

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

**МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА
СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
ГОРОДА ВОРОНЕЖА**

Сборник научных статей

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

Воронеж
Издательство «Научная книга»
2017

УДК 502.55:504.064.2

М42

*Исследование выполнено при финансовой поддержке
Русского географического общества в рамках
научного проекта РГО-РФФИ №17-05-41072*

М42 Медико-экологическая диагностика состояния окружающей среды города Воронежа: сборник научных статей / Под общ. редакцией С.А. Куролапа и О.В. Клепикова. – Воронеж: Издательство «Научная книга», 2017. – 184 с.

ISBN 978-5-98222-943-4

Сборник научных статей подготовлен по результатам комплексных гео-экологических исследований, выполненных в рамках научного проекта по гранту Русского географического общества – Российского фонда фундаментальных исследований / проект РГО-РФФИ №17-05-41072 «Геоинформационное обеспечение региональных систем медико-экологического мониторинга крупных промышленных центров»/.

В статьях изложены методические подходы к созданию системы медико-экологического мониторинга крупного промышленного центра – города Воронежа – с применением геоинформационных технологий; приведены результаты оригинальных исследований по оценке уровня и динамики заболеваемости населения, техногенных факторов риска для здоровья /автотранспортного шума, неудовлетворительного качества питьевой воды, загрязнения почвы селитебной территории/; оценке реакции древесных растений на воздействие неблагоприятных факторов среды обитания; использованию технологий дистанционного зондирования Земли и электронного картографирования в региональной системе медико-экологического мониторинга.

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 городской среды.

УДК 502.55:504.064.2

ISBN 978-5-98222-943-4

© Коллектив авторов, 2017

© Издательство «Научная книга», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
Куrolan C.A. Методический подход к созданию системы медико-экологического мониторинга крупного промышленного центра с применением геоинформационных технологий	6
Стёпкии Ю.И., Мамчик Н.П., Клепиков О.В., Колнет И.В. Анализ заболеваемости населения города Воронежа массовыми неинфекционными заболеваниями	21
Клепиков О.В., Бережнова Т.А., Колягина Н.И. Болезни системы кровообращения у городского населения: уровни, динамика и территории риска	51
Клепиков О.В., Мамчик Н.П., Самодурова Н.Ю. Проблема городского автотранспортного шума и пути её решения...	58
Виноградов П.М., Карпова А.П. Оценка акустической и автотранспортной нагрузки в городе Воронеже	70
Яковенко Н.В. Проблемы развития транспорта в инфраструктурном комплексе крупного промышленного центра (город Воронеж)	79
Прожорина Т.И., Нагих Т.В. Оценка качества питьевой воды из источников централизованного водоснабжения города Воронежа	84
Прожорина Т.И., Нагих Т.В. Результаты обследования родников города Воронежа и его окрестностей	93
Клепиков О.В., Калашников Ю.С., Оберемко В.А. Оценка влияния стока условно-чистых вод с правобережных очистных сооружений города Воронежа на качество воды в ручье «Голубой Дунай» и реке Дон	103
Клевцова М.А., Якунин А.И., Михеев А.А. Эколого-геохимическая диагностика загрязнения территории по реакции древесных растений	113
Клевцова М.А., Доброва Е.А. Оценка загрязнения окружающей среды пылью по ее накоплению на листовых пластинках растений	124
Середа Л.О. Биологические методы анализа в оценке состояния почвенного покрова города Воронежа	135

Середа Л.О., Куролан С.А.

Интегральная оценка состояния почвенного покрова
города Воронежа 146

Епринцев С.А., Куролан С.А.

Оценка природного каркаса крупных урбанизированных
территорий Воронежской области как фактора экологической
безопасности 159

Епринцев С.А.

Использование технологий ДЗЗ при проектировании региональных
систем медико-экологического мониторинга урбанизированных
территорий 167

Виноградов П.М., Куролан С.А.

Mapbasic как эффективный инструмент оценки качества городской
среды (на примере города Воронежа) 175

Сведения об авторах 182

ПРЕДИСЛОВИЕ

В условиях интенсивного градопромышленного развития решение задач мониторинга и геоинформационного картографирования медико-экологического состояния территорий крупных промышленных центров сохраняют высокую актуальность. Особое значение приобретает выработка научно обоснованных подходов к созданию региональных геоинформационно-аналитических систем медико-экологического мониторинга как важных инструментов территориального планирования, обеспечения устойчивого развития урбоэкосистем и охраны здоровья населения при воздействии неблагоприятных экологических факторов сильного медико-биологического действия. О значимости изучения и решения проблем экологии городов свидетельствует и тот факт, что согласно Указу Президента Российской Федерации от 5.01.2016 года 2017 год был объявлен в России *Годом экологии*, когда вопросы экологической безопасности страны становятся одним из приоритетов государственной политики.

Результаты исследований, представленные в настоящем сборнике, являются продолжением многолетних аналитических исследований по экологическому зонированию городской среды и оценке риска для здоровья населения от воздействия неблагоприятных техногенных факторов, совместно выполняемых учеными Воронежского государственного университета, Воронежского государственного университета инженерных технологий и Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области («Экология и мониторинг здоровья города Воронежа», 1997; «Эколого-гигиенические основы мониторинга и охраны городской среды», 2002; «Оценка риска для здоровья населения при техногенном загрязнении городской среды», 2006; «Воронеж: среда обитания и зоны экологического риска», 2010; «Интегральная экологическая оценка состояния городской среды», 2015 и др.).

Новизна используемых методов и подходов определяется разработкой специализированного геоинформационно-аналитического комплекса «окружающая среда-здоровье населения» (ГИС, включающая базы экогеохимических, биоиндикационных и медико-экологических данных, технологии электронного картографирования, программно-алгоритмическое обеспечение оценки риска для здоровья населения).

В отличие от ранее изданных сборников научных трудов и книг приведены новые данные по оценке воздействия на население города Воронежа шумового фактора, состоянию биоты и рискам для здоровья населения, необходимые для практической реализации научно-обоснованной стратегии экологически безопасного и эффективного градостроительства, охраны окружающей среды и первичной профилактики заболеваемости населения.

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

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

С.А. Куролан

Региональный мониторинг воздействия вредных факторов среды обитания на здоровье населения (медико-экологический мониторинг) – важнейший аспект деятельности региональных природоохранных ведомств. Эффективность создания подобных систем мониторинга значительно повышается на базе применения современных геоинформационных технологий, обеспечивающих достаточный набор инструментов для сбора, анализа информации, составления прогнозов и принятия на их основе управленческих решений для минимизации экологического риска для здоровья населения.

Общие методические подходы

Методология создания региональных систем медико-экологического мониторинга базируется на современных подходах к оценке риска для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания, реализованных с применением геоинформационных технологий и вероятностно-статистических многокритериальных оценок для выявления причинно-следственных связей в системе «факторы окружающей среды – здоровье населения». В качестве модельной территории для реализации данного подхода нами выбран Воронеж – крупнейший промышленно развитый город Центрального Черноземья с населением более 1 млн. человек.

Принципы обеспечения систем регионального медико-экологического мониторинга с применением геоинформационных технологий базируются, прежде всего, на трудах ведущих отечественных и зарубежных ученых в области мониторинга окружающей среды, урбоэкологии, экогеохимии и биоиндикации городских ландшафтов, а также оценки экологического риска для здоровья населения и технологий геоэкологического и геоинформационного картографирования [1, 4, 6, 7, 10, 13, 14], апробированных в различных регионах России, США и других стран мира.

Особенностью данной методологии (рискологический подход) является то, что для оценки «здоровья среды» используются не только экосистемные и популяционные показатели как таковые, но и индикаторные показатели состояния различных депонирующих сред и живых организмов. Известно, что уровень популяционного здоровья находится в определенной зависимости от факторов риска, прежде всего, от присутствия в среде обитания потенциально опасных химических веществ и других вредных экологических факторов. Состояние окружающей среды, организмов-биоиндикаторов и здоровье человека, оцененные по различным диагностическим параметрам с использованием альтернативных и взаимодополняющих методов, являются «откликом» на неблагоприятные антропогенные воздействия, т.е. критериями качества или «здоровья среды».

Основой системы медико-экологического мониторинга является информация, получаемая в ходе непрерывных, систематических наблюдений. Она должна включать в себя массивы данных об источниках техногенного загрязнения (стационарных и передвижных), уровне загрязнения основных депонирующих (вода, почва) и транзитных (атмосфера, снежный покров) сред, а также параметрах биотических реакций (например, древесных растений) и критериях общественного здоровья, как в фокусе отражающих состояние среды обитания.

Одним из эффективных методов синтеза разнородных данных является картографический в сочетании с автоматизацией всех этапов работы с информацией. Перечисленным требованиям в настоящее время полностью удовлетворяют географические информационные системы (ГИС). Наиболее популярны в нашей стране такие коммерческие ГИС как ArcGIS, MapInfo Professional, ГИС Карта. Все большую популярность набирает использование программного обеспечения QGIS, SAGA, GRASS. В рамках применения ГИС для контроля комплексного техногенного воздействия на окружающую среду ведется разработка геонформационно-аналитических комплексов обеспечения экологического мониторинга отдельных регионов. Наиболее эффективным подходом для интеграции данных различных природоохранных и медицинских ведомств является создание единой программно-информационной среды на основе геоинформационных технологий. Примеры подобного подхода к решению этой проблемы в рамках регионов и отдельных субъектов

РФ приводятся, например, А.А. Тигеевым, Н.О. Гусейновой, С.Ф. Мазуровым [3, 9, 12]. Возможность обработки и картографической визуализации большого объема экологических данных по территориям крупных урбанизированных регионов делает применение ГИС весьма эффективным инструментом обеспечения мониторинга здоровья населения с учетом воздействия на него факторов экологического риска.

Таким образом, основными принципами развиваемого нами подхода к геоинформационному обеспечению региональных систем медико-экологического мониторинга являются следующие .

1. Соответствие единой государственной системе экологического мониторинга (ЕГСЭМ). В настоящее время Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ) представляет собой комплексную, иерархически построенную информационно-аналитическую систему, которая формируется путем организации системы сбора, хранения, обработки, передачи и управления данными различных природоохранных ведомств. Она ориентируется на отечественную систему экологического менеджмента и аудита, систему экологического нормирования, максимальное использование возможностей современных технических средств контроля состояния окружающей среды. Все более актуальным становится опережающий компьютерный анализ в решении задач мониторинга и управления качеством среды обитания, а также развивающаяся методология оценки «здоровья среды», адаптированная к практическому использованию. Организационно-техническое построение ЕГСЭМ связано с обеспечением целенаправленной деятельности различных ведомств, организаций, предприятий, вовлеченных в процесс получения экологической информации, ее сбора, хранения и обработки.

2. Системность организации информации, характеризующей состояние окружающей среды, биоты и здоровья населения. Информационные блоки экогеоданных должны быть структурированы, иерархически увязаны между собой и ориентированы на приоритетные параметры качества среды и общественного здоровья в каждом конкретном промышленно развитом городе. К числу приоритетных контролируемых сред должны относиться атмосфера, гидросфера, почва, биота (параметры жизнедеятельности растений) и критерии общественного здоровья (в первую очередь, детского населения,

т.к. дети более «привязаны» к территории, на которой живут и учатся; меньше перемещаются по территории города, чем взрослые; не испытывают вредного влияния профессиональных вредностей и, следовательно, здоровье детей более адекватно отражает социальные условия проживания и качество окружающей среды).

3. *Равномерный и полный охват территории города сетью постов экологического мониторинга.* Для более адекватной оценки экологического риска, в том числе риска здоровью населения необходима информация о среднесуточных концентрациях загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха, загрязнении почвенной среды, более равномерная сеть точек для биоиндикационных оценок. Нужна равномерная сеть контроля не только в промышленно загрязненных районах, но и в условно чистых зонах для сопоставления и оценки регионального фона. Равномерность и более полный охват территории позволят обеспечить сопоставимость данных и получить более детализированную картину качества городской среды.

4. *Унификация критериев медико-экологического мониторинга, связанных с системой экологического нормирования.* Общей установкой концепции экологического нормирования является положение, что нормативы служат критериями риска неблагоприятных эффектов для человека. Однако, следует отметить, что в ряде случаев соблюдение нормативов не является гарантией безопасного воздействия неблагоприятных факторов на биоту. Так, древесные растения по ряду токсикантов (оксидам азота, серы, свинцу) являются более чувствительными к их воздействию. Неблагоприятные эффекты в их жизнедеятельности отмечаются при концентрациях веществ в атмосферном воздухе на уровне ниже ПДК.

Одна из метрологических проблем - проблема чувствительности измерений. Известно, что часть применяемых методов лабораторного контроля в практике санитарно-эпидемиологической службы г.Воронежа, в частности, определение содержания в атмосферном воздухе оксида марганца IV, оксида хрома VI, меди оксида, 1,3-бутадиена, акролеина не обеспечивают определение малых концентраций, несмотря на достаточно невысокие значения нижнего предела количественного определения концентрации вещества в пробе, который ограничен порогом чувствительности используемого прибора (т.е. нижним пределом детектирования) [5]. Предел количест-

венного определения в лабораторных исследованиях, т.е. определение наименьшей концентрации анализируемого вещества непосредственно в воздухе (а не в лабораторно анализируемой пробе, в большинстве случаев представляющей жидкую и твердую фазу) зависит от таких факторов как продолжительность отбора пробы воздуха, объемная скорость аспирации (т.е. условий концентрирования определяемого компонента на адсорбенте и в абсорбенте), а также способа извлечения из адсорбента и других факторов в процесса отбора пробы воздуха и пробоподготовки. Иногда слабая чувствительность приборов не позволяет добиться достоверной информации о концентрациях поллютантов в среде обитания.

5. Синхронизация систем наблюдения различными природоохранными ведомствами. В целях получения достоверной картины техногенного загрязнения городской среды по всему спектру загрязняющих веществ на территории города необходимо совместить две отчасти автономные системы инструментального и расчетного мониторинга воздушной среды, увязанные с методами оценки риска здоровью и геоинформационным картографированием в режиме непрерывного слежения (по опыту зарубежных автоматизированных систем мониторинга атмосферы: сбор информации - передача на пульт диспетчеру - математико-картографический анализ - выявление зон риска здоровью по критериям канцерогенной и общетоксической опасности - выявление источников риска - принятие управленческих решений по минимизации риска).

Целесообразно создать единое информационное поле медико-экологического мониторинга на базе объединения информационных потоков различных природоохранных служб, а также статистики областного здравоохранения (локальные базы данных и средства по созданию и ведению информационного обеспечения; единые подходы к расчету рисков для здоровья населения). Это позволит повысить эффективность мониторинговых наблюдений и экологического управления.

6. Расширение и углубление аналитического блока мониторинга окружающей среды и здоровья населения на базе ГИС-технологий. Повысить эффективность принятия управленческих решений возможно на основе применения методов оценки достоверности различий средних многолетних уровней заболеваемости населения, проживающего на контрастных по уровням загрязнения

воздушной среды территориях, а также вероятностно-статистического анализа как основы оценки экологических рисков. Такие исследования неоднократно проводились в г. Воронеже, и их результаты во многом подтверждают полученные нами данные о существенной роли техногенного загрязнения в формировании заболеваемости населения промышленно развитого города [2, 5].

7. Создание картографической базы данных для задач медико-экологического мониторинга. Это особенно важно, что связано с внедрением геоинформационных технологий в систему экологического мониторинга и управления. Картографические базы должны периодически обновляться, а программные средства ГИС использоваться для расчета вторичных аналитических показателей, как, например, реализованный ранее метод расчета индексов риска в среде MapInfo [5, 8]. Алгоритмы оценки риска выбраны нами в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920 – 04) [11].

8. Верификация данных инструментальных и расчетных методов с оценкой их эффективности. Схема анализа данных должна включать последовательные этапы: сбор информации - оценка риска - сравнение данных инструментальных замеров и модельных расчетов - корректировка системы слежения и экологического контроля. Например, в Центре гигиены и эпидемиологии в Воронежской области при организации баз эколого-гигиенических данных заложена информация о фактических концентрациях контролируемых веществ. Это позволило динамично развивать информационный фонд социально-гигиенического мониторинга (СГМ) и анализировать данные в территориально-временном разрезе с определением средних, максимально-разовых концентраций за определенный период времени по различным территориям или контрольным точкам [5]. Для целей оценки риска здоровью населения, обусловленного загрязнением объектов окружающей среды, должен быть модернизирован экспорт усредненных значений концентраций веществ из баз данных СГМ, например, в табличный процессор Microsoft Excel с последующим дополнением формулами расчета вероятных доз поступления ксенобиотиков, характеристик канцерогенного и неканцерогенного рисков, времени наступления потенциальных токсических эффектов.

Описание структуры геоинформационной системы (ГИС) и программного обеспечения

Структура создаваемой ГИС в среде MapInfo ориентирована на интеграцию баз данных о параметрах источников техногенного загрязнения, индикаторах состояния различных депонирующих и транзитных сред (воздух, вода, почва), биоиндикационных характеристиках, критериях состояния здоровья населения города Воронежа с возможностью непрерывной актуализации. Поэтапно создаются тематические ГИС: «Загрязнение воздушного бассейна и акустический фон», «Качество питьевого водоснабжения», «Загрязнение поверхностных вод», «Загрязнение почвенного покрова», «Городская биота», «Социально-экономическая инфраструктура», «Состояние общественного здоровья» для территории города Воронежа.

ГИС должна включать подсистемы хранения эколого-геохимических и медико-географических данных, а также программно-алгоритмическое обеспечение оценки экологических рисков. Базовым временным сроком для оценки качества городской среды выбран 10-летний период (2009-2018гг.). В качестве операционных территориальных единиц (ОТЕ) выбраны три уровня генерализации информации: 1) функционально-планировочные зоны города (6 зон и фон, всего 7 территориальных единиц); 2) районы обслуживания детских поликлиник города (12 территорий); 3) специальные пункты мониторинга состояния городской среды, включающих стационарные и передвижные посты контроля воздуха системы гидрометеослужбы, санитарно-эпидемиологической службы, а также дополнительно выбранные нами пункты для равномерного охвата территории города системой экологического контроля.

Исходные данные для создания «МЕД-ЭКО ГИС г.Воронежа» формируются в ходе натурных экспериментальных исследований сотрудников кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды ВГУ, а также предоставлены региональными природоохранными и мониторинговыми ведомствами города в рамках межведомственного взаимодействия.

Структура создаваемой ГИС показана на рисунке 1, а пункты отбора проб атмосферы, почвы, биоты - на рисунке 2.

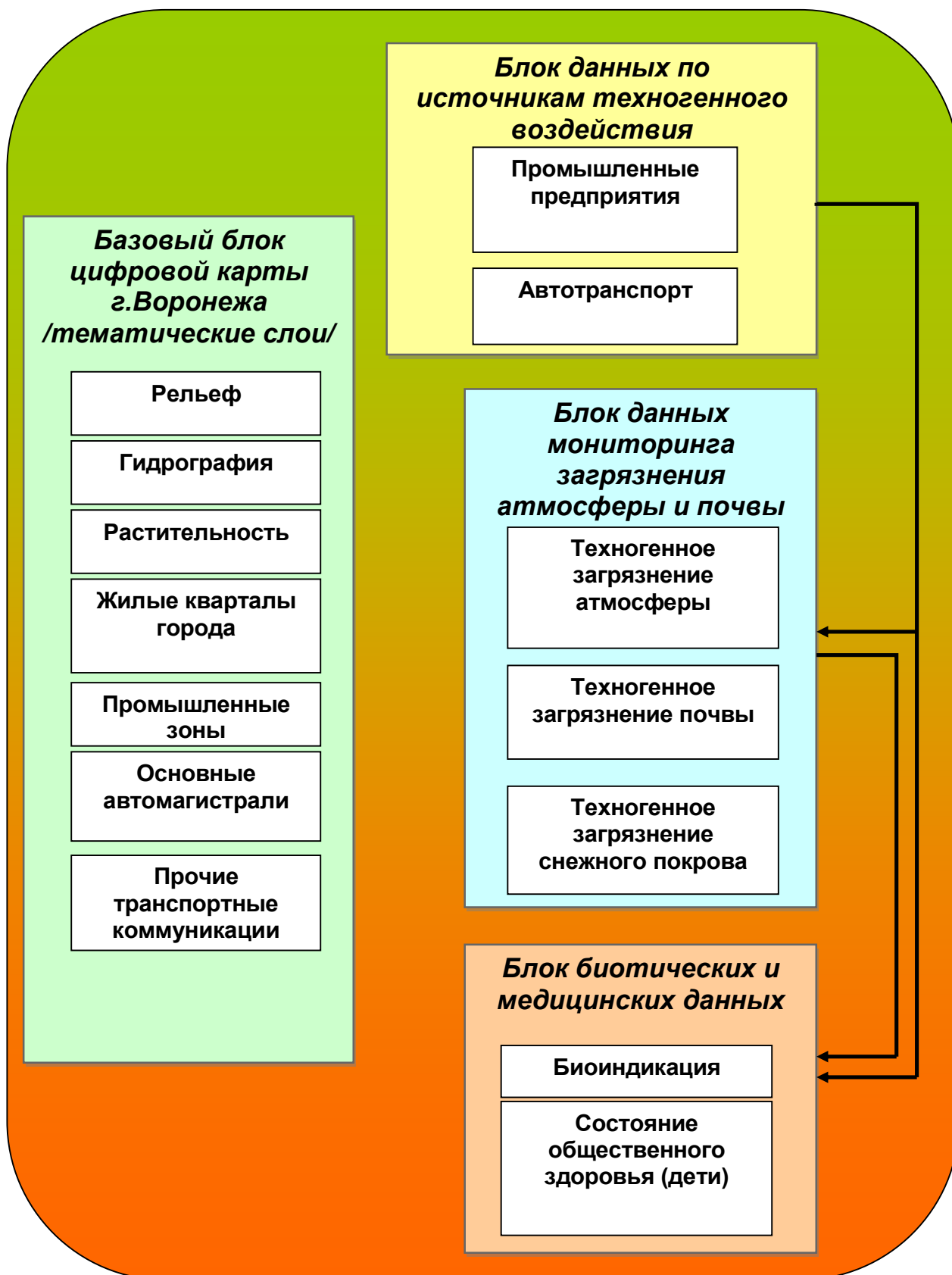


Рис. 1. Структура базы данных для геоинформационного обеспечения медико-экологического мониторинга крупного промышленного центра

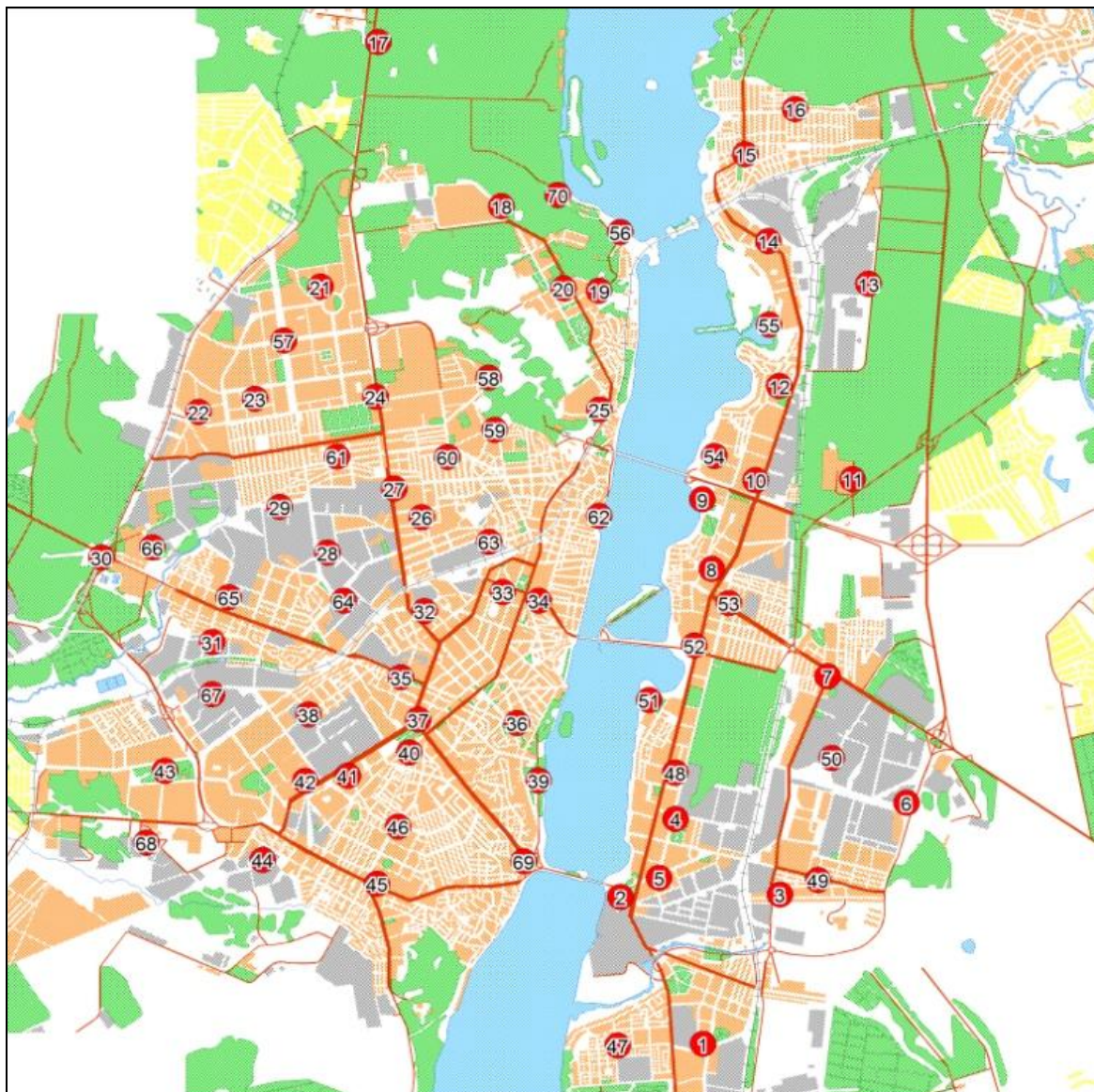


Рис. 2. Размещение точек (пунктов мониторинга) отбора проб атмосферы, снежного покрова, почвы на территории г.Воронежа

Исходная цифровая основа – карта г.Воронежа – дифференцирована на шесть основных тематических слоев: 1) растительность (внутригородские и пригородные зеленые массивы, парки, скверы, формирующие «зеленый каркас» городской агломерации); 2) гидрография (Воронежское водохранилище, постоянные и временные водотоки); 3) жилые кварталы города (селитебная зона): кварталы жилой городской застройки, разбитые на 3 функциональные подзоны: а) центральная историческая часть города, включая разноэтажную общественно-деловую застройку и «старую» 5-ти-этажную застройку 50-х – 70-х гг. прошлого столетия (ЦИ); б) кварталы с современной многоэтажной застройкой в основном от 9 этажей и выше периода 80-х гг. прошлого – начала нынешнего столетия (СП); в) «частный сектор»: преимущественно низкоэтажная и коттеджная жилая застройка (ЧС).

Алгоритмы оценки экологического риска для здоровья населения

Алгоритмы оценки экологического риска базируются на современных подходах к оценке канцерогенного, неканцерогенного рисков в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (2004) [11] и методах вероятностно-статистического анализа. В качестве индикаторной группы выбрано детское население; база данных формируется по материалам официальной статистики ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» за многолетний период.

В соответствии с методологией оценки риска здоровью для расчета уровней рисков применяются справочные величины, установленные экспериментальным путем (SF – фактор канцерогенного потенциала $\text{мг}/(\text{кг}\cdot\text{сутки})^{-1}$; RfD – референтная доза – суточное воздействие химического вещества в течение всей жизни, которое не приводит к возникновению неприемлемого риска для здоровья; RfC – референтная концентрация).

Канцерогенный риск (CR) в течение жизни определяется по формуле (1):

$$CR = ADD \cdot SF \quad (1)$$

где ADD – средняя суточная доза в течение жизни, $\text{мг}/(\text{кг}\cdot\text{день})$; SF – фактор канцерогенного потенциала.

Неканцерогенный риск (для воздушной среды) количественно оценивается на основе расчета коэффициента опасности (HQ) по формуле (2):

$$HQ = C_i / RfC \quad (2)$$

где C_i – средняя концентрация ($\text{мг}/\text{м}^3$); RfC – референтная (безопасная) концентрация, ($\text{мг}/\text{м}^3$).

С учетом однонаправленности воздействия веществ рассчитывается индекс суммарного эффекта, т.е. опасности присутствия множества загрязняющих веществ (CI или HI), в зависимости от характера суммируемых рисков по формулам (3) и (4):

$$CI = CR_1 + CR_2 + \dots + CR_n \quad (3)$$

$$HI = HQ_1 + HQ_2 + \dots + HQ_n \quad (4)$$

где n – число веществ; $CR_{1...n}$, $HQ_{1...n}$ – канцерогенные риски и коэффициенты опасности для отдельных компонентов смеси воздействующих веществ.

Оценка неканцерогенного риска проводится суммарно, а также по отдельным критическим (наиболее восприимчивым) органам и системам. При оценке индивидуального риска для здоровья населения ориентируются на систему *критериев приемлемости (безопасности)*. Они различны для показателей канцерогенного и неканцерогенного рисков. Так, канцерогенный риск (**CR**), равный или меньший $1 * 10^{-6}$, соответствует 1 дополнительному случаю онкологического заболевания или смерти на 1 млн. экспонированных лиц и характеризуется как риск допустимый, не вызывающий беспокойства.

Риск более $1 * 10^{-6}$, но менее $1 * 10^{-4}$, соответствует предельно допустимому риску, вызывающему беспокойство. Риск более $1 * 10^{-4}$, но менее $1 * 10^{-3}$, приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом (опасный риск, требующий профилактических мероприятий). Риск, равный или более $1 * 10^{-3}$, неприемлем ни для населения, ни для профессиональных групп и требует экстренной профилактики (чрезвычайно опасный, недопустимый риск).

Неканцерогенный риск (**HQ**) количественно оценивается на основе расчета коэффициента опасности: если величина риска $HQ < 0,8$, то риск считается допустимым ($< 0,5$ = целевой риск), не вызывающим беспокойства. Если величина риска HQ достигает от 0,8 до 1,0 – риск предельно допустимый, вызывающий беспокойство. Если $HQ > 1$ – опасный риск.

Нами разработана и будет апробирована на территории города Воронежа оригинальная *методика оценки опасности воздействия источников аэротехногенного загрязнения на окружающую среду и здоровье населения с последующей верификацией уровней потенциального канцерогенного и неканцерогенного рисков фактическим уровням неблагоприятного техногенного воздействия на среду обитания и население, включающая поэтапную реализацию следующих расчетных процедур:*

- *оценка потенциальной опасности промышленных вкладчиков; по каждому промышленному объекту (промплощадке) определяются расчетным путем индексы опасности выбросов загрязняющих веществ /ЗВ/:*

- *индекс опасности выбросов ЗВ 1 класса опасности (в % от общегородского выброса ЗВ 1 класса опасности); аналогично – для ЗВ 2, 3 и 4 классов опасности и суммарного выброса по предприятию (всего – 5 индексов опасности ЗВ отдельных классов опасности и индексов суммарного воздействия: $I_{1кл}$, $I_{2кл}$, $I_{3кл}$, $I_{4кл}$, $I_{сумм}$);*

- *средневзвешенный индекс экологической опасности предприятия ($I_{прм}$) с учетом весовых коэффициентов опасности ЗВ раз-*

ных классов опасности, используемой для расчета суммарного индекса загрязнения атмосферы $K_{атм}$, по формуле (5) [8] :

$$K_{атм.} = \left(\frac{C_1}{N_1 * ПДК_{C_1}} + \frac{C_2}{N_2 * ПДК_{C_2}} + \dots + \frac{C_n}{N_n * ПДК_{C_n}} \right) * t \quad (5)$$

где C_i – средняя за год концентрация i -вещества; $ПДК_i$ – среднесуточная предельно допустимая концентрация i -вещества; N_i – константа, принимающая значения 1; 1,5; 2; 4 соответственно для веществ 1, 2, 3, 4 классов опасности; $t = P / P_o$, где P - среднегодовой процент повторяемости штилей, %; $P_o = 12,5$ %.

