных проб на территории г. Россошь приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

Следующими этапами были просушка почвы, разделение ее на фракции и непосредственное проведение исследований в аттестованной эколого-аналитической лаборатории ВГУ.

Для того чтобы оценить состояние почвенного покрова на территориях, прилегающих к железной дороге, нужно было определить такие показатели как гранулометрический состав, кислотность, содержание органического вещества (гумуса) и содержание нефтепродуктов в почве.

Гранулометрическим составом определяются почти все физические свойства почвы – адсорбционная, структурообразующая способность, плотность, влагоемкость, тепловые и физико-механические свойства. Глинистые и суглинистые почвы, например, содержат больше гумуса и питательных веществ, чем почвы супесчаные и песчаные.

Места отбора почвенных образцов

№ п/п	Местоположение точек
1	778 км Юго-Восточной железной дороги
2	778 км Юго-Восточной железной дороги(около 15 м от ж/д)
3	778 км Юго-Восточной железной дороги(около 30 м от ж/д)
4	781 км Юго-Восточной железной дороги
5	ул. Мира, д.181
6	ул.Комбинатской (около 20 м от ж/д)
7	ул.Комбинатской (около 40 м от ж/д)
8	ул.Комбинатской (около 25 м от ж/д)
9	ул.Комбинатской (около 60 м от ж/д)
10	ул.Комбинатской (около 100 м от ж/д)
11	ул. Линейная, близ д.4
12	ул. Максима Горького
13	ул. Максима Горького, д. 166
14	под ж/д мостом через р. Черная Калитва
15	под ж/д мостом через р. Черная Калитва
16	ул. Луночарского, д. 5 (контроль)

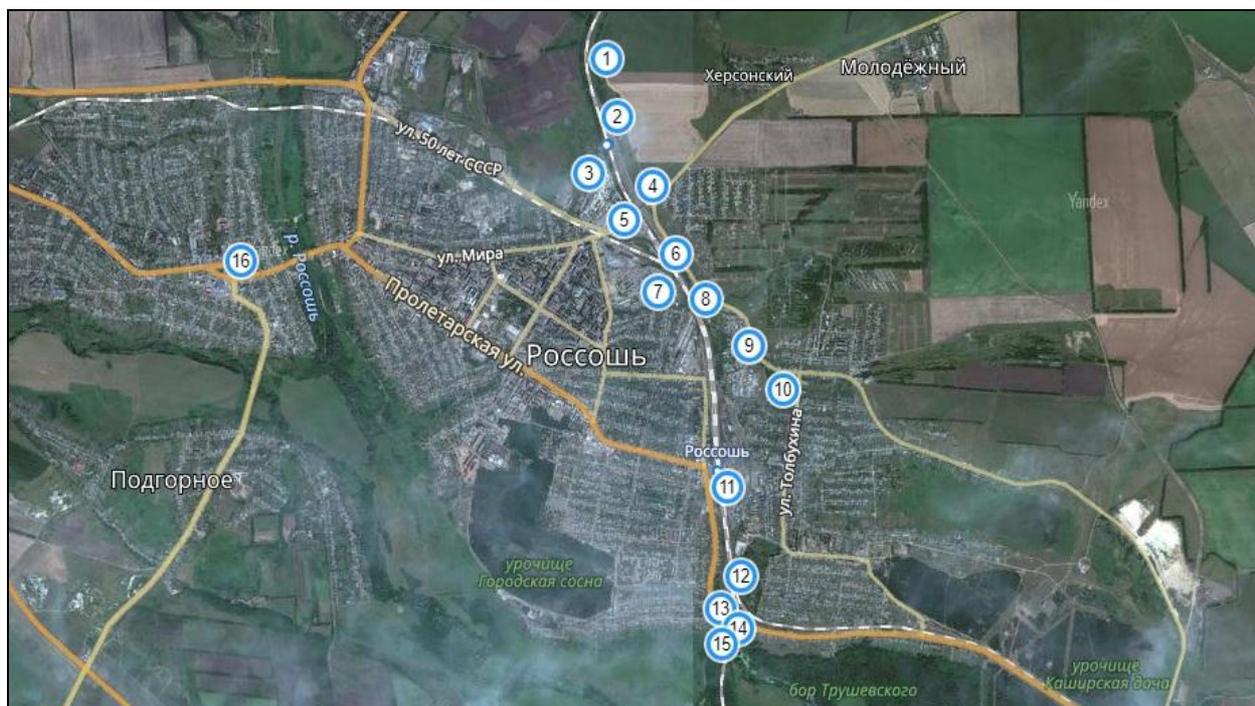


Рис. 1. Места отбора почвенных проб в городе Россошь

Все почвенные исследования, проводимые в целях решения разных задач, обязательно сопровождаются определением гранулометрического состава [1, 7, 11]. Исходя из проведенного исследования, можно сделать вывод о том, что почвы на территориях, примы-

кающих к железнодорожному полотну, разнообразны по гранулометрическому составу – от песка до тяжелого суглинка (табл. 2).

Ситовой метод определения гранулометрического состава исследуемых проб показал процентное содержание ценных почвенных агрегатов размерностью 10-0,25 мм. В связи с тем, что данный диапазон является самым ценным, придает почве уникальное пористое строение и определяет почвенное плодородие, он всегда оценивается. В результате исследования было выявлено отличное агрегатное состояние образцов.

Таблица 2

Результаты определения гранулометрического состава
«мокрым» способом

№ точки	Гранулометрический состав	№ точки	Гранулометрический состав
1	средний суглинок	9	средний суглинок
2	легкий суглинок	10	средний суглинок
3	средний суглинок	11	песок
4	средний суглинок	12	тяжелый суглинок
5	легкий суглинок	13	песок
6	песок	14	супесь
7	средний суглинок	15	супесь
8	средний суглинок	16	легкий суглинок

Важным показателем экологического состояния почвенного покрова является рН солевой и водной вытяжек. В природе распространение кислых почв связано с определенными условиями почвообразования (подзолистые, бурые лесные, красноземы, желтоземы). Большое значение в образовании почв с той или иной реакцией имеет характер почвообразующей породы. Подзолистые почвы, бедные основаниями, в основном приурочены к выщелоченным, бескарбонатным породам. Характер почвообразовательного процесса откладывает существенный отпечаток на формирование реакции почв [2, 8].

В одних случаях этот процесс приводит к потере оснований и подкислению (подзолистый процесс), в других — наблюдается постепенное обогащение почвы основаниями (дерновый процесс). Большое значение в формировании кислых почв имеют климатические условия. Промывной характер водного режима приводит к выносу солей из почвы.

Растительность также оказывает влияние на характер почвенной реакции. Хвойные леса и сфагнум способствуют усилению кислотности благодаря кислым свойствам их органических остатков; лиственные леса и травянистая растительность благоприятствуют накоплению оснований. Сельскохозяйственная деятельность человека и влияние промышленности также вызывают изменение почвенной реакции [2].

Результаты исследования представлены на рисунках 2 и 3.

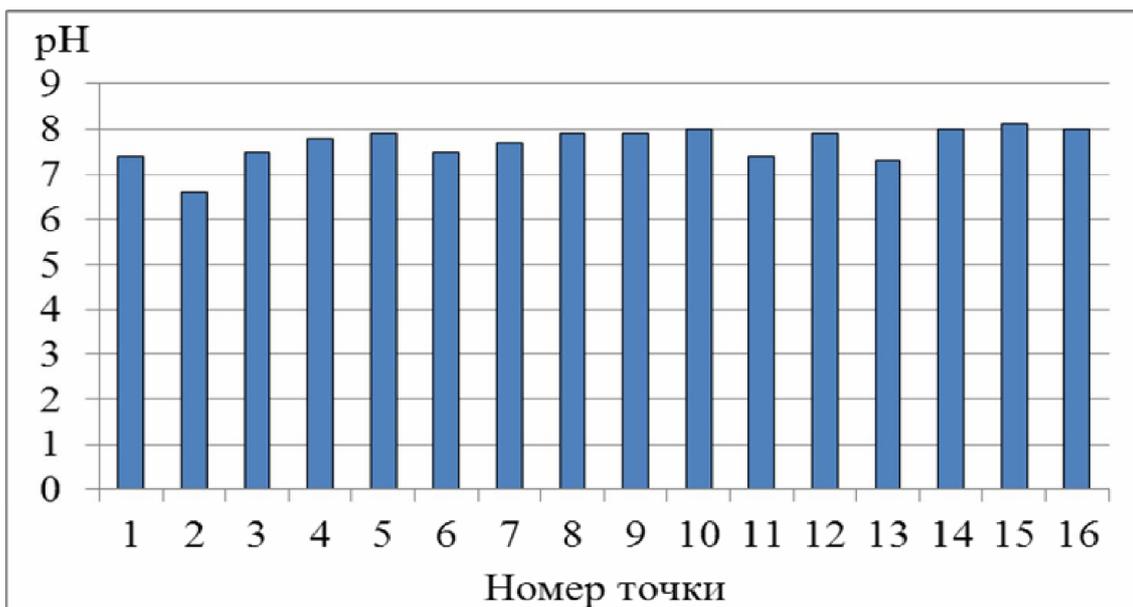


Рис. 2. Результаты определения актуальной кислотности

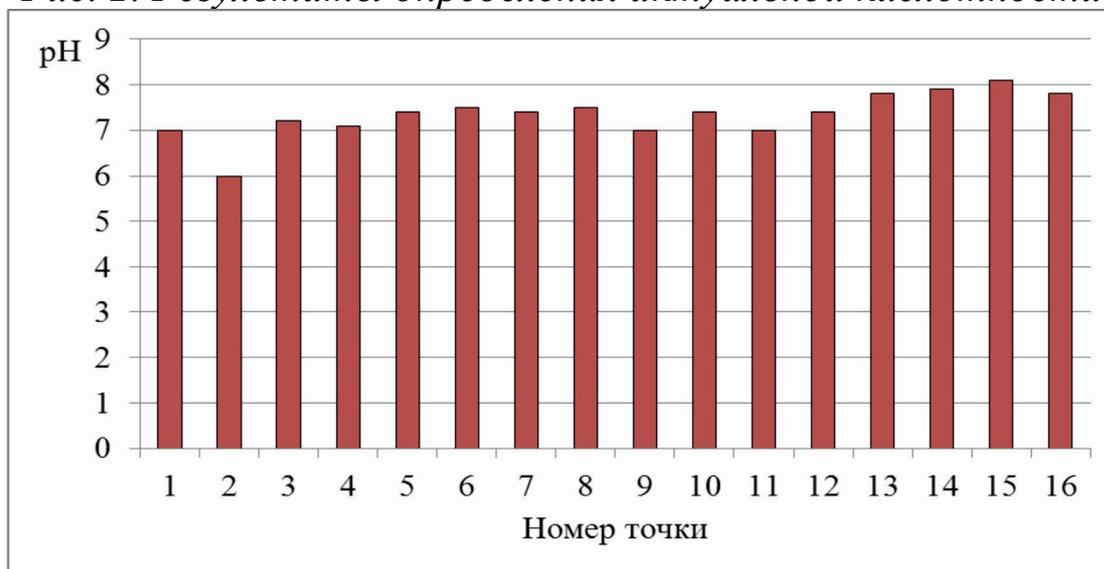


Рис. 3. Результаты определения обменной кислотности

Проведя анализ водной вытяжки, можно сказать, что кислотность колеблется в диапазоне 6,6 - 8,11. Таким образом, все образцы, за исключением точки № 2, имеют рН выше 7, следовательно, щелочную и слабощелочную степень кислотности, а степень кислотности в точке № 2 нейтральная. По солевой вытяжке все об-

разцы взятой на анализ почвы относятся к категории «близкие к нейтральным». Это означает, что почвы придорожного полотна нормальные в отношении обменной кислотности.

Об актуальной кислотности можно сказать, что высокие значения рН почвенных проб, взятых вблизи железной дороги, обусловлены содержанием в почве элементов, подщелачивающих среду, например, нефтепродуктов. Данные высокие показатели рН почвы также характеризуются ее непосредственной близостью с железной дорогой, по которой постоянно идет движение поездов.

Огромная роль отведена содержанию органического водорода и, соответственно, гумуса в почве. Огромное количество питательных элементов, входящих в состав, оказывает влияние на условия произрастания той или иной растительности, тем самым определяя условия жизни фауны и человека. Также гумус является сложным соединением гуминовых кислот и содержит в себе функциональные группы, обладающие высокой поглотительной способностью. Исходя из этого, они могут образовывать комплексные соединения вместе с токсикантами, которые поступают в почву. Посредством этого снижается подвижность тяжелых металлов в почве. Таким образом, гумус предохраняет все живое от токсического воздействия тяжелых металлов, а также и от радионуклидов.

Исследования на наличие в почве гумуса и органического углерода проводились с помощью метода Тюрина, результаты представлены на рисунке 4.

Основная часть отобранных проб относится к малогумусной категории, пробы №№ 2, 3, 9, 15, 16 являются среднегумусными, пробы №№ 7, 10 – гумусные и пробы №№ 11 и 14 – высокогумусные.

Последним, завершающим этапом исследований было определение наличия нефтепродуктов в образцах.

Нефтепродукты, безусловно, являются опасными и весьма распространенными загрязняющими веществами почвенного покрова, последствия их воздействия наносят существенный ущерб плодородию почв и приводят к их деградации, изъятию из использования. Именно дизельное топливо, а также различные масла, смазочные материалы широко используются железнодорожным транспортом и являются теми поллютантами, которые чаще всего обнаруживаются в среде на прилегающих к железнодорожному полотну территориях.