Используя весовые константы, применяем следующую формулу (6):

$$I_{прм} = \frac{I_{1кл}}{N_1} + \frac{I_{2кл}}{N_2} + \frac{I_{3кл}}{N_3} + \frac{I_{4кл}}{N_4} \quad (6)$$

- расчет индекса опасности выбросов канцерогенных загрязняющих веществ (CR) – суммарный выброс веществ с установленным канцерогенным эффектом в % от общегородского выброса загрязняющих веществ (I_{CR}). При этом канцерогенами считаем выбросы канцерогенных веществ, относящихся к группам 1, 2А и 2В по классификации МАИР, приведенной в «Руководстве по оценке риска ...» (2004) [11];

- оценка потенциальной опасности автотранспортных вкладчиков. Сначала по каждой из основных улиц города с учетом её категории определяется среднегодовая интенсивность движения транспортных средств. Далее по справочнику улиц определяются индексы потенциальной опасности выбросов от автотранспортных средств:

- индекс потенциальной опасности выбросов легковыми автотранспортными средствами / $I_{ЛГК}$ / - ранговые показатели в зависимости от интенсивности движения автотранспорта по улицам различных категорий;

- аналогично – грузовыми автотранспортными средствами / $I_{ГРЗ}$ / , автобусами / $I_{АВТ}$ / и суммарный ранг автотранспортной нагрузки по общей интенсивности автотранспорта на улице заданной категории / $I_{АТН}$ /;

- расчет суммарного индекса экологической нагрузки промышленно-транспортной инфраструктуры (I_{Σ}) на городскую среду для любой ОТЕ проводится с учетом весовой значимости трех основных показателей опасности выбросов ЗВ от стационарных и передвижных источников загрязнения атмосферы (например, зоне обслуживания детской поликлиники) по формуле (7):

$$I_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n (I_{\text{прм}} + I_{\text{CR}} + I_{\text{атн}}) \quad (7)$$

где $i...n$ – количество объектов (промплощадок, уличных трасс) в пределах заданной территориальной единицы;

- создание цифровых карт опасности техногенного воздействия на городскую среду. Осуществляется путем пространственного интерполирования значений индексов экологической опасности промышленных и автотранспортных вкладчиков методом изолиний. Карты создаются стандартными средствами ГИС MapInfo методом IDW-интерполирования и построения изолиний при помощи модуля «Поверхность» [5, 7].

С помощью языка программирования MapBasic (в ГИС MapInfo) с участием П.М. Виноградова нами автоматизирован процесс оценки риска для здоровья населения, связанного с химическим загрязнением атмосферного воздуха [7]. На основе информации БД по техногенному загрязнению воздушного бассейна, средствами ГИС MapInfo осуществлена оценка потенциальной заболеваемости по индексам канцерогенного и неканцерогенного рисков для здоровья населения в соответствии с алгоритмами формул (1 - 4) и проведена дополнительно оценка опасности воздействия источников аэротехногенного загрязнения по формулам (5 - 7) с их последующим сопоставлением для верификации потенциальных и реальных экологических рисков. Для этой цели специально разработаны программные модули, реализующие количественные расчеты уровней риска для здоровья населения и среды обитания. Данные модули представляют собой приложения, при запуске которых в горизонтальном меню MapInfo добавляется пункт «Риск», включающий три команды: «Создать таблицу Risks_MB», «Расчет экологического риска», а также «Выход», завершающий работу программы.

Разработанные модули значительно оптимизируют и ускоряют процедуру оценки риска, а также устраняют вероятность совершения ошибок при «ручных» расчетах.

Поскольку описанный подход, применяемый в практике социально-гигиенического мониторинга, позволяет оценить лишь потенциальный риск экологически обусловленных заболеваний населения, то для оценки взаимосвязи экологических показателей качества городской среды и критериев состояния здоровья населения (т.е. верификации моделей риска здоровью) должен анализироваться детский контингент (дети до 14 лет включительно).

Оценка уровня заболеваемости детей обычно проводится по данным обращаемости населения в лечебно-профилактические учреждения за медицинской помощью (форма статистической отчетности №12 «Отчет о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения»). Статистические данные о числе случаев заболеваний собираются и анализируются в рамках системы социально-гигиенического мониторинга г.Воронежа по 12-ти территориям – районам обслуживания детских поликлиник. Ежегодно рассчитывается средний многолетний уровень заболеваемости детского населения по 14 основным классам болезней (число случаев заболеваний на 1000 детей).

Структура применяемого программного обеспечения, таким образом, должна включать следующие лицензионные программные комплексы:

- *MapInfo Professional*: для задач геоинформационного картографирования и автоматизации расчета рисков здоровью;
- *MS EXCEL* : для формирования входных баз данных по результатам экспериментально-аналитических и статистических исследований и статистического (например, корреляционно-регрессионного) анализа медико-экологических данных;
- *STADIA* (или *STATISTICA*): пакет статистических программ для углубленного многомерного статистического анализа медико-экологических данных (кластерного, факторного и др.).

Медико-экологический мониторинг на базе современных геоинформационных технологий позволяет существенно оптимизировать процесс наблюдения, оценки и прогноза состояния среды обитания и общественного здоровья, а также повысить обоснованность и эффективность управленческих решений по обеспечению экологической безопасности населения крупного промышленного центра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безуглая Э.Ю. Чем дышит промышленный город / Э.Ю. Безуглая, Г.П. Расторгуева, И.В. Смирнова. – Л. : Гидрометеиздат, 1991. – 256 с.
2. Воронеж: среда обитания и зоны экологического риска / С.А. Куролап, С.А. Епинцев, О.В. Клепиков и др. – Воронеж: Изд-во «Истоки», 2010. – 207 с.
3. Гусейнова Н.О. Экологический мониторинг Дагестана с использованием дистанционного зондирования и ГИС-технологий (на

примере г. Махачкалы) / Н.О. Гусейнова, Н.М. Булаева, Б.И. Магомедов, С.Я. Аскеров // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2008. – Вып. 5. – Т.2. – С. 477 – 482.

4. Захаров В.М. Биотест. Интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов / В.М. Захаров, Д.М. Кларк. – М. : Московское отд. межд. фонда «Биотест», 1993. – 68 с.

5. Интегральная экологическая оценка состояния городской среды / С.А. Куролап, О.В. Клепиков, П.М. Виноградов и др. – Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2015. – 232 с.

6. Касимов Н.С. Геохимия ландшафтов Восточной Москвы / Н.С. Касимов, Д.В. Власов, Н.Е. Кошелева, Е.М. Никифорова. – М.: АПР, 2016. – 276 с.

7. Куролап С.А. Геоинформационное обеспечение региональной системы медико-экологического мониторинга / С.А. Куролап, О.В. Клепиков, П.М. Виноградов, В.А. Гриценко // Балтийский регион. – 2016. – Т.8. – №.4 – С. 146 – 167.

8. Куролап С.А. Интегральная оценка и картографирование экологического состояния городской среды: подходы и опыт реализации на примере города Воронежа / С.А. Куролап, О.В. Клепиков, П.М. Виноградов // Экологическая оценка состояния городской среды. – Воронеж, 2016. – С.25 – 47.

9. Мазуров С.Ф. Комплексное картографическое обеспечение административно-хозяйственных структур / С.Ф. Мазуров, Л.А. Пластинин // Геодезия и картография. – 2012. – № 2. – С. 30 – 37.

10. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М. : НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.

11. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920 – 04). – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

12. Тигеев А.А. Структура региональной экологической ГИС Тюменской области / А.А. Тигеев // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2009. – №10. – С. 210 – 213.

13. Экогеохимия городских ландшафтов / Под ред. Н.С. Касимова. – М. : Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 1995. – 336 с.

14. Malkhazova S.M. Health of urban population in Moscow and Beijing agglomerations / S.M. Malkhazova, Y. Linsheng, W. Wuyi, D.S. Orlov, N.V. Shartova, L. Hairong, W. Li // Geography. Environment. Sustainability. – 2014. – №4 (v.7). – P. 41 – 53.

АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА ВОРОНЕЖА МАССОВЫМИ НЕИНФЕКЦИОННЫ- МИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

Ю.И. Стёпкин, Н.П. Мамчик, О.В. Клепиков, И.В. Колнет

Во многом состояние здоровья населения городов зависит от уровня воздействия техногенных факторов окружающей среды. Оценка влияния среды обитания, а также социальных факторов на состояние здоровья населения – одна из приоритетных задач системы социально-гигиенического мониторинга (СГМ) [6].

На основе данных мониторинга Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека формирует федеральный информационный фонд данных социально-гигиенического мониторинга (ФИФ СГМ). Для ФИФ СГМ разработан унифицированный перечень показателей состояния здоровья населения и соответствующие электронные шаблоны сбора данных, которые закреплены в Приказе Роспотребнадзора от 30.12.2005 №810 «О Перечне показателей и данных для формирования Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга» [6, 7].

Вместе с тем, в ФИФ СГМ формируется информация в целом по субъекту Российской Федерации, тогда как для администраций городов важна более детальная информация с целью обоснования адресных приоритетных управленческих решений по улучшению состояния окружающей среды и профилактике заболеваемости населения, в том числе получаемая на основе проведения инновационных экологических и гигиенических исследований с учетом региональных особенностей ситуации [2, 5, 7].

В этой связи, нами реализован подход формирования и анализа баз данных регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга (РИФ СГМ).

Целью исследования являлось выявление внутригородских территорий риска на основе оценки среднемноголетнего уровня и динамики заболеваемости населения за 2012-2016 гг.

Методы исследования. При оценке уровня заболеваемости населения использованы данные официальной статистики и отчетных форм ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», отражающих состояние здоровье населения города Воронежа, в частности, формы №12 «Сведения о числе заболеваний, за-

регистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания медицинской организации». Заболеваемость населения оценивалась в разрезе 3-х возрастных групп: дети до 14 лет, подростки 15-17 лет, взрослое население от 18 лет и старше.

Анализ заболеваемости детей и подростков проведен по 15 внутригородским участкам – территориям обслуживания Бюджетных учреждений здравоохранения Воронежской области (БУЗ ВО), расположенных в черте городского округа город Воронеж - Воронежских городских поликлиник (ВГП) и Воронежских городских клинических поликлиник (ВГКП) - детских поликлиник: БУЗ ВГП №3 детская поликлиника №1, БУЗ ВО ВГКП №1 детская поликлиника №2, БУЗ ВО ВГП №10 детская поликлиника №3, БУЗ ВО ВГКП №7 детская поликлиника №4, БУЗ ВО ВГКБ №11 детская поликлиника №5, БУЗ ВО ВГП №18 детская поликлиника №6, БУЗ ВО ВГБ №16 детская поликлиника №7, БУЗ ВО ВГП №11 детская поликлиника №8, БУЗ ВО ВГБ №5 детская поликлиника №9, БУЗ ВО ВГКП №7 детская поликлиника №10, БУЗ ВО ВКП №4 детская поликлиника №11, БУЗ ВО ВГКП №7 детская поликлиника №12, БУЗ ВО ВГБ №4 Сомово, БУЗ ВО ВГП №22 Масловка, БУЗ ВО ВГБ №14 Краснолесный.

Анализ заболеваемости взрослого населения проведен в разрезе 20-ти внутригородских территорий обслуживания населения: БУЗ ВО ВГКП №1 взрослая поликлиника №1, БУЗ ВО ВГКП №1 взрослая поликлиника №2, БУЗ ВО ВГП №3 взрослая поликлиника №3, БУЗ ВО ВГКП №4 взрослая поликлиника №4, БУЗ ВО ВГБ №5 взрослая поликлиника №5, БУЗ ВО ВГП №7 взрослая поликлиника №7, БУЗ ВО ВГП №8 взрослая поликлиника №8, БУЗ ВО ВГКБ №11 взрослая поликлиника №9, БУЗ ВО ВГП №10 взрослая поликлиника №10, БУЗ ВО ВГП №11 взрослая поликлиника №11, БУЗ ВО ВГКП №11 взрослая поликлиника №12, БУЗ ВО ВГБ №16 взрослая поликлиника №14, БУЗ ВО ВГБ №16 взрослая поликлиника №16, БУЗ ВО ВГП №18 взрослая поликлиника №18, БУЗ ВО ВГП №19, БУЗ ВО ВГКП №7 поликлиника №21 Придонской, БУЗ ВО ВГБ №4 Сомово, БУЗ ВГКП №1 поликлиника №17, БУЗ ВО ВГБ №14 Краснолесный, БУЗ ВО ВГП №22 Масловка.

Отличительной особенностью исследования от ежегодных информационных докладов о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения является использование географической информационной системы (программного продукта ArcGIS ArcView 9.2 с

ArcGis Publisher и Spatial Analyst, приобретенного в 2008 г. по сублицензионному договору №06Г-65/1/1 от 06.02.2008 г. с ООО «ДА-ТА+») для картографирования уровня заболеваемости населения массовыми неинфекционными заболеваниями и приоритетными заболеваниями, вероятно связанными с воздействием факторов среды обитания, входящими в перечень ФИФ СГМ как экологически и социально обусловленные [1, 3, 4].

Картографирование выполнено в разрезе территорий обслуживания медицинских организаций, что дает более детальную информацию об уровнях заболеваемости населения.

При ранжировании показателей заболеваемости на три уровня (высокий, средний, низкий) рассчитывался средний многолетний уровень (СМУ) за 2012-2016 гг. и среднее квадратичное отклонение (σ). Границы уровней определялись следующим образом: низкий – менее СМУ-0,5 σ , средний - от СМУ-0,5 σ до СМУ+0,5 σ , высокий – выше СМУ+0,5 σ . Отнесение территории к территории «риска» (на картограммах обозначены штриховкой) осуществлялось на основе анализа двух показателей: СМУ и динамики (стабильного роста уровня за анализируемый период).

Результаты исследования. Анализ данных за 2012-2016 гг. показывает, что в структуре заболеваемости детей возрастной категории до 14 лет, ведущими являются болезни органов дыхания (63,5%), глаза и его придаточного аппарата (5,9%), уха и сосцевидного отростка (5,2%) (рис.1).

Среди подростков в возрасте 15-17 лет первое место принадлежит болезням органов дыхания (40,1%), второе место - травмам, отравлениям и некоторым другим последствиям воздействия внешних причин (11,9%), третье и четвертое - болезням уха и сосцевидного отростка (9,2%) и болезням костно-мышечной системы и соединительной ткани (7,8%) (рис. 2).

В структуре заболеваемости взрослых 18 лет и старше преобладают болезни органов дыхания (34%), второе ранговое место занимают травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействий внешних причин (13,7%), третье - болезни мочеполовой системы (11,7%) (рис. 3).

Таким образом, для всех возрастных групп населения приоритетными заболеваниями являются болезни органов дыхания, занимающие в структуре общей заболеваемости первое место.

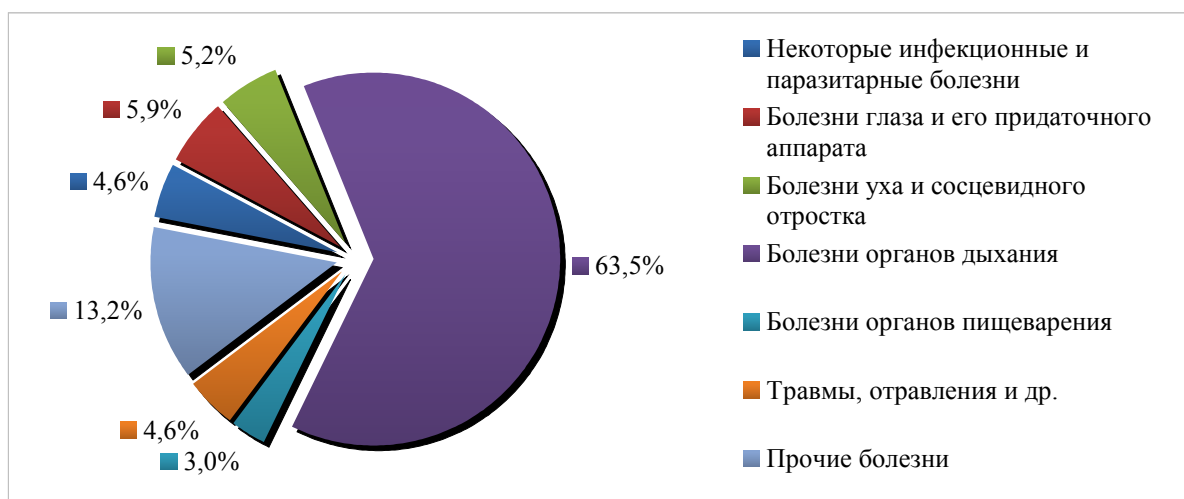


Рис. 1. Структура заболеваемости детей до 14 лет

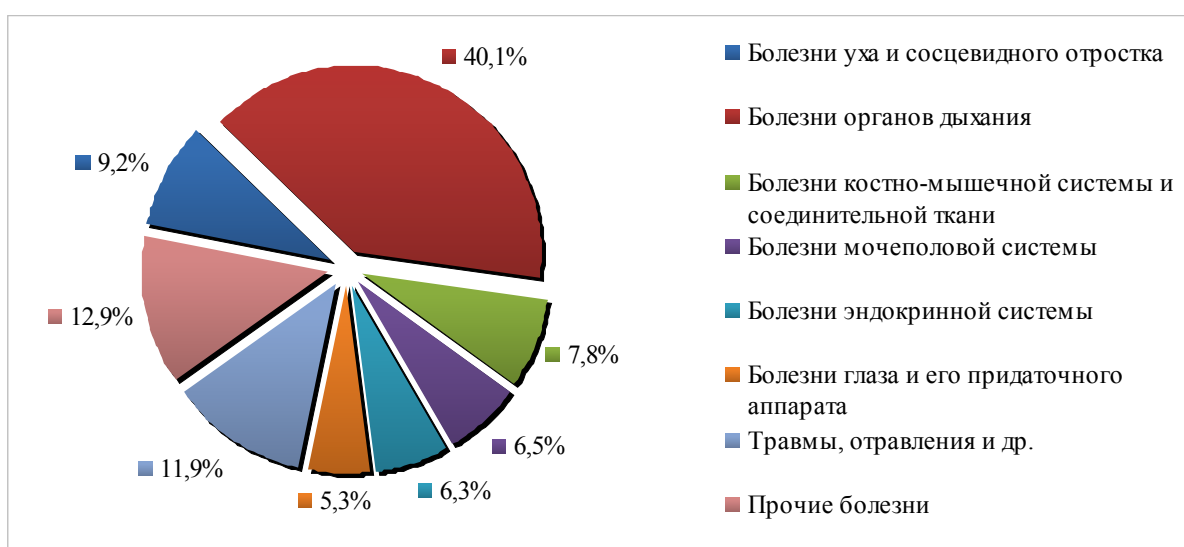


Рис. 2. Структура заболеваемости подростков 15-17 лет

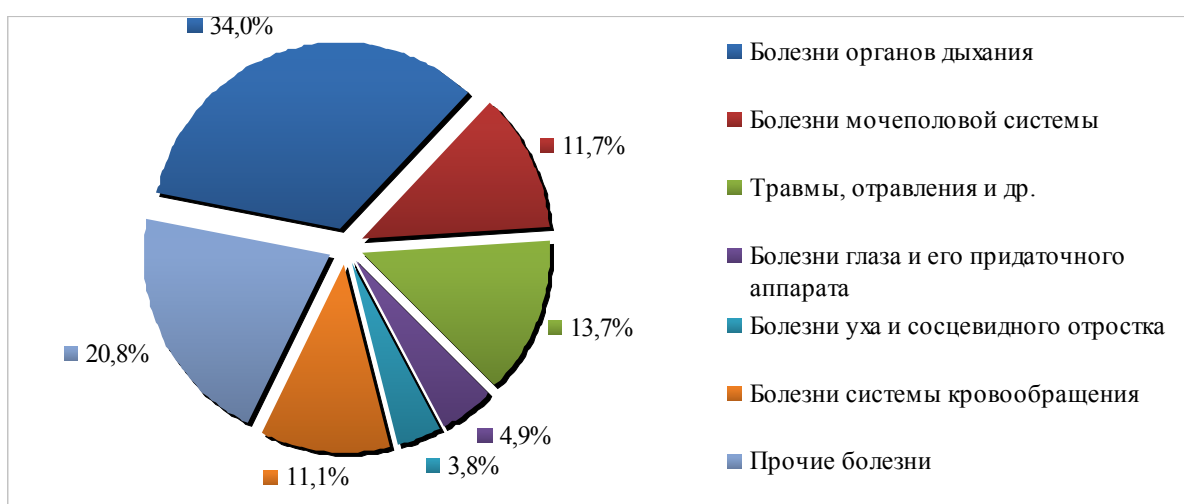


Рис. 3. Структура заболеваемости взрослых 18 лет и старше

За анализируемый период динамика заболеваемости детей в возрасте до 14 лет характеризуется снижением показателей на 4,4%,

в том числе по 9-ти классам болезней, из которых наиболее интенсивные темпы снижения отмечаются по следующим классам: симптомы, признаки и отклонения от нормы, выявленные при клинических и лабораторных исследованиях – на 84,9%; болезни кожи и подкожной клетчатки – на 54,0%; некоторые инфекционные и паразитарные заболевания – на 20,7%. В тоже время, с 2012 по 2016 год наблюдается рост по 9-ти классам болезней: болезням эндокринной системы, расстройствам питания и нарушениям обмена веществ; психическим расстройствам и расстройствам поведения; болезням нервной системы; глаза и его придаточного аппарата; системы кровообращения; органов пищеварения; костно-мышечной системы и соединительной ткани; отдельным состояниям, возникающим в перинатальном периоде, врожденным аномалиям.

Самые высокие темпы прироста отмечены по отдельным состояниям, возникающим в перинатальном периоде (в 3,95 раза) и болезням эндокринной системы (+119,1%) (табл. 1).

Таблица 1

Заболееваемость детей (до 14 лет включительно)
по основным классам болезней

Наименование классов и отдельных болезней	Показатель заболеваемости на 1000 населения соответствующего возраста		Темп прироста/снижения к 2012 г., %
	2012	2016	
Заболеваний - всего	1555,72	1487,37	-4,4
в т.ч. некоторые инфекционные и паразитарные болезни	86,31	68,45	-20,7
новообразования	3,05	2,64	-13,5
болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекшие иммунный механизм	9,81	7,86	-19,9
болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	5,47	11,99	+119,1
психические расстройства и расстройства поведения	1,59	1,60	+1,1
болезни нервной системы	43,87	50,87	+15,9
болезни глаза и его придаточного аппарата	72,19	87,91	+21,8
болезни уха и сосцевидного отростка	82,42	77,82	-5,6

Наименование классов и отдельных болезней	Показатель заболеваемости на 1000 населения соответствующего возраста		Темп прироста/снижения к 2012 г., %
	2012	2016	
болезни системы кровообращения	7,31	12,69	+73,7
болезни органов дыхания	986,78	944,2	-4,3
болезни органов пищеварения	42,02	43,87	+4,4
болезни кожи и подкожной клетчатки	46,26	21,26	-54,0
болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	25,80	27,92	+8,2
болезни мочеполовой системы	39,72	36,74	-7,5
отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде	3,27	12,93	в 3,95 раза
врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения	5,94	7,09	+19,3
симптомы, признаки и отклонения от нормы, выявленные при клинических и лабораторных исследованиях, не классифицированные в других рубриках	22,60	3,4	-84,9
травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин	71,33	68,11	-4,5

В 2016 году, относительно 2012 года, наблюдается незначительный рост показателя общей заболеваемости подростков 15-17 лет на 0,4%.

Рост заболеваемости зарегистрирован по 9-ти классам болезней, в том числе: болезням эндокринной системы, расстройствам питания и нарушениям обмена веществ – в 4,5 раза; костно-мышечной системы и соединительной ткани – в 2,4 раза; уха и слухового аппарата - на 54,3%; органов пищеварения – на 48,1%, врожденным аномалиям - на 40,1%, болезням крови, кроветворных органов и отдельным нарушениям, вовлекшим иммунный механизм – на 37,8%, симптомам, признакам и отклонениям от нормы – на 35,1%, новообразованиям – на 27,6%, травмам, отравлениям и некоторым другим последствиям воздействия внешних причин – 16,0% (табл. 2).

Таблица 2

**Заболеваемость подростков (15-17 включительно)
по основным классам болезней**

Наименование классов и отдельных болезней	Показатель заболе- ваемости на 1000 на- селения соответст- вующего возраста		Темп прироста/ снижения к 2012 г., %
	2012	2016	
Заболеваний - всего	913,97	917,44	+0,4
в т.ч. инфекционные и паразитарные болезни	25,07	12,97	-48,3
новообразования	1,06	1,34	+27,6
болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекшие иммунный механизм	1,27	1,75	+37,8
болезни эндокринной системы, рас- стройства питания и нарушения об- мена веществ	13,00	58,18	в 4,5 раза
психические расстройства и рас- стройства поведения	0,25	0,18	-29,1
болезни нервной системы	27,44	23,12	-15,7
болезни глаза и его придаточного ап- парата	50,02	48,93	-2,2
болезни уха и сосцевидного отростка	54,71	84,4	+54,3
болезни системы кровообращения	14,31	8,08	-43,5
болезни органов дыхания	427,12	367,95	-13,8
болезни органов пищеварения	31,79	47,09	+48,1
болезни кожи и подкожной клетчатки	61,38	9,92	-83,8
болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	29,93	71,74	в 2,4 раза
болезни мочеполовой системы	72,40	59,98	-17,2
нарушения беременности, родов и в послеродовый период	1,18	0,45	-61,9
врожденные аномалии (пороки разви- тия), деформации и хромосомные на- рушения	1,73	2,42	+40,1
симптомы, признаки и отклонения от нормы, выявленные при клинических и лабораторных исследованиях, не клас- сифицированные в других рубриках	7,35	9,92	+35,1
травмы, отравления и некоторые дру- гие последствия воздействия внешних причин	93,97	108,96	+16,0

Среди взрослого населения за анализируемый период отмечается рост общей заболеваемости на 5,2%, в том числе по 7-ми классам болезней: болезням эндокринной системы, расстройствам питания и нарушениям обмена; глаза и его придаточного аппарата; системы кровообращения; органов дыхания; органов пищеварения; костно-мышечной системы и соединительной ткани; травмам, отравлениям и некоторым другим последствия воздействия внешних причин.

Наиболее интенсивные темпы прироста регистрируются по болезням эндокринной системы, расстройствам питания и нарушения обмена веществ (в 2,7 раза), болезням системы кровообращения (+58,9%) (табл. 3).

Таблица 3

Заболеваемость взрослого населения (18 лет и старше) по основным классам болезней

Наименование классов и отдельных болезней	Показатель заболеваемости на 1000 населения соответствующего возраста		Темп прироста/снижения к 2012 г., %
	2012	2016	
Заболеваний - всего	404,70	425,77	+5,2
в т.ч. инфекционные и паразитарные болезни	14,74	9,11	-38,2
новообразования	10,09	9,34	-7,5
болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекшие иммунный механизм	1,24	1,24	↓↑
болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	4,09	10,87	в 2,7 раза
психические расстройства и расстройства поведения	0,85	0,72	-15,4
болезни нервной системы	6,94	4,99	-28,1
болезни глаза и его придаточного аппарата	18,05	20,98	+16,2
болезни уха и сосцевидного отростка	16,40	16,12	-1,7
болезни системы кровообращения	29,74	47,25	+58,9
болезни органов дыхания	127,51	144,61	+13,4
болезни органов пищеварения	11,51	12,97	+12,7
болезни кожи и подкожной клетчатки	22,14	9,06	-59,1
болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	13,99	16,08	+14,9
болезни мочеполовой системы	50,94	49,93	-2,0
нарушения беременности, родов и в послеродовой период	26,33	13,20	-22,2

Наименование классов и отдельных болезней	Показатель заболеваемости на 1000 населения соответствующего возраста		Темп прироста/снижения к 2012 г., %
	2012	2016	
врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения	0,08	0,047	-42,1
симптомы, признаки и отклонения от нормы, выявленные при клинических и лабораторных исследованиях, не классифицированные в других рубриках	1,94	0,9	-53,4
травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин	57,49	58,37	+1,5

По результатам расчета среднего многолетнего уровня (СМУ) заболеваемости и последующего ранжирования на три уровня (высокий, средний, низкий), а также с учетом неблагоприятной динамики показателя за период 2012-2016 гг. были определены внутригородские территории «риска».

К территориям «риска» по общей заболеваемости детей до 14 лет отнесена территория обслуживания детской поликлиникой №2 Центрального района (1832,51 на 1000 населения соответствующего возраста); по заболеваемости взрослых (18 лет и старше) - территории обслуживания поликлиник №10 (1512,47 на 1000) Ленинского района; №7 (493,76 на 1000) Советского района; №5 (1219,58 на 1000); №18 (636,73 на 1000); №22 (мкрн. Масловка) (508,10 на 1000) Левобережного района; №3 (443,90 на 1000); №4 (718,30 на 1000) Коминтерновского района, №1 (714,78 на 1000) Центрального района (рис. 4, 5).

На сегодняшний день одним из основных факторов риска для здоровья, связанных с окружающей средой, является загрязнение атмосферного воздуха, который сопоставим с таким фактором риска, как табак, и уступает по значимости лишь факторам риска, связанным с гипертонией и питанием. По оценкам ВОЗ, около 14% случаев преждевременной смерти, обусловленной загрязнением атмосферного воздуха, произошло в результате хронической обструктивной болезни легких или острых инфекций нижних дыхательных путей. Высокие уровни загрязнения воздуха, увеличивают бремя хронических и острых респираторных заболеваний, включая астму. Эпидемиологические исследования показали, что при длительном

воздействии азота диоксида усугубляются симптомы бронхита у детей, больных астмой [6].

За 5 лет в ГО г. Воронеж уровень заболеваемости астмой, астматическим статусом детей до 14 лет вырос на 86,3% и в 2016 г. составил 2,8 на 1000 населения (2012 г. – 1,5); у взрослых темп прироста составил 104,9% при показателе 2016 года - 0,26 на 1000 населения (2012 г. – 0,13).

Территориями «риска» по заболеваемости астмой, астматическим статусом явились:

- среди детей до 14 лет - территории обслуживания поликлиник №10 Советского района (8,23 на 1000) и №5 Железнодорожного района (9,85 на 1000) (рис. 6);

- среди взрослых (18 лет и старше) - территории обслуживания поликлиник №8 (0,92 на 1000), №10 (0,68 на 1000) Ленинского района; №7 (0,29 на 1000), №1 (район СХИ) (5,00 на 1000) Центрального района; №16 (0,37 на 1000) Левобережного района; №11 (1,02 на 1000) Коминтерновского района (рис. 7).

Заболеваемость бронхитом хроническим и неуточненным, эмфиземой среди детского населения в 2012-2015 годах не регистрировалась, в 2016 году зарегистрировано 20 случаев (24,27 на 1000) на территории, обслуживаемой БУЗ ВО ГБ №14 (мкрн. Краснолесный) Железнодорожного района. Среди взрослого населения за период с 2012 по 2016 годы заболеваемость бронхитом хроническим и неуточненным, эмфиземой выросла в 7,2 раза и составила в 2016 году 3,96 при показателе 2013 г. – 0,55 на 1000 населения.

Территории «риска» по заболеваемости взрослых (18 лет и старше) бронхитом хроническим и неуточненным, эмфиземой сформировали зоны обслуживания поликлиник №16 (19,9 на 1000) Левобережного района; №8 (13,29 на 1000); №10 (14,793 на 1000) Ленинского района; №1 (район СХИ) (7,16 на 1000) Центрального района; №4 (6,922 на 1000); №11 (8,31 на 1000) Коминтерновского района; №12 (5,894 на 1000) Железнодорожного района (рис. 8).

Определенную роль, в возникновении большого числа заболеваний различных классов играет фактор питания, в том числе - в развитии болезней желудочно-кишечного тракта, печени и желчевыводящих путей, ожирения, сахарного диабета II типа (инсулиннезависимого).

В структуре болезней органов пищеварения 12,2% приходится на долю гастритов, дуоденитов. Как среди детского, так и взрослого

населения, регистрируется рост заболеваемости гастритом и дуоденитом. Относительно 2012 года, показатель заболеваемости детей вырос на 52,5% (2012 г. – 3,5; 2016 г. – 5,4 на 1000), взрослых – на 65,6% (2012 г. – 2,6; 2016 г. – 4,3 на 1000).

К территориям «риска» по заболеваемости гастритом и дуоденитом отнесены:

- среди детей 0-14 лет - территории обслуживания поликлиник №5 (9,2 на 1000), ВГБ №4 (мкрн. Сомово) (12,47 на 1000), БУЗ ВО ГБ №14 (мкрн. Краснолесный) (10,92 на 1000) Железнодорожного района, №9 (7,30 на 1000) Левобережного района, №10 (14,81 на 1000) Советского района (рис. 9);

- среди взрослых (18 лет и старше) - территории обслуживания поликлиник №7 (13,37 на 1000) Советского района; №10 Ленинского района (21,10 на 1000), №11 (12,57 на 1000) Коминтерновского района; №1 (мкрн. СХИ) (6,13 на 1000), №17 (5,09 на 1000) Центрального района; №12 (5,47 на 1000) Железнодорожного района (рис. 10).

Среди детей в возрасте до 14 лет наблюдается снижение заболеваемости язвой желудка и 12-перстной кишки на 17,5% (2012 г. – 0,16, 2016 г. – 0,14 на 1000). Показатели заболеваемости взрослых выросли на 28,3% (2012 г. – 0,47, 2014 г. – 0,59, 2016 г. – 0,6 на 1000).

Показатели заболеваемости язвой желудка и 12-перстной кишки выше среднегогородского уровня среди детей до 14 лет регистрировались на территориях обслуживания поликлиниками БУЗ ВО ГБ №14 (мкрн. Краснолесный) (4,85 на 1000); №8 (0,16 на 1000) Коминтерновского района; №9 (0,38 на 1000) Левобережного района; №12 (0,20 на 1000) Советского района (рис. 11).

Территориями «риска» по заболеваемости данными патологиями взрослых 18 лет и старше являются зоны обслуживания поликлиник: №7 (1,30 на 1000) Советского района; №10 (2,70 на 1000) Ленинского района; №1 (мкрн. СХИ) (2,47 на 1000) Центрального района; №11 (1,80 на 1000) Коминтерновского района; №19 (1,50 на 1000) Левобережного района; БУЗ ВО ГБ №14 (мкрн. Краснолесный) (0,72 на 1000) (рис. 12).

Сегодня ожирение представляет собой серьезную проблему в сфере здравоохранения. По данным ВОЗ с 1980 по 2014 год число людей, страдающих ожирением, во всем мире выросло более, чем вдвое. При этом, избыточный вес и ожирение являются пятым ведущим риском смерти. Последние годы особое внимание уделяется детскому ожирению [6].

Среди детей ГО г. Воронеж с 2012 по 2016 годы отмечается рост ожирения в 3,9 раза (2012 г. – 1,6, 2014 г. – 3,5, 2016 г. – 4,9 на 1000).

К территориям «риска» по ожирению среди детского населения отнесены территории обслуживания детских поликлиник №1 (14,69 на 1000) Коминтерновского района; №4 (13,57 на 1000) Советского района; ГБ №4 (мкрн. Сомово) (12,47 на 1000); №7 (5,91 на 1000) Левобережного района (рис. 13).

Среди взрослого населения ожирение в ГО г. Воронеж за 5 лет выросло в 7,9 раз (2012 г. – 0,33, 2016 г. – 2,60 на 1000).

Территории «риска» по ожирению у взрослых сформировали территории обслуживания поликлиниками №19 (11,8 на 1000); №5 (5,26 на 1000); №16 (2,80 на 1000), №22 (11,07 на 1000) Левобережного района; №3 (6,61 на 1000), №4 (4,90 на 1000) Коминтерновского района; №8 (5,78 на 1000), №10 (3,00 на 1000) Ленинского района; №1 (мкрн. СХИ) (4,00 на 1000), №12 (3,90 на 1000) БУЗ ВО ГБ №14 (мкрн. Краснолесный) (3,80 на 1000) Железнодорожного района (рис. 14).

Отмечается снижение заболеваемости инсулинзависимым сахарным диабетом (диабет I типа) среди детского населения на 28,4% (2012 г. – 0,26, 2016 г. – 0,19 на 1000), среди взрослого населения – рост на 9,7% (2012 г. – 0,096, 2016 г. – 0,105).

Инсулиннезависимый сахарный диабет (диабет II типа) среди детей в возрасте 0-14 лет в 2015 году не регистрировался, в 2012 и 2016 годах показатель составил 0,0082 и 0,008 на 1000 детей соответственно. Среди взрослых 18 лет и старше показатель заболеваемости вырос на 6,3% (2012 г. – 2,48, 2016 г. – 2,63 на 1000).

Территориями «риска» по инсулиннезависимому сахарному диабету с диагнозом, установленным впервые в жизни, среди взрослых (18 лет и старше) являлись территории обслуживания поликлиник БУЗ ВО ГБ №14 (Краснолесный) (13,40 на 1000), ГБ №4 (мкрн. Сомово) (4,72 на 1000) Железнодорожного района, № 19 (3,40 на 1000), №18 (3,00 на 1000), №22 (мкрн. Масловка) (3,90 на 1000) Левобережного района, № 3 (5,80 на 1000), №4 (5,30 на 1000) Коминтерновского района, №8 (2,78 на 1000), №10 (7,68 на 1000) Ленинского района, ВГП №1 (мкрн. СХИ) (2,98 на 1000), №2 (2,98 на 1000) Центрального района, №21 (3,04 на 1000) Советского района (рис. 15).

С проблемой неадекватного питания в значительной степени связано развитие анемий.

Среди детского населения отмечена тенденция к снижению заболеваемости анемией: в 2012 г. показатель на 1000 составлял 8,50,

в 2016 г. - 7,00. Среди взрослых показатель 2016 года - 0,96 на 1000 населения. Он незначительно вырос по отношению 2012 года (0,90 на 1000 населения).

Территории «риска» по заболеваемости анемиями представлены:

- в возрастной группе «дети до 14 лет» - территориями обслуживания поликлиник №5 (11,970 на 1000), БУЗ ВО ГБ №14 (мкрн. Краснолесный) (8,50 на 1000), №10 (9,6 на 1000) Советского района, ВГП №22 (мкрн. Масловка) (7,5 на 1000) Левобережного района, №11 (10,00 на 1000) Коминтерновского района (рис. 16).

Отклонение от норм питания и неудовлетворительное качество питьевой воды повышает риск развития мочекаменной болезни.

В динамике с 2012 года зарегистрирован рост показателя заболеваемости мочекаменной болезнью среди детей в 4,6 раз (2012 г. – 0,05, 2016 г. – 0,23 на 1000 детей), среди взрослого населения - на 97,3% (2012 г. – 1,10; 2016 г. – 2,17 на 1000).

Территориями «риска» по заболеваемости мочекаменной болезнью в возрастной группе 18 лет и старше являются территории обслуживания поликлиник №5 (3,60 на 1000) Левобережного района, №7 (2,70 на 1000) Советского района, №2 (1,40 на 1000) Центрального района, №3 (1,50 на 1000) Коминтерновского района, №8 (2,32 на 1000) Ленинского района (рис. 17).

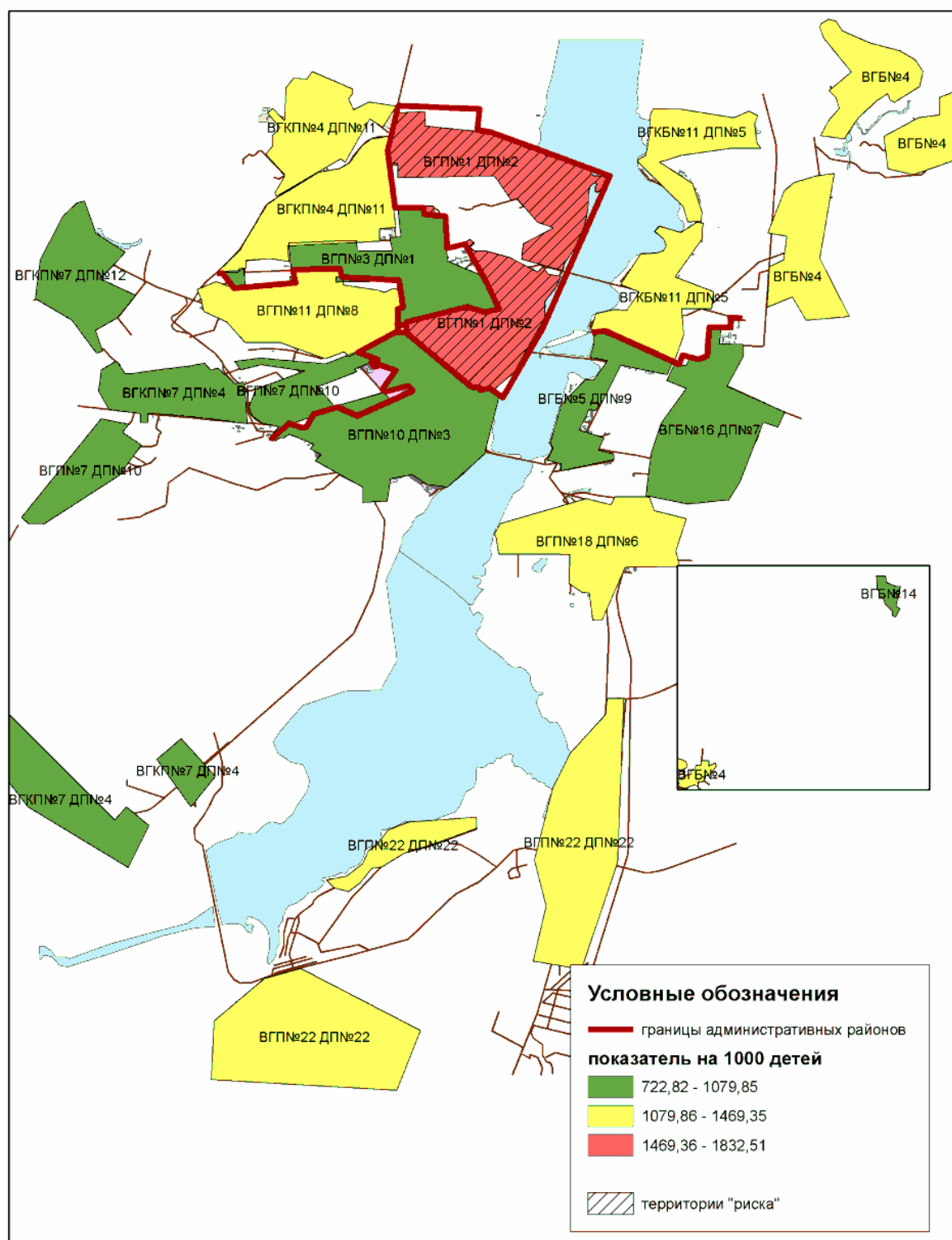
Превышение среднегородского показателя заболеваемости мочекаменной болезнью детей в возрасте до 14 лет отмечено на территориях обслуживания поликлиник №3 (0,48 на 1000) Ленинского района, №9 (0,30 на 1000), №6 (0,29 на 1000) Левобережного района, №11 (0,33 на 1000) Коминтерновского района (рис. 18).

Неблагополучными территориями по заболеваемости мочекаменной болезнью взрослых (18 лет и старше) являются территории обслуживания поликлиник №18 (6,16 на 1000) Левобережного района, №17 (4,19 на 1000), №1 (мкрн. СХИ) (7,50 на 1000) Центрального района, №7 (3,66 на 1000), №8 (5,50 на 1000), №10 (9,40 на 1000) Ленинского района (рис. 19).

На основе проведенной оценки уровня заболеваемости населения определены внутригородские территории риска и возрастные группы риска.

Анализ многолетней информации об уровнях заболеваемости населения свидетельствует о многогранности проблемы сохранения здоровья жителей промышленно-развитого города.

Исследования последних лет достоверно показывают, что здоровье населения в значительной степени зависит от состояния окружающей среды, природных и социальных факторов [1-7].



*Рис. 4. Территории «риска» в ГО г. Воронеж
по заболеваемости детей (0-14 лет)
(СМУ за 2012-2016 гг.)*

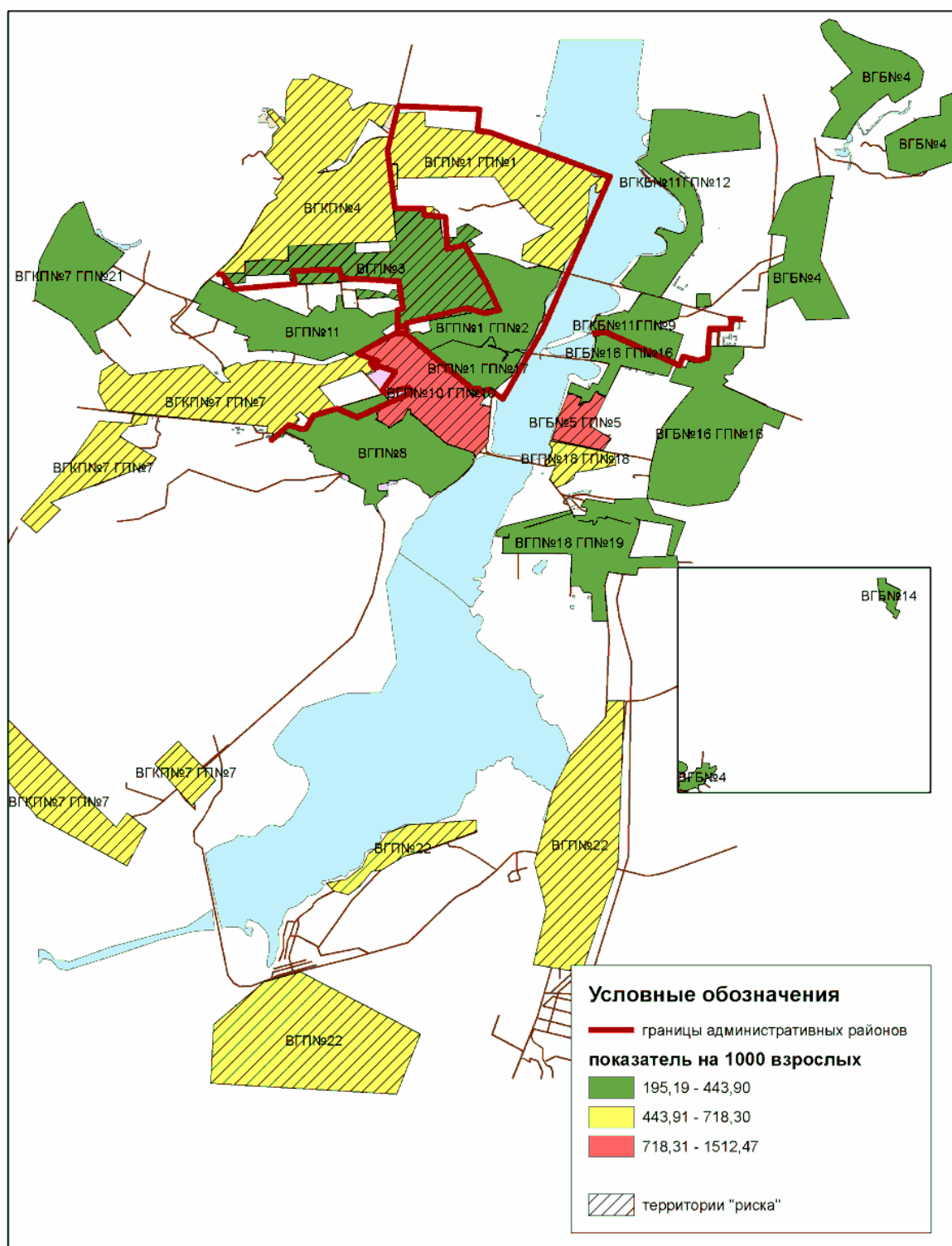


Рис. 5. Территории «риска» по заболеваемости взрослых 18 лет и старше (СМУ за 2012-2016 гг.)

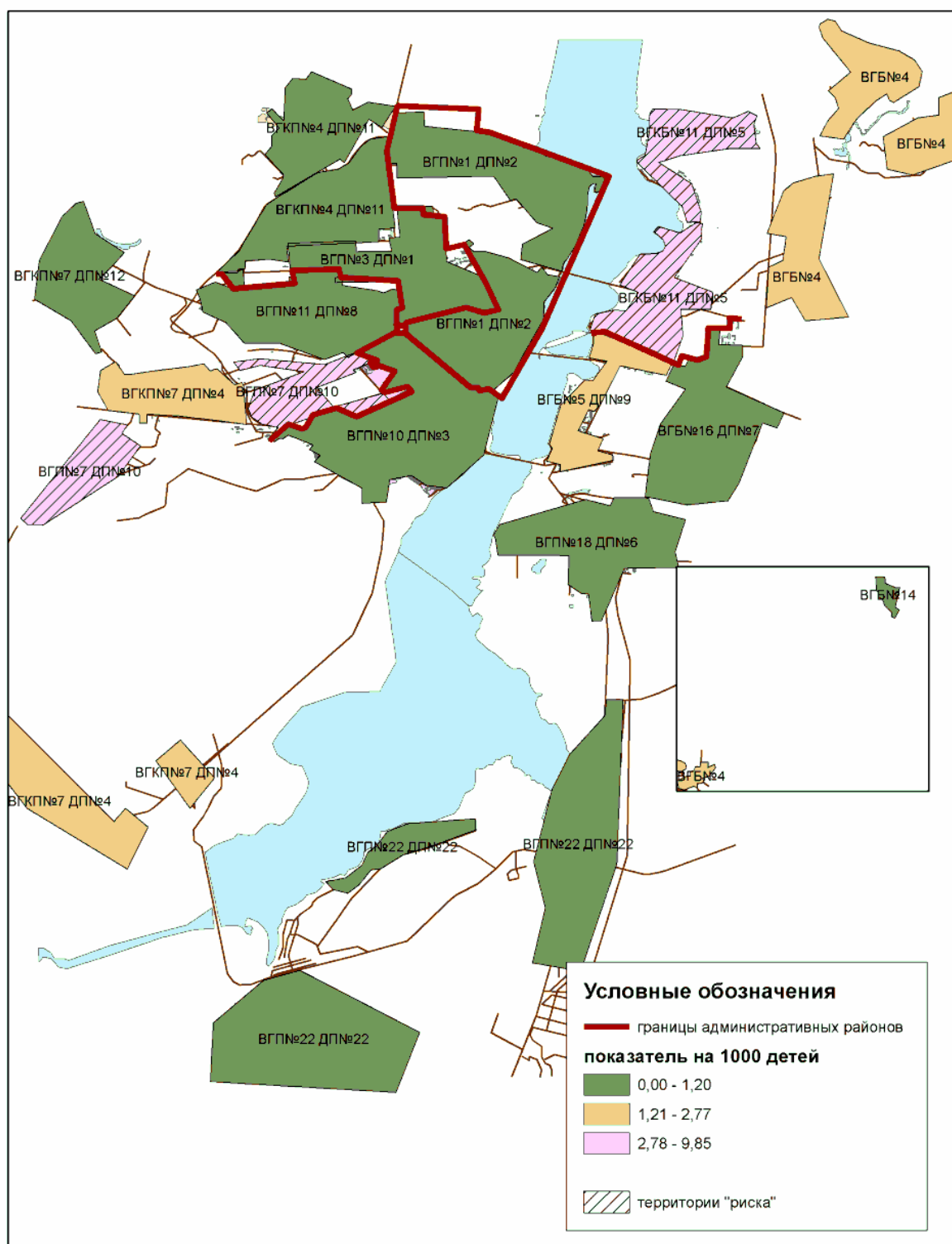


Рис. 6. Территории «риска» по заболеваемости астмой и астматическим статусом детей до 14 лет (СМУ за 2012-2016 гг.)

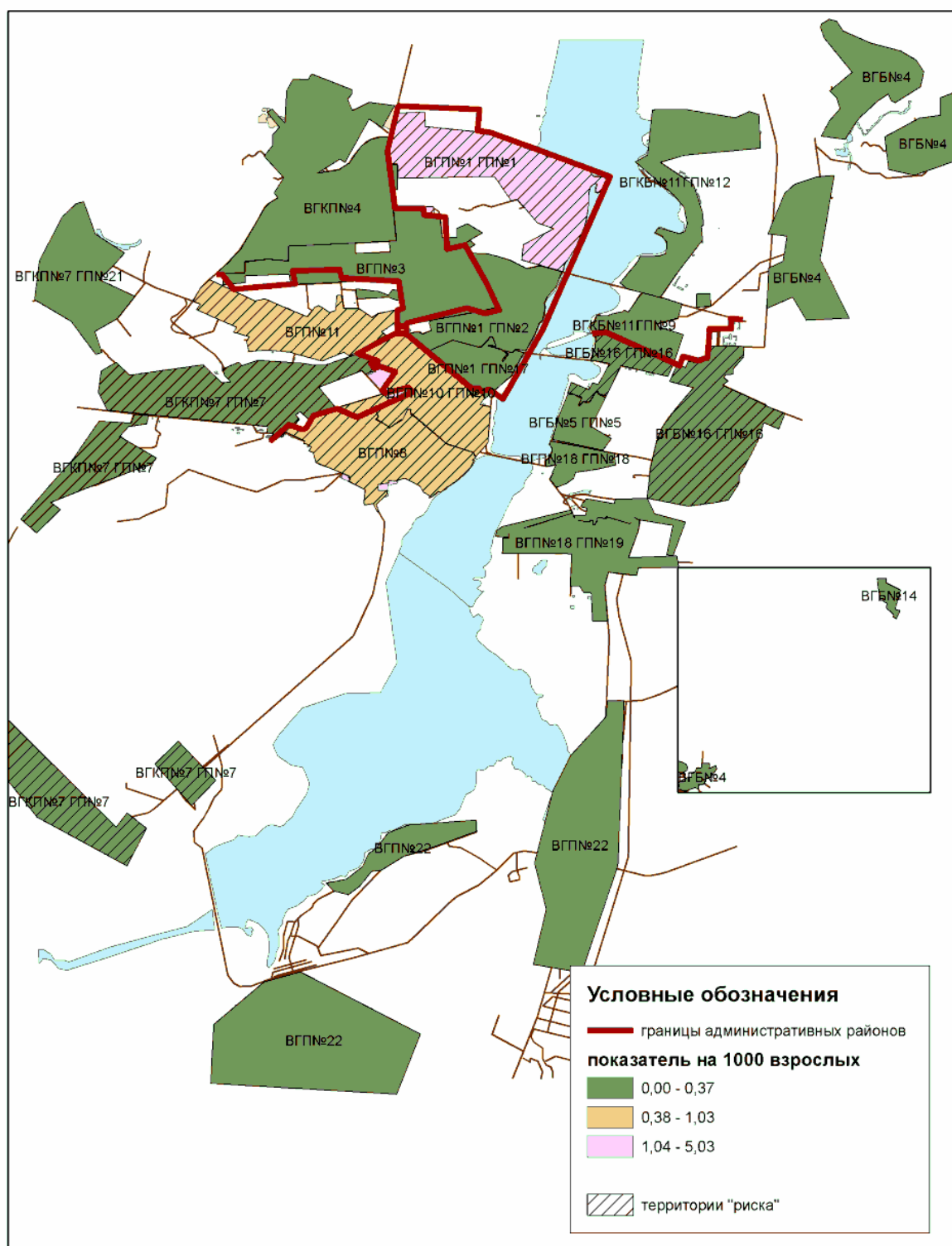


Рис. 7. Территории «риска» по заболеваемости астмой и астматическим статусом взрослых 18 лет и старше (СМУ за 2012-2016 гг.)

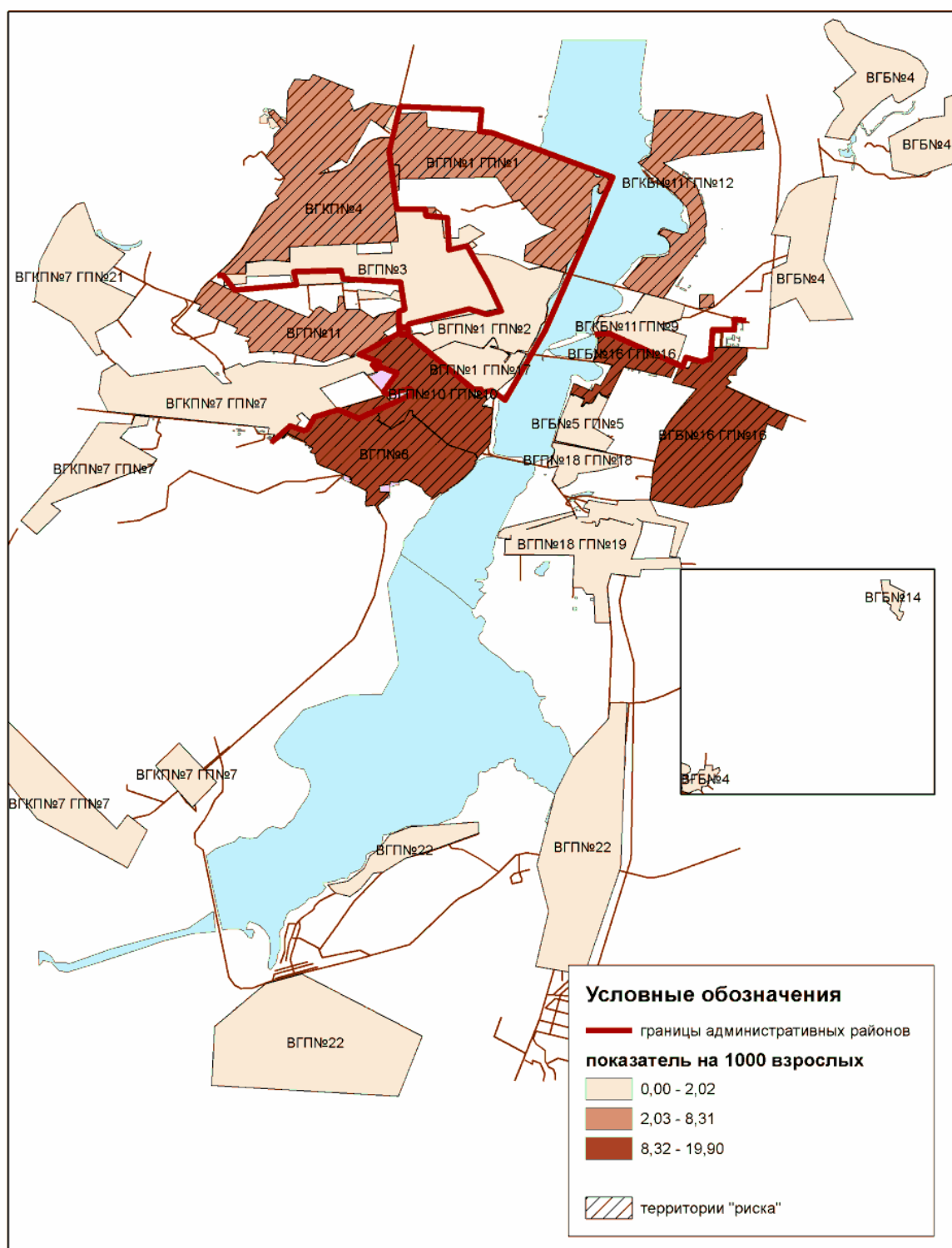


Рис. 8. Территории «риска» по заболеваемости бронхитом хроническим, эмфиземой взрослых 18 лет и старше (СМУ за 2012-2016 гг.)

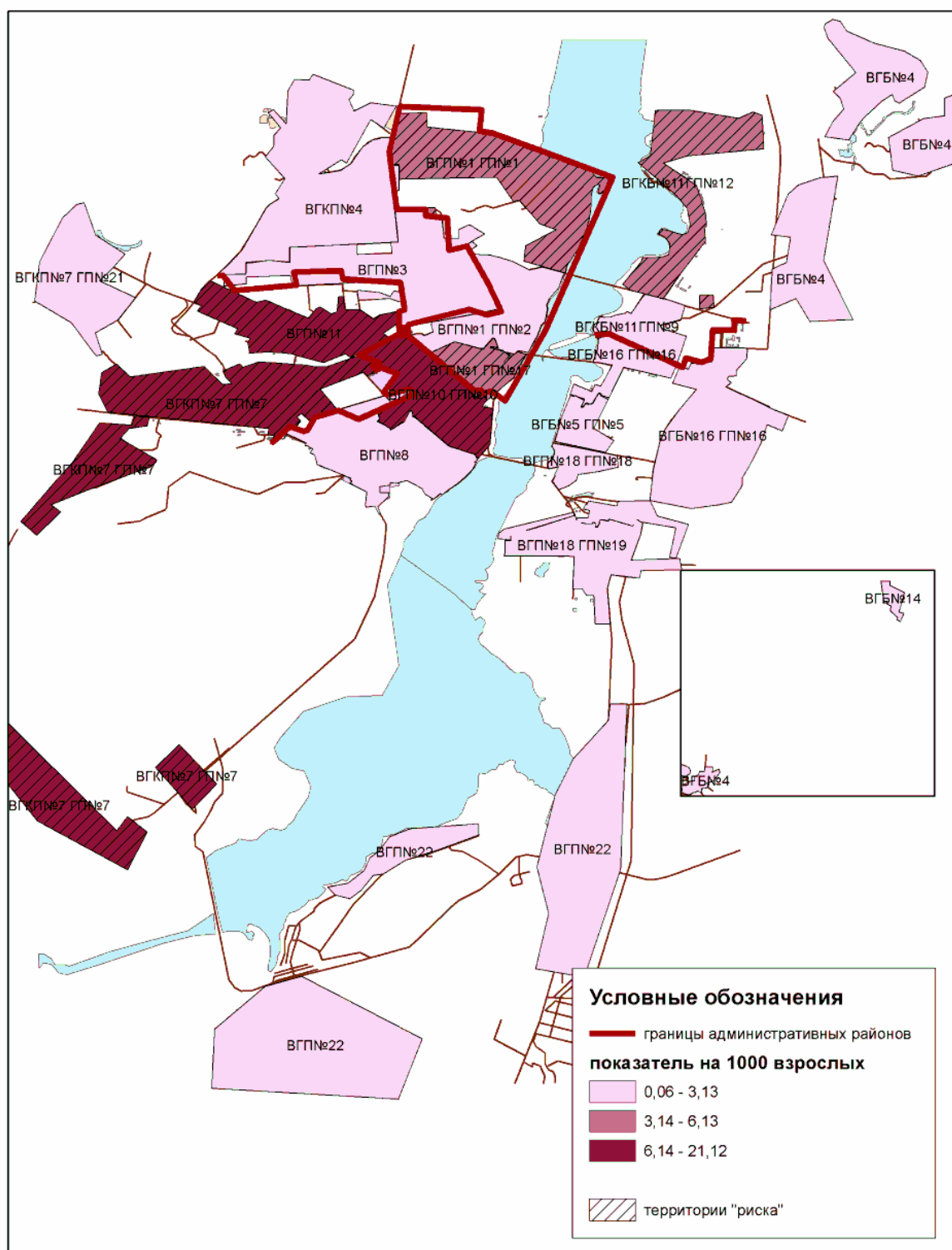


Рис. 10. Территории «риска» по заболеваемости гастритом и дуоденитом взрослых 18 лет и старше (СМУ за 2012-2016 гг.)