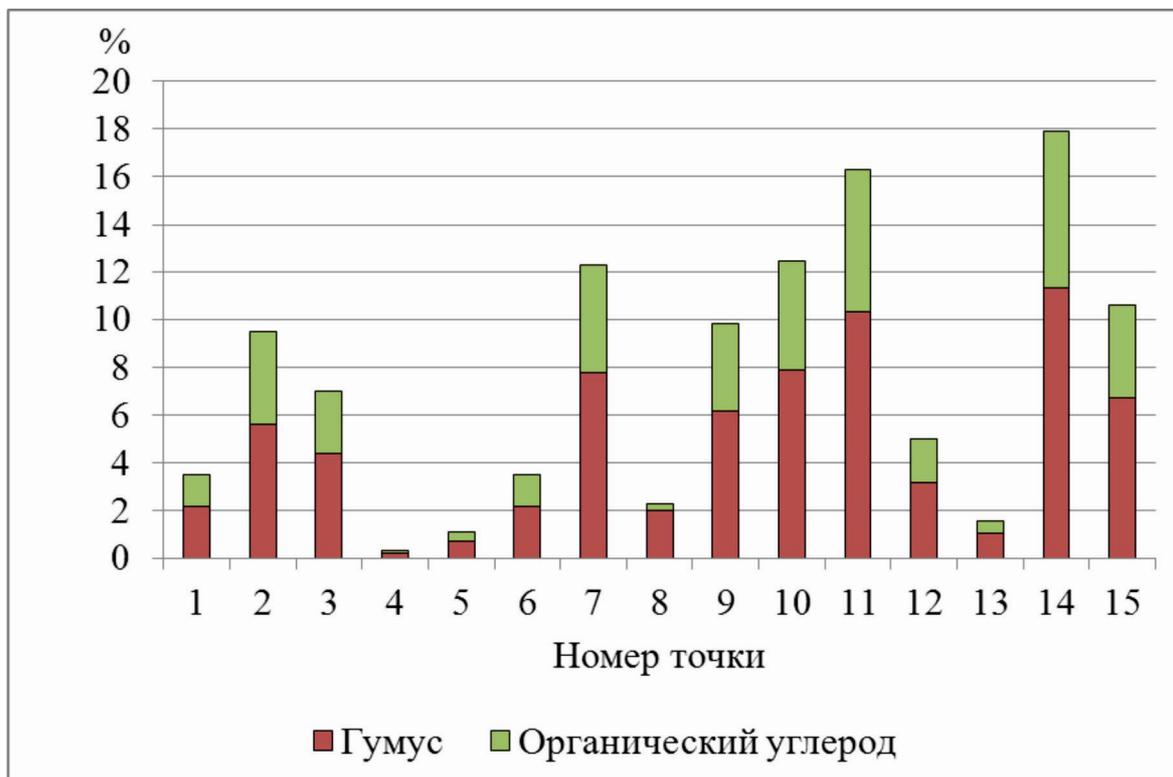


Рис. 4. Содержание гумуса и органического углерода в почвенных пробах в 2017 г. (контроль – гумус 5,6%, органический углерод – 3,3%)

Наличие нефтепродуктов в почвенном покрове показано на рисунке 5.

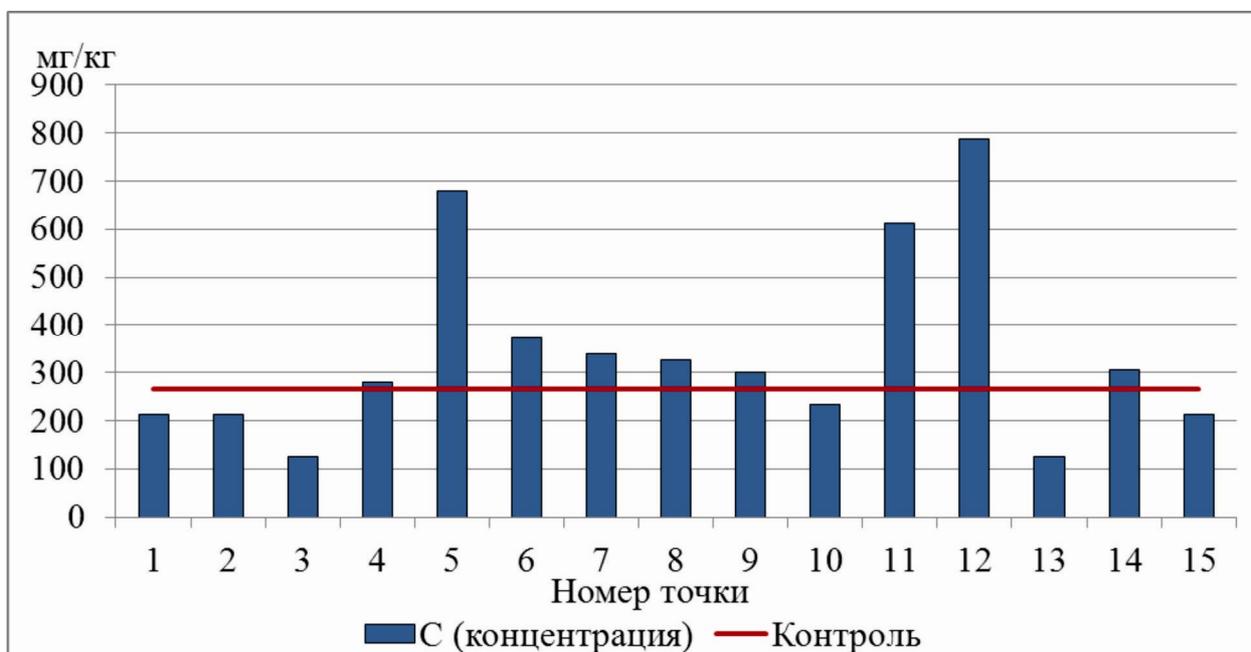


Рис. 5. Содержание нефтепродуктов в почве

Данный анализ показал разное содержание нефтепродуктов в почвенных пробах. ПДК нефтепродуктов в России официально не

установлены. Для оценки загрязненности почвы принята классификация показателей уровня загрязнения по концентрации нефтепродуктов в почве: <1000 мг/кг – допустимый уровень загрязнения; 1000-2000 мг/кг – низкий уровень загрязнения; 2000-3000 мг/кг – средний уровень загрязнения; 3000-5000 – высокий уровень загрязнения. Во всех точках не отмечено превышение ПДК.

Причиной загрязненности территории железнодорожных путей и предприятий являются утечки нефтепродуктов на пути и межпутья из цистерн во время перевозок, по причине не исправности котлов и сливных приборов цистерн и неплотности люков, попадания смазочных материалов во время заправки букс колесных пар на приемо-отправочных пунктах, попадания нефтепродуктов на территории склада горюче-смазочных материалов [6].

На основании проведенных исследований в рамках оценки влияния железнодорожного транспорта на почвенный покров прилегающих территорий в городе Россошь Воронежской области можно сделать следующие выводы.

Во-первых, анализ гранулометрического состава показал, что почвы на примыкающих к железной дороге территориях в городе Россошь можно отнести к пяти категориям: средний суглинок (точки №№ 1, 3, 4, 7, 8, 9, 10), легкий суглинок (№№ 2, 5, 16), песок (№№ 6, 11, 13), тяжелый суглинок (№ 12) и супесь (№№ 14, 15). Исходя из этого, можно сказать, что почвы в основном обладают хорошим свойством удержания влаги в почве. Ситовой метод определения гранулометрического состава исследуемых проб показал высокое содержание агрономически ценных почвенных агрегатов размерностью 10-0,25мм. Таким образом, все образцы имели отличное агрегатное состояние.

Во-вторых, по содержанию гумуса большая часть проб (70%) относится к категории малогумусных или среднегумусных. Исключение составляют точки №№ 7, 10, 11, 14.

В-третьих, по показателю актуальной кислотности почвы относятся к щелочным и слабощелочным. По солевой вытяжке все образцы взятой на анализ почвы имеют рН близкую к нейтральной. Процессы подщелачивания обусловлены поступлением в прилегающее к железнодорожному пространству пространство нефтесодержащих веществ.

В-четвертых, проведенный анализ по определению нефтепродуктов в почве показал контрастное содержание нефтепродуктов в почвенных пробах. Показатели колеблются от 126,7 мг/кг до 786,7

мг/кг. Таким образом, содержание нефтепродуктов не превышает допустимый уровень. Но в ряде точек отмечается превышение по сравнению с контролем (точки №4-9, 11, 12, 14).

Самый высокий показатель имеет точка, расположенная в непосредственной близости от железнодорожного полотна (на расстоянии 2-5 м).

Меру воздействия железнодорожного транспорта на природную среду оценивают по уровню загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду регионов, где расположены предприятия железнодорожного транспорта, а также по уровню расходования природных ресурсов. Все источники загрязнения природной среды по характеру функционирования делятся на передвижные и стационарные. К передвижным источникам относятся маневровые и магистральные тепловозы, ремонтные и путевые машины, промышленный транспорт, автотранспорт, пассажирские вагоны, рефрижераторный состав и другие. Большая часть загрязняющих веществ поступает в почвы при перевозке грузов, их рассеивании или утечке.

Стационарными источниками являются вагонные и локомотивные депо, пункты подготовки подвижного состава, заводы по ремонту подвижного состава, котельные. В то же время стационарные источники по сложности и числу технологических процессов неравнозначны и могут создавать загрязнения не одного, а нескольких видов.

Следовательно, строительство и эксплуатация железных дорог оказывает значительное влияние на экологическое состояние окружающей среды, сопровождающееся изменением геохимического, теплового и других полей, а также развитием или активизацией комплекса экзогенных геологических процессов, формированием техногенных форм рельефа. При этом в сравнительно короткий промежуток времени формируются новые антропогенные ландшафты на всей линейной протяженности [6].

Таким образом, проанализировав ряд литературных источников по рассматриваемой проблеме и проведя серию исследований по оценке экологического состояния почвенного покрова в г. Россошь, можно сделать вывод о том, что данная проблема является актуальной и требуется проведение регулярных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина . 2-е изд. – Москва: МГУ, 1970. – 488 с.

2. Белицина Г.Д. Почвоведение Ч1: почва и почвообразование / Г.Д. Белицина. – Москва: «Высшая школа», 1988. – 400 с.
3. ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения. – Введ. 1986-01-07. – Москва: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1986. – 10 с.
4. ГОСТ 17.4.4.02-84. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа – Введ. 1984-12-19. – Москва: Госстандарт СССР, 1984. – 20 с.
5. Каверина Н.В. Нефтепродукты в почвах придорожных пространств / Н.В. Каверина // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Серия География. Геоэкология. – 2002 . – № 1. – С. 108-111.
6. Киселева Л.В. Экология железнодорожного транспорта: учебное пособие / Л.В. Киселева. – Москва: МИИТ, 1999. – 165 с.
7. Мякина Н.Б. Методическое пособие для чтения результатов химических анализов почв / Н.Б. Мякина, Е.В. Аринушкина. – Москва : Изд-во Московского ун-та, 1979 .— 61 с.
8. Оценка экологического состояния почвы. Практическое руководство. / Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева. Изд. 2-е, перераб. и дополн. – Санкт-Петербург: Крисмас+, 2008. – 216 с.
9. Панова Н.С. Влияние железнодорожного транспорта / Н.С. Панова // Научно-технический вестник Поволжья. – 2010. – С. 139-144.
10. Федорова А.И. Тяжелые металлы в почвах зоны влияния крупного железнодорожного узла (на примере г. Воронежа / А.И. Федорова, Н.В. Каверина // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Серия География. Геоэкология..— Воронеж, 2001 .— № 1. - С. 98-104.
11. Эколого-аналитические методы исследования окружающей среды: Учебное пособие / Т.И. Прожорина [и др.] – Воронеж: Истоки, 2010. – 304 с.

ЛОКАЛЬНЫЕ ТЕХНОГЕННЫЕ АНОМАЛИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И НЕФТЕПРОДУКТЫ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ ГОРОДА ВОРОНЕЖА

Л.О. Середя, С.А. Куролап

Основными источниками техногенного загрязнения в городе являются промышленные предприятия, автотранспорт, инженерные сети, коммунальные и энергетические объекты, многочисленные отходы от строительных и отделочных работ, а также отходы потребления.

По состоянию на 2018 год наиболее крупные предприятия, загрязняющие атмосферный воздух и почвенный покров Воронежа, сосредоточены в промышленных узлах Левобережного, Коминтерновского и Советского районов. По данным на 2015 год ориентировочная численность населения города, подверженного воздействию загрязняющих атмосферный воздух веществ (ЗВ), составляет 125 тыс. человек (12,3% населения).

Основным источником загрязнения городской среды остается автотранспорт. Специфика передвижных источников загрязнения атмосферы выражается в расположении выхлопных труб практически в зоне дыхания человека, в непосредственной близости к жилым кварталам и слабом рассеивании отработавших газов в атмосфере. Вклад автотранспорта в загрязнение воздушного бассейна составляет около 89 % [1, 2, 3].

Так, по состоянию на 1 января 2015 года в Воронежской области зарегистрировано 976,610 тысяч автотранспортных средств, в том числе – 704 913 легковых автомобилей. За 2012 год прирост автотранспорта составил 49 тысяч единиц, в 2013 году – 14 тысяч, в 2014 году – 15 тысяч автомобилей. На территории же самого города по данным на 2017 год зарегистрировано около 308 легковых автомобилей на каждую тысячу населения, а общее количество легковых автомобилей в Воронеже на 1 января 2017 года составило 318,4 тыс. штук. Анализируя эти данные, можно сказать, что чётко прослеживается тенденция к увеличению количества легковых автомобилей как на территории города, так и в области, которое провоцирует не только загрязнение атмосферного воздуха, но и почвенного покрова города [1].