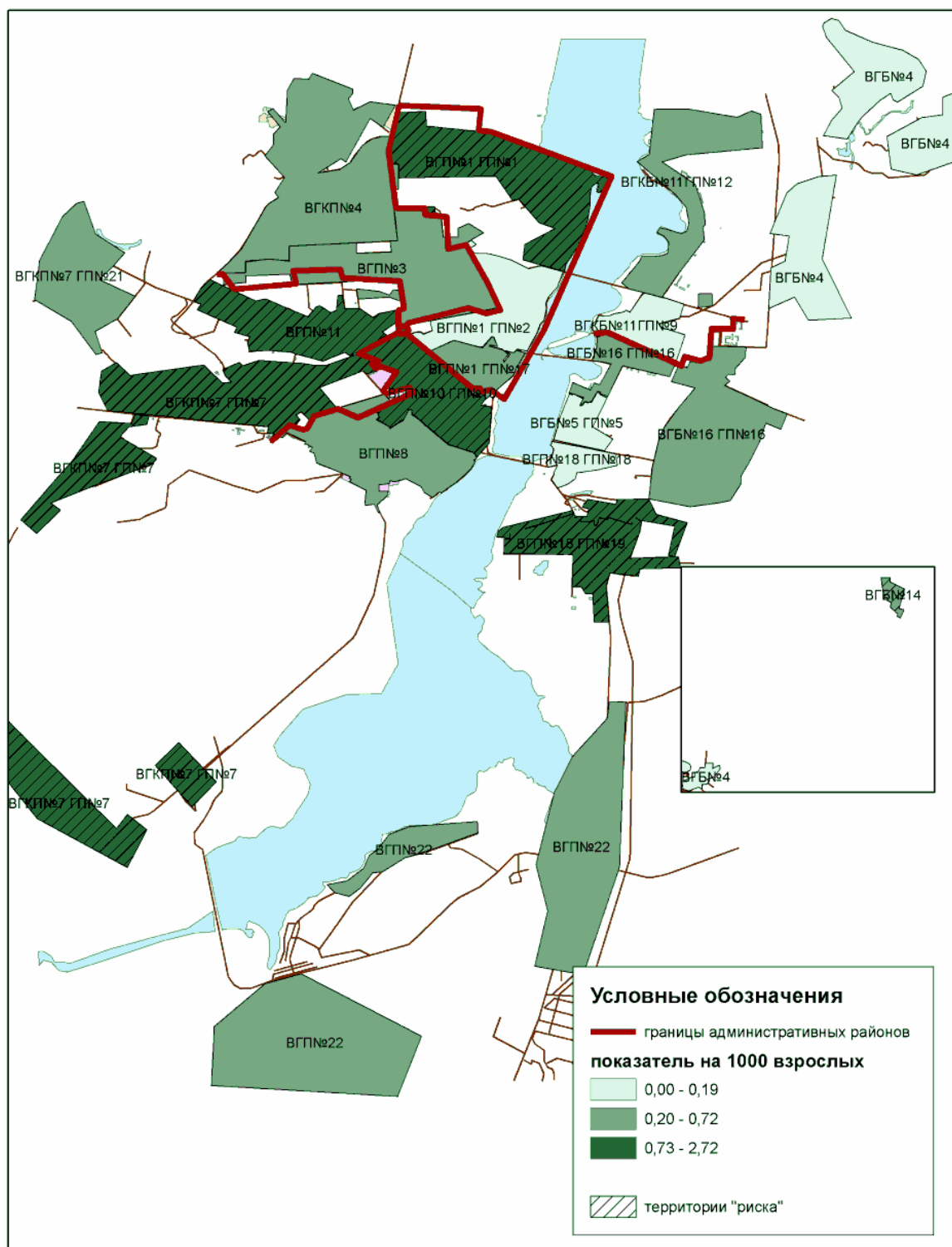


Рис. 12. Территории «риска» по заболеваемости язвой желудка и 12-перстной кишки взрослых 18 лет и старше (СМУ за 2012-2016 гг.)

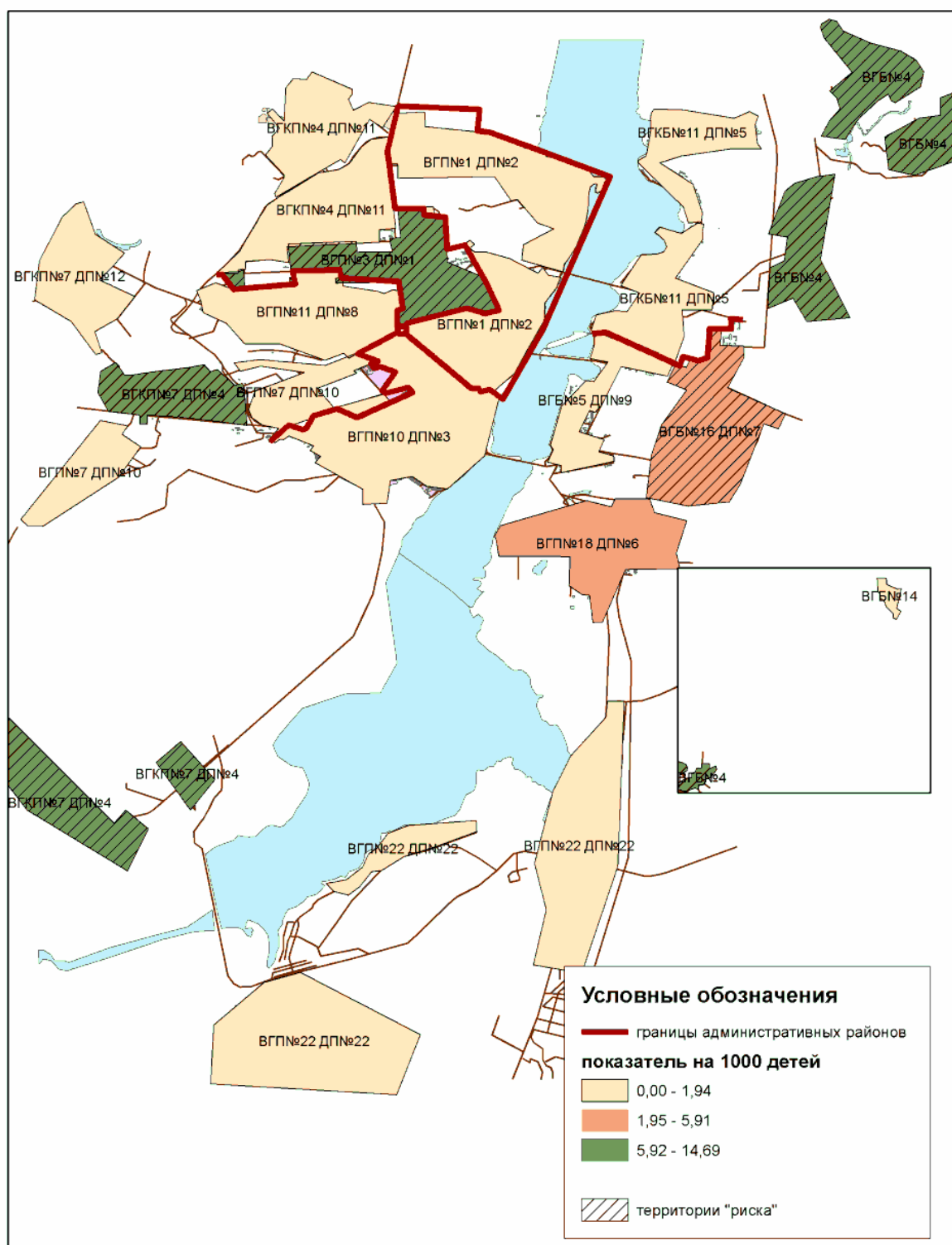


Рис. 13. Территории «риска» по заболеваемости ожирением детей до 14 лет (СМУ за 2012-2016 гг.)

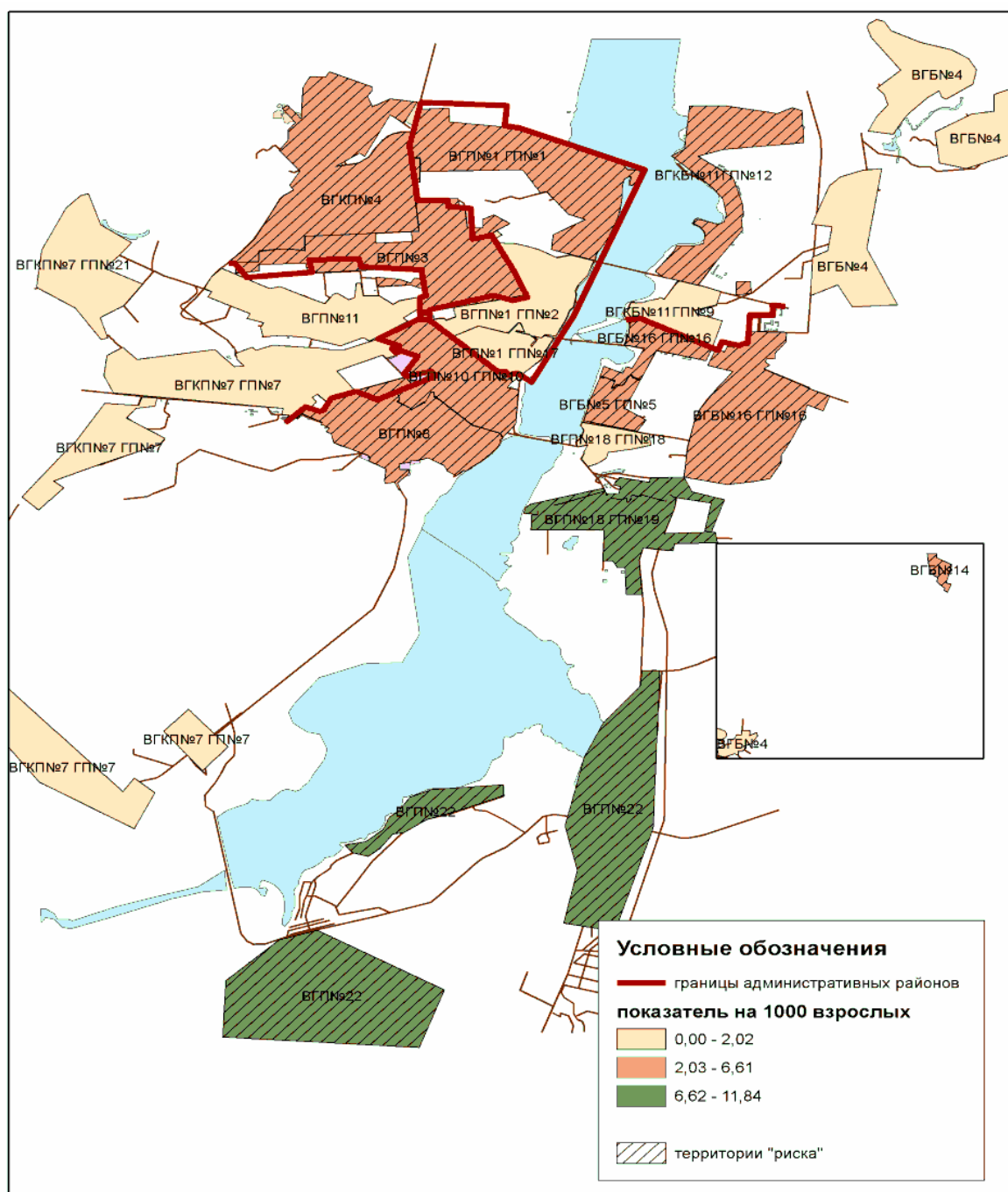


Рис. 14. Территории «риска» по заболеваемости ожирением взрослых 18 лет и старше (СМУ за 2012-2016 гг.)

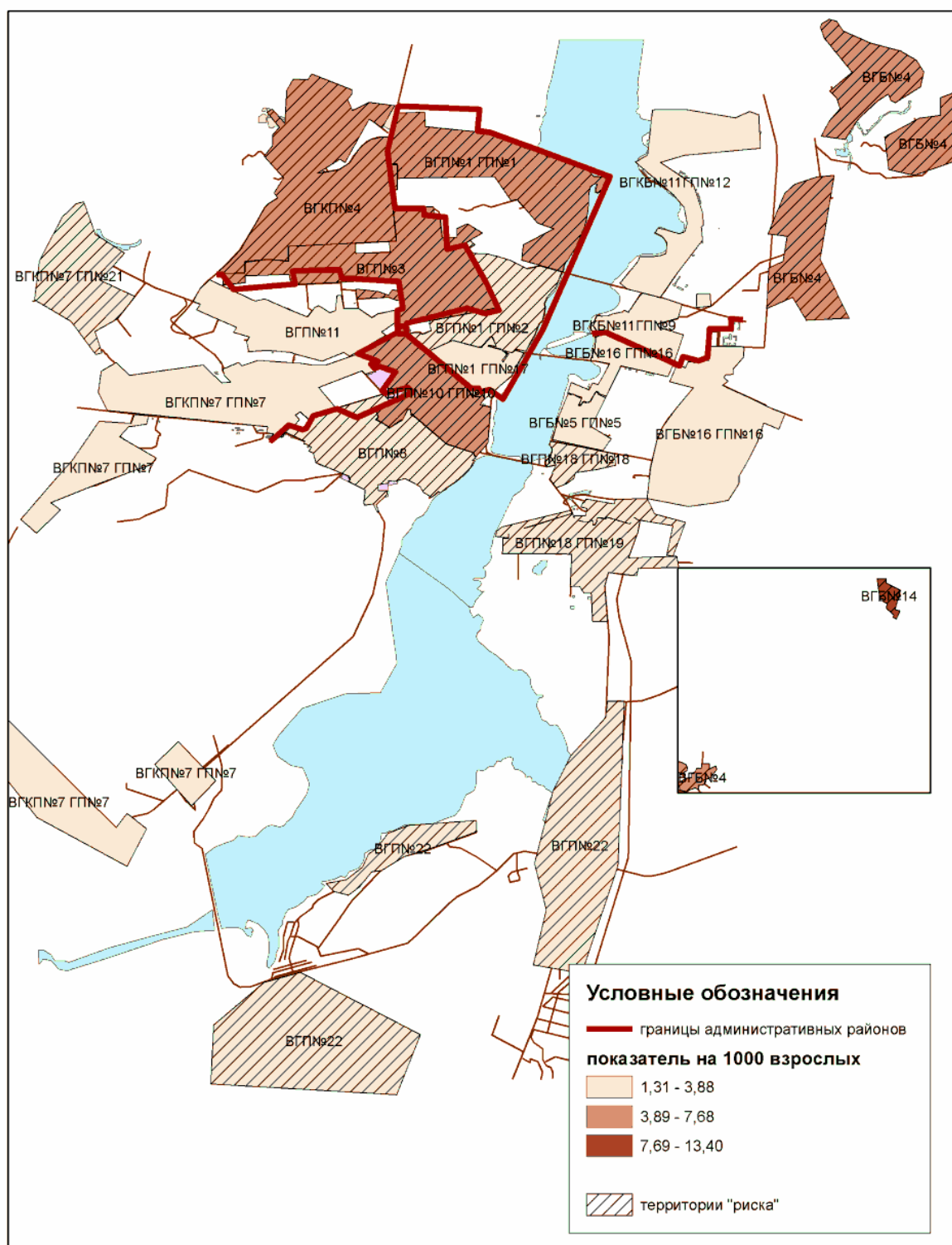


Рис. 15. Территории «риска» по заболеваемости сахарным диабетом II типа взрослых 18 лет и старше (СМУ за 2012-2016 гг.)

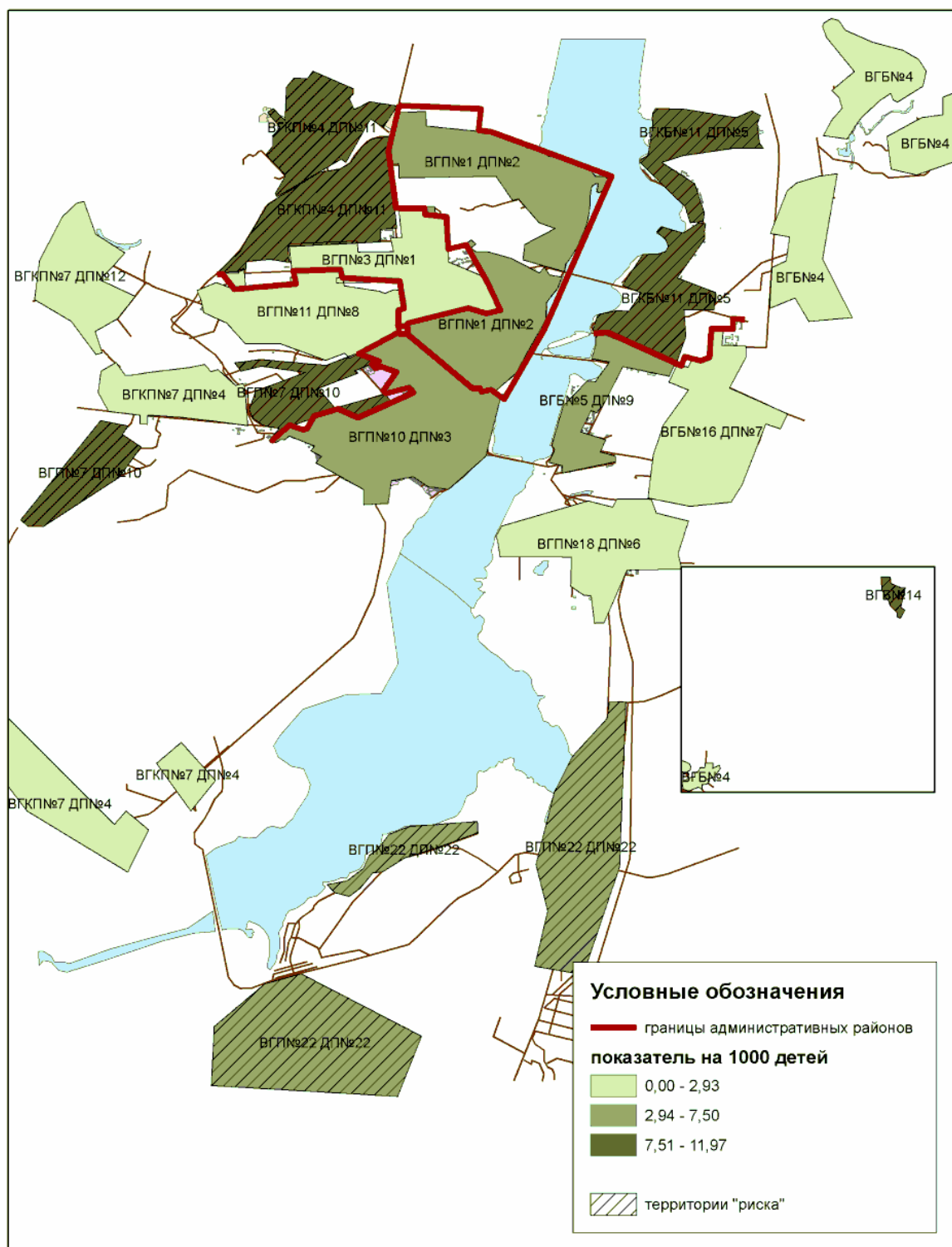


Рис. 16. Территории «риска» по заболеваемости анемиями детей до 14 лет (СМУ за 2012-2016 гг.)

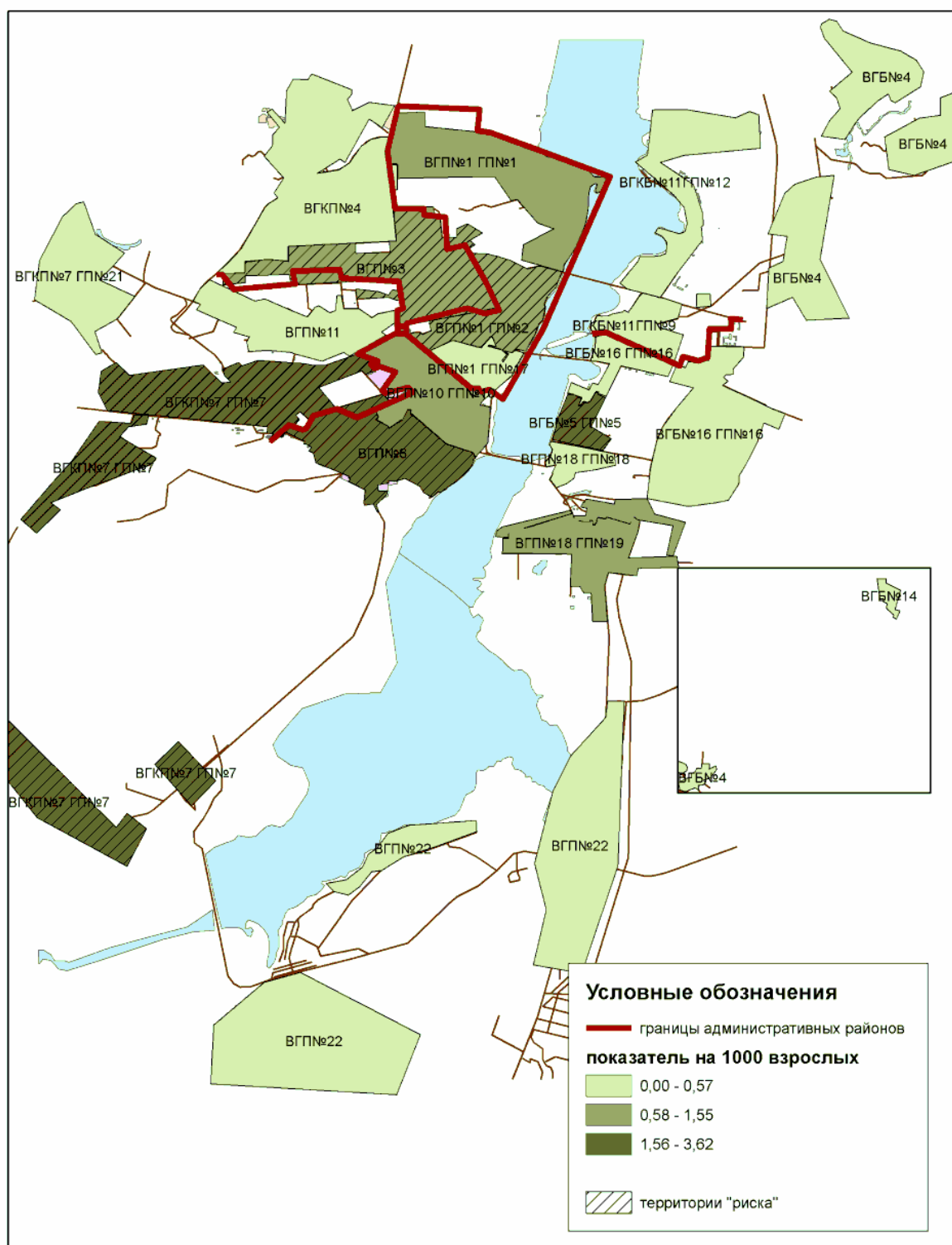


Рис. 17. Территории «риска» по заболеваемости анемиями у взрослых 18 лет и старше (СМУ за 2012-2016 гг.)

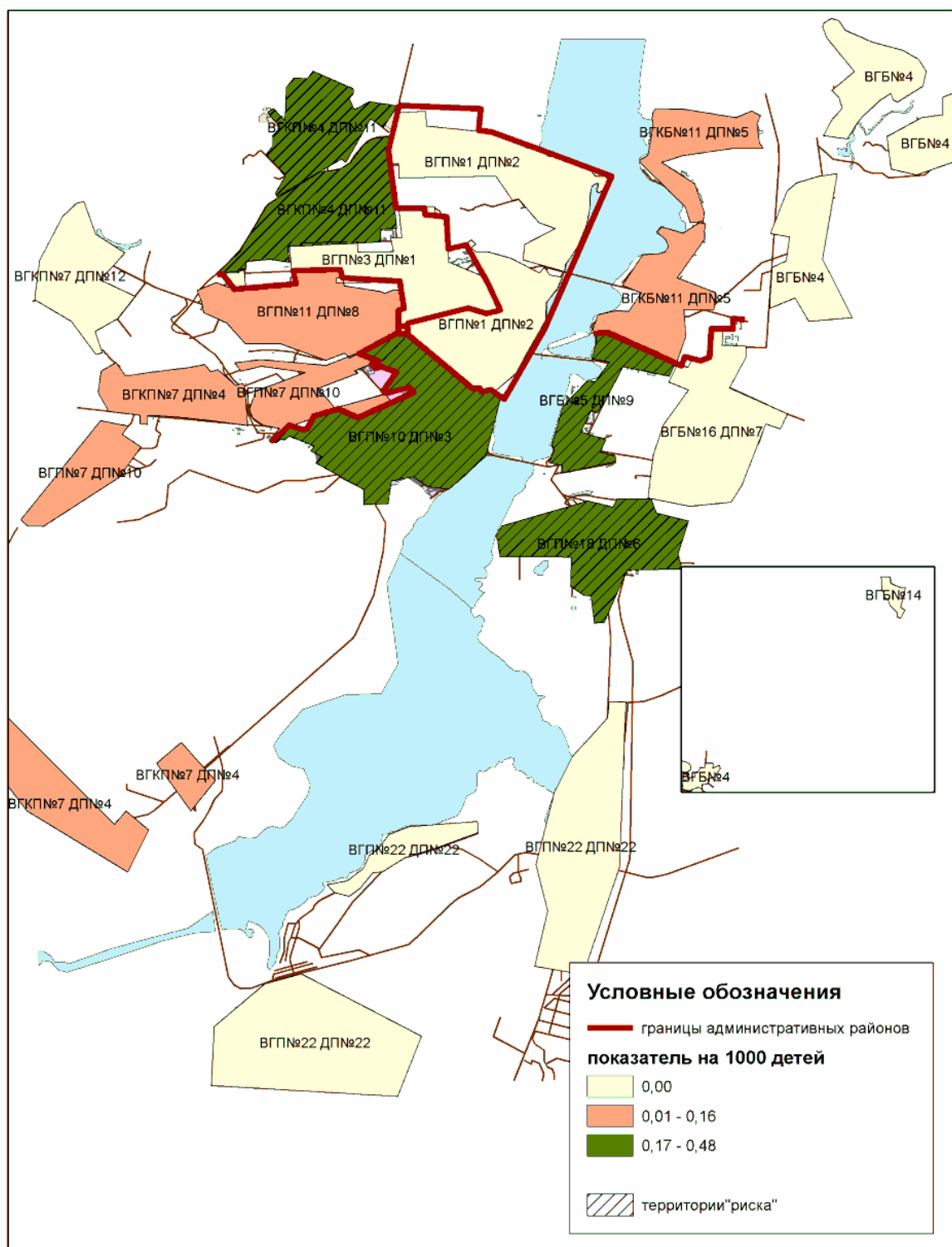


Рис.18. Территории «риска» по заболеваемости мочекаменной болезнью детей до 14 лет (СМУ за 2012-2016 гг.)

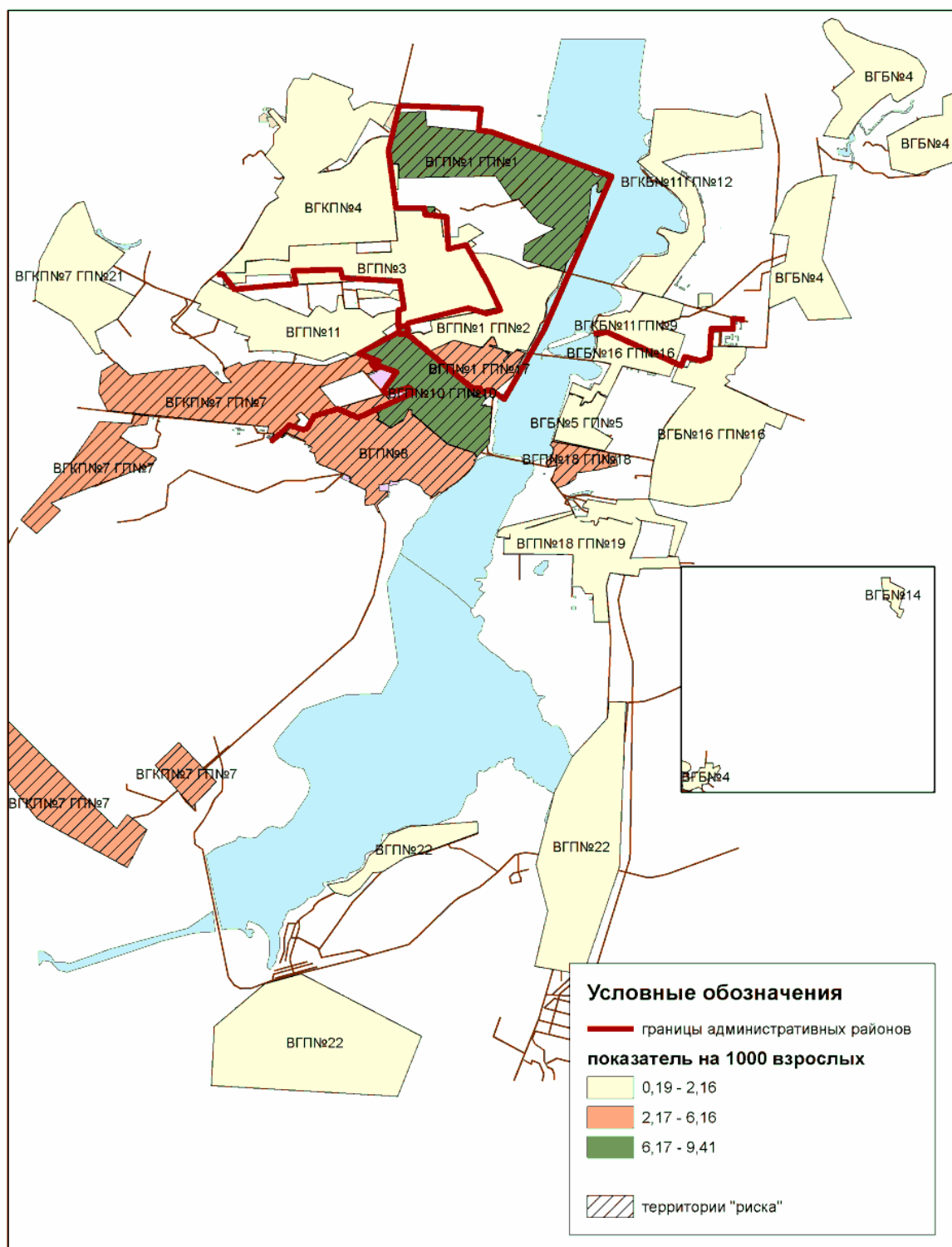


Рис. 19. Территории «риска» по заболеваемости мочекаменной болезнью взрослых 18 лет и старше (СМУ за 2012-2016 гг.)

Выявленная территориальная контрастность городской территории по изучаемым массовым неинфекционным заболеваниям необходима для более эффективного обоснования принятия решений по профилактике заболеваемости. Это особенно важно в современных условиях, когда рычаги управления «смещаются» на региональный и муниципальный уровни.

Решать рассмотренные проблемы эффективно лишь в рамках межведомственного взаимодействия. Только совместные усилия органов исполнительной власти, науки, образования, специалистов различной профессиональной ориентации в области здравоохранения и экологии помогут в улучшении среды обитания на территории города Воронежа, что станет ещё одним шагом в охране здоровья населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в городском округе город Воронеж в 2016 году – Воронеж: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области, 2017. – 123 с.

2. Евдокимов В.И. Проблемы инновационных исследований в гигиене / В.И. Евдокимов, В.И. Попов, А.Н. Рут // Гигиена и санитария. – 2015. – Т.94. – №9. – С. 5-8.

3. Клепиков О.В. Интегральная эколого-гигиеническая оценка территории промышленного центра / О.В. Клепиков, С.А. Куролап, П.М. Виноградов // Санитарный врач. – 2016. – № 1. – С. 20-26.

4. Куролап С.А. Геоинформационное обеспечение региональной системы медико-экологического мониторинга / С.А. Куролап, О.В. Клепиков, П.М. Виноградов, В.А. Гриценко // Балтийский регион. – 2016. – № 8 (4). – С. 146-167.

5. Мячина О.В. Окружающая среда города: организация мониторинга и анализ состояния / О.В. Мячина, О.В. Клепиков, Н.А. Борисов, Н.М. Пичужкина. – Воронеж: Изд-во ИПФ «ЛИО», 2016. – 180 с.

6. Онищенко Г.Г. Анализ риска здоровью в задачах совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора в Российской Федерации / Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 2. – С. 4-13.

7. Стёпкин Ю.И. Техногенные факторы окружающей среды и риск здоровью населения / Стёпкин Ю.И., Механтьева Л.Е., Мамчик Н.П., Самодурова Н.Ю. – Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2017. – 318 с.

БОЛЕЗНИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ У ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ: УРОВНИ, ДИНАМИКА И ТЕРРИТОРИИ РИСКА

О.В. Клепиков, Т.А. Бережнова, Н.И. Колягина

Многочисленными исследованиями показано, что развитие болезней системы кровообращения обусловлено воздействием техногенных факторов окружающей среды, метеорологических факторов (перепадов атмосферного давления, геомагнитного поля), основных поведенческих факторов риска - табакокурения, отсутствия физической активности, нездорового питания и вредным употреблением алкоголя [1, 5, 7]. Долговременное воздействие факторов риска приводит к повышенному артериальному давлению. В то же время, повышенное артериальное давление – важный фактор риска развития ишемической болезни сердца и цереброваскулярных заболеваний.

Актуальность оценки уровня и динамики заболеваний системы кровообращения у городского населения, а также их вероятных причин в региональном аспекте связано также с тем, что в структуре причин смертности населения города Воронежа болезни системы кровообращения занимают лидирующее место: по последним опубликованным данным их доля в причинах смерти составляет 38,4%, далее следуют злокачественные новообразования - 14,4%, травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин – 12,9% [2].

Целью исследования являлась оценка уровней и динамики болезней кровообращения у городского населения за последние 5 лет, выявление внутригородских территорий риска.

Материалы и методы. Основным источником информации для оценки уровня заболеваемости служили медико-статистические данные об обращаемости населения за медицинской помощью, отражаемые в форме государственной статистической отчетности медицинских организаций №12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации» за 2012-2016 годы.

Число случаев впервые выявленной заболеваемости выступает одним из основных индикаторов состояния здоровья населения. С целью возможности территориального сравнения уровней заболеваемости были рассчитаны относительные показатели на 1000 насе-

ления соответствующего возраста (дети до 14 лет, подростки, взрослые). Динамика показателей оценивалась по темпу прироста заболеваемости (Тп, %) в последний (2016 г.) год по отношению к году начала анализируемого периода (2012 г.) в каждой возрастной группе по интенсивным показателям заболеваемости.

Ранжирование внутригородских территорий – зон обслуживания городских поликлиник – по уровню заболеваемости населения болезнями системы кровообращения проведено в два этапа: 1) оценка однородности вариационного ряда показателей за 5 лет; 2) расчет среднего многолетнего уровня (М) заболеваемости, его среднего квадратического отклонения (σ) и определение границ интервалов по трем уровням (высокий, средний, низкий).

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ имеющихся статистических данных показал, что в последнее время в городском округе город Воронеж сложилась напряженная ситуация, связанная с распространением заболеваний системы кровообращения, которые в структуре общей впервые выявленной заболеваемости взрослого населения занимают четвертое ранговое место (9,3%) после болезней органов дыхания (32,7%), травм и отравлений (13,8%), болезней мочеполовой системы (12,0%) – рис. 1.

В структуре общей заболеваемости детей и подростков сердечно-сосудистые заболевания не входят в пятерку лидирующих классов болезней.

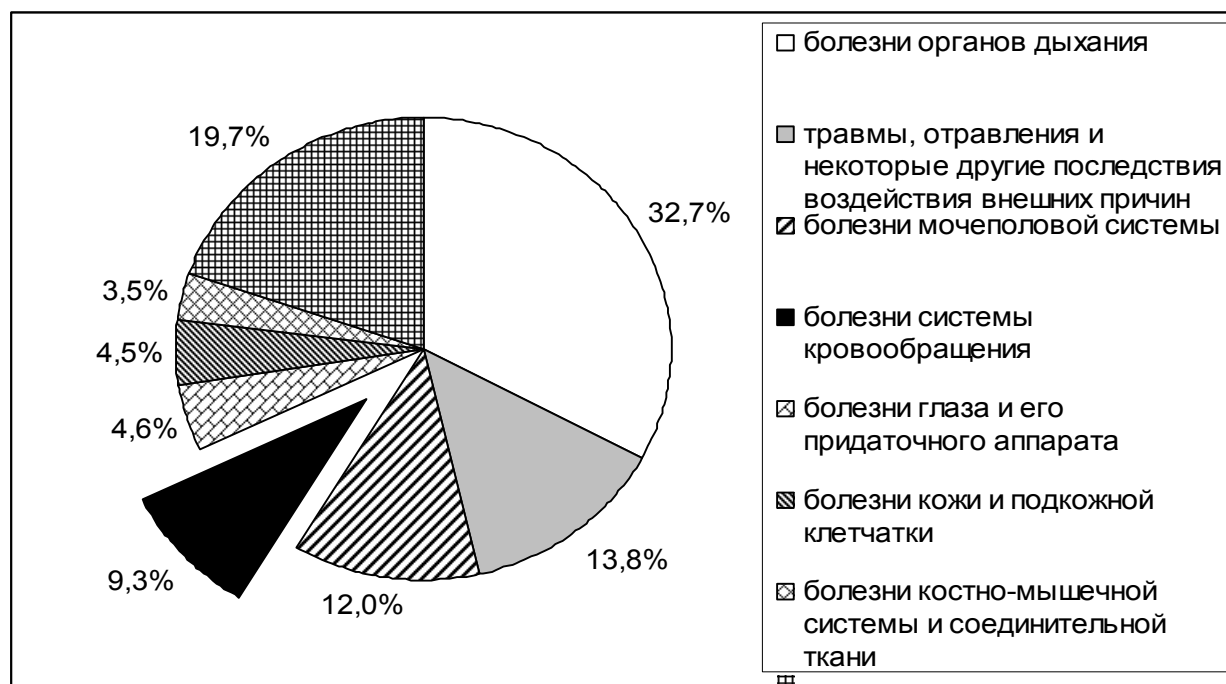


Рис. 1. Структура заболеваемости взрослого населения с впервые установленным диагнозом, % (усредненные данные за 2012-2016 гг.)

Таким образом, в целом болезни системы кровообращения более характерны для взрослого населения: ежегодно показатели заболеваемости взрослых в 2,08 – 5,85 раза превышают аналогичные показатели среди подростков и в 3,56 – 4,78 раза – среди детей в возрасте до 14 лет (табл. 1).

Таблица 1

Заболеваемость населения городского округа город Воронеж болезнями системы кровообращения с диагнозом, установленным впервые в жизни (показатель на 1000 населения соответствующего возраста)

Возрастная группа	Годы					Средний многолетний уровень, $M \pm m$	Темп прироста к 2012 г.
	2012	2013	2014	2015	2016		
Дети до 14 лет	6,85	7,31	8,65	12,69	13,57	$9,81 \pm 1,39$	98,10
Подростки (15-17 лет)	9,58	14,31	12,02	8,08	13,82	$11,56 \pm 1,20$	44,26
Взрослое население (18 лет и старше)	30,44	29,74	41,32	47,25	48,25	$39,4 \pm 3,98$	58,51

По всем трем возрастным группам отмечается рост показателя заболеваемости: темпы прироста к 2012 году составляют от 44,26 до 98,10%.

Средний многолетний уровень заболеваемости по территориям устанавливается из однородного ряда данных, т.е. получения сравнимых рядов показателей. В этой связи для установления надежности статистических данных об уровне заболеваемости населения, их критического контроля и оценки возможной погрешности необходима проверка гипотезы об однородности рядов данных показателей заболеваемости.

Чтобы оценить принадлежность наибольшего или наименьшего показателя к данной однородной выборке находились отношения $U_{\min} = (M - X_{\min})/\sigma$ и $U_{\max} = (X_{\max} - M)/\sigma$, которые сравнивались с величиной статистического критерия $U_{\alpha} = 2,78$ при $n=5$ и принятой доверительной вероятности статистической ошибки $\alpha=0,05$. Значение $X_{\max}$ или $X_{\min}$ принадлежит к совокупности ряда (однородный ряд), по которому рассчитано среднее значение (M), если $U_{\max} < U_{\alpha}$ или $U_{\min} < U_{\alpha}$. При этом если говорить о нормальном распределении показателей в вариационном ряду, то должно выполняться «Правило

трёх сигм (3σ)» - практически все значения *нормально распределенной* случайной величины должны лежать в интервале ($M-3\sigma$; $M+3\sigma$). В нашем случае это правило выполнено (табл. 2).

Таблица 2

Статистические характеристики и критерии
для проверки однородности рядов данных показателей
заболеваемости населения болезнями системы кровообращения

Показатель	Дети	Подростки	Взрослые
Среднее значение (M)	9,81	11,56	39,40
Среднее квадратическое отклонение (σ)	3,11	2,69	8,91
3σ	9,3	8,1	26,7
$M-3\sigma$	0,47	3,50	12,68
$M+3\sigma$	19,16	19,63	66,12
$X_{\min}$	6,85	8,08	29,74
$X_{\max}$	13,57	14,31	48,25
$U_{\min}$	0,95	1,30	1,08
$U_{\max}$	1,21	1,02	0,99
$U\alpha$	2,78	2,78	2,78
Гипотеза об однородности ряда (подтверждается при $U_{\max} < U\alpha$ и $U_{\min} < U\alpha$)	подтверждена	подтверждена	подтверждена

Форма государственной статистической отчетности №12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации» по классу «Болезни системы кровообращения» учитывает такие диагнозы как болезни, характеризующиеся повышенным артериальным давлением, в том числе эссенциальную гипертензию, гипертензивную болезнь сердца (гипертоническую) болезнь с преимущественным поражением сердца, гипертензивную болезнь сердца (гипертоническую) болезнь с преимущественным поражением почек, гипертензивную болезнь сердца (гипертоническую) болезнь с преимущественным поражением сердца и почек.

Анализ данных показывает, что в структуре болезней системы кровообращения взрослого населения городского округа город Воронеж первое место занимают болезни, характеризующиеся повышенным артериальным давлением, в совокупности составляющие 87,7% от всех заболеваний системы кровообращения. Далее следуют ишемическая болезнь сердца, цереброваскулярные болезни, стенокардия, эндартериит, тромбангиит. Из болезней, характеризующихся повы-

шенным кровяным давлением, наиболее часто встречаются гипертензивная болезнь сердца (гипертоническая) болезнь с преимущественным поражением сердца (66,0%) и эссенциальная гипертензия (32,4%). Реже встречается гипертензивная болезнь сердца (гипертоническая) болезнь с преимущественным поражением сердца и почек (1,0%) и гипертензивная болезнь сердца (гипертоническая) болезнь с преимущественным поражением почек (0,6%).

Выполненное ранжирование внутригородских территорий по уровню и динамике заболеваемости взрослого населения (18 лет и старше) болезнями, характеризующимся повышенным кровяным давлением с диагнозом, установленным впервые в жизни, позволило отнести к территориям «риска» зоны обслуживания поликлиник №8 (средний многолетний уровень заболеваемости составляет 30,4 случая на 1000 населения), №10 (74,43 на 1000) Ленинского района, №7 (47,07 на 1000) Советского района, №5 (31,64 на 1000), №19 (23,0 на 1000) Левобережного района, ГБ№4 (мкрн. Сомово) (26,85 на 1000), №11 (25,6 на 1000), №4 (40,95 на 1000) Коминтерновского района (рис. 2).

Максимальный показатель заболеваемости (74,43 на 1000) отмечен на территории обслуживания поликлиники №10 Ленинского района.

Этиология и патогенез болезней системы кровообращения сложны, многоступенчаты и во многом еще неясны и, естественно, разные для каждой отдельной болезни. На появление болезней системы кровообращения и их быстрое прогрессирующее развитие влияют множество причин: вредные привычки (табакокурение, чрезмерное употребление напитков, содержащих алкоголь); гиподинамия; неправильный режим питания, ожирение; наследственная предрасположенность.

В дискуссионном плане следует отметить, что техногенные факторы окружающей городской среды также вносят свой вклад в формирование сердечно-сосудистых заболеваний. Это показано рядом региональных исследований. Так, исследованиями показано, что наиболее высокие показатели риска для здоровья от воздействия автотранспортного шума характерны для заболеваний сердечно-сосудистой системы. Для продолжительности времени воздействия в 50-70 лет уровень риска для заболеваний сердечно-сосудистой системы оценивается как экстремальный (величины риска составляют от 0,607 до 1) [4, 6].

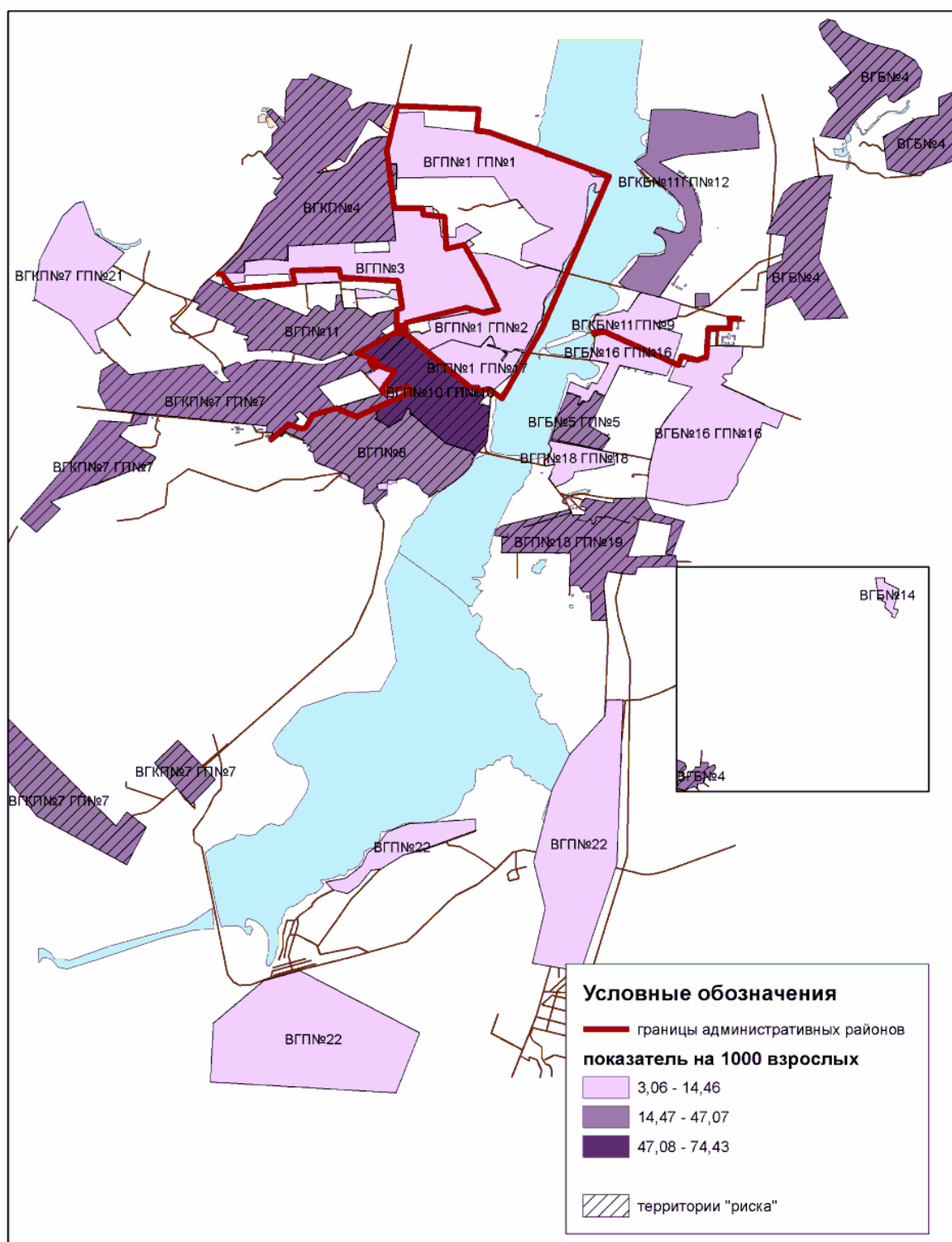


Рис. 2. Территории «риска» по заболеваемости взрослых болезнями, характеризующимися повышенным кровяным давлением

Исследованиями взаимосвязи уровня загрязнения атмосферного воздуха и заболеваемости населения выявлена статистически значимая корреляционная связь болезней системы кровообращения с уровнем загрязнения атмосферного воздуха отдельными компонентами [3].

Учитывая неблагоприятную динамику уровня болезней системы кровообращения во всех трех возрастных группах населения (дети, подростки, взрослые), а также прослеживающийся вклад воздействия техногенных факторов окружающей городской среды, исследования по оценке причин болезней системы кровообращения являются актуальными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бережнова Т.А. Ранжирование территорий Воронежской области по уровню заболеваемости населения болезнями системы кровообращения / Т.А. Бережнова, О.В. Клепиков, Н.Ю. Самодурова // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2013. – Т. 12. – № 1. – С. 38-40.

2. Доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в городском округе город Воронеж в 2016 году – Воронеж: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области, 2017. – 123 с.

3. Клепиков О.В. Исследование взаимосвязи уровня загрязнения атмосферного воздуха и заболеваемости населения / О.В. Клепиков, С.А. Куролап, И.С. Ильина // Экологическая оценка и картографирование состояния городской среды. – Воронеж, 2014. – С. 95-106.

4. Самодурова Н.Ю. Результаты оценки риска для здоровья населения от воздействия автотранспортного шума / Н.Ю. Самодурова, Н.П. Мамчик, О.В. Клепиков // Актуальные вопросы организации контроля и надзора за физическими факторами: Мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. / Под ред. д.м.н., проф. А.Ю. Поповой – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2017. – С. 371-375.

5. Стёпкин Ю.И. Болезни системы кровообращения / Ю.И. Стёпкин, Н.П. Мамчик, О.В. Клепиков, С.А. Куролап // Медико-экологический атлас Воронежской области. – Воронеж, 2010. – С. 106-109.

6. Стёпкин Ю.И. Техногенные факторы окружающей среды и риск здоровью населения / Ю.И. Стёпкин, Л.Е. Механтьева, Н.П. Мамчик, Н.Ю. Самодурова. – Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2017. – 318 с.

7. Шихова Ю.А. Оценка уровня заболеваемости населения болезнями системы кровообращения по данным обращаемости за ме-

дицинской помощью / Ю.А. Шихова, Т.А. Бережнова, О.В. Клепиков // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2017. – Т. 11. – № 1. – С. 86-94.

ПРОБЛЕМА ГОРОДСКОГО АВТОТРАНСПОРТНОГО ШУМА И ПУТИ ЕЁ РЕШЕНИЯ

О.В. Клепиков, Н.П. Мамчик, Н.Ю. Самодурова

Актуальность проблемы воздействия автотранспортного шума на здоровье городского населения в настоящее время все больше возрастает. Уровень уличных шумов определяется интенсивностью, скоростью и характером (составом) транспортного потока. Установлено, что в крупных городах интенсивность движения на магистральных улицах достигает 2000 - 3000 транспортных единиц в час и больше, а максимальные уровни шума достигают 90-95 дБА, что является опасным для здоровья человека [1, 2].

Уровень уличных шумов зависит от планировочных решений (продольный и поперечный профиль улиц, высота и плотность застройки), расположения жилых домов по отношению к магистралям и таких элементов благоустройства, как покрытие проезжей части и наличие зеленых насаждений [4, 8].

Вместе с тем в градостроительной практике наблюдается явная тенденция запаздывания реализации мероприятий по защите населения от шума [6, 10].

К особенностям шумового воздействия автотранспортного шума на человека в городской среде относят его значительную продолжительность по времени, его вариабильную спектральную характеристику в зависимости от структуры транспортного потока, практически прямое незащищенное его воздействие на пассажиров в период ожидания общественного транспорта на остановочных пунктах и при проезде в нем [2, 5, 9]. Исследованиями показано, акустический режим становится неблагоприятным даже на рекреационных территориях внутригородского пространства [3].

Особенностью автотранспортного шума является также большой охват территории городского пространства при распространении, а также длительное воздействие на протяжении суток. Шум, являясь

общебиологическим раздражителем, может влиять на все органы и системы, однако изменения в динамике корковой деятельности головного мозга и вегетативной реакции наступают гораздо раньше, чем стойкое снижение остроты слуха, в этой связи можно говорить о неспецифическом воздействии шума на организм человека [5].

Проблема автотранспортного шума в полной мере имеет место и в городе Воронеже, о чем свидетельствуют результаты гигиенической оценки шумового фактора [11].

В нашей стране и за рубежом уделяется значительное внимание нормированию и оценке воздействия шумового фактора на организм человека.

Аргументированное обоснование выбора приоритетных городских территорий для планирования и последующей реализации шумозащитных мероприятий возможно на основе применения методик количественной оценки риска для здоровья населения от воздействия шума.

Целью работы являлась оценка риска для здоровья городского населения, обусловленного воздействием автотранспортного шума.

Материал и методы исследования. В исследовании использованы данные 15042 измерений уровней шума (эквивалентного $L_{A_{\text{экв.}}}$ и максимального $L_{A_{\text{макс.}}}$ уровней звука), которые проводились в дневное, вечернее и ночное время в 2013-2016 гг. специалистами Испытательного лабораторного центра ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» в 16-ти мониторинговых точках с использованием анализатора шума и вибрации модели «SVAN-947». Автотранспортный шум оценивался в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки», МУК 4.3.2194-07 «Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях. Методические указания» (утв. Роспотребнадзором 05.04.2007).

Нами была создана единая база данных результатов измерений и принято активное участие в организации мониторинга уровня автотранспортного шума на территории города Воронежа совместно со специалистами ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области».

Контрольные точки измерений выбирались на уличных автомагистралях в местах, где они практически вплотную примыкают к жилым массивам без каких-либо шумозащитных мер.

Количественная оценка риска выполнена в соответствии с методическими рекомендациями МР 2.1.10.0059-12 «Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума».

Основу алгоритма примененной нами методики составляло решение системы рекуррентных уравнений - математических моделей развития неблагоприятных эффектов под воздействием шума, интегрирующих совокупность отечественных и зарубежных данных о вероятности развития неблагоприятных эффектов нарушения здоровья (табл. 1).

Математические модели развития неблагоприятных эффектов под воздействием шумового фактора, применяемые для количественной оценки риска здоровью населения, используют зависимости «экспозиция-ответ» и «экспозиция-эффект», т.е. пропорции роста риска при увеличении уровня звукового давления с учетом вероятного времени воздействия данного фактора.

Таблица 1

Неблагоприятные эффекты под воздействием шума^{*)}

Поражаемые органы и системы	Нарушения здоровья	Код нарушения здоровья по Международной классификации болезней (МКБ-10)	Данные о пороговых уровнях шума, дБ
Нервная система	Нервозность (нервное напряжение, раздражение)	R 45.0	35
	Расстройство сна	G 47	40
	Когнитивные нарушения	R 41	42
	Вегетососудистая дистония	G 90.8	60
Система кровообращения	Повышение кровяного давления неспецифическое, без диагноза гипертензии	R 03.0	65
	Гипертензивная болезнь сердца	I 11.9	70
	Ишемическая болезнь сердца	I 24, I 25	70
	Стенокардия	I 20	70
	Инфаркт миокарда	I 21	70
Болезни уха и слухового аппарата	Шум в ушах (субъективный)	H 93.1	45
	Кондуктивная и нейросенсорная потеря слуха	H 90	80
	Потеря слуха, вызванная шумом	H 83.3	80

^{*)} по МР 2.1.10.0059-12 «Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума»

Оценка риска проводилась при вероятном времени воздействия от 1 до 70 лет с дискретностью или шагом варьирования в 5 лет с определением 3-х показателей (от 0 до 1): 1) риска нарушений системы органов слуха; 2) риска заболеваний нервной системы; 3) риска заболеваний сердечно-сосудистой системы. Шкала оценки риска согласно методике включала четыре интервала: 1) низкий риск; 2) средний риск; 3) высокий риск; 4) экстремальный риск.

Результаты и их обсуждение. Согласно данным, полученным в ходе мониторинга за шумовым воздействием на территории жилой застройки города Воронежа, значения эквивалентных уровней звука ($L_{A_{экр}}$) в дневное время лежали в интервале от 28 до 87 дБА, в ночное время - от 27 до 71 дБА; значения максимальных уровней звука ($L_{A_{макс.}}$) составляли соответственно от 32 до 97 дБА и от 32 до 82 дБА (табл. 2).

Таблица 2

Эквивалентные и максимальные уровни звука
на уличных автомагистралях города Воронежа, дБА

№	Адрес мониторинговой точки	Дневной				Вечерний				Ночной			
		$L_{A_{экр}}$		$L_{A_{макс.}}$		$L_{A_{экр}}$		$L_{A_{макс.}}$		$L_{A_{экр}}$		$L_{A_{макс.}}$	
		min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
1	ул. 20-летия Октября, 94	66	74	77	85	67	71	77	81	47	67	58	77
2	Московский проспект, 38	63	87	84	97	57	75	69	85	33	71	50	82
3	ул. Героев Стратосферы, 8	50	87	63	97	41	70	56	81	33	68	48	75
4	ул. Вешних вод, 28	28	45	32	67	28	35	32	40	27	33	32	38
5	Московский проспект, 82	56	82	63	89	54	73	63	85	43	69	52	80
6	ул. Беговая, 2/2	58	71	68	79	47	57	56	64	40	49	51	62
7	ул. Ворошилова, 49	53	72	57	82	49	59	58	69	40	51	47	63
8	Ленинский проспект, 154	50	68	69	78	49	53	55	67	43	50	53	65
9	ул. 60 Армии, 27	57	78	70	88	42	70	58	79	34	58	38	77
10	ул. Космонавтов, 60	62	73	73	82	48	59	58	68	47	51	56	64
11	Московский проспект, 114	59	75	63	87	48	56	57	66	41	58	49	71
12	ул. Кольцовская, 52	64	74	75	84	49	55	59	64	47	52	55	64
13	Московский проспект, 175	52	66	63	77	41	50	53	64	39	48	47	64
14	ул. Володарского, 39	49	54	63	68	29	33	48	53	27	32	45	52
15	ул. Димитрова, 102	57	74	65	83	49	54	60	67	40	51	53	63
16	ул. Краснознамённая, 1716	61	74	71	81	48	53	59	65	45	51	58	65
	По всем точкам	28	87	32	97	28	75	32	85	27	71	32	82

ПДУ для дневного шума на территории жилой застройки составляют $L_{A_{экр.}} = 55$ дБА, $L_{A_{макс.}} = 70$ дБА.

Практически во всех мониторинговых точках, за исключением двух (ул. Володарского, 39 и ул. Вешних вод, 28) имели место превышения ПДУ по шуму для территории жилой застройки (рис. 1).

За анализируемый период на территории Городского округа город Воронеж в точках измерения на улицах с интенсивным движением и автомагистралях регистрируется ежегодное увеличение доли результатов определений уровня шума, не отвечающих нормативам (от 21,2% в 2013 г. до 76,8% в 2016 г.) (табл. 3).

Как следствие, прослеживается тенденция возрастания доли уровня шума, не соответствующего нормам из точек измерения в помещениях жилых домов.