По результатам анализа нами отмечены несколько локальных аномалий с высоким содержанием ЗВ, которые во много раз превышают средний уровень содержания поллютантов на территории города (табл. 1).

Таблица 1

Локальные среднеконтрастные техногенные аномалии в почвенном покрове города Воронежа подвижных форм Zn и Pb

№ точки	Адрес	ФЗ	ТМ	C, мг/кг	Фон	K _c	Среднее по городу, мг/кг
84	ул. Рубежная, 35	перспектива	Zn	74,0	2,23	33,18	25,85
83	ул. Октябрьская, 105	перспектива		48,0		21,52	
92	Кольцевая, 76	жилая ЧС		51,0		22,87	
86	ул. Грамши, 70	жилая СП		38,0		17,04	
69	ул. Скрибиса, 16	транспортная		173,0		39,91	
67	ул. Дорожная, 15	промышленная		143,0		64,13	
41	ул. Депутатская, 12	жилая ЦИ		142,0		63,68	
47	ул. Саврасова – ул. Заслонова	транспортная		120,0		53,81	
52	ул. Брусилова – Ленинский проспект	транспортная		107,0		47,98	
40	ул. Моисеева, 11	жилая СП		86,0		38,57	
45	ул. Матросова, 6	транспортная		61,0		22,20	
62	ул. Набережная Мас-салитинова, 1	рекреация		38,0		9,08	
15	ул. Куйбышева – ул. Панфилова	транспортная		179,0		80,27	
15	ул. Куйбышева – ул. Панфилова	транспортная	Pb	113,0	1,2	94,17	10,75
50	ул. Волгоградская, 48	промышленная		101,0		84,17	
14	ул. Богдана Хмельницкого, 35	промышленная		101,0		84,17	
47	ул. Саврасова – ул. Заслонова	транспортная		72,0		60,00	
40	ул. Моисеева, 11	жилая СП		63,0		52,50	
67	ул. Дорожная, 15	промышленная		56,0		46,67	
1	ул. Ростовская, 44	жилая ЦИ		41,0		38,75	
84	ул. Рубежная, 35	перспектива		54,0		45,00	

Исходные данные получены в ходе почвенно-геохимического опробования. Всего отобрано 116 образцов почвы на территории различных функциональных зон города, а анализы содержания тяжелых металлов выполнены согласно ГОСТ 17.4.3.01-83 и ГОСТ 17.4.4.02-84. было из верхних горизонтов почв (10-15 см) в весенне-летний период 2014-2018 гг. по заранее выбранным пунктам мониторинга в разных функциональных зонах (ФЗ): 30 точек в жилой зоне (ЖЗ) (в том числе, 12 – центральной исторической части города (ЦИ), 8 – кварталах с современной многоэтажной застройкой (СП) и 10 – в

частном секторе (преимущественно одноэтажная застройка), 23 точки в промышленной зоне (ПЗ), 21 точек в зоне рекреации (Р), 23 точки – в транспортной зоне (ТЗ), а также 10 точек в зоне перспективной застройки. В качестве фона были выбраны 7 точек на территории пгт. Рамонь, СНТ «Северный бор», Ботанического сада ВГУ и санатория им. Горького с естественным ненарушенным почвенным профилем. Нами были проведены специальные исследования образцов почв на базе аттестованной эколого-аналитической лаборатории факультета географии и геоэкологии ВГУ совместно с кафедрой экологии и земельных ресурсов медико-биологического факультета ВГУ, а также в аккредитованной лаборатории Комплексных исследований НИИ геологии ВГУ совместно с Центром Коллективного пользования ВГУ.

В работе применялись следующие методы анализа:

- для определения тяжелых металлов - вольтамперометрический метод исследования на анализаторе ТА-4 (ПНД Ф 16.1:2:2:2:3.48-06);

- для определения химического состава проб – рентгенофлуоресцентный метод на спектрометре S8 Tiger, Bruker AXS GmbH, Германия (НСАМ Рентгеноспектральные методы. Методика №451-РС. Отраслевая методика III категории точности (Почвы, донные осадки, горные породы);

- для определения нефтепродуктов - метод хлороформ-гексановой экстракции (ПНД Ф 16.1.41-04).

Основной целью исследования было выявление геохимических аномалий в накоплении тяжелых металлов (ТМ), исследование накопления нефтепродуктов на территории города с их геоинформационным картографированием.

Установлено, что значительная часть выявленных нами аномалий (табл.1) располагается в транспортной и промышленной зонах города Воронежа. Отмечается в ряде пунктов мониторинга экстремальное превышение над фоновым значением. По нашим предположениям, источники указанных аномалий различны. Точки № 15, 69, 47 и 52 находятся в зоне интенсивных автотранспортных потоков, что способствует загрязнению Zn и Pb. Загрязнение Pb в транспортной зоне, связано, как правило, с интенсивным движением автомобилей, прежде всего – грузовых. Последние работают на дизельном топливе, содержание свинца в котором значительно выше, чем в бензине АИ-92, АИ-95 и АИ-98, которым заправляются легковые автомобили. Так, точка отбора № 47 на перекрестке улиц Саврасова и Заслонова (содержание свинца в 60 раз превышает фоновое значение) расположена

вблизи улицы Новосибирской – одной из немногих магистралей города, по которой разрешено движение большегрузных фур; точка отбора № 15 – пересечение улиц Куйбышева и Панфилова (превышение над фоном в 94 раза) находится вблизи трассы М4 – «Дон». Некоторые пункты отбора располагаются в зоне влияния Воронежского механического завода и завода «Рудгормаш».

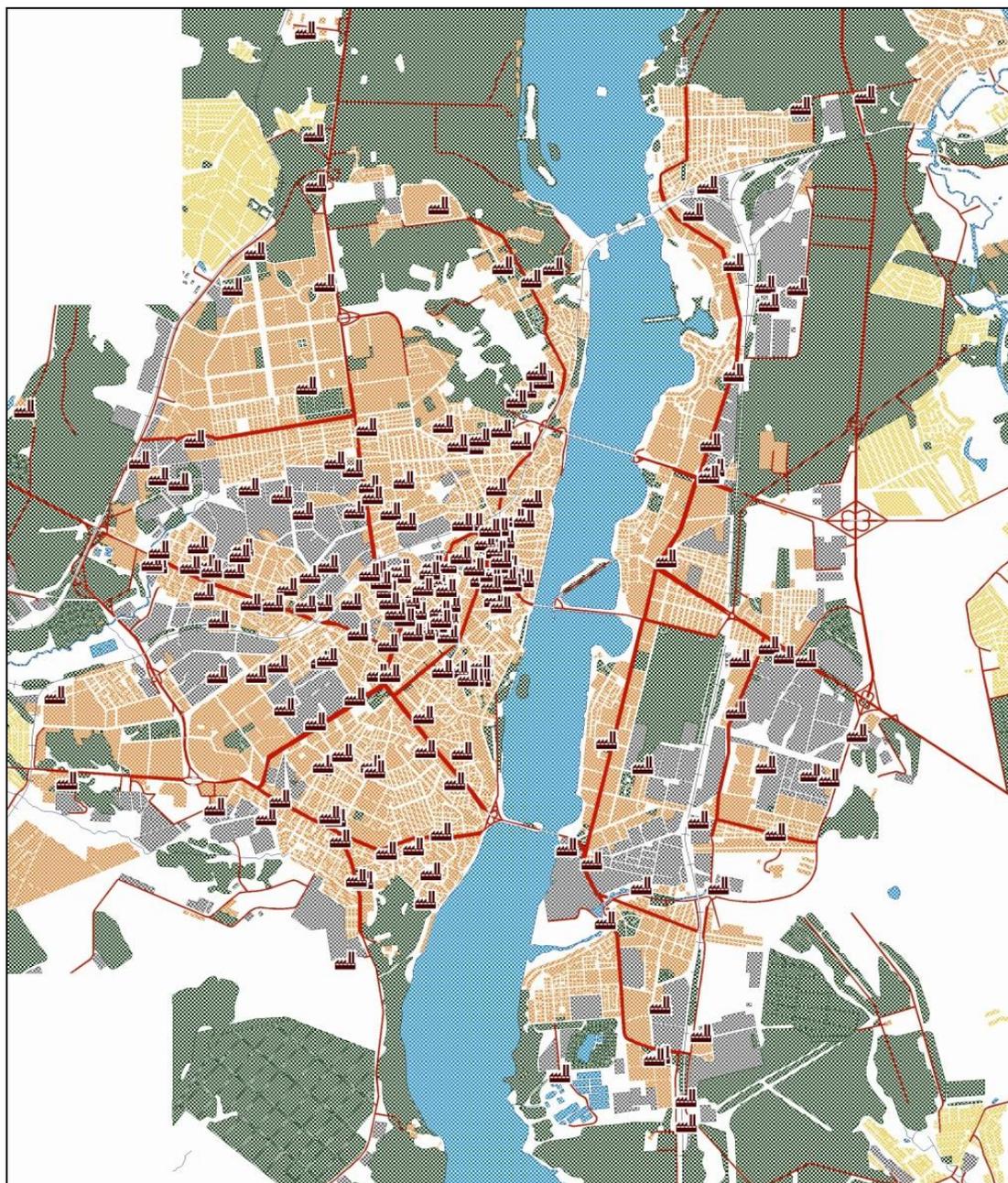


Рис. 1. Размещение основных промышленных вкладчиков в загрязнение окружающей среды на территории г. Воронежа

В зоне жилой застройки также отмечены высокие концентрации ТМ. Скорее всего, это связано с локальным накоплением бытового мусора во дворах жилых домов, содержащего токсичные компоненты. Существенное воздействие оказывает и автотранспорт, т.к. современ-

ные дворы используются в основном как парковки для автотранспорта, а при остановке и начале движения автомобиль выбрасывает повышенное количество выхлопных газов.

Экстремально высокие значения коэффициентов концентрации в 2014 году свидетельствуют о высоком техногенном загрязнении почвенного покрова.

В 2015-2018 году ряд пунктов мониторинга сменился и нами отмечено резкое снижение значений коэффициентов концентрации. Но наблюдается распределение высоких концентраций в других функциональных зонах. Так, экстремально высокие значения Zn в поверхностном слое почв отмечены в зонах перспективной жилой застройки и зоне рекреации. Пункты № 84 и № 83 располагаются в Отрадном и Шилово – данные районы города сейчас активно застраиваются и заселяются жителями, что способствует повышенному воздействию на окружающую среду, кроме того в этих районах отмечена щелочная реакция среды, что способствует задержанию цинка в верхнем горизонте почв. Пункты № 39 и № 62 находятся в зоне влияния автомагистрали, которая проходит вдоль набережной на территории города.

Цинк широко применяется в литейном производстве как добавка к стали. Этим обусловлено расположение аномальных точек вблизи крупных промышленных предприятий, потребляющих большое число сталелитейной продукции. На правом берегу Воронежского водохранилища это, прежде всего ОАО «Финансово-промышленная компания «Космос-нефть-газ», ориентированная на машиностроение (точка отбора № 65; ул. 9 января, 180), завод «ТяжМехПресс» (точка отбора № 29, Ясный проезд, 13), ФГУП «Воронежский механический завод» (точки отбора № 40 – ул. Моисеева, 11 и № 41 – ул. Депутатская, 12).

На левом берегу Воронежского водохранилища основным потребителем металлургической продукции является ПАО «Воронежское акционерное самолётостроительное общество», завод «Рудгормаш» и Масловская промзона. Также следует отметить влияние выбросов производственного комплекса ОАО «Воронежсинтезкаучук», использующего большие объемы цинка для производства автомобильных шин. Выбросы указанных предприятий приводят к тому, что аномальное содержание цинка обнаруживается в том числе и в жилых функциональных зонах (точка отбора № 1 - ул. Ростовская, 44; точка отбора № 92 – ул. Кольцевая, 76).

Нами подтверждено, что максимально высокое содержание подвижного Рb наблюдается в почвах старых жилых кварталов, некоторых крупных автомагистралей и промышленных зон [9].

Стоит отметить, что в ранее проведенных исследованиях почвенного покрова Воронежской области Н.А. Протасовой отмечалось обогащение почвенного покрова Zn, Co, As, B [8].

Также нами обнаружены среднеконтрастные (в разы и в десятки раз превышающие фоновые значения) техногенные аномалии по валовому содержанию Cr, V, Ni, Cu, Ba (табл. 2).

Таблица 2

Локальные среднеконтрастные техногенные аномалии валового содержания ванадия, хрома, никеля, меди и бария в почвенном покрове города Воронежа

№ точки	Адрес	ФЗ	ТМ	%	Фон	K _c	Среднее по городу, мг/кг
2014 год							
68	Патриотов проспект,	промышленная	V	0,009	0,003	3	0,0045
65	ул. 9 Января, 180	промышленная		0,009		3	
63	ул. Урицкого, 47	промышленная		0,009		3	
59	ул. Транспортная, 83а	транспортная	Cr	0,007	0,00183	4	0,002
13	ул. Землячки, 1	промышленная		0,0068		3,7	
57	Победы бульвар – ул. 60 Армии	транспортная		0,006		3,3	
46	ул. Краснознаменная – пер. Казарменный	транспортная	Ni	0,009	0,00088	10,3	0,002
28	ул. Машиностроителей, 8	промышленная		0,004		4,5	
22	ул. Хользунова, 102	транспортная	Cu	0,02	0,00185	11	0,005
57	Победы бульвар – ул. 60 Армии	транспортная		0,014		7,6	
2015 год							
83	ул. Октябрьская, 105	перспектива	V	0,01	0,008	1,25	0,006
87	проспект Революции, 45	жилая ЦИ	Ni	0,01	0,00057	18	0,004
82	ул. Хохольская, 9	перспектива		0,01		18	
37	ул. 20-летия Октября, 94	транспортная		0,005		9	
91	Ул. Солдатское поле, 285/5	промышленная	Cu	0,014	0,001	14	0,006
86	ул. Грамши, 70	жилая СП		0,013		13	
1	ул. Ростовская, 44	жилая ЦИ		0,012		12	
27	Московский проспект 36	транспортная	Ba	0,097	0,04874	2	0,069

Ванадий находит применение в сплавах, в основном для нержавеющей и инструментальных сталей. Этим, вероятно, обусловлена его аномальная концентрация в почве вблизи Воронежского тепловозремонтного завода (точка отбора № 63; ул. Урицкого, 47) и ОАО «ФПК «Космос-нефть-газ» (точка отбора № 65; ул. 9 января, 180).

Хром используется как компонент во многих легированных сталях (в частности, нержавеющей), а также и в ряде других сплавов. Добавка хрома существенно повышает твердость и коррозионную стойкость сплавов. Этим, скорее всего, обусловлена аномальная концентрация данного металла в почвенном покрове вблизи Воронежского завода стале-алюминиевых конструкций (точка отбора № 13; ул. Землячки, 1) и бывших цехов НПО «Энергия» - одного из крупнейших предприятий космической индустрии (точка отбора № 37; ул. 20-летия Октября, 94). Также стоит отметить, что Cr накапливается в верхнем горизонте почв с щелочной реакцией среды.

Аномальное содержание меди в расположенных рядом точках отбора № 1 (ул. Ростовская, 44) и № 91 (ул. Солдатское поле, 285/5) может быть обусловлено соседством с Масловской промзоной, в частности, с предприятиями по производству трансформаторов.

Так, по результатам исследований нами определены среднеконтрастные техногенные аномалии по подвижным формам Zn и Pb; среднеконтрастные техногенные аномалии по валовому содержанию Cr, V, Ni, Cu, Ba. Возникшие на территории города геохимические аномалии, связанные с воздействием техногенеза увеличивают вариабельность содержания ТМ в городском почвенном покрове. Кроме того, они также способствуют пространственной неоднородности из-за дискретности источников загрязнения, что особенно заметно в жилой зоне.

Почвенный покров города является экраном поглощения и накопления токсичных веществ, осаждающихся из воздуха, попадающих в него с твердыми промышленными и бытовыми отходами. В почвенной среде токсичные вещества частично разлагаются и теряют свою активность, другая часть, наоборот, взаимодействуя друг с другом и с почвенным поглощающим комплексом, увеличивает химическую активность, усиливая свою токсичность. Экологическое значение техногенного загрязнения почв своеобразно и не всегда совпадает с загрязнением других природных сред. Помимо тяжелых металлов основными загрязняющими веществами почвенного покрова городов являются нефтепродукты.

Проанализировав загрязнение почвенного покрова г. Воронежа нефтепродуктами, мы отметили, что наибольшие концентрации на-

блюдаются вблизи наиболее интенсивных по грузопотокам перекрестках города и зонах промышленного влияния. Эта тенденция отмечается на протяжении всего периода мониторинга (рис. 2). Так, высокие концентрации нефтепродуктов в почве были обнаружены в районе ул. Димитрова (1916,7 мг/кг) - ул. Волгоградская (1673,3 мг/кг), Московский проспект - ул. Хользунова (1240,0 мг/кг) и др. Ранее проведенные исследования подтверждают, что в почве транспортных зон г. Воронежа обнаружено превышение ОДК (300 мг/кг) по нефтепродуктам в 3 раза, особенно в левобережной части города [2-5].

Наиболее низкие концентрации (менее 200 мг/кг) нефтепродуктов отмечены в зонах рекреации города: парке «Алые паруса» (166,7 мг/кг), парке «Дельфин» (170,0 мг/кг), ул. Дарвина (120,0 мг/кг) и др. Относительно чистые зоны, концентрация нефтепродуктов в которых составляет менее 400 мг/кг, располагаются в Коминтерновском районе (ул. Генерала Лизюкова, 73а (136,7 мг/кг), ул. Шишкова, 53 (200,0 мг/кг) и др.), некоторых участках Центрального (ул. Ломоносова, 1 (13,3 мг/кг) и др.) и Левобережного районов (ул. Черепанова, 18 (206,7 мг/кг), ул. Героев Стратосферы, 8 (223,3 мг/кг) и др.), где отсутствует интенсивное движение автотранспорта [9, 10].

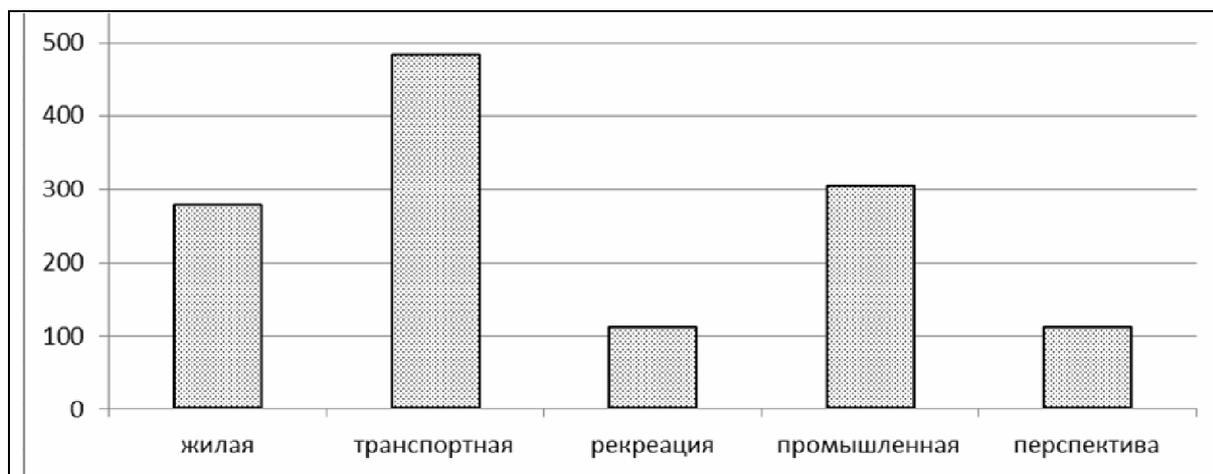


Рис. 2. Среднее содержание нефтепродуктов по функциональным зонам г. Воронежа

Наиболее высокие концентрации нефтепродуктов также отмечаются в транспортных зонах города: ул. 20-летия Октября, 94 (560,0 мг/кг), ул. Матросова, 6 (329,33 мг/кг).

В районах, перспективных под застройку, содержание нефтепродуктов составило от 13,33 мг/кг до 360,0 мг/кг. Высокий уровень загрязнения в транспортной зоне (до 2194 мг/кг) обусловлен малоэффективной дорожно-транспортной сетью города (отсутствием дублирующих автомобильных дорог, транспортных развязок), прогрессирующим нарастанием количества автотранспортных средств,

и, как следствие, – увеличением количества заторов и «пробок» на дороге. Средний уровень содержания нефтепродуктов по городу составляет около 300 мг/кг.

Результаты картографирования территории города по уровню загрязнения нефтепродуктами почвенного покрова показаны на рисунке 3.

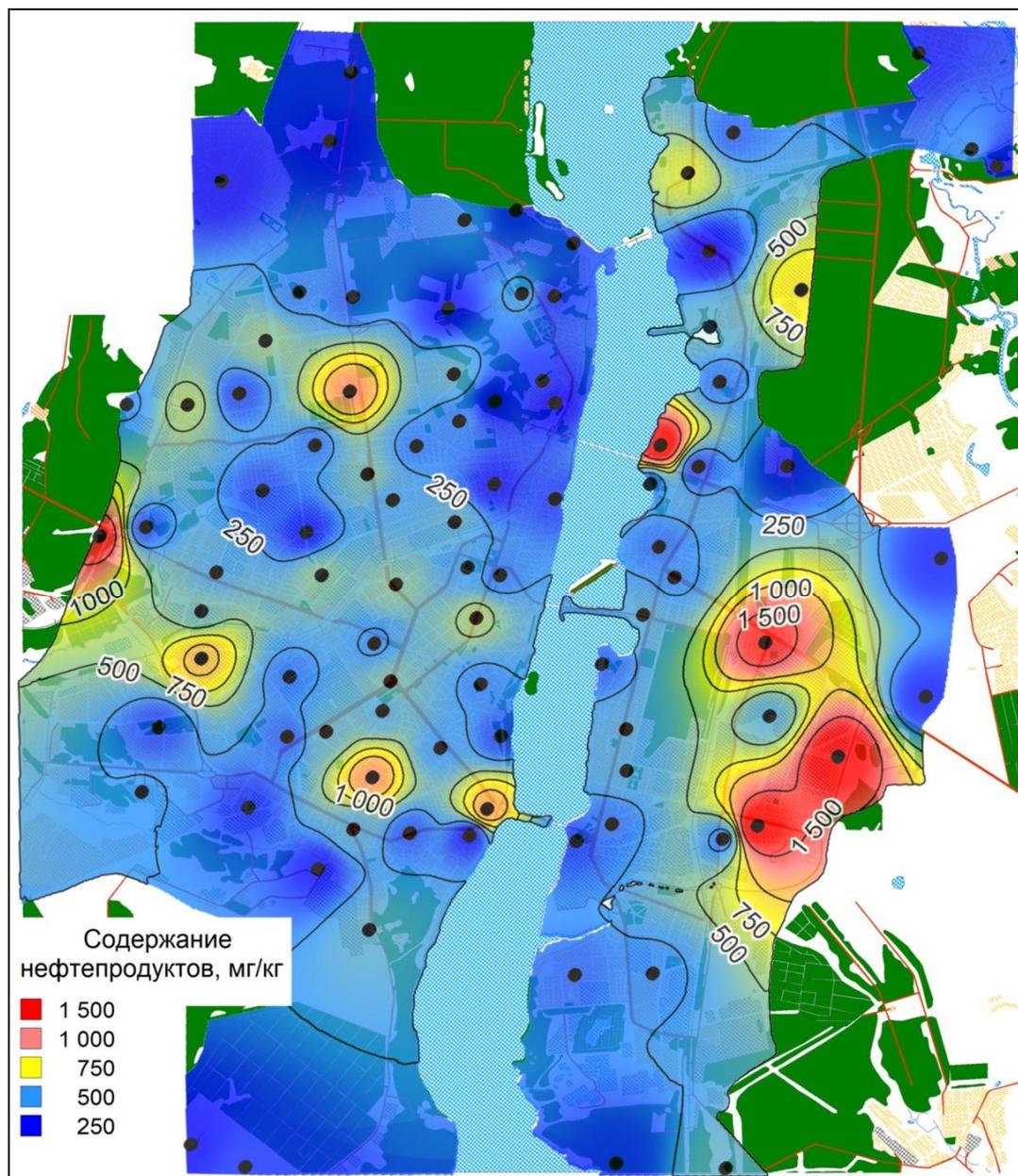


Рис. 3. Содержание нефтепродуктов в почвах города

Нами подтверждено, что загрязнение почвы нефтепродуктами в целом прямо пропорционально транспортной загрузке автодорог, интенсивности и средней скорости движения автомобилей. Так, очаги наиболее активного загрязнения сформировались на примагист-

ральных участках пересечений улиц Димитрова – Волгоградская, в районе ВАИ, Центрального автовокзала на Московском проспекте.

Для выяснения индикационной роли тяжелых металлов в загрязнении городской среды проведен мониторинг валовых концентраций и подвижных форм свинца, кадмия, меди, цинка, марганца в поверхностном слое городских почв.

Опасность высокого загрязнения транспортных зон города Воронежа свинцом и кадмием (по подвижным формам) ранее уже отмечена Н.Н. Назаренко с соавт. [5-7]. Результаты наших аналитических исследований представлены на рисунке 4.