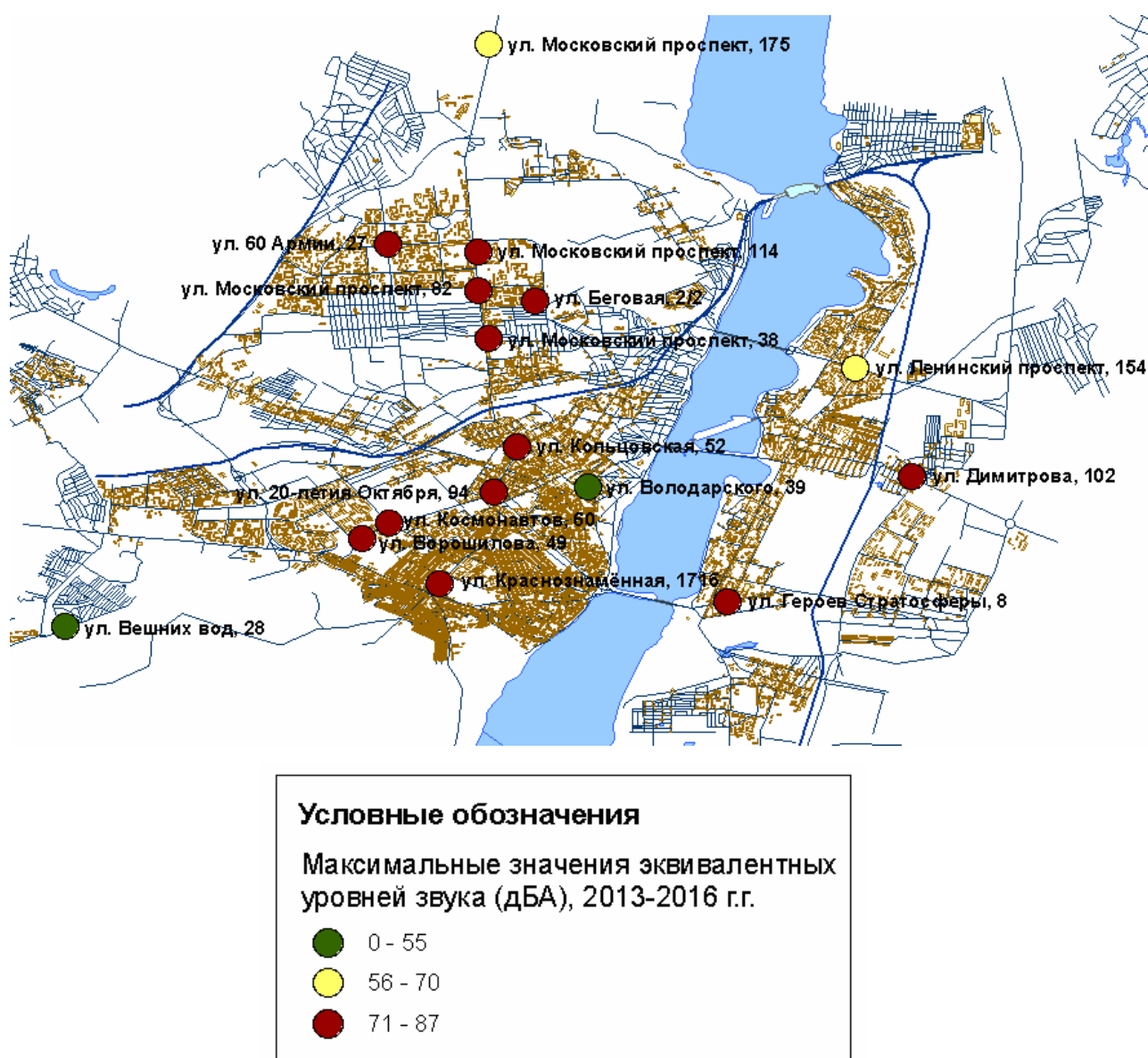


Рис.1. Максимальные значения эквивалентного уровня звука (дневного) ($L_{Аэкв.}$)

Таблица 3

Доля измерений уровня шума, результаты которых не соответствуют гигиеническим нормативам (%)

Наименование показателя	Годы				Динамика показателя к 2013 г.
	2013	2014	2015	2016	
Доля уровня шума, не соответствующего гигиеническим нормативам, из точек измерения на автомагистралях, улицах с интенсивным движением в Городском округе город Воронеж (%)	21,2	55,9	75,8	76,8	↑
Доля уровня шума, не соответствующего санитарным нормам, из точек измерения в помещениях эксплуатируемых жилых зданий (%)	16,8	18,3	25,8	20,5	↑

В мониторинговых точках на улицах с наиболее интенсивным движением таких как ул. 20-летие Октября, 94; ул. Космонавтов, 60; ул. Кольцовская, 52 доля измерений эквивалентного уровня звука ($L_{A_{эkv}}$), не отвечающих гигиеническим нормативам, достигает 100%. На остальных улицах, за исключением мониторинговых точек ул. Володарского, 39 и ул. Вешних вод, 28, варьирует от 41,2 до 92,1%. Ранжирование данного показателя по пяти условным уровням, проведенное на основе расчета среднего и среднеквадратичного отклонения, представлено на картограмме (рис. 2).

Доля измерений максимального уровня звука ($L_{A_{max}}$), не отвечающих гигиеническим нормативам, в мониторинговых точках варьирует от 0 (ул. Володарского, 39) до 88,4% (ул. 20-летия Октября, 94) (рис. 3).

В разрезе времени суток (дневной, вечерний и ночной шум) как по эквивалентному, так и по максимальному уровню звука имеют место превышения ПДУ.

Особенно беспокоят превышения ПДУ ночного шума, которые постоянно регистрируются в мониторинговых точках по ул. 20-летия Октября, 94; ул. Космонавтов, 60; ул. Кольцовская, 52.

Ночной шум особенно опасен, так как ухудшает качество сна и зачастую мы не замечаем его действие. Дело в том, что даже если мы не просыпаемся, то ночной шум все равно действует на нас не-

гativamente. Существует большое количество научных работ, показывающих, что шум, который определяется как ненужный или неприятный звук, не просто вызывает раздражение. Как и другие формы антропогенной нагрузки, он оказывает разнообразное отрицательное воздействие на здоровье человека, на общество и на окружающую среду [1-11].

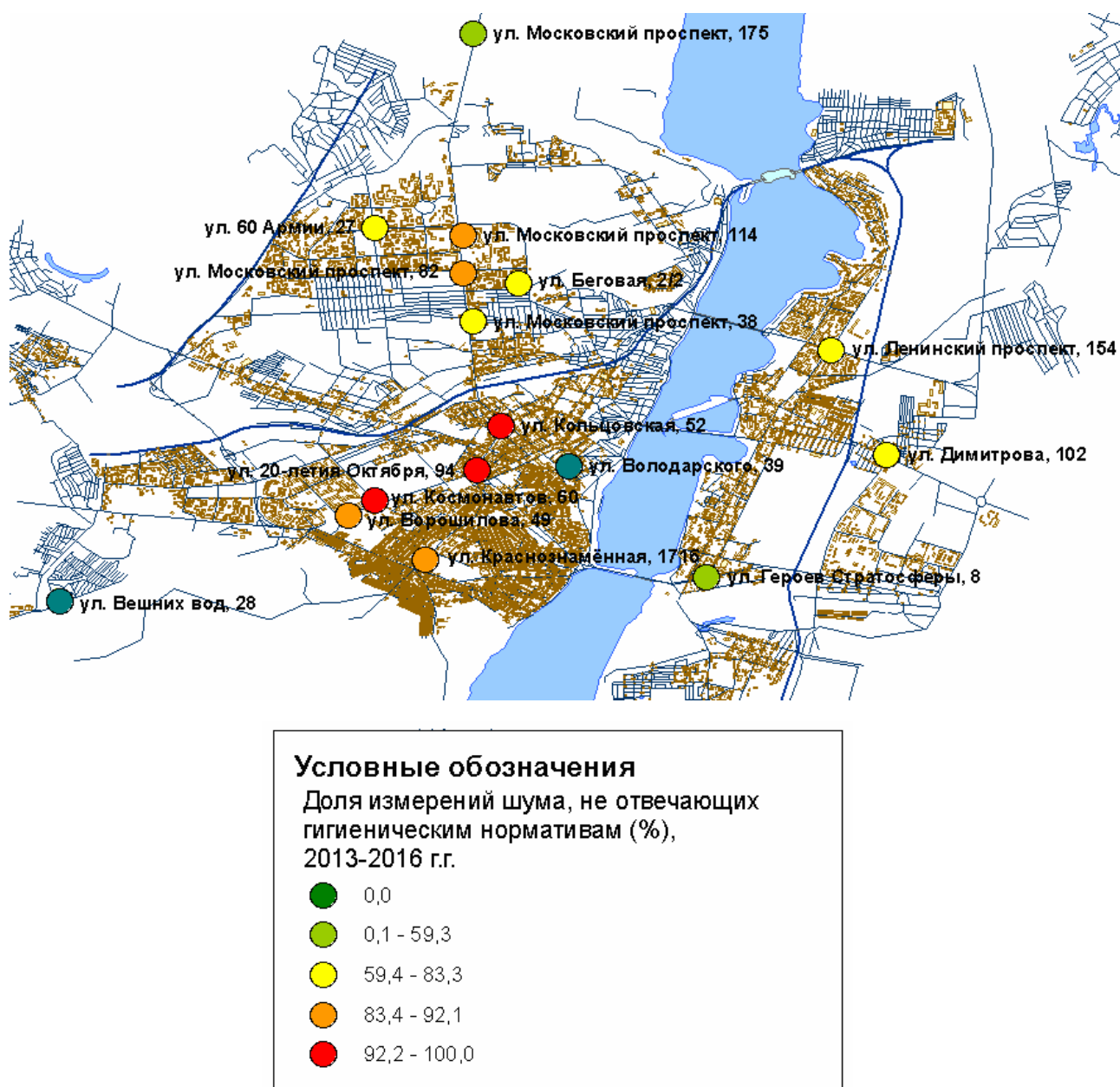


Рис.2. Ранжирование доли измерений эквивалентного уровня звука, не отвечающих гигиеническим нормативам, %

По эквивалентному уровню звука в дневное, вечернее и ночное время превышения ПДУ зарегистрированы в 14 из 16 мониторинговых точках. По максимальному уровню звука в дневное время – в 15 из 16 точек, в вечернее и ночное – в 14 из 16 точек (табл. 4).

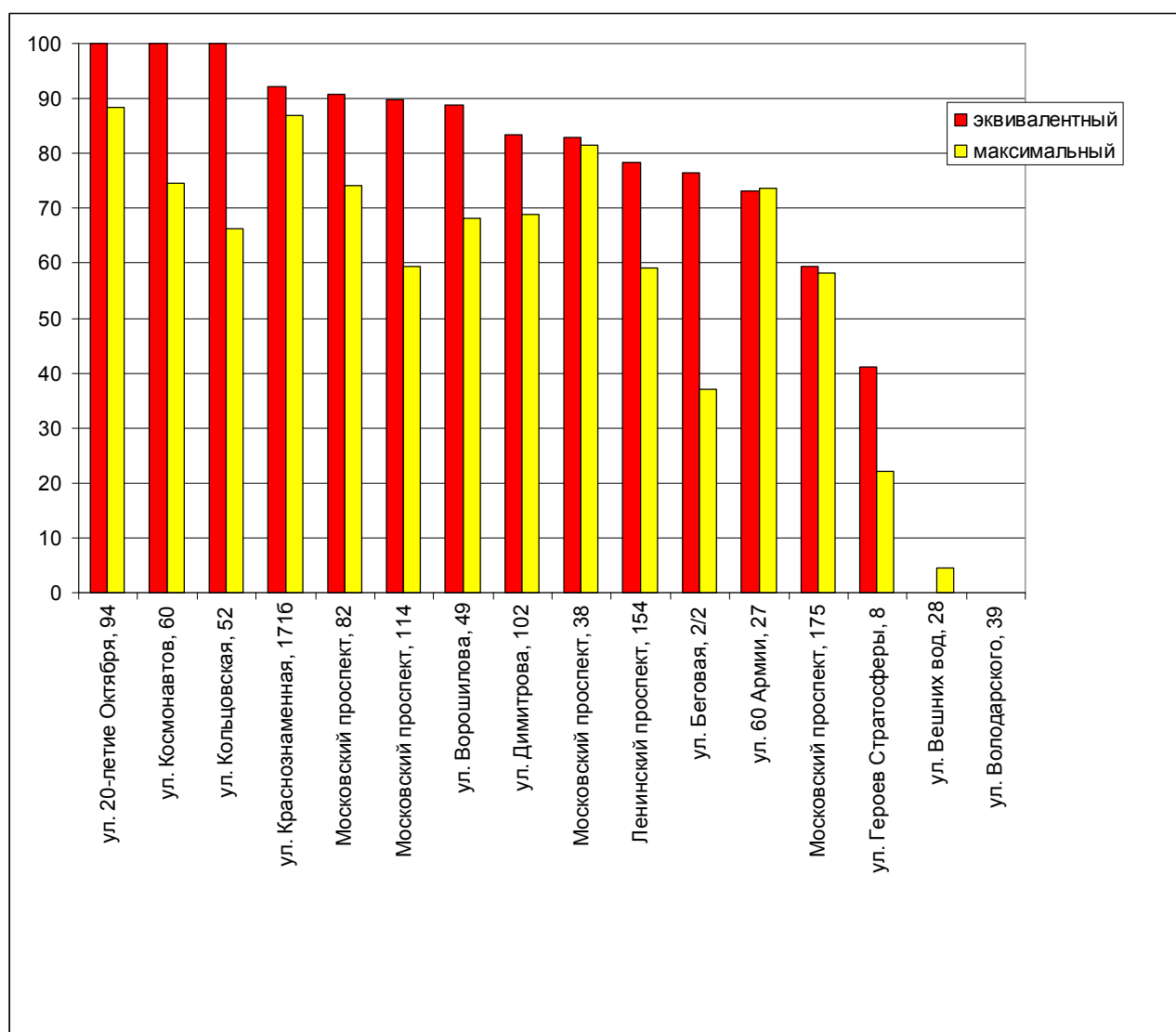


Рис. 3. Доля измерений уровня звука, не отвечающих гигиеническим нормативам, %

Мы говорим об уличном автотранспортном шуме. Конечно, непосредственно в жилом помещении уровень звука значительно снижается. Но не стоит недооценивать ситуацию. Для жилого помещения Законодательством РФ установлена предельная норма 55 дБА в дневное время и 45 дБА в ночное время. В последнее время возрастает количество жалоб от населения на воздействие именно автотранспортного шума. Кроме того, в соответствии с п. 3.3 СН 2.2.4/2.1.8.562 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц. В этой связи, актуальность оценки риска для здоровья от воздействия шумового фактора также возрастает.

Таблица 4

Доля измерений, не отвечающих гигиеническим нормативам
по мониторинговым точкам контроля, %

№	Адрес	Эквивалентный уровень звука			Максимальный уровень звука		
		дневной	вечерний	ночной	дневной	вечерний	ночной
1	ул. 20-летие Октября, 94	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	65,3
2	Московский проспект, 38	99,1	100,0	50,0	100,0	100,0	44,4
3	ул. Героев Стратосферы, 8	50,9	44,4	25,0	27,8	25,0	12,5
4	ул. Вешних вод, 28	0,0	0,0	0,0	9,3	0,0	0,0
5	Московский проспект, 82	93,5	94,4	84,7	76,9	97,2	58,3
6	ул. Беговая, 2/2	100,0	83,3	37,5	52,8	33,3	15,3
7	ул. Ворошилова, 49	94,4	94,4	77,8	75,9	83,3	48,6
8	Ленинский проспект, 154	78,7	91,7	71,0	86,1	41,7	26,1
9	ул. 60 Армии, 27	94,4	94,4	30,6	95,4	94,4	30,6
10	ул. Космонавтов, 60	100,0	100,0	100,0	97,2	75,0	40,3
11	Московский проспект, 114	97,2	100,0	73,6	90,7	44,4	19,4
12	ул. Кольцовская, 52	100,0	100,0	100,0	100,0	57,6	17,4
13	Московский проспект, 175	74,1	58,3	37,5	65,7	61,1	45,8
14	ул. Володарского, 39	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	ул. Димитрова, 102	97,2	100,0	54,2	90,7	80,6	30,6
16	ул. Краснознаменная, 171б	100,0	100,0	76,4	98,1	86,1	70,8

По результатам оценки риска для здоровья населения от воздействия шумового фактора установлено, что наиболее высокие показатели риска для здоровья от воздействия транспортного шума характерны для заболеваний сердечно-сосудистой системы. В частности, в 10 из 16 мониторинговых точек (Московский проспект, 38; Московский проспект, 82; ул. 20 лет Октября, 94; ул. Ворошилова, 49; ул. 60 Армии, 27; ул. Космонавтов, 60; ул. Кольцовская, 52; ул. Краснознаменная, 171б; ул. Димитрова, 102; Московский пр., 114) для продолжительности времени воздействия в 50, 55, 60, 65, 70 лет уровень риска для заболеваний сердечно-сосудистой системы оценивается как экстремальный (величины составляют от 0,607 до 1) (табл. 5).

Риск возникновения заболеваний нервной системы под воздействием автотранспортного шума в двух наиболее неблагополуч-

ных контрольных точках (Московский проспект, 38; Московский проспект, 82) составляет 0,053 до 0,059 единиц для 65 и 70 лет воздействия и оценивается как средний. В других мониторинговых точках риск возникновения заболеваний нервной системы оценивается как низкий.

Таблица 5

Риск развития заболеваний сердечно-сосудистой системы под воздействием автотранспортного шума по данным 2013-2016 г.г.

Адрес мониторинговой точки	Время экспозиции, лет						
	40	45	50	55	60	65	70
Московский проспект, 38	0,372	0,491	0,651	0,871	1	1	1
Московский проспект, 82	0,375	0,495	0,657	0,878	1	1	1
ул. 20 лет Октября, 94	0,259	0,342	0,454	0,607	0,820	1	1
ул. Ворошилова, 49	0,223	0,295	0,391	0,523	0,706	0,969	1
ул. 60 Армии, 27	0,22	0,29	0,384	0,514	0,695	0,953	1
ул. Космонавтов, 60	0,216	0,285	0,378	0,505	0,683	0,937	1
ул. Кольцовская, 52	0,204	0,269	0,356	0,477	0,644	0,884	1
ул. Краснознамённая, 1716	0,143	0,189	0,251	0,337	0,454	0,624	0,878
ул. Димитрова, 102	0,136	0,179	0,238	0,319	0,430	0,591	0,831
Московский пр., 114	0,123	0,162	0,215	0,287	0,388	0,532	0,746
Ленинский пр., 154	0,081	0,107	0,142	0,19	0,257	0,352	0,494
ул. Героев Стратосферы, 8	0,076	0,1	0,133	0,177	0,24	0,329	0,461
ул. Беговая, 2/2	0,036	0,048	0,063	0,085	0,114	0,157	0,22
Московский проспект, 175	0,006	0,008	0,01	0,014	0,019	0,026	0,036
ул. Володарского, 39	0	0	0	0	0	0	0
ул. Вешних вод, 28	0	0	0	0	0	0	0

Максимальное значение риска возникновения заболеваний органов слуха под воздействием транспортного шума составляет 0,039 (для 70 лет воздействия) и расценивается как низкое (контрольная точка Московский проспект, 38).

Наиболее благополучная ситуация отмечена в точке постоянного контроля уровня шума по ул. Володарского, 39, где риск заболеваний органов слуха, нервной, сердечно-сосудистой систем характеризуется как низкий для любого периода воздействия.

Обобщая результаты, можно сделать вывод о том, что риск нарушения здоровья городского населения при существующих уровнях шума от автомобильного транспорта превышает приемлемые величины. Наиболее высокие показатели риска для здоровья от воздействия транспортного шума характерны для заболеваний сердечно-сосудистой системы. По мере увеличения возраста (вероятной продолжительности времени воздействия) от 10 до 35 лет уровень риска оценивается как средний (величины риска составляют от 0,051 до 0,342 единиц), от 40 до 45 лет – как высокий (от 0,352 до 0,591), от 50 до 70 лет – как экстремальный (от 0,607 до 1).

Результаты оценки риска для здоровья от воздействия шумового фактора подтверждаются данными Управления Роспотребнадзора по Воронежской области. В частности, по городу Воронежу за период 2013-2016 годы число обращений граждан по поводу воздействия факторов физической природы возросло в 4,5 раза. По последним данным (2016 г.), наибольший удельный вес в структуре обращений граждан на неблагоприятные условия проживания из числа факторов физической природы (шум, вибрация, параметры микроклимата, электромагнитные поля, освещенность) обусловил шум (58,1%).

По результатам нашего исследования предлагается организация расширенной программы мониторинга шумовой нагрузки с проведением дополнительных исследований в периоды выявленных максимальных уровней шума.

На проблемных территориях целесообразно провести мероприятия по снижению шумовой нагрузки: установить шумозащитные экраны; где возможно достигнуть усиление шумозащитных качеств зеленых насаждений путем специальных многорядных посадок; осуществить перераспределение транспортных потоков из жилого сектора на новые скоростные автомобильные дороги, преимущественное размещение которых должно проектироваться в санитарно-защитных зонах предприятий, на нарушенных и неудобных землях, в зонах малоэтажной застройки с установкой шумозащитных экранов [3, 4, 8, 10].

В новых стоящихся микрорайонах перспективно применение вдоль магистралей жилых зданий специальных типов, выполняющих роль шумозащитных экранов, имеющих специальную планировку квартир, в которых подсобные помещения, кухни и лестничные клетки (т.е. помещения, которые не предназначены для отдыха людей) обращены в сторону шумной магистрали [7].

Естественно, что реализация таких масштабных задач требует не только грамотных градостроительных решений, но и больших организационно-технических усилий и финансирования. Данные задачи необходимо решать в контексте общего развития города в комплексе с другими проектными решениями, обеспечивающими комфортную, экологически и гигиенически безопасную городскую среду обитания.

Полученные результаты являются объективной информацией и могут быть использованы при планировании развития селитебных территорий; обосновании адресных управленческих решений, направленных на снижение уровней риска здоровью населения, связанного с воздействием автотранспортного шума. В 2017 году результаты исследования были представлены в адрес Правительства Воронежской области и администрации Городского округа город Воронеж.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быкова С.А. Гигиеническая оценка воздействия автотранспортного шума на селитебную территорию Санкт-Петербурга за пять лет наблюдения (2012-2016 гг.) с анализом автотранспортных проблем и путей их решения / С.А. Быкова // Санитарный врач. – 2017. – № 4. – С. 67-73.

2. Горецкая А.Г. Особенности шумового воздействия автотранспорта в городской среде / А.Г. Горецкая, И.Л. Марголина, А.В. Мороз // Экологические системы и приборы. – 2017. – № 6. – С. 19-23.

3. Городков А.В. Акустический режим рекреационных территорий города и его оптимизация средствами озеленения периферийных зон / А.В. Городков, Н.А. Самохова // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2015. – № 9 (681). – С. 67-70.

4. Кирсанов В.В. Определение шума внутри групп жилых домов и измерение шума автотранспортных средств / В.В. Кирсанов // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 23. – С. 212-213.

5. Красовский В.О. О гигиенической значимости спектрального содержания шума автомобилей / В.О. Красовский, З.М. Мухаметдинова, А.Р. Галиуллин, Л.Ф. Вагапова, Р.Р. Халфин // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 2. – С. 46-48.

6. Новиков А.Н. Оценка акустической эффективности шумозащитных сооружений на автомобильных дорогах города / А.Н. Но-

виков, В.В. Васильева // Мир транспорта и технологических машин. – 2016. – № 1 (52). – С. 124-131.

7. Орлов О.Г. Алгоритм создания акустического комфорта при разработке проекта жилого дома / О.Г. Орлов, С.Я. Галицков, О.С. Вельямкина // Градостроительство и архитектура. – 2016. – № 2 (23). – С. 56-62.

8. Павлова У.Ю. Обоснование и выбор рациональных методов снижения транспортного шума в пространстве селитебной застройки, прилегающей к городским автодорогам / У.Ю. Павлова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2014. – Т. 3. – № 4 (17). – С. 158-163.

9. Павлова У.Ю. Теоретическое представление процесса распространения автотранспортного шума для разработки программного комплекса проектирования сооружений остановочных пунктов общественного транспорта с функцией шумозащитного экранирования / У.Ю. Павлова, В.Ф. Асминин // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2016. – № 2 (42). – С. 123-130.

10. Тупов В.В. Расчет и исследование снижения шума автотранспортного потока шумозащитным экраном / В.В. Тупов, О.А. Черешнева // Безопасность в техносфере. – 2014. – Т. 3. – № 5. – С. 17-24.

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

ОЦЕНКА АКУСТИЧЕСКОЙ И АВТОТРАНСПОРТНОЙ НАГРУЗКИ В ГОРОДЕ ВОРОНЕЖЕ

П.М. Виноградов, А.П. Карпова

Отмечаемый в последние годы постоянный рост автотранспортной нагрузки существенно обостряет достаточно непростую экологическую ситуацию, сложившуюся во многих крупных городах.

В Российской Федерации в целом наблюдается экологическая ситуация, при которой около 109 млн. человек (73 % всего населения) проживают в неблагоприятной санитарно-гигиенической обстановке, что связано с влиянием автотранспортного комплекса [2].

Одним из факторов негативного воздействия транспорта на окружающую среду является шум. Шум – одна из самых острых проблем крупных городов на сегодняшний день. Стремительная застройка городов (без должного развития инфраструктуры), существенный рост автопарка создают превышение естественного уровня шумового фона и вызывают неблагоприятные последствия.

Согласно Федеральному закону от 4 мая 1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» шум относят к физическому фактору воздействия, оказывающему вред для атмосферного воздуха. Как негативный фактор, влияющий на здоровье людей, шум занимает второе место после химического загрязнения воздуха.

Шум от автотранспорта стал обыденным явлением для жителей крупных городов. Он оказывает большое вредное воздействие на организм человека. При этом уровень акустической нагрузки напрямую зависит от количества автотранспортных средств.

В городе Воронеже остро стоит проблема роста городского автопарка. 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 (рис. 1) [1].

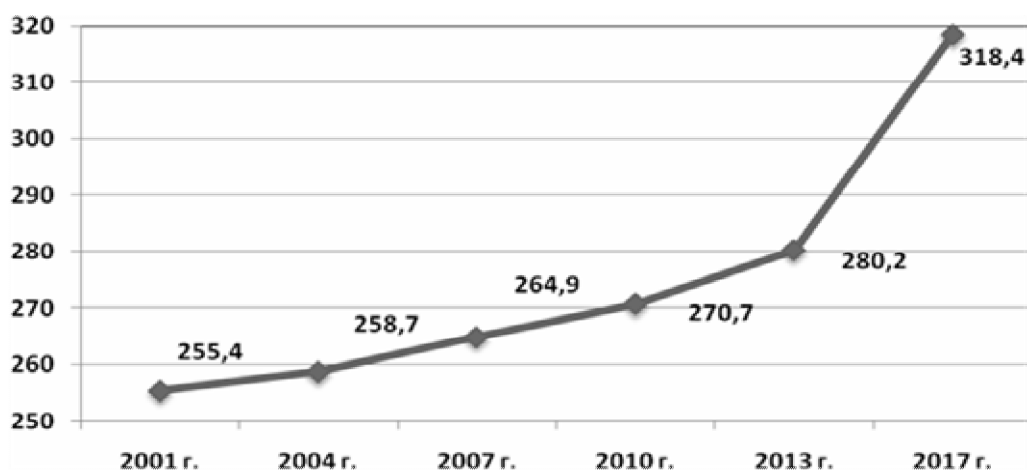


Рис. 1. Динамика роста автотранспорта (тыс. автомобилей) в г. Воронеже в 2001-2017 гг.

Подобная динамика привела к тому, что практически вся транспортная сеть города достигла предела пропускной способности.

Нагрузка от автотранспорта на улично-дорожную сеть характеризуется показателем интенсивности движения. Интенсивность движения – это количество автомобилей, проходящих через данное

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.

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.).

Исследования, проводившиеся на территории г. Воронежа, заключались в определении интенсивности транспортного движения на основных улицах, отнесенных к различным категориям: 1Б – ул. Антонова-Овсеенко; 2Б – пр-т Московский; 2В – ул. Ломоносова; 2Г – ул. Тимирязева; 3А – ул. Студенческая; 3Б – ул. Минская; 3В – ул. Куцыгина; 3Г – ул. 60 лет ВЛКСМ; 3Д – пер. Ботанический. Интенсивность измерялась в утреннее время – период с 8.00 до 9.00 – и вечернее время – период с 18.00 до 19.00 (табл. 1).

После усреднения данных и пересчета интенсивности движения автотранспорта на показатель количества автомобилей, проезжающих за сутки на участке полотна, была построена карта категорий улиц (рис. 2). Расчет был произведен с учетом дифференциации: легковой автотранспорт, грузовой транспорт, автобусы. Структура транспортного потока для г. Воронежа составила: грузовой транспорт – 2,9%, автобусы – 6,6%, легковой транспорт – 90,5%.

Таблица 1

Интенсивность автомобильного движения в г. Воронеже (2017 г.)

Название улицы	Категория улицы	Интенсивность автомобильного движения, авт./ч			
		легковые	грузовые	автобусы	всего
8.00 – 9.00					
Антонова-Овсеенко	1Б	3409	467	325	4201
пр-т Московский	2Б	5498	393	183	6074
Ломоносова	2В	2273	284	361	2918
Тимирязева	2Г	1862	205	75	2142
Студенческая	3А	400	89	37	526
Минская	3Б	992	5	17	1014
Куцыгина	3В	282	6	0	288
60 лет ВЛКСМ	3Г	2658	0	0	2658
пер. Ботанический	3Д	770	22	0	792
18.00 – 19.00					
Антонова-Овсеенко	1Б	3196	224	104	3524
пр-т Московский	2Б	4524	252	160	4936
Ломоносова	2В	1498	326	120	1944
Тимирязева	2Г	1144	132	28	1304
Студенческая	3А	322	32	16	370
Минская	3Б	773	8	3	784
Куцыгина	3В	156	12	0	168
60 лет ВЛКСМ	3Г	1740	0	0	1740
пер. Ботанический	3Д	281	5	0	286

В целом уровень загруженности автотранспортом в г. Воронеже в различных частях города характеризуется как очень высокий. Особо большая степень негативного воздействия на городскую среду отмечается в пределах более крупных и загруженных улиц (категории 1Б, 2Б).

Соответственно, с ростом автопарка города увеличивается и транспортный шум. Шум от автотранспорта в 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 50% [3].

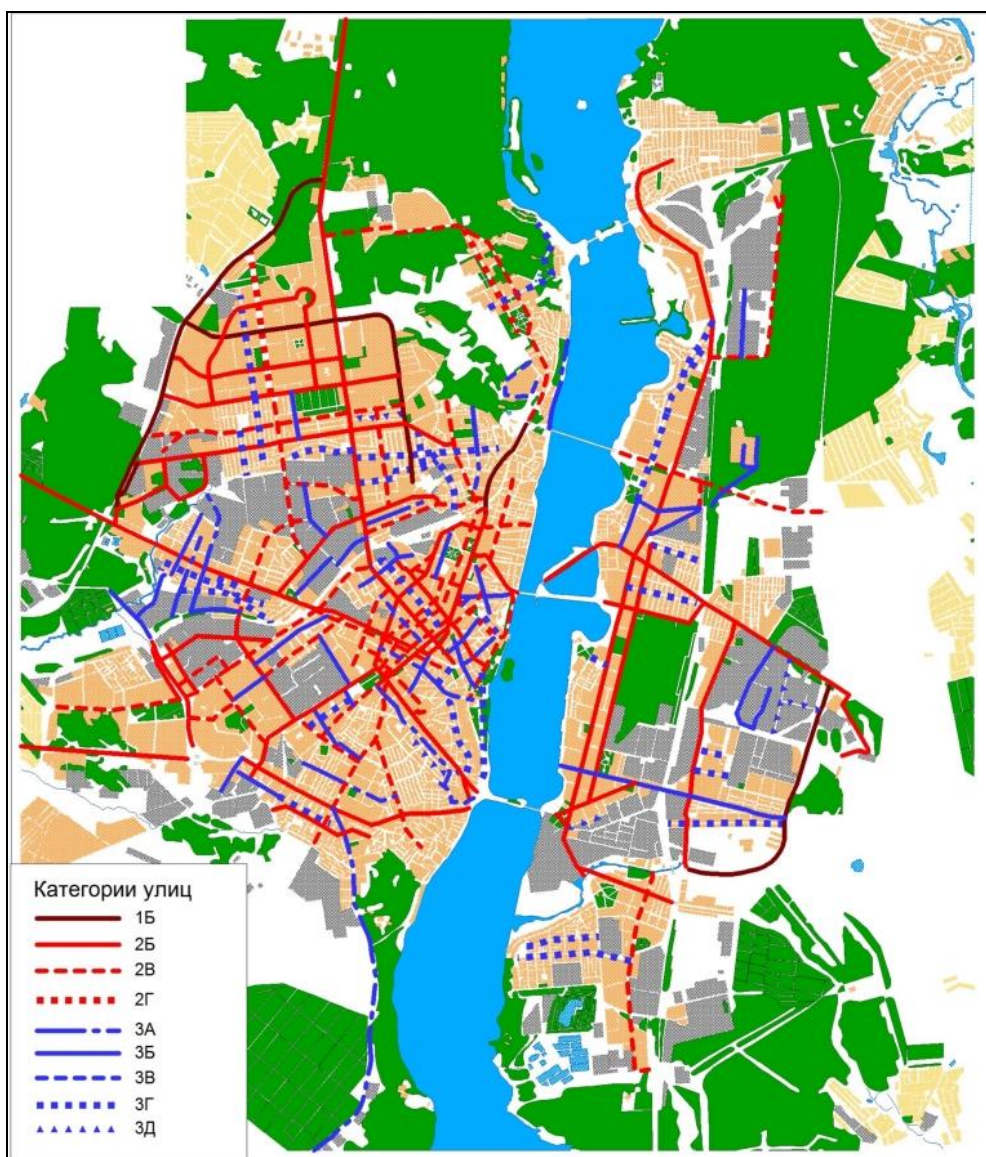


Рис. 2. Категории улиц (в зависимости от интенсивности движения)

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.