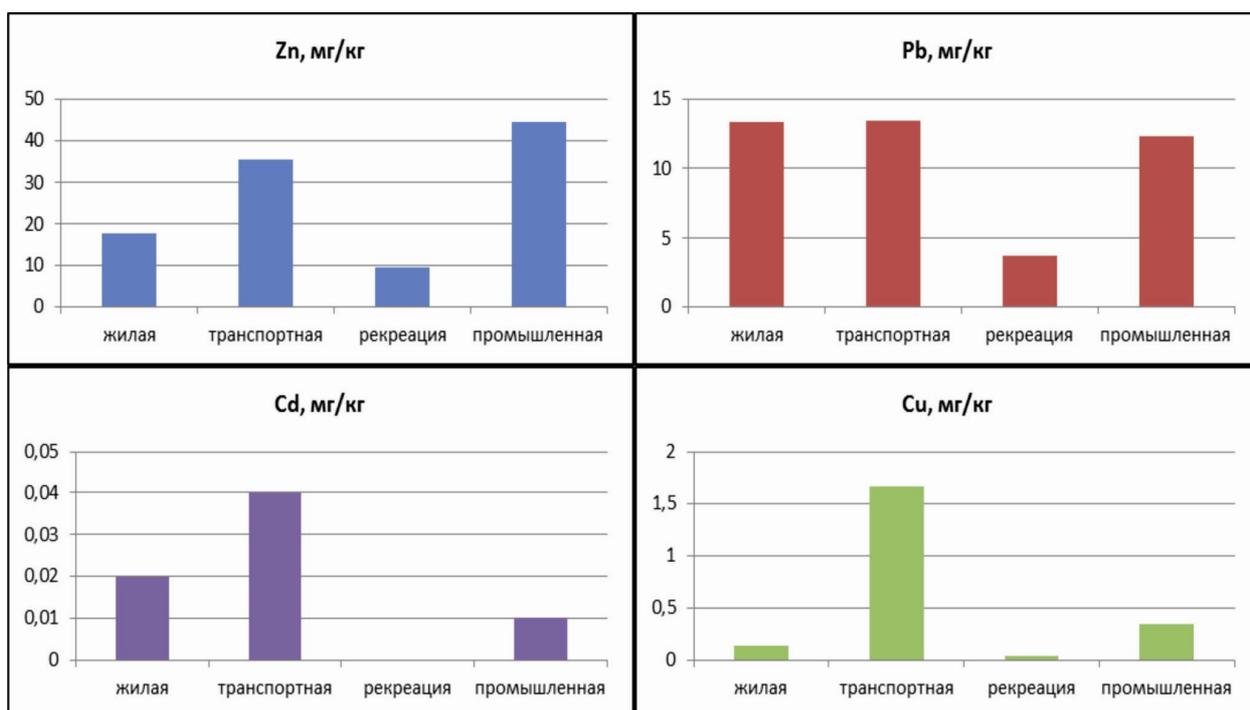


Рис. 4. Загрязнение подвижными формами ТМ различных функциональных зон города

Основным приоритетным загрязнителем почв г. Воронежа является свинец. Повышенное загрязнение свинцом воздушного бассейна и почв обычно связано с автотранспортной нагрузкой, постепенно нарастающей в современных городах. Причем ионы свинца малоподвижны даже при низких значениях рН, что усиливает загрязнение свинцом поверхностных горизонтов почвы обычно до глубины 10-15 см [6].

Нами отмечены повышенные концентрации свинца (до 2-4 ПДК) на транспортных перекрестках и вдоль крупных автодорог города – перекрёсток Московского пр-та и ул. Хользунова, ул. Грамши, ул. 9-е Января – ул. Антонова-Овсеенко, ул. Плехановской, ул. Кольцовской и

др. В жилой зоне и зоне рекреации высоких концентраций свинца не было отмечено.

На рисунке 5 показаны результаты геоинформационного картографирования территории по содержанию свинца (подвижная форма).

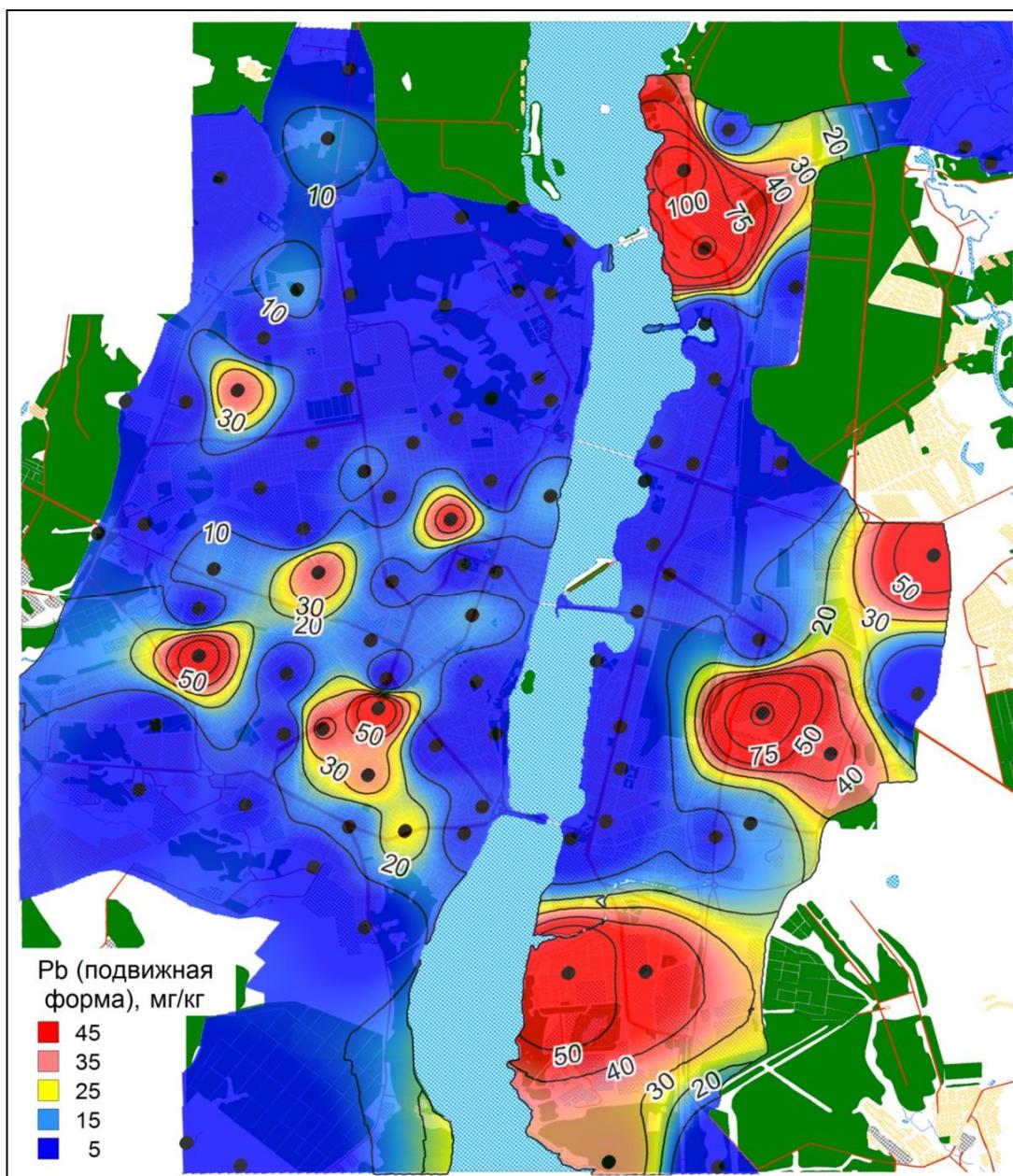


Рис. 5. Распространение подвижной формы Рb в почвах города

Можно отметить геохимические аномалии по результатам исследований в юго-восточной части города на левом берегу в районе крупного промышленного сектора, а также интенсивных магистралей с большим скоплением машин в «часы пик». Также отмечено превышение концентраций над фоновым уровнем в районе перспективной застройки – Отрадное.

Другим опасным загрязняющим веществом в городе является кадмий. Накопление данного металла в гумусе протекает менее интенсивно, чем накопление свинца. В ходе нашей работы высоких концентраций кадмия обнаружено не было. В промышленных и транспортных зонах содержание кадмия было в 3-4 раза выше, чем в зонах рекреации и селитебной, но превышений ПДК не отмечалось.

При анализе загрязнения почвы города Воронежа медью, обнаружены участки с превышением ПДК: точка 42 - ул. Ворошилова, точка 30 – в зоне влияния Воронежского механического завода (филиал ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»), точка 14-ул. Б.Хмельницкого, 35 – в зоне влияния ОАО ХК «Мебель Черноземья» и Воронежского вагоноремонтного завода (филиал АО "Вагонремаш") и точка 15 - ул. Куйбышева – ул. Панфилова – в транспортной зоне города, что свидетельствует о том, что данные промышленные объекты могут быть источником загрязнения городской среды медью.

Также стоит отметить, что высокие концентрации меди, близкие к величине ПДК, наблюдаются в зонах интенсивной транспортной нагрузки города (ул. Димитрова - ул. Волгоградская, Московский проспект - ул. Хользунова и др.).

К сравнительно подвижным элементам в почве также относят цинк. В ряде участков города наблюдается значительное превышение ПДК содержания в почве цинка; в основном это транспортные участки города (ул. Брусилова – Ленинский проспект, Московский проспект) и промышленная зона (ул. Пирогова, 79, ул. Богдана Хмельницкого, 35, ул. Кривошеина, 11) (рис. 6).

Отмечается несколько геохимических аномалий на территории города: ул. Волгоградская, 48 (превышение ПДК в 14 раз), ул. 9 Января, 262/1 (превышение ПДК в 23 раза), ул. 9 Января – ул. Антонова-Овсеенко (превышение ПДК в 14 раз) и ул. Депутатская, 12 (в 6 раз), также отмечено превышение над фоновым уровнем и уровнем ПДК в районе перспективной застройки – Отрадное (превышение над уровнем ПДК в 2-3 раза).

Основными источниками поступления цинка в окружающую среду являются ФГУП «Воронежский механический завод» и ОАО «Рудгормаш».

Пределы содержаний химических элементов в подвижной форме по результатам анализа почвенного покрова следующие:

Pb min = 0,0053 мг/кг, max = 113 мг/кг;

Zn min = 0,000027 мг/кг, max = 260 мг/кг;

Cu min = 0,0071 мг/кг, max= 56 мг/кг;
Cd min = 0,00095 мг/кг, max= 0,6315 мг/кг;
Mn min = 3,8 мг/кг, max= 1878 мг/кг.

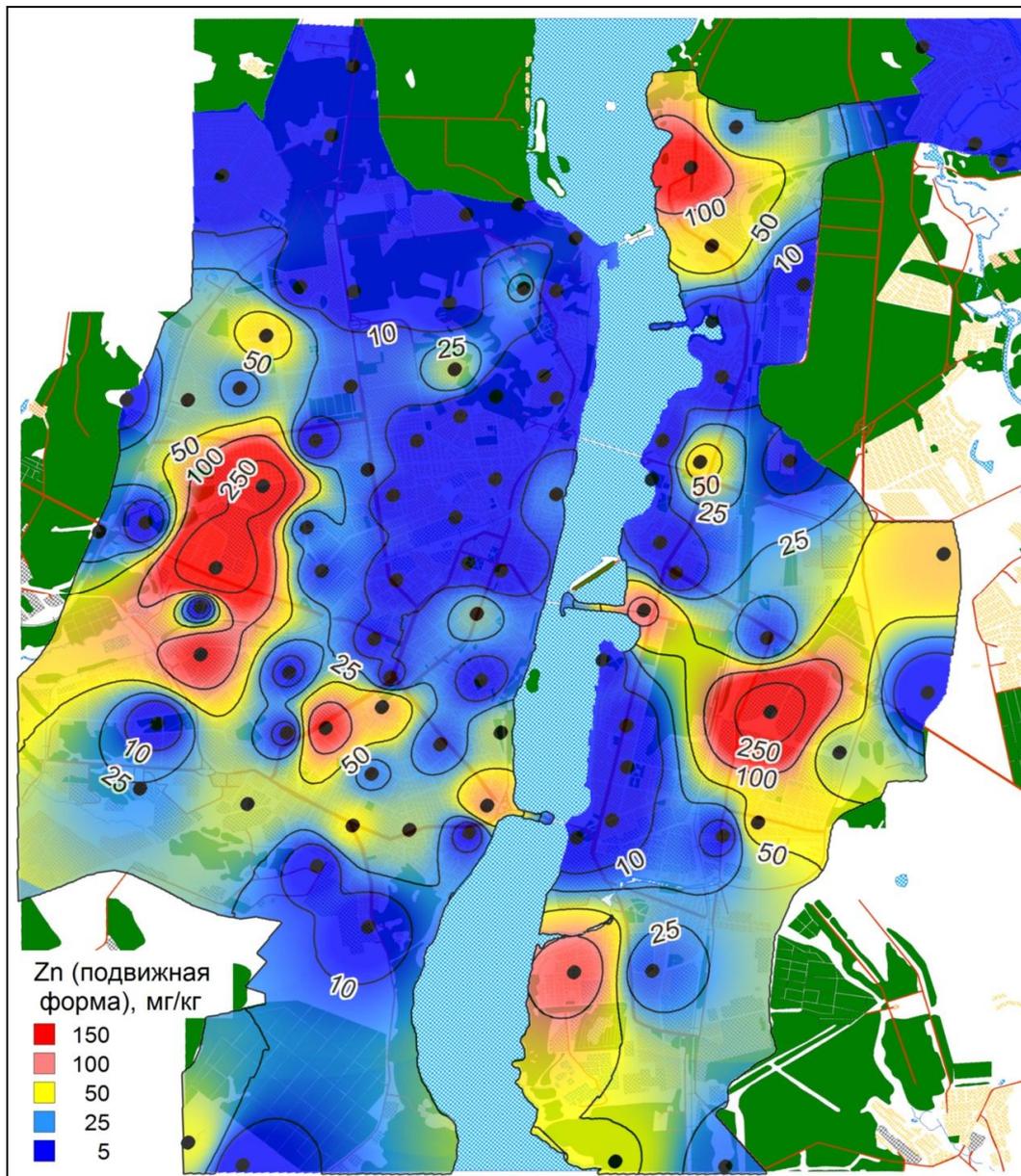


Рис. 6. Распространение подвижной формы Zn в почвах города

Данные на исследование тяжелых металлов и других элементов по почвенным образцам за разные периоды исследования показаны в таблице 3.

Наиболее высокое % содержание Zn было обнаружено в почвенных образцах № 50 - 0,215% (ул. Волгоградская, 48), №65 - 0,126 % (ул. 9 Января, 180), № 48 - 0,14% (ул. Ленинградская, 98а), №45: 0,128% (ул. Матросова, 6). Данный анализ подтвердил результаты исследований на тяжелые металлы вольтамперометрическим методом. Высокие концентрации цинка были отмечены в транспортной и

промышленной зонах города, где наблюдается подщелачивание почвенного покрова.

Таблица 3

Валовой химический состав почвенного покрова

ФЗ	V (%)	Cr (%)	Ni (%)	Cu (%)	Zn (%)	Ga (%)	Rb (%)
Р	0,00640	0,00318	0,00321	0,00510	0,02815	0,00092	0,00795
фон	0,00800	0,00000	0,00300	0,00400	0,00800	0,00100	0,00900
ТЗ	0,00773	0,00670	0,00534	0,00567	0,03278	0,00132	0,00941
ПЗ	0,00226	0,00982	0,00201	0,00323	0,01331	0,00040	0,00416
Персп	0,00637	0,00491	0,00425	0,00646	0,01455	0,00119	0,00778
ЖЗ СП	0,00818	0,00118	0,00260	0,00671	0,02960	0,00113	0,01001
ЖЗ ЧС	0,00607	0,00640	0,00669	0,00781	0,01581	0,00101	0,00764
ЖЗ ЦИ	0,00582	0,01342	0,00664	0,01008	0,02615	0,00099	0,01152
ФЗ	Sr (%)	Zr (%)	Nb (%)	Ba (%)	La (%)	Pb (%)	As (%)
Р	0,01078	0,03530	0,00191	0,07597	0,00338	0,00387	0,00300
фон	0,01100	0,04100	0,00200	0,08600	0,00400	0,00200	0,00500
ТЗ	0,01262	0,04263	0,00197	0,08726	0,00373	0,00404	0,00450
ПЗ	0,00655	0,02225	0,00132	0,05109	0,00192	0,00278	0,00000
Персп	0,01114	0,03677	0,00189	0,06925	0,00330	0,00449	0,00421
ЖЗ СП	0,01252	0,03802	0,00189	0,06942	0,00349	0,00698	0,00503
ЖЗ ЧС	0,01034	0,02966	0,00188	0,07050	0,00337	0,00658	0,00000
ЖЗ ЦИ	0,02153	0,04625	0,00159	0,08202	0,00354	0,00652	0,00300

**Р- зона рекреации, ТЗ – транспортная зона, ПЗ – промышленная зона, ЖЗ СП – жилая зона современной многоэтажной постройки, ЖЗ ЧС – частный сектор жилой зоны, ЖЗ ЦИ – центральная историческая часть города жилой зоны, Персп – зона перспективной застройки.*

Повышенное содержание Ni было отмечено в пунктах мониторинга, находящихся в промышленной зоне города: № 29 - 0,077% (Ясный проезд, 13), № 30 - 0,054 % (ул. 9 Января – ул. Антонова-Овсеенко), №38 – 0,09% (ул. Пирогова, 79). В 2014 году превышение над фоновым значением (точки № 71) в ряде образцов находилось в пределах 2-40 раз. Так, превышение содержание Cr в некоторых точках составило порядка 4 раз, Ni и Cu - в 6 раз, Ba – в 2 раза. Стоит отметить, что загрязнение хромом достаточно сильно влияет на биологическую активность почвы. Распространение Cr в почвенном покрове неблагоприятно сказывается на здоровье человека и животных. Высокое содержание Cr отмечается в поверхностном слое городских почв со щелочной реакцией среды.

По результатам исследований почвенных образцов высокая концентрация меди обнаружена в пункте № 42: 0,023% (ул. Ворошилова, 30), никеля - также в пункте мониторинга № 45: 0,015% (ул. Матросо-

ва, б), хрома - в пункте №2: 0,036 % (ул. Лебедева, 2). Повышенные концентрации свинца отмечены в пунктах № 42: 0,017% (ул. Ворошилова, 30) и № 80 - 0,0115% (ул. Острогжская, 148 /аэродром/). Полученные результаты в целом согласуются с ранее проведенными исследованиями с применением вольтамперометрического метода.

Среди представленных элементов ванадий является опасным тяжелым металлом. В городских условиях, где почвам свойственно подщелачивание, опасность загрязнения ванадием возрастает. В почвенном покрове города Воронежа в ряде точек отмечается превышение V над фоновым значением в 10-11 раз.

Превышение над фоновым значением отмечалось по следующим элементам: V – в 1,5 раза, Cu – в 4 раза и Ba – в 1,2 раза в ряде точек отбора проб. Ba можно отнести к умеренно опасным элементам. Но избыток бария может привести к нарушению кальциевого обмена в почвенном покрове.

В зоне рекреации поллютанты образуют ряд: Ba > Zr > Zn > Sr > Nb > Rb > La > Cr > Cu > V > Ni > Pb > As > Ga, в транспортной зоне ряд несколько меняется: Cu > Ni > Cr > Nb > Zr > Zn > V > La > Sr > Pb > Ba > As > Rb > Ga.

Также нами рассчитаны коэффициенты концентрации K_c и коэффициенты опасности K_o. Коэффициенты были рассчитаны для 2 подвижных форм тяжелых металлов – Pb и Zn (табл. 4). Так, в транспортной зоне по цинку отмечается превышение над фоновым значением в 20 раз, а в промышленной - почти в 26 раз.

Таблица 4

Коэффициенты концентраций и коэффициенты опасности в почве города подвижных форм цинка и свинца

К	Функциональные зоны*						
	Р	ТЗ	ПЗ	ЖЗ СП	ЖЗ ЧС	ЖЗ ЦИ	Персп
Zn (K _T =1,5, I класс опасности)							
K _c	2,39	20,05	25,79	9,56	6,90	12,89	7,68
K _o	0,23	1,94	2,50	0,93	0,67	1,25	0,74
УЗ*	минимальный	средний	сильный	минимальный	минимальный	слабый	минимальный
Pb (K _T =1,5, I класс опасности)							
K _c	2,51	14,31	12,83	8,85	6,66	7,50	7,07
K _o	0,50	2,86	2,59	1,77	1,33	1,50	1,36
УЗ**	минимальный	сильный	сильный	средний	слабый	слабый	слабый

* См. примечание к табл. 3. *УЗ – уровень загрязнения.

По Pb коэффициент концентрации выше всего в промышленной зоне и транспортной зонах города (превышение над фоном 13-14 раз). Стоит отметить, высокое значение коэффициента по Zn зоне современной многоэтажной застройки (превышение над фоном до 9 раз).

Анализируя коэффициенты опасности в разных ФЗ города, можно отметить, что минимальный уровень загрязнения Zn отмечается в зонах рекреации, жилой современной многоэтажной постройки, частного сектора и перспективной застройки. Слабое загрязнение установлено в зоне жилой зоне ЦИ, сильное загрязнение отмечено в транспортной и промышленной зонах. Сильное загрязнение Pb установлено по коэффициентам опасности также в транспортной и промышленной зонах города. Средний уровень загрязнения отмечен в жилой зоне СП.

Приоритетными ЗВ в почвенном покрове являются тяжелые металлы /цинк, свинец, кадмий, медь/ и нефтепродукты. Наибольшие концентрации нефтепродуктов отмечены вблизи наиболее интенсивных про грузопотокам перекрестках города и зонах промышленного влияния (превышение ОДК в 3 и более раз). По среднему значению показателя содержания подвижной формы элемента в почве тяжелые металлы образуют следующий ряд: $Mn > Zn > Pb > Cu > Cd$. Результаты анализа валового содержания с помощью рентгенфлуоресцентного метода позволили расположить элементы в почвенном покрове города в следующий ряд: $Ba > Zr > Zn > Cr > Sr > Nb > La > Rb > Pb > Ni > V > Cu > As > Ga$.

По результатам исследований повышение содержания тяжелых металлов в почвенном покрове происходит по мере увеличения антропогенной нагрузки в следующем ряду: рекреационная зона < жилая ЧС < зона перспективной жилой застройки < жилая СП < жилая ЦИ < транспортная зона < промышленная зона.

Таким образом, почвенный покров города Воронежа подвергается высокому техногенному загрязнению тяжёлыми металлами и нефтепродуктами. В отдельных пунктах мониторинга загрязнение переходит в разряд среднего (умеренно опасного) и опасного. Загрязнение почвенного покрова города – полиметалльное. Очень высокий уровень (до 2194 мг/кг) загрязнения нефтепродуктами наблюдается в большинстве зон воздействия промышленных объектов и крупных автотранспортных магистралей, а также в зоне современной многоэтажной застройки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в городском округе город Воронеж в 2014 году» / И. И. Механьтев, Ю. И. Стёпкин. – Воронеж : Управление Роспотребнадзора по Воронежской области, 2015. – 117 с.
2. Доклад «О состоянии окружающей среды на территории Воронежской области в 2014 году» / Департамент природных ресурсов и экологии Воронежской области. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015. – 232 с.
3. Доклад о состоянии окружающей среды и природоохранной деятельности городского округа город Воронеж в 2013 г. / под ред. Ю. В. Яковлева, В. Н. Дрыгина – Воронеж : Изд-во «Цифровая полиграфия», 2014. – 66 с.
4. Куролап, С. А. Геоэкологические основы мониторинга и эколого-гигиеническое зонирование городской среды / С. А. Куролап, В.И. Федотов // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Серия География. Геоэкология. – 2000. – № 4. – С. 120-123.
5. Назаренко Н. Н. Биодинамика и загрязнение тяжелыми металлами и нефтепродуктами почв г. Воронежа / Н.Н. Назаренко, И.Д. Свистова // Экология и биология почв: матер. междунар. науч. конф.. Ростов-на-Дону, 2014. – С. 557-560.
6. Назаренко Н. Н. Биоиндикация почвы транспортных зон г. Воронежа / Н.Н. Назаренко, И.И. Корецкая, И.Д. Свистова // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Серия География. Геоэкология. - 2015. - №1. - С. 46-50.
7. Назаренко Н. Н. Содержание бенз[а]пирена в почвах урбанизированных территорий (на примере города Воронежа) / Н.Н. Назаренко, И.Д. Свистова // Успехи современного естествознания. - 2016. - № 1. - С. 142-146.
8. Протасова Н. А. Редкие и рассеянные элементы (Mn, Cr, V, Ni, Cu, Zn, Co, Mo, Be, Ti, Zr, Ga, Sr, Ba, I, B) в почвообразующих породах Центрального Черноземья / Н. А. Протасова // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Серия Химия. Биология. Фармация. - 2003. - № 2. - С. 164-171.
9. Середа Л.О. Оценка эколого-геохимического состояния почвенного покрова городского округа город Воронеж / Л. О. Середа, Л.А. Яблонских, С.А. Куролап // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Серия География. Геоэкология. – 2015. - № 4. - С. 59-65.
10. Экологическая оценка и картографирование состояния городской среды : Сб. науч. статей / под общ. ред. С. А. Куролапа и О. В. Клепикова. – Воронеж: Цифровая полиграфия, 2014. – 167 с.

АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ БЕШЕНСТВОМ СРЕДИ ЖИВОТНЫХ НА ТЕРРИТОРИИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД 2013-2017 ГОДЫ

*Н.П. Мамчик, А.А. Загузова, П.В. Мананникова,
Н.Ю. Самодурова, О.В. Клепиков*

Бешенство занимает важное место в инфекционной патологии. Восприимчивость к этой болезни всех видов домашних и диких животных несет огромную опасность для человека, что определяет ее социальное и экономическое значение. В изучении эпизоотологии, эпидемиологии, биологических свойств вируса бешенства, методов диагностики, средств специфической профилактики в последнее время достигнуты значительные успехи. Однако, болезнь по-прежнему наносит животноводству значительный экономический ущерб и постоянно угрожает здоровью людей. В последние годы на большинстве административных территорий России наблюдается ухудшение эпизоотической ситуации за счет активизации природных очагов [1].

Бешенство – вирусное зооантропонозное заболевание теплокровных животных и человека, сопровождающееся явлениями полиэнцефалита, при клиническом проявлении которого заболевание обязательно заканчивается смертельным исходом, так как бешенство неизлечимо [4].

Возбудитель бешенства – вирус, имеющий форму пули, размеры – от 90-170 до 110-200 нм, содержит однонитевую РНК, погибает при воздействии кислот и щелочей. При комнатной температуре сохраняется 2-3 дня. Нагревание до 60°C инактивирует вирус в течение 5-10 мин., кипячение убивает его за 2 минуты. Вирус чувствителен к ультрафиолетовым и прямым солнечным лучам, высушиванию, обычным дезинфицирующим средствам. Существуют био-варианты вируса бешенства, причастные к различным географическим регионам Африки, Америки и Европы и к имеющимся там животным, которые становятся источниками возбудителя инфекции. В соответствии с современной международной классификацией, варианты возбудителя бешенства, способные вызвать заболевание у человека и теплокровных животных близкородственны и принадлежат к роду *Lyssavirus*, семейства *Rhabdoviridae*, включают в себя 7 классифицированных генотипов: вирус классического бешенства – RABV, который повсеместно поражает наземных животных и летучих мышей (рукокрылых); вирус рукокрылых «Лагос» – LBV; вирус

Дювенхейдж – DUVV; лиссавирусы европейских рукокрылых EBLV-1 и EBLV-2; лиссавирус австралийских рукокрылых – ABLV; вирус «Мокола» – MOKV [5].

Впервые бешенство у собак первым описал Демокрит, это произошло в 5 веке до нашей эры. Случаи бешенства у людей впервые были зафиксированы лишь спустя четыре столетия – Корнелиусом Цельсием. Он в своем труде указал, что опасность для человека представляют укусы больных животных, через которые происходит заражение. Тогда в качестве лечения использовалось прижигание ран. Первым, кто изобрел вакцину, способную защитить от бешенства, стал Луи Пастер. Ее используют с XIX века, сочетая с сывороткой или иммуноглобулином антирабического характера.