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 2016-2017 гг. 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 застрой-

ки». 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; 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 карта шумовой нагрузки г. Воронежа (рис. 3).

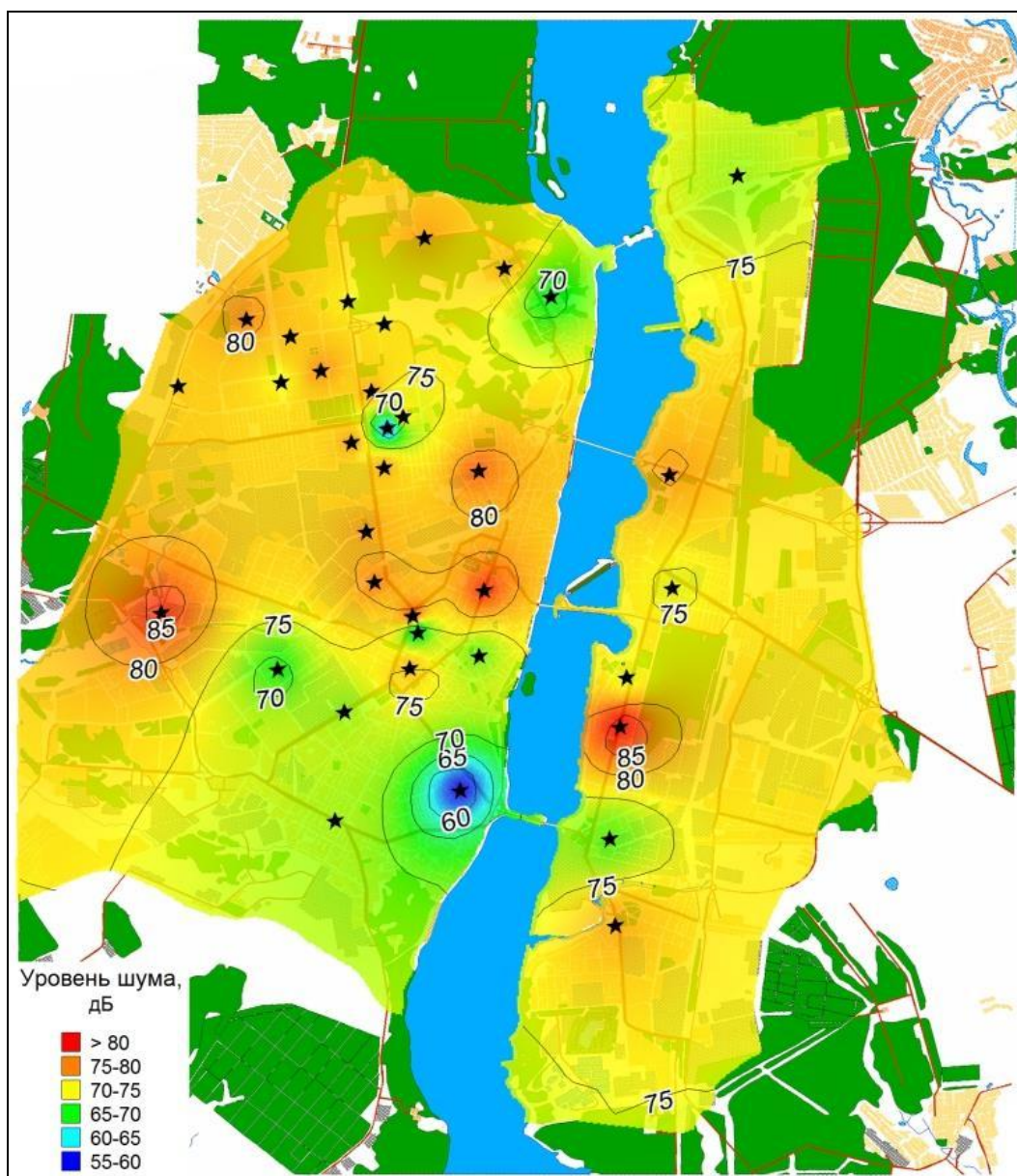


Рис. 3. Карта акустической нагрузки города Воронежа

По полученным данным 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 (таблица 2).

Таблица 2

Уровни шума на улицах г. Воронежа в различные сезоны года

№ п/п	Улица	Уровень шума		
		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
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

№ п/п	Улица	Уровень шума		
		Осень	Зима	Весна
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

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 говорит о том, что население, проживающее вблизи таких автодорог, испытывает большой дискомфорт. Подобный уровень акустической нагрузки оказывает серьезное негативное влияние на здоровье граждан.

На остальных исследованных улицах превышений (свыше 80 дБ) допустимых значений 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 листвы зеленых насаждений существенно усугубляет сложившуюся проблему сверхнормативной акустической нагрузки. В весеннее же время отмечается начало периода вегетации, смена зимней резины на более мягкую не шипованную летнюю, увеличение скорости транспортного потока.

С целью оценки акустической комфортности проживания населения был произведен анализ микрорайонов города Воронежа, в соответствии с его административно-территориальным делением. Анализ имеющихся данных показал, что комфортными для проживания являются следующие районы: Ленинский, Центральный (район СХИ), Коминтерновский (район 3 поликлиники) и Железнодорожный районы (мкрн. Отрожка) – здесь шумовая нагрузка в пределах установленной нормы. Неблагоприятными являются Коминтерновский (кроме района 3 поликлиники), Советский, Левобережный и Центральный (кроме района СХИ) 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.

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 мониторинга.

Создание экологического благополучия – важнейшая задача на сегодняшний день. Решение проблемы может быть достигнуто только путем применения комплекса мероприятий, где будут учтены все возможные особенности, характерные для данной территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доклад о природоохранной деятельности городского округа город Воронеж в 2015 году // Управление экологии администрации городского округа город Воронеж. – Воронеж, 2016. – 46 с.
2. Родионова О.М. Медико-биологические основы безопасности. Охрана труда: учебник для прикладного бакалавриата / О.М. Родионова, Д.А. Семенов. – М.: Издательство Юрайт, 2015. – 441 с.
3. 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.

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТА В ИНФРАСТРУКТУРНОМ КОМПЛЕКСЕ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА (ГОРОД ВОРОНЕЖ)

Н.В. Яковенко

Возможности развития любой территории, в том числе и городской, и непосредственно крупного промышленного центра, определяются комплексом региональных условий и факторов, стимулирующих либо сдерживающих экономический рост и детерминирующих интеграцию региона во всероссийское экономическое пространство.

Города развиваются вследствие воздействия множества факторов: экономических, геополитических, социальных. Урбанисты постоянно задаются вопросом, как привести их в оптимальное взаимодействие, чтобы городская среда изначально была комфортной, функциональной и требовала минимального вмешательства [5, 6].

Базовой отраслью инфраструктуры крупного промышленного центра, от эффективной деятельности которой зависит бесперебойность работы и взаимодействие всех отраслей хозяйственного комплекса, является транспорт.

Транспорт является неотъемлемым атрибутом городской среды, связующим элементом отдельных городских территорий и во многом определяет качество среды обитания. Эта отрасль должна развиваться, но она не должна доминировать над функциями города, который является местом проживания человека, а также над культурным, социальным, производственным и торговым измерением города.

Система транспорта включает в себя взаимодополняющие компоненты и состоит как из индивидуальных способов передвижения (пешком, на велосипеде, автомобиле), так и массового общественного транспорта (метро, трамвай, троллейбус, автобус), а также такси [1].

И.М. Маергойзом была определена важная особенность инфраструктуры «как общефондовой базы территории страны или района – обслуживание нужд производства и населения. Инфраструктура имеет не только системный характер, но и играет известную системообразующую роль для всего хозяйства, функционирует как единое целое в соответствии с территориальным разделением труда на всех территориальных уровнях и в том числе на общегосударствен-

ном, взаимодействуя на каждом из них со всеми остальными сферами и отраслями народного хозяйства» [3].

Как считает И.М. Маергойз, транспорт вместе с энергетикой и водным хозяйством выступает «костяком инфраструктуры», функционирующий как интегрированное и единое целое на всех территориальных уровнях и взаимодействует со всеми остальными сферами и отраслями народного хозяйства на каждом из них [2].

Цель функционирования транспортной системы города, которая представляет природно-техническую систему, состоит в повышении качества жизни на территории, где она функционирует. Целевой показатель функционирования транспортной системы города – время.

Так как транспорт по отношению к другим отраслям инфраструктуры носит магистральный характер, то следует отметить его основные пространственные функции: «размещенческие», дифференцирующие, коммуникационные, интегрирующие, процессуальные, морфологические и управленческие.

Рассматривая особенности развития транспортной инфраструктуры г. Воронежа можно отметить следующие черты. Протяженность автомобильных дорог городского округа город Воронеж составляет 1454,38 км (с твёрдым покрытием – 1088,35 км, из них с усовершенствованным – 923,91 км). Несоответствие автомобильных дорог общего пользования местного значения уровню автомобилизации и спросу на автомобильные перевозки приводит к существенному росту расходов бюджетных средств на ремонт автомобильных дорог, снижению скорости движения, продолжительным простоям транспортных средств, повышению уровня аварийности.

Правильно организованная, разветвленная улично-дорожная сеть является важнейшей частью городской инфраструктуры, обеспечивает безопасные условия движения автотранспорта и пешеходов, удобный подъезд к объектам жизнеобеспечения городского округа, создает комфортные условия для проживания жителей городского округа.

Дворовые территории и межквартальные проезды являются составляющей частью транспортной системы городского округа. И от того, насколько высок уровень транспортно-эксплуатационного состояния дворовых территорий многоквартирных домов и проездов к ним, во многом зависит и качество жизни населения. В настоящее время асфальтобетонное покрытие дворовых территорий и проездов к ним имеет высокую степень износа и требует ремонта.

Серьёзные проблемы существуют в сфере городского пассажирского транспорта:

- высокий износ подвижного состава;
- незначительный удельный вес муниципального транспорта в общем объёме перевозок, его низкая конкурентоспособность;
- недостаточное бюджетное финансирование пассажирского транспорта на приобретение подвижного состава;
- отсутствие бюджетных дотаций транспортным предприятиям по обслуживанию социально-значимых маршрутов (ул. Солнечная, ул. 45 Стрелковой дивизии, мкр. Фрунзе, мкр. Краснотесный и другие);
- монопольное положение на рынке транспортных услуг частных перевозчиков;
- высокий удельный вес в составе парка частных перевозчиков автобусов малого и особо малого класса;
- повышенный уровень аварийности из-за изношенности подвижного состава и низкого профессионального уровня водителей;
- рост отрицательного влияния пассажирского автотранспорта на экологическую ситуацию в связи с использованием на маршрутах подвижного состава со значительным износом;
- отсутствие новых конечных разворотных площадок, необходимость расширения и приведения в соответствие нормативным требованиям действующих конечных остановок.

Данные факторы приводят к отсутствию стабильности в сфере транспортного обслуживания населения. Общественный транспорт не только не выступает привлекательной альтернативой личному автомобилю, но и не выполняет базовую функцию поддержания транспортного единства городского округа. Техническое состояние и уровень комфорта городского пассажирского транспорта преимущественно не отвечают современным требованиям.

В настоящее время развитие транспортной системы городского округа становится необходимым условием для реализации Стратегического плана социально-экономического развития городского округа город Воронеж на период до 2020 г., утверждённого решением Воронежской городской Думы от 14.07.2010 г. № 147-III, улучшения качества жизни и состояния среды обитания населения.

Комплексный подход к развитию транспортной системы предполагает реализацию мероприятий инвестиционного и текущего характера, повышение эффективности расходования бюджетных

средств, обоснование скоординированных и согласованных действий администрации города в этом аспекте.

Для совершенствования транспортной инфраструктуры планируется реализация следующих мероприятий:

- реконструкция транспортной развязки на пересечении Ленинского проспекта и ул. Остужева;
- реконструкция транспортной развязки на пересечении ул. Антонова-Овсеенко – ул. 9 Января – ул. Героев Сибириков;
- строительство автомобильной дороги по ул. Землячки;
- строительство автомобильной дороги по ул. Тимирязева (Березовая Роща);
- ремонт ул. Ломоносова (от Московского проспекта до ул. Тимирязева);
- выполнение ремонта улично-дорожной сети;
- капитальный ремонт путепроводов через железнодорожные пути на участке Воронеж-1 – Отрожка ЮВЖД по ул. Ленина и ул. 9 Января;
- реконструкция ул. Шишкова (от Московского пр-та до ул. 45 стрелковой дивизии) с устройством съездов: от ул. Шишкова до жилого массива «Олимпийский 18» и от ул. Шишкова до жилого массива «Олимпийский 1»;
- реконструкция транспортной развязки на пересечении ул. Антонова-Овсеенко – Московский проспект;
- капитальный ремонт автомобильной дороги по ул. Беговой;
- строительство ливневой канализации по ул. Калачеевской;
- реконструкция ул. Солнечной;
- реконструкция ул. 60 Армии;
- строительство участка ул. 60 Армии от ул. Владимира Невского до ул. Антонова-Овсеенко;
- реконструкция ул. Краснознаменной и ул. Острогожской;
- реконструкция ул. Шишкова (ул. 45 стрелковой дивизии – пр-кт Труда);
- реконструкция ул. Урицкого на участке от пр-та Труда до ул. Ленина;
- реконструкция ул. Транспортной с перспективой строительства участка с выходом на ул. Хользунова в районе ул. Шишкова;

- реконструкция ул. Матросова;
- реконструкция ул. Урывского от путепровода в двух уровнях через автодорогу М-4 «Дон» до ул. Остужева;
- строительство автодороги от ул. Урывского: до ул. Димитрова (через ул. Рижскую); до автодороги между ул. Димитрова и ул. Остужева по ул. Тверской;
- строительство автодороги от транспортной развязки на пересечении Московского проспекта с ул. Антонова-Овсеенко с выходом на ул. Ломоносова и левобережную часть водохранилища;
- строительство Южного моста через Воронежское водохранилище и подходов к нему;
- строительство моста «Северный-2» через Воронежское водохранилище и подходов к нему [4].

Это позволит обеспечить сбалансированное развитие транспортной системы городского округа город Воронеж, повысить уровень безопасности дорожного движения и удовлетворить возрастающий спрос на транспортные услуги. Таким образом, рассматривая транспорт как основу социальной инфраструктуры крупного промышленного центра, необходимо принимать во внимание одновременное обслуживание им производства, отраслей опосредованно связанных с производством, обеспечение жизнедеятельности населения и создание базовых условий функционирования всего инфраструктурного комплекса, что делает развитие транспорта приоритетным направлением работы региональных органов власти.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голиков Н.Ф. География инфраструктуры / Н.Ф. Голиков. - Киев, 1984. – 124 с.
2. Маергойз И.М. Территориальная структура хозяйства / И.М. Маергойз; отв. ред. М.К. Бандман. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1986. – 300 с.
3. Маергойз И.М. Методика мелкомасштабных экономико-географических исследований / И.М. Маергойз. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. – 137 с.
4. Паспорт муниципальной программы городского округа город Воронеж «Развитие транспортной системы». Постановление администрации городского округа город Воронеж от 30.06.2017 № 353.

5. Яковенко Н.В. Модель устойчивого развития и социально-экономический мониторинг города / Н.В. Яковенко // Проблемы региональной экологии. – 2010. – № 3. – С. 118–126.

6. Yakovenko N.V. Regional socio-economic-geographical systems: approaches to the definition / N.V. Yakovenko, I.V. Komov // Научный результат. Серия: Технология бизнеса и сервиса. – 2016. – Т. 2. – № 1 (7). – С. 16-23.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ИЗ ИСТОЧНИКОВ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА ВОРОНЕЖА

Т.И. Прожорина, Т.В. Нагих

Интенсивное развитие промышленности во многих развитых странах мира, которое наблюдалось в последние десятилетия, укрупнение городов, интенсификация сельского хозяйства и его химизация, увеличение выбросов тепла промышленными и энергетическими предприятиями – все это привело к значительному загрязнению водных ресурсов, к дефициту пресных вод. Пресная вода составляет лишь 2,7% от мировых запасов воды. За последние 40 лет ее количество на каждого в мире уменьшилось на 60%. В течение последних 25 лет предполагается дальнейшее уменьшение еще в 2 раза.

Анализ современной эколого-гигиенической обстановки в Российской Федерации свидетельствует о серьезных проблемах в области безопасности питьевого водопользования. Это связано, прежде всего, с возросшим антропогенным загрязнением поверхностных водоемов, дефицитом водных ресурсов питьевого качества, недостаточной эффективностью и надежностью работы водопроводных сооружений, включая водопроводную сеть [8].

Общеизвестно, что качество питьевой воды во многих регионах Российской Федерации не соответствует требованиям гигиенических нормативов (СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения. Контроль качества») [9]. В настоящее время примерно каждая восьмая из исследованных проб питьевой воды из централизованных систем водоснабжения не отвечает требованиям по бактериологическим показателям и каждая пятая проба - по хими-

ческим показателям. Поэтому важными водоохранными мероприятиями являются постоянный мониторинг и жесткий контроль за качеством питьевых вод.

В этой связи своевременны и необходимы региональные гидрохимические исследования по оценке качества питьевой воды в крупных промышленных городах. Эти вопросы особенно актуальны в Воронежской области, где около 30 % источников водоснабжения не соответствуют экологическим требованиям, что вызывает определенный риск для здоровья населения региона.

Сложное положение с этим вопросом сложилось и в г. Воронеже. Питьевое водоснабжение города базируется преимущественно на использовании подземных вод неоген-четвертичного и верхнедевонского водоносных горизонтов, которые имеют наибольшие прогнозные эксплуатационные ресурсы. Однако систематизация многолетних данных по химическому составу неоген-четвертичного водоносного горизонта показала, что ведущими загрязняющими элементами являются: $\text{Fe}_{\text{общ}}$, Mn^{2+} , соединения группы азота (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-), относящиеся к 3 классу опасности [4]. Источниками поступления железа и марганца являются заболоченные массивы верховья водохранилища, а также сточные и ливневые сбросы очистных сооружений предприятий, расположенных вблизи водохранилища. Источниками соединений азота являются инфильтраты не-санкционированных свалок, отходов, полигонов ТБО, аварийные сбросы канализационных вод.

В г. Воронеже централизованным хозяйственно-питьевым водоснабжением охвачено 98% населения. Источником водоснабжения города являются подземные воды, подаваемые в водопроводную сеть города водозаборными скважинами. Суммарная мощность городских водозаборов составляет 522 тыс. $\text{м}^3/\text{сутки}$.

Подача воды в систему водоснабжения города производится 8-ю водозаборами (271 артезианская скважина) ООО «РВК-Воронеж», а также водозаборами микрорайонов Масловка (3 скважины) ООО «ЛОС»; Шилов (5 скважин) МУП «ЖКХ Шилов», Подгорное (3 скважины) ООО «Водоканал-Подгорное-1». Водоснабжение населения города питьевой водой обеспечивают 4 водопровода (ООО «РВК-Воронеж», ООО «ЛОС», МУП «ЖКХ Шилов», ООО «Водоканал-Подгорное-1») [2,3].

Существующая в городе система водоснабжения связывает все микрорайоны города и все 9 водоподъемных станций (ВПС) в одно целое. Общее количество скважин – 271, их проектная мощность – 540 тыс. м^3 в сутки, фактическая – 522 тыс. м^3 в сутки. Годовое количество подаваемой воды составляет около 180 млн. м^3 .

Поскольку уровень техногенной нагрузки на территории города очень велик, то ООО «РВК-Воронеж» отбирает и проводит химический анализ подземной воды на ВПС по 23 показателям. Данные анализов подтверждают, что вода по многим ингредиентам не соответствует ГОСТу. Превышения ПДК обнаруживаются на всех ВПС.

После очистки вода поступает в накопительный резервуар, откуда насосами подается в водопроводную сеть. Эта вода соответствует нормам по санитарно-эпидемиологическим показателям, но не удовлетворяет органолептическим и гигиеническим нормам. Содержание железа в среднем по городу составляет 0,4-0,8 мг/л (при норме 0,3 мг/л), содержание марганца превышает ПДК от 3,3 до 8,2 раз. Имеются превышения по общей жесткости, запаху, цветности, мутности [2].

Низкое качество питьевой воды г. Воронежа связано с многими причинами.

1. Факторы природного характера. Известно, что неоген-четвертичный водоносный горизонт - основной питающий горизонт водозаборной сети Воронежского городского округа - отличается повышенным содержанием железа и марганца.

2. Высокая изношенность водопроводов и разводящих сетей, приводящая к вторичному загрязнению питьевой воды. По данным ООО «РВК-Воронеж» уровень износа водопроводных сетей в г. Воронеже составляет 70%.

3. Гидравлическая связь загрязненных промышленными и ливневыми стоками вод Воронежского водохранилища с питьевыми водами неоген-четвертичного горизонта. По данным наблюдений Воронежского филиала ФГУ «СИАК по ЦР» к основным загрязняющим веществам, поступающим в водохранилище, относятся: нефтепродукты, тяжелые металлы, азот аммонийный, фосфаты, которые могут проникать в питьевой горизонт.

4. Неудовлетворительная работа очистных сооружений. Городские канализационные системы, рассчитанные на 15-20 лет эксплуатации, работают по 30-40 лет и требуют реконструкции. Фактическая мощность очистных станций недостаточна, т.к. численность населения города и объемы промышленности постоянно растут, а объемы сточных вод ежегодно увеличиваются, поэтому станции перегружены.

5. Традиционно используемые технологии обработки устарели и недостаточно эффективны. Обеззараживание питьевой воды на водоподъемных станциях города производится хлором и его соединениями, при этом другие методы дезинфекции не применяются,

что не оправдано, учитывая токсичное действие хлорорганических соединений.

6. Проблема санитарной надежности водоподготовки. Станции водоподготовки испытывают дефицит химических реагентов, приборов контроля и автоматики.

7. Неэффективное использование технических водозаборов, связанное с забором пресной питьевой воды на промышленные нужды из городского водопровода.

Главное назначение Воронежского водохранилища – надежное и полное обеспечение водой промышленности и коммунального хозяйства города Воронежа. С его помощью должны решаться вопросы речного транспорта, а также вопросы, связанные с архитектурой и благоустройством города, с его питьевой проблемой. Однако, в ходе эксплуатации, отдельные разработки по проекту не были реализованы. Так, проектная мощность водозабора предприятиями – 1212,4 тыс. м³ не была достигнута. Построенные водозаборы на технические цели промышленных предприятий левобережной части города в 1995 г. эксплуатировались только на 12-20 %, а 22 предприятия вообще не были подключены к водозаборам, они использовали воду из городского водопровода.

8. Отсутствие или ненадлежащее состояние зон санитарной охраны водоисточников.

9. Недостаток специализированных санитарно-технических служб.

10. Отсутствие плановых капитальных ремонтов.

11. Проведение производственного контроля в сокращенном объеме и т.д.

Несмотря на то, что в г. Воронеже осуществляется программа «Комплексное развитие систем коммунальной инфраструктуры городского округа город Воронеж на период 2010 - 2020 годов» и проводятся различные водоохранные мероприятия, качество питьевой воды нуждается в постоянном мониторинге и контроле.

Цель работы заключалась в оценке качества питьевой воды, отобранной из источников централизованного водоснабжения г. Воронежа, по результатам анализа приоритетных показателей химического состава воды.

22.06.2017 г. в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05.-85 авторами работы было отобрано 18 разовых проб водопроводной воды в жилых домах шести административных районов города (по три пробы в каждом районе). Характеристика точек отбора проб воды приведена в таблице 1.

Таблица 1

Точки отбора проб водопроводной воды в г. Воронеже

Административный район г. Воронежа	№ пробы	Место отбора пробы
Железнодорожный район	1	ул. Б. Хмельницкого д. 54Б
	2	ул. Электровозная д.8
	3	ул. Калининградская д.108
Левобережный район	4	ул. Путилина д.10А
	5	ул. Клинская д.3
	6	ул. Писарева д.13А
Центральный район	7	ул. Советская д.2
	8	ул. Орджоникидзе д.36
	9	ул. Мира д.3
Ленинский район	10	ул. Моисеева д.51
	11	ул. Черняховского д.4
	12	ул. Красноармейская д.27
Советский район	13	ул. Краснозвездная д.40
	14	ул. Перогова д.79
	15	ул. Мологвардейцев д.16
Коминтерновский район	16	ул. Антонова – Овсенко д.22
	17	ул. Хользунова д.114
	18	ул. Бульвар Победы д.41А

Химический анализ приоритетных загрязнителей исследуемых проб воды проводился в аттестованной эколого-аналитической лаборатории факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского госуниверситета с применением следующих методов анализа: титриметрический (общая жесткость); потенциометрический (рН); кондуктометрический (общая минерализация); фотоколориметрический (общее железо и цветность); вольтамперометрический (марганец) [11].

Результаты химического анализа проб воды приведены в таблице 2.

Первым этапом оценки качества воды является проведение *органолептических исследований*, к которым относится визуальная оценка интенсивности цветности воды, прозрачности, характера и интенсивности запаха, характера и количества осадка [10].

Результаты показали, что органолептический показатель цветности в одной из трех проб воды в Железнодорожном и Коминтерновском районах (пробы №1,17) имеет повышенную цветность 30 и 25 град. соответственно при норме не более 20 град. [9].

Таблица 2
Показатели химического анализа проб воды из разводящей сети г. Воронежа (22.06. 2017 г.)

Показатели	Точки отбора проб																	
	Железнодорожный район			Левобережный район			Центральный район			Ленинский район			Советский район			Коминтерновский район		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Цветность, град. (норма 20 град)	30	15	10	10	10	10	15	10	10	10	15	5	15	5	20	15	25	20
pH (норматив=6-9)	6,1	6,1	5,7	5,7	5,7	5,9	5,7	6,0	5,6	5,8	6,1	6,2	5,7	6,1	6,0	6,1	5,7	5,9
Общая жесткость, ммоль/л (ПДК <7 ммоль/л)	5,0	4,9	4,7	6,1 жесткая	5,5	5,3	5,5	5,3	5,4	5,1	5,1	5,3	5,1	5,1	5,1	5,1	5,6	5,6
Общая минерализация, мг/л (ПДК <1000мг/л)	405	408	396	503	437	416	432	426	414	381	374	393	390	364	366	367	365	361
Железо общее, мг/л (ПДК<0,3мг/л)	0,3	0,1	0,1	0,3	0,15	0,27	0,21	0,18	0,23	0,25	0,23	0,15	0,2	0,18	0,3	0,25	0,5	0,22
Марганец, мг/л (ПДК <0,1мг/л)	0,8* 10 ⁻²	0,2* 10 ⁻²	4,7* 10 ⁻²	0	0	0	0,1* 10 ⁻²	0,8* 10 ⁻³	0	0,3* 10 ⁻³	0	0,5* 10 ⁻³	0	0,3* 10 ⁻³	0,9* 10 ⁻³	0	0	0

Органолептические показатели нормируются для вод хозяйственно-питьевого назначения, поэтому их повышенные значения могут косвенно свидетельствовать о загрязнении вод.

Второй этап – это определение *санитарно-химических показателей*. Результаты анализа химического состава воды позволили сделать следующие выводы.

1. Результаты анализа pH проб питьевой воды. Организм балансирует pH внутренних жидкостей, поддерживая значения на определенном уровне. *Кисотно-щелочной баланс организма - это определенное соотношение кислот и щелочей в нем, способствующее его нормальному функционированию.* Кисотно-щелочной баланс зависит от сохранения относительно постоянных пропорций между межклеточными и внутриклеточными водами в тканях организма. Если кислотно-щелочное равновесие жидкостей в организме не будет поддерживаться постоянно, нормальное функционирование и сохранение жизни окажутся невозможными.

Оптимальный pH питьевой воды находится в диапазоне от 7,0 до 8,0. По данным японских исследователей питьевая вода с pH выше 6,5-7,0 увеличивает показатели продолжительности жизни населения на 20-30%.

Кислая среда в организме провоцирует множество болезней и способствует жизнедеятельности паразитов. Паразиты предпочитают кислую среду обитания, и именно в кислотной среде они проявляют себя наиболее патогенно. Кислую среду создают психические и физические перегрузки, мясная пища, и пища, прошедшая глубокую термическую и иную технологическую обработку, уменьшающую содержание в ней полезных веществ. Эти же источники закисления наполняют организм свободными радикалами, которые перегружают иммунную систему [7].

Результаты исследований показали, что из 18 отобранных проб питьевой водопроводной воды в 10 пробах наблюдаются пониженные значения величины pH, находящихся в диапазоне от 5,6 до 5,9.

2. Результаты анализа общей жесткости воды. В соответствии с классификацией природных вод по общей жесткости, приведенной в таблице 8, все исследуемые пробы воды характеризуются как «умеренно-жесткие» [5]. Исключение составляет проба №4, отобранная в Левобережном районе, величина общей жесткости которой 6,1 ммоль/л, т.е. она относится к категории «жесткая».

Классификация природных вод по жесткости

Характеристика воды	Величина жесткости, ммоль/л
очень мягкая	до 1,5
мягкая	1,5 до 3,0
умеренно-жесткая	3,0 до 6,0
жесткая	6,0 до 9,0
очень жесткая	более 9,0

3. Результаты анализа общей минерализации воды. Пресной считается вода, имеющая общее солесодержание, или минерализацию, не более 1000 мг/л. Среди пресных вод, в зависимости от величины солесодержания, выделяют воды: ультрапресные (менее 100 мг/л); маломинерализованные (100-200 мг/л); среднеминерализованные (200-500 мг/л); повышенной минерализации (500-1000 мг/л). Однако, еще во времена СССР имелись рекомендации ВОЗ, по которым для питьевой воды солесодержание не должно превышать 500 мг/л [1].

Результаты анализа показали, что во всех районах города питьевая вода относится к среднеминерализованной, а одна из проб Левобережного района (проба №4) – имеет повышенную минерализацию (503 мг/л).

4. Результаты анализа общего железа воды. При значении $pH=6-9$, характерных для систем питьевой воды, соли двухвалентного железа нестабильны и выпадают в осадок в виде нерастворимого гидроксида железа, который оседает в виде налета ржавого цвета. Такая вода часто неприятна на вкус и окрашивает белье и водопроводную арматуру. Железо, оседающее в распределительной системе, постепенно снижает ток воды; оно также ускоряет рост железобактерий. Эти микроорганизмы получают энергию при окислении двухвалентного железа в трехвалентное, и в ходе этого процесса откладывается ил, покрывающий трубопроводы.

Вышеуказанные проблемы обычно возникают, особенно в распределительных системах, при концентрациях железа, приближающихся к 0,3 мг/л; поэтому необходимо поддерживать концентрации ниже этой величины.