Переносчиками заболевания являются собаки, лисы, еноты, волки, шакалы, барсуки, летучие мыши, крупнорогатый скот и некоторые другие животные. Вирус в организме распространяется по нервным волокнам. Сначала он попадает в спинной мозг, затем проникает в головной мозг, развивая его воспаление. В начале заболевания животное прячется, избегает людей, либо ластится, пытается лизнуть. В середине болезни животное возбуждено, яростно хватается предметы, стремится сорваться с привязи. В последней стадии животное не двигается и погибает в состоянии комы. Болезнь проявляется судорогами глоточной и дыхательной мускулатуры. При нарастании возбуждения больные становятся агрессивными. Стадия возбуждения сменяется параличом, который приводит к смерти [2, 3].

Механизм передачи контактный. Источником инфекции является бешеное животное, которое посредством укуса передает возбудителя в восприимчивый организм.

В данной инфекции существует понятие «укусы опасной локализации», к которым относятся укусы лица, шей и пальцев рук и ног. В случае возникновения данных укусов необходимо применить комбинированную вакцину, состоящую из антирабической инактивированной вакцины и антирабического иммуноглобулина.

Абсолютные показатели заболеваемости бешенством среди животных по Воронежской области в сравнении с Тамбовской и Липецкой областями имеют беспорядочное распределение с тенденцией к увеличению. Подъем заболеваемости наблюдался в 2015 г. (106 случаев), а максимальный показатель - в 2017 году (134 случая) заболеваемости среди животных (рис.1).

Объем антирабической помощи, оказанной населению Воронежской области в сравнении с Тамбовской и Липецкой областями, имеет схожие значения (рис.2).

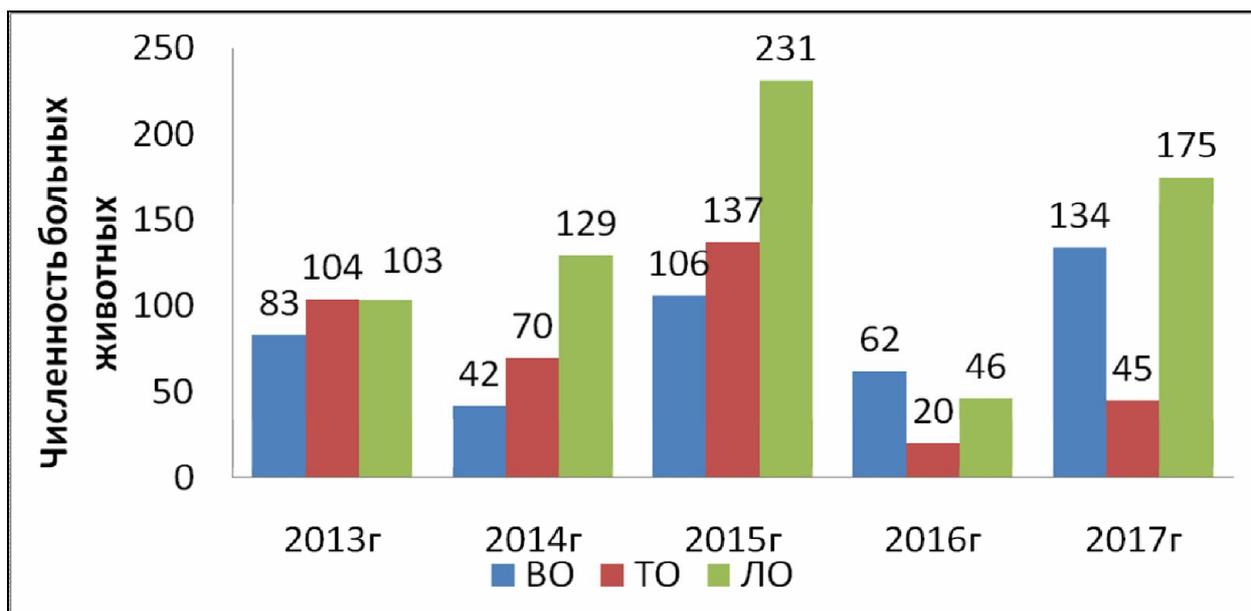


Рис.1. Абсолютные показатели заболеваемости бешенством среди животных по Воронежской области (ВО) в сравнении с Тамбовской (ТО) и Липецкой (ЛО) областями

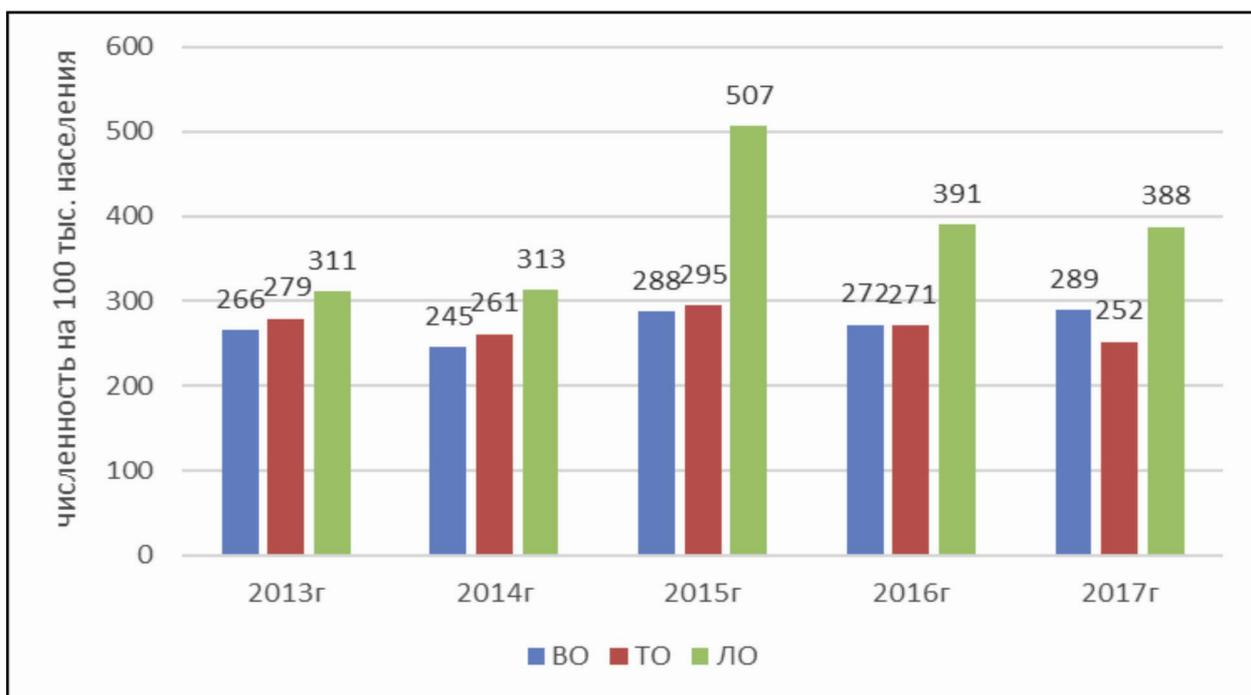


Рис. 2. Относительные показатели антирабической помощи в Воронежской Тамбовской и Липецкой областях

Среднемноголетнее количество больных животных на территории 32 районов Воронежской области распределилось неравномерно, наибольшее их число отмечалось в Аннинском районе – 8,4, в Хохольском и Россошанском районах - по 4,4, и в г. Воронеж –

7,6, что представляет эпидемиологическую угрозу для населения (рис. 3).

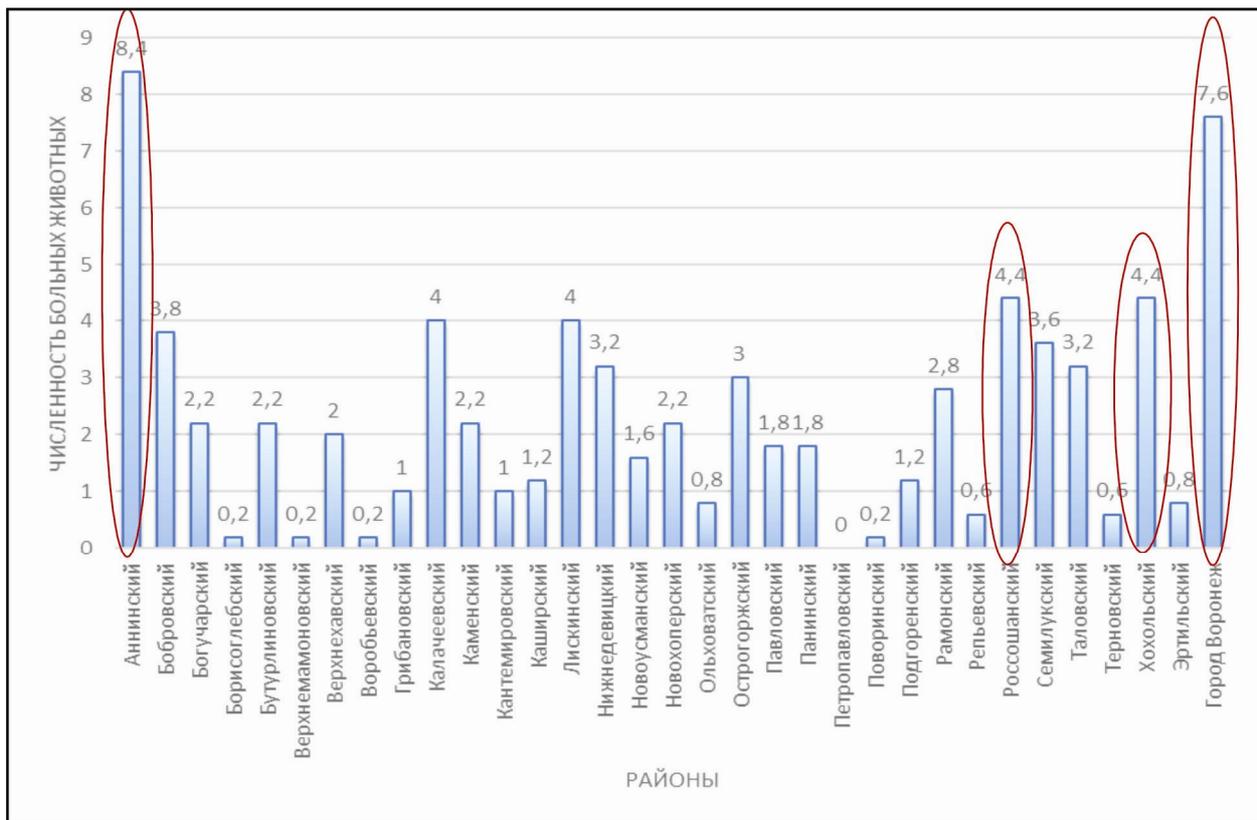


Рис. 3. Бешенство среди животных в районах Воронежской области

Нами было проведено ранжирование 32 районов Воронежской области по уровню заболеваемости среди животных с учетом 5-ти ранговой шкалы. Первый ранг расценивался как низкий, второй - ниже среднего, третий - средний, четвертый - выше среднего и пятый - высокий.

К районам с повышенным риском относятся территории, отнесенные к 4-му и 5-му рангам.

Диапазон заболеваемости животных для 5-го ранга варьировал от 4 до 8,4 животных в год и включал в себя пять районов области, для 4-го ранга – диапазон составил от 3,2 до 3,8 животных в четырех районах области (рис. 4).

Наибольшее количество ослоненных, оцарапанных и укушенных людей за анализируемый период отмечалось в 2015 г. и в 2017 г., что составило 6709 и 6736 человек соответственно. Антирабическая помощь в 100% случаях оказывалась всем пострадавшим, за исключением 2014 года, когда от вакцинации отказались три человека (рис. 5).

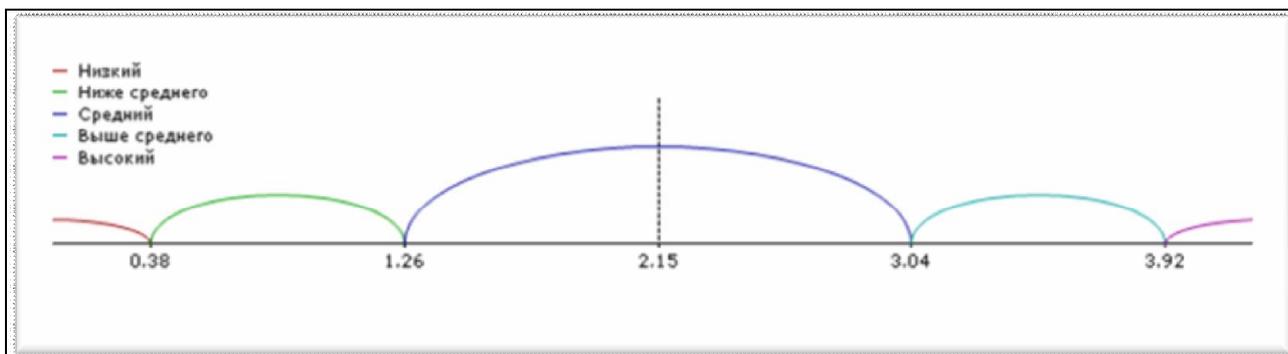


Рис.4. Ранжирование 32 районов Воронежской области по уровню заболеваемости бешенством среди животных



Рис.5. Соотношение числа ослоненных, оцарапанных и укушенных людей с оказанной им антирабической помощью

Максимальный объем антирабической помощи был оказан в 2013, 2015 и 2016 годах в летние месяцы с июня по август (рис. 6).

Бешенство среди животных в большей степени отмечалось у собак, кошек и лисиц в 2015 и 2017 годах. Обращает на себя внимание ежегодное увеличение видового разнообразия животных, инфицированных вирусом бешенства (рис. 7).

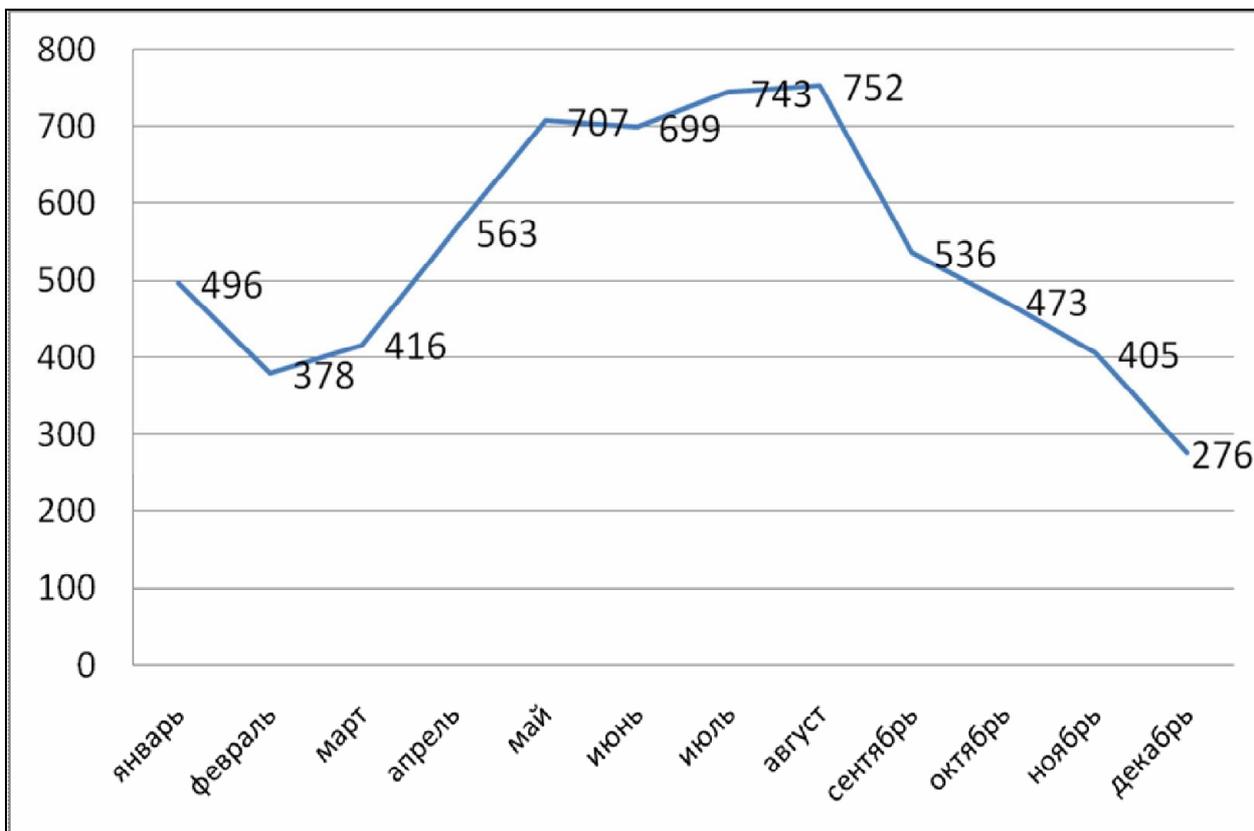


Рис. 6. Средний многолетний месячный объем антирабической помощи, оказанной укушенным, оцарапанным и ослюенным

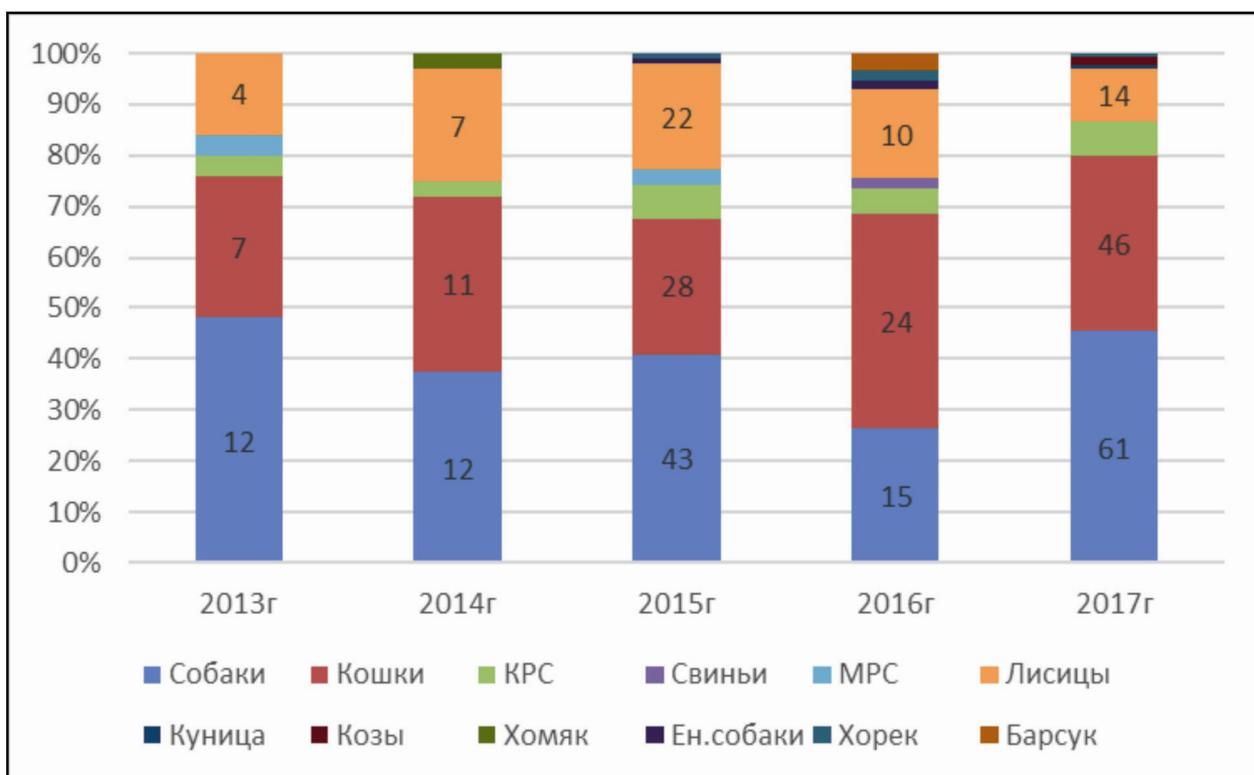


Рис. 7. Видовой состав инфицированных животных

Для обеспечения эпизоотического благополучия региона по бешенству вакцинацию диких плотоядных животных необходимо проводить регулярно на протяжении не менее 6 лет и не менее 2 лет после последнего случая бешенства. После каждой вакцинации на территории организуется мониторинг с целью оценки поедаемости брикетов-приманок с вирусвакциной и анализа эффективности вакцинации. Для профилактики бешенства среди животных используется Вакцина «Рабивак-О/333».

Наиболее востребована антирабической помощью с мая по июль.

С целью профилактики против вируса бешенства в Российской Федерации с 1993 года используют вакцину КОКАВ - это антирабическая культурная концентрированная очищенная инактивированная вакцина. Схема вакцинации с профилактической целью: 3 прививки вакциной «КОКАВ» по 1-му мл на 0, 7 и 30-й день, Ревакцинация через 12 месяцев, Ревакцинация каждые 3 года в той же дозе. Схема вакцинации «КОКАВ» при лечении бешенства: 0,3,7,14,30 и 90-й день [4].

При укусах опасной локализации необходимо первую вакцину «КОКАВ» вводить совместно с антирабическим иммуноглобулином, однако на практике это не всегда удается, что связано с частым отсутствием антирабического иммуноглобулина в медицинских учреждениях.

В первую очередь необходимо обезопасить группы риска, к которым относятся лица, выполняющие работы по отлову и содержанию безнадзорных животных, ветеринары, охотники, лесники, работники боен, таксидермисты и лица, работающее с «уличным» вирусом бешенства.

По данным отчетов о прививках за прошедшие пять лет выявляется закономерность увеличения количества ревакцинации против бешенства, связанная с проведением ревакцинации лицам, находящимся в группах риска.

Процентное соотношение плановых и внеплановых вакцинаций составляют 81 и 19% .

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1) заболеваемость бешенством среди животных за анализируемый период увеличилась в 1,6 раза;

2) отмечается ежегодное увеличение видового разнообразия пораженных вирусом бешенством животных с преобладанием среди них собак, кошек и лисиц в 2015 и 2017 годах;

3) наиболее высокая инфицированность животных отмечалась в Аннинском (8,4), Россошанском и Хохольском (4,4) районах, а также в г. Воронеж (7,6);

4) усиление оказания антирабической помощи, укушенным, оцарапанным и ослюненным в большей степени отмечалась в весенне-летний период (с мая по август).

Рекомендации:

1) своевременное и безотлагательное оказание антирабической помощи лицам, подвергшимся риску заражения бешенством;

2) не трогать животных, которые вышли из леса. Здоровое животное никогда не пойдет к человеку !

3) при укусе или ослюнении животным немедленно промыть рану или место ослюнения теплым водно-мыльным раствором. Ни в коем случае не отсасывайте кровь ртом. После первичной обработки раны немедленно следует обратиться в ближайший травматологический пункт или хирургический кабинет центральной районной больницы;

6) владельцам животных следует строго соблюдать правила содержания своих питомцев, своевременно делать им прививки от бешенства;

7) если Вы по каким-либо причинам решили избавиться от своей собаки или кошки, не делайте их бездомными, а сдайте в ветеринарную лечебницу;

8) приобретать животных следует только в специализированных организациях при наличии ветеринарного освидетельствования;

9) не осуществлять самостоятельно забой и уничтожение павших сельскохозяйственных и домашних животных без ветеринарного освидетельствования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барышников П.И. Бешенство животных. Бешенство животных в Алтайском крае / П.И. Барышников, К.М. Андрейцев, Г.А. Фёдорова // Ветеринария. - 2014. - С. 90.

2. Пресс-релиз Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тверской области // Рекомендации по профилактике бешенства.

3. Пресс-релиз Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тамбовской области // Рекомендации по профилактике бешенства.

4. Санитарно-эпидемиологические правила СП 3.1.7.2627-10 Профилактика бешенства среди людей. - 2010. - С. 2.

5. Заволока А.А. О бешенстве / А.А. Заволока, Ан. А. Заволока // Vetpharma. – 2013. - №4. - С.24-31.

Сведения об авторах

Багмутова Татьяна Валерьевна - студентка кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета.

Баскакова Анна Геннадьевна – аспирантка кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета.

Виноградов Павел Михайлович – кандидат географических наук; старший преподаватель кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета.

Иванова Екатерина Юрьевна - кандидат биологических наук, доцент; доцент кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета.

Загузова Анастасия Александровна - студентка медико-профилактического факультета Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко.

Калашников Юрий Сергеевич – заместитель главного врача Филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» в Семилукском, Нижнедевицком, Репьевском, Хохольском районах; заочный аспирант кафедры эпидемиологии Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко.

Карпова Анастасия Павловна - магистрантка экономического факультета Воронежского государственного университета.

Клевцова Марина Александровна - кандидат географических наук, доцент; доцент кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета.

Клепиков Олег Владимирович – доктор биологических наук, профессор; заведующий отделением информационных технологий организационно-методического отдела ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области»; профессор кафедры промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств Воронежского государственного университета инженерных технологий; профессор кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета.

Куролан Семен Александрович – доктор географических наук, профессор; декан факультета географии, геоэкологии и туризма; заведующий кафедрой геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета.

Мамчик Николай Петрович – доктор медицинских наук, профессор; заместитель главного врача ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области»; заведующий кафедрой эпидемиологии Во-

ронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко.

Мананникова Полина Владимировна - студентка медико-профилактического факультета Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко.

Молоканова Лариса Витальевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств Воронежского государственного университета инженерных технологий.

Моргунова Юлия Павловна - магистрантка кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета.

Нагих Татьяна Владимировна – магистрантка кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета.

Никитин Сергей Иванович – главный врач Филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» в Лискинском, Бобровском, Каменском, Каширском, Острогожском районах

Оберемко Виктория Алексеевна - магистрантка кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета.

Попова Любовь Васильевна – кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств Воронежского государственного университета инженерных технологий.

Прожорина Татьяна Ивановна - кандидат химических наук, доцент; доцент кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета.

Самодурова Наталья Юрьевна - кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры эпидемиологии Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко.

Середа Людмила Олеговна – кандидат географических наук.

Студеникина Екатерина Михайловна – ассистент кафедры гигиенических дисциплин Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко.

Квашин Дмитрий Сергеевич – студент кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета.

Якушев Александр Борисович – кандидат географических наук.

Научное издание

**ЭКОГЕОХИМИЯ И БИОИНДИКАЦИЯ
ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ
ТЕРРИТОРИЙ ИНТЕНСИВНОГО
АНТРОПОГЕННОГО ОСВОЕНИЯ**

Сборник научных статей

*Общая редакция и компьютерная верстка
С.А. Куролана и О.В. Клетикова*

Подписано в печать 14.12.2018 г.
Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 10,25
Бумага офсетная. Тираж 300 экз.
Заказ № 2120.

ООО Издательство «Научная книга»
394077, Россия, г. Воронеж, ул. 60-Армии, 25-120
<http://www.sbook.ru>

Отпечатано с готового оригинал-макета
В ООО «Цифровая типография»
394036, г. Воронеж, ул. Ф. Энгельса, д. 52
Тел. (473) 261-03-61, e-mail: zakaz@print36.ru