Результаты исследований показали, что из 18 отобранных проб питьевой водопроводной воды в одной из проб Железнодорожного (проба №1), Левобережного (проба №4), Советского (проба

№15) и Коминтерновского (проба №17) районов содержание железа превышает норму от 1,0 до 1,7 раза.

Однако, следует отметить, что содержание марганца во всех исследуемых пробах воды находится в пределах нормы (менее 0,1 мг/л).

Третий этап – *микробиологический анализ*, характеризующий эпидемиологическую безопасность воды. В наших исследованиях мы не определяли санитарно-микробиологические показатели.

Однако, комплексная оценка качества вод проводится по показателям химического и микробиологического анализов.

Результаты химического анализа исследуемых проб воды из централизованных источников водоснабжения г. Воронежа показали, что качество питьевой воды не соответствует требуемым нормам, так как в некоторых пробах имеются превышения ПДК для вод хозяйственно-питьевого назначения по цветности, общей жесткости, минерализации и общему железу.

Таким образом, для подачи населению качественной питьевой воды необходимы коренные преобразования в системе централизованного водоснабжения г. Воронежа [6]. Для решения этой проблемы нужны большие капиталовложения, которых в настоящее время нет. Поэтому необходимо продолжить мониторинг и контроль за качеством питьевого водоснабжения, а населению города нужно пользоваться фильтрами для доочистки питьевой воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гальцова В.В. Практикум по водной экологии и мониторингу состояния водных экосистем. / В.В. Гальцова, В.В. Дмитриев. – СПб., 2007. – 170 с.

2. Доклад о государственном надзоре за использованием природных ресурсов и состоянием окружающей среды Воронежской области в 2015 году / Управление Росприроднадзора по Воронежской области. – Воронеж: ОАО «Воронежская областная типография», 2016. – 146с.

3. Интегральная экологическая оценка состояния городской среды / С.А. Куролап, О.В. Клепиков, П.М. Виноградов, Т.И. Прожорина и др. – Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2015. – 232 с.

4. Карякин А.Ф. Эколого-гидрогеохимическая характеристика подземных вод территории г. Воронежа / А.Ф. Карякин // Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы : Мат-

лы II международ. науч.-практ. конф. (г. Воронеж, 4-6 октября 2011г.) – Воронеж, 2011. – С. 81-83.

5. Никаноров А.М. Гидрохимия: учебник / А.М. Никаноров. – СПб. : Гидрометеиздат, 2001. – 444 с.

6. Новиков Ю.В. Оптимизация водопользования населения города Воронежа / Ю.В. Новиков, А.В. Тулакин, М.М. Сайфутдинов // Гигиена и санитария. – 2001. – №3. – С. 41-44.

7. Питьевая вода. – URL: <http://water.64z.ru/pH.php> (дата обращения 25.01.2017г)

8. Пупырев Е.В. Централизованное водоснабжение в России / Е.В. Пупырев, О.А. Примин // Коммунальный комплекс России. – 2007. – № 1(31). – С. 4-10.

9. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды. Контроль качества.» СанПиН 2.1.4.1074-01. – М., Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. – 103 с.

10. Стёпкин Ю.И. Санитарно-гигиеническая оценка качества питьевого водоснабжения / Ю.И. Стёпкин, Н.А. Борисов, В.И. Денисенко // Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы: Мат-лы II международ. науч.-практ. конф. (г. Воронеж, 4-6 октября 2011г.) – Воронеж, 2011. – С. 100-102.

11. Эколого-аналитические методы исследования окружающей среды: учеб. пособие / Т.И. Прожорина, Н.В. Каверина, А.Н. Никольская и др. – Воронеж : Изд-во «Истоки», 2010. – 304 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ РОДНИКОВ ГОРОДА ВОРОНЕЖА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

Т.И. Прожорина, Т.В. Нагих

Родники представляют собой естественные выходы подземных вод на поверхность и являются важным компонентом природной среды и географической обстановки. Однако научные основы формирования, антропогенного преобразования и использования этих источников ещё до конца не разработаны. Это является актуальной проблемой современной физической географии и геоэкологии, что определяет значимость и необходимость их исследования.

Проблема чистой воды в Воронежской области и г. Воронеже является, пожалуй, наиболее актуальной. Возрастает техногенная нагрузка на природную среду, загрязняются питьевые водоносные горизонты. Поэтому доверие к водопроводной воде недостаточно высокое. Население области все больше обращается к родникам, воды которых используются населением в питьевых, лечебных и рекреационных целях. Но в настоящее время под влиянием техногенеза режим источников и качество воды в них стали изменяться. Поэтому важной задачей является разработка рекомендаций по охране, восстановлению и использованию родников. Данная проблематика актуальна как в глобальном, так и в региональном аспекте.

По статистическим данным областного комитета по охране окружающей среды, в Воронежской области на 01.01.1994 г. насчитывалось 1288 учтенных родников, в том числе 768 обустроенных родников (60%). Через два года (1996 г.) их уменьшилось до 755 при общем количестве источников 1217; процент же обустроенных источников повысился до 62 %. Из них чаще всего встречались нисходящие (безнапорные) родники. Они связаны со вскрытием водоносных горизонтов эрозионной сетью — речными долинами и овражно-балочными системами [3, 7].

В настоящее время по данным Управления федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области на 01.01.2016 г. на территории Воронежской области расположено 53 родника, из них 40 находятся в сельской местности. В пределах города Воронежа насчитывается 17 родников [2].

В действительности по природным потенциальным возможностям всех родников должно быть в полтора раза больше, чем отмечено выше. Приведенные цифры отражают лишь количество источников на заданный отрезок времени. Но при благоприятных условиях они, как и любой живой организм, могут заново нарождаться, а при негативных (сухость климата, неотектоника, антропогенный фактор) - отмирать. Следовательно, общее число родников области связано, прежде всего, с фактором времени. Кроме того, большую роль в этом процессе играет уровень активности природоохранных органов, любителей природы в поисках и оборудовании источников [8].

С целью мониторинга качества воды в родниках Управлением Роспотребнадзора по Воронежской области ежегодно организуется отбор проб и лабораторные исследования питьевой воды из нецентрализованных источников водоснабжения на соответствие требованиям СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качест-

ву воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников» по санитарно–химическим и микробиологическим показателям.

По результатам лабораторных исследований, проведённых в январе 2015 года все пробы воды родников области отвечали требованиям гигиенических нормативов по микробиологическим показателям. По санитарно-химическим показателям не соответствовало требованиям гигиенических нормативов 8 проб (16%). В основном это связано с превышением гигиенических нормативов по общей минерализации, жесткости, содержанию нитратов [2].

В связи с тем, что население города Воронежа и Воронежской области активно использует родниковую воду в питьевых целях, считая ее чистой и обладающей лечебными свойствами, необходимо постоянно вести мониторинг и контроль качества воды источников и доводить информацию до сведения граждан.

Цель работы заключается в оценке экологического состояния родников города Воронежа и его окрестностей по результатам инвентаризации родников и химическому составу воды.

Настоящая научно-исследовательская работа состояла из двух этапов:

- 1) проведение инвентаризация родников, т.е. описание их экологического состояния;
- 2) оценка качества родниковой воды по результатам химического анализа отобранных разовых проб.

Работа проводилась в осенний период 2016-2017гг. на базе аттестованной эколого-аналитической лаборатории факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета.

В качестве объектов исследования были выбраны 17 родников, расположенных в пределах г. Воронежа и его окрестностей, местонахождение изучаемых источников представлено на рисунке 1.

Первый этап работы заключался в проведении инвентаризация родников г. Воронежа и его окрестностей.

В 2001 году под руководством сотрудников Воронежского государственного университета М.Н. Бугреевой, В.Л. Бочарова и С.А. Шатохиной была проведена инвентаризация родников г. Воронежа и его окрестностей, по результатам которой был подготовлен и опубликован «Каталог родников города Воронежа». В то время (в 2001 г.) в пределах города Воронежа насчитывалось порядка 17 родников: на ул. С. Перовской – «Митрофановский», в парке «Динамо», два родника в дачном поселке «Рыбачий», возле санатория им. М. Горького, на

территории санатория – «Ржавчик», в п. «Тепличный» 2 родника, за Северным мостом – родник «Березовая роща», в южной части города – п. «Шилово» и др.

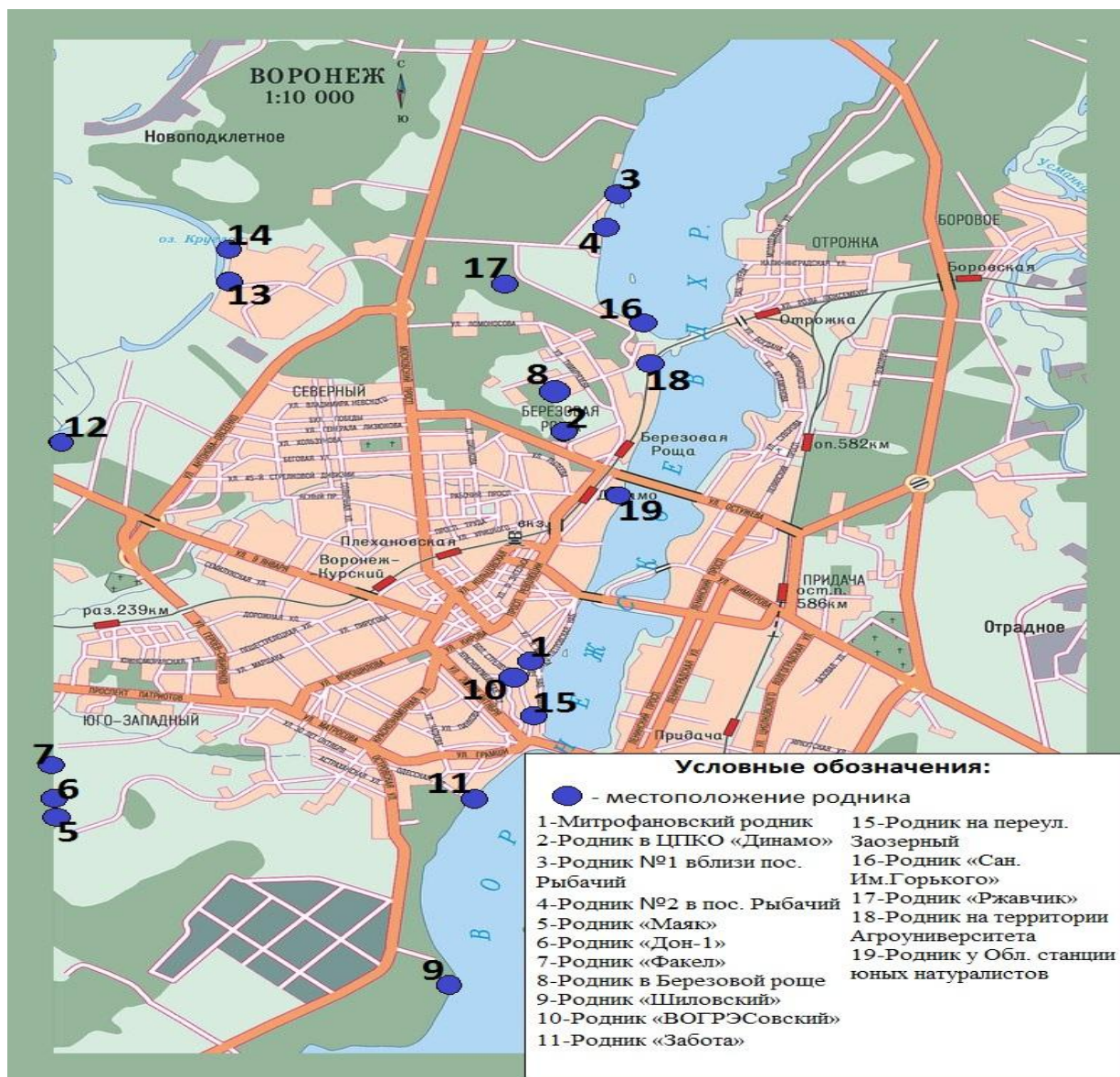


Рис.1. Картосхема местонахождения родников в пределах г. Воронежа и его окрестностей

Так как городские и сельские жители активно пользуются родниковой водой для питьевых целей, то Управлением Роспотребнадзора по Воронежской области ежегодно организуется отбор проб и лабораторные исследования родниковой воды по санитарно-химическим и микробиологическим показателям. Однако, уже в течение 15 лет (с 2001 по 2016 годы) инвентаризацию родников никто не проводил. Поэтому авторы работы самостоятельно провели инвентаризацию всех родников г. Воронежа и его окрестностей, по ре-

зультатам которой уточнили истинное количество действующих или исчезнувших родников по состоянию на октябрь 2017г.

Важным фактором, оказывающим влияние на качество родниковой воды, является степень благоустройства зон рекреации. Поэтому за основные критерии оценки были выбраны: обустроенность родника; использование населением родниковой воды в питьевых целях.

Результаты инвентаризации родников позволили сформулировать следующие выводы.

1. Хорошо и красиво обустроенных родников в г. Воронеже и его окрестностях не так много. Большинство источников нуждается в помощи. Нередко они замусорены, затянuty илом, место выхода родника не обозначено, архитектурное оформление отсутствует. Некоторые родники исчезли совсем.

2. *Наилучшая обустроенность* отмечается для тех родников, которые наиболее активно посещаются населением города. К ним относятся: Митрофановский возле ВГУ; родник «Центральный» в парке «Динамо»; родник №2 в пос. Рыбачий; родники «Маяк» и «Дон-1» в пос. Тепличный; родник «Святого Тихона Чудотворца» в с. Подгорное; родник возле санатория им. М. Горького (рис.2).

3. *Плохо обустроенные родники*, требующие особого внимания: родник №1 в пос. Рыбачий; родник «Факел» в пос. Тепличный; родник «Ржавчик»; родник «Березовая роща»; родник «Шиловский»; родник «Вогрессовский», родник «Забота»; родник в районе кладбища «Лесное»; родник «Подгоренский» в с. Подгорное; родник севернее моста «ВОГРЭС» (рис.3).

4. Интенсификация хозяйственной деятельности и особенно строительство в местах выхода источников негативно сказываются на их состоянии вплоть до исчезновения. Так, например, авторы не смогли обнаружить следующие родники:

- родник у областной станции юных натуралистов;
- родник Агроуниверситета;
- родник «Дачник» (в 10 км к югу от моста ВОГРЭС);
- родник «Подклетненский» в с. Подклетное.

На месте предполагаемого выхода исчезнувших родников в настоящее время либо находится канавка, заросшая сорной растительностью, либо рядом ведется активное строительство жилых домов. **Второй этап** исследований заключался в оценке качества родниковых вод.



Родник «Митрофановский»



Родник в ЦПКО «Динамо»



Родник №2 в поселке Рыбачий



Родник «Маяк» в поселке Тепличный



Родник «Святого
Тихона Чудотворца»



Родник у санатория им. М. Горького

Рис.2. Хорошо обустроенные родники (фото 2017 г.)



Родник №1 в поселке Рыбачий



Родник «Факел» в в поселке Тепличный



Родник «Шиловский»



Родник «ВОГРЭСовский»



Родник «Подгоренский»



Родник у кладбища «Лесное»

Рис.3. Плохо обустроенные родники (фото 2017 г.)

В целях контроля за экологическим состоянием родника очень важно изучить естественный химический состав воды. Для этого проводятся анализы на содержание в воде (мг/л) углекислого газа,

хлоридов ($\text{ПДК} \leq 350 \text{ мг/л}$), сульфатов SO_4^{2-} ($\text{ПДК} \leq 500 \text{ мг/л}$), железа общего ($\text{ПДК} \leq 0,3 \text{ мг/л}$). Определяются токсичные ингредиенты (мг/л) - нитраты NO_3^- ($\text{ПДК} \leq 45 \text{ мг/л}$), азот аммонийный NH_4^+ ($\text{ПДК} \leq 9,1 \text{ мг/л}$), нитриты NO_2^- ($\text{ПДК} \leq 3,3 \text{ мг/л}$). ПДК определены в соответствии с СанПиН — 2.1.4.1175-02 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: санитарные правила и нормы» [5]. Кроме того, устанавливается содержание в воде (в мг/л) кальция, магния, водородного показателя ($\text{pH}=6,5-8,5$), общей жесткости ($\text{ПДК} \leq 7 \text{ мг-экв/л}$).

В исследуемых пробах воды непосредственно у места отбора были замерены: температура воды, величина pH и минерализация с помощью портативного оборудования (pH -метр и TDS-метр). Очень важна температура воды, так как она в определенной степени характеризует глубину водоносного горизонта, из которого зародился родник.

Затем пробы доставлялись в лабораторию и непосредственно в день отбора, был выполнен анализ на определение основных компонентов химического состава воды. Для этого применялись следующие методы анализа: титриметрический (общая жесткость); потенциометрический (pH); кондуктометрический (минерализация); колориметрический (нитраты, железо общее) [9].

На основании результатов химического анализа проб воды были сделаны выводы об экологическом состоянии родников и качестве воды в них.

1. Из 17 родников, отобранных в качестве объектов исследования, по санитарно-химическим показателям *наилучшим качеством* обладают воды 9 родников: пос. Рыбачий - родники №1 и №2; пос. Тепличный - родники «Маяк» и «Дон-1», родник «Ржавчик»; родник «Шиловский», родник «Подгоренский», родник Коминтерновского района, кладбище «Лесное», родник в санатории им. М. Горького.

Однако, для рекомендации этих родниковых вод в питьевых целях необходимо дополнительно провести микробиологический анализ.

2. К родникам, не пригодным для питьевых целей, с *неудовлетворительным качеством воды* относятся 8 родников: «Митрофановский»; «Центральный» в парке «Динамо»; родник «Факел» в пос. Тепличный; родник «Березовая роща»; родник «ВОГРЭСов-

ский»; родник «Забота»; родник Святого Тихона Чудотворца в с. Подгорное; родник севернее моста ВОГРЭС (пер. Заозерный, д.1).

Воды этих родников не соответствуют требованиям гигиенических нормативов СанПиН 2.1.4.1074-01[5], так как в них обнаружены превышения ПДК по общей жесткости (от 1,04 до 1,45 раза) и нитратам (от 1,12 до 2,75 раза). Также отмечается повышенная минерализация (выше 500 мг/л). Поэтому употреблять воду в питьевых целях перечисленных выше родников небезопасно для здоровья.

3. Хорошо обустроенный и активно посещаемый населением родник не всегда свидетельствует о хорошем качестве воды. Например, наиболее обустроенные родники «Митрофановский», «Святого Тихона Чудотворца» в с. Подгорное и «Центральный» в парке «Динамо» имеют неудовлетворительное качество воды.

Так, родник «Митрофановский», находясь в черте города испытывает мощную антропогенную нагрузку. В бассейне питания родника загрязненность атмосферы выбросами промышленных предприятий, коммунальными отходами частного сектора, домовладений без канализационной сети, отрицательно сказывается на химическом составе воды. Результаты анализа родниковой воды показали превышение содержания токсичных нитратов – 58,5 мг/л (при норме до 45 мг/л), солей жесткости – 7,3 мг-экв/л (при норме не более 7 мг-экв/л) и повышенную минерализацию – более 720 мг/л (при норме до 500 мг/л). Это свидетельствует о сильном загрязнении водоносного горизонта [6].

Существует ряд рекомендаций по оборудованию и охране источников [4].

1. Прежде всего, необходимо отнестись к обнаруженному роднику бережно, обозначить место выхода воды, огородить, охранять от замусоривания. Место вокруг родника расчистить, воде дать сток.

2. Следующий, более серьезный этап работы, — сделать каптаж, т. е. сооружение, улучшающее выход воды. Можно использовать несколько видов простейших каптажных сооружений.

3. Завершающий этап работы - озеленение и художественное украшение родника. Целесообразно рядом с родником устроить малые архитектурные формы (скамейки, навесы).

До последнего времени охране родников в г. Воронеже уделяется совершенно недостаточное внимание. Поскольку в г. Воронеже и его окрестностях большая часть родников плохо обустроена, то

администрации г. Воронежа рекомендуется выделять специальные целевые средства на охрану и благоустройство городских родников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бугреева М.Н. Каталог родников города Воронежа / М.Н. Бугреева, В.Л. Бочаров, С.А. Шатохина.- Воронеж: Изд-во ВГУ, 2001. – 42 с.

2. Доклад о государственном надзоре за использованием природных ресурсов и состоянием окружающей среды Воронежской области в 2015. – Воронеж : Управление Роспотребнадзора по Воронежской области, 2016. – 146 с.

3. Курдов А.Г. Родники Воронежской области: формирование, экология, охрана / А.Г. Курдов – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 2000. – 126 с.

4. Кумачов Ю.В. Родник под защитой / Ю.В. Кумачов // Наука и жизнь. – 2001. – №4. – С. 31-32.

5. СанПиН — 2.1.4.1175-02 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: санитарные правила и нормы». – 2002. – с.

6. Смирнова А.Я. Грунтовые воды и их естественная защищенность от загрязнения на территории Воронежской области / А.Я. Смирнова, Л.В. Умняков, В.М. Гольдберг. – Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 2002. – 108 с.

7. Смирнова А.Я. Экология подземных вод бассейна Верхнего Дона / А.Я. Смирнова, А.И. Бородкин. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 2003. – 187 с.

8. Шевченко Л.П. Кто спасет родники и реки? / Л.П. Шевченко // Бумеранг. – 1999. – № 11 (170). – С. 4.

9. Эколого-аналитические методы исследования окружающей среды: учеб. пособие / Т.И. Прожорина, Н.В. Каверина, А.Н. Никольская и др. – Воронеж : Изд-во «Истоки», 2010 – 304 с.

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

Проблема охраны водных ресурсов от загрязнения особенно актуальна на территориях вблизи городов и крупных населенных пунктов, т.к. именно на таких участках открытые водные объекты испытывают значительный техногенный прессинг. Региональными исследованиями по оценке гигиенической и эпидемической безопасности системы водопользования населения показана существенная роль водного фактора в формировании здоровья населения [2, 3].

Река Дон – самая большая река Воронежской области. Ширина реки в межень от 40-50 м до 70-80 м. Глубина на плесах 3-5 м [1]. Промышленно развитый город Воронеж почти с миллионным населением 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. Сток с Правобережных очистных сооружений в свою очередь поступает в малую реку Песчаный Лог (она же - ручей Голубой Дунай), который сам по себе является крайне загрязненный, и далее - в реку Дон [1, 4].

Несмотря на деятельность контролирующих организаций, в частности Управлений Росприроднадзора, Роспотребнадзора, а также периодически проводимых инициативных исследований по оценке качества воды в реке Дон, информации о влиянии стока Правобережных очистных сооружений города Воронежа на качество воды в реке Дон в современное время недостаточно [4]. Отчасти это связано с различными задачами надзорных организаций. Так, в функции Управления Роспотребнадзора по Воронежской области входит контроль соблюдения нормативно-допустимого сброса с очистных сооружений, в функции Управления Роспотребнадзора по Воронежской области – контроль качества воды в местах рекреации реки Дон, т.е. в местах контакта человека с водой (пляжах). Можно отметить, что единой системы мониторинга по оценке влияния сто-

ка Правобережных очистных сооружений города Воронежа на качество воды в реке Дон не существует.

В этой связи исследования по оценке техногенного влияния общего стока Правобережных очистных сооружений и ручья Голубой Дунай на качество воды в реке Дон являются актуальными. Необходимо также единая система мониторинга по оценке неблагоприятного влияния техногенных факторов, связанных со сбросом сточных вод, на качество воды в реке Дон.

Цель работы: совершенствование системы мониторинга качества воды в реке Дон с учетом влияния стока условно-чистых вод с Правобережных очистных сооружений г.Воронежа.

В работе были поставлены **следующие задачи:**

- оценить требования и качество воды в стоках условно-чистых вод Правобережных очистных сооружений г.Воронежа, выявить приоритетные загрязняющие вещества;

- оценить уровень загрязнения воды в реке Дон в ближайших контрольных точках (по материалам государственного санитарно-эпидемиологического надзора за 2011-2016 годы);

- провести визуальное экологическое обследование места сброса условно-чистых сточных вод с Правобережных очистных сооружений;

- отобрать пробы воды в стоках с Правобережных очистных сооружений и проанализировать показатели, характеризующие уровень загрязнения в аккредитованной лаборатории;

- научно обосновать предложения по совершенствованию программы мониторинга качества воды в реке Дон с учетом влияния стока условно-чистых вод с Правобережных очистных сооружений.

Объектами исследования являлись Правобережные очистные сооружения города Воронежа, р. Песчаный Лог (он же - Голубой Дунай), р. Дон в черте города Воронежа.

Предметом исследования являлось качество воды в р. Дон и в р. Песчаный Лог (Голубой Дунай).

Оценивались органолептические, санитарно-химические и микробиологические показатели качества воды. Объем исследований и определяемые показатели представлены в таблице 1.

На первом этапе проведен выборочный анализ данных «Водного реестра Воронежской области», ведущегося в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» по имеющимся 4-м мониторинговым точкам. Учитывая специфику контроля каче-

ства воды в местах рекреации, все пробы и анализы были проведены в летнее время с июня по август, т.е. в купальный сезон.

Таблица 1

Объем исследований и определяемые показатели

Объект исследования	Количество проб воды	Показатели
Река Песчаный лог (ручей Голубой Дунай)	2 пробы (личный отбор проб) в 2-х контрольных точках	Органолептические: запах, плавающие примеси. Санитарно-химические: аммоний-йон (NH_4^+), мг/дм ³ ; нефтепродукты, мг/дм ³ ; нитраты (по NO_3^-), мг/дм ³ ; нитриты (по NO_2^-), мг/дм ³ ; взвешенные вещества, мг/дм ³ ; хлориды, мг/дм ³ ; сульфаты, мг/дм ³ ; БПК, мг/дм ³ ; ХПК, мг/дм ³ ; водородный показатель, pH, ед. Микробиологические: термотолерантные колиформные бактерии, КОЕ/100 мл; ротавирусы, холероподобный вибрион, колифаги, БОЕ/100 мл; антиген вирусного гепатита.
Река Дон	159 проб в 4 контрольных точках за 2011-2017 гг., 2 пробы в 2-х контрольных точках (единовременно)	

В ходе выполнения исследования сформирована выборочная база данных, в которую включены данные по 4 мониторинговым точкам реки Дон по 10-ти санитарно-химическим показателям: аммоний-йон (NH_4^+), нефтепродукты, нитраты (по NO_3^-), нитриты (по NO_2^-), взвешенные вещества, хлориды, сульфаты, БПК, ХПК (мг/дм³), водородный показатель (pH, ед.) и 5-ти показателям эпидемиологической безопасности: термотолерантные колиформные бактерии (КОЕ/100 мл), ротавирусы (наличие), холероподобный вибрион (наличие), колифаги (БОЕ/100 мл), антиген вирусного гепатита (наличие).

При проведенном нами визуальном экологическом обследовании места сброса условно-чистых сточных вод с Правобережных очистных сооружений обращалось внимание на органолептические показатели, которые могут быть оценены без ущерба собственному здоровью (наличие плавающих примесей, цвет воды, прозрачность, запах воды).

Согласно общим требованиям к составу и свойствам воды водных объектов в контрольных створах и местах питьевого, хозяйственно – бытового и рекреационного водопользования (извлечение из СанПиН 2.1.5.980-00 «Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод») на поверхности воды не должны обнаружи-

ваться пленки нефтепродуктов, масел, жиров, пены и скопления других плавающих примесей; вода не должна приобретать запахи интенсивностью более 2 баллов.

При выполнении экологического обследования выполнено обоснование контрольных точек отбора проб воды: 1) в Голубом Дунае до сброса условно-чистых сточных вод с Правобережных очистных сооружений; 2) в Голубом Дунае ниже сброса вод условно-чистых сточных вод с Правобережных очистных сооружений; 3) в реке Дон ниже сброса с Правобережных очистных сооружений на расстоянии 2 км; 4) за фоновую точку мониторинга была принята контрольная точка выше по течению реки Дон на расстоянии в 2,8 км.

Отбор проб воды из открытых водоемов осуществлялся в соответствии с требованиями рекомендаций РД 52.24.309-2016 «Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши», Р 52.24.353-2012 «Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод» (Утв. Росгидрометом), а также требованиями ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб».

С 4-х мониторинговых точек в один день отбирались точечные пробы, которые характеризуют состав воды в данное время в данном месте. С каждой контрольной точки был проведен однократный отбор требуемого количества воды (3 литра) – всего 4 пробы. Отбор проб проводился с поверхности воды при помощи батометра в стеклянную бутылку.

В силу ограниченности ресурсов исследования, а также области аккредитации лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», применялась сокращенная программа исследования, которая на 3-4 этапах выполнения работы (2017 г.) предусматривала определение 13 санитарно-химических показателей: рН, БПК₅, ХПК, азот аммонийный, азот нитратов, сульфаты, хлориды, взвешенные вещества, сухой остаток, азот нитритов, фосфаты, нефтепродукты, железо (общ.).

Результаты исследования и их обсуждение. Правобережные очистные сооружения города Воронежа расположены на территории Советского района Воронежа. Проектная производительность – 400 тысяч кубических метров в сутки.

Технологическая линия включает следующие сооружения:

- механическая очистка - песколовки, радиальные и вертикальные отстойники;

- биологическая очистка - аэротенки-смесители;
- вторичные отстойники.

Очищенная сточная вода сбрасывается в ручей Голубой Дунай (географическое и кадастровое название – ручей Песчаный Лог), а по нему в реку Дон.

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». Две из них – выше по течению, две ниже от места впадения изучаемого стока. Контрольные точки - это места рекреации, где население имеет прямой контакт с водой (купается в летний сезон) – табл. 2.

Таблица 2

Основные сведения о зонах рекреации на реке Дон^{*)}

Наименование водного объекта	Сведения о зоне рекреации					
	Наименование зоны рекреации	Вид использования	Местоположение		Размеры зоны рекреации	
			город (район)	наименование ближайшего населенного пункта	Протяженность береговой полосы, км	Ширина, м
р.Дон	п. Первое Мая	купание	г. Воронеж	п. 1 Мая	0,60	25,00
р.Дон	пос. Шилово	купание	г. Воронеж	пгт. Шилово	0,56	15,00
р.Дон	Пляж с. Ново-животинное	купание	Рамонский район	с. Ново-животинное	0,10	95,00
р.Дон	место отдыха	купание	Семилукский район	г. Семилуки	1,00	50,00

**) Точки отбора проб воды ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области».*

Результаты оценки санитарно-химических показателей качества воды в местах рекреации реки Дон свидетельствуют о превышении нормативов для рыбохозяйственных водоемов по показателям содержания нитритов (до 38,75 ПДК), БПК (до 2,94 раз), ХПК (до 2,0 раз), большой концентрации взвешенных веществ (до 75 мг/дм³) (табл. 3).

К числу приоритетных микробиологических показателей следует отнести содержание термотолерантных колиформных бактерий, наличие колифагов (табл. 4).

В целом качество воды в реке Дон по микробиологическим показателям в 16,5 - 29,3% проб не соответствует требованиям.

Таблица 3

Санитарно-химические показатели качества воды в местах рекреации реки Дон ^{*)}

Показатель	Число определений	Минимум	Максимум	Среднее $M \pm m$	ПДК или норматив ^{*)}	Средн./норматив	Макс./норматив
Аммоний-йон (NH_4^+), мг/дм ³	159	0,01	1,50	$0,30 \pm 0,07$	2,90	0,10	0,52
Нефтепродукты, мг/дм ³	43	0,02	0,04	$0,03 \pm 0,001$	0,05	0,56	0,80
Нитраты (по NO_3^-), мг/дм ³	158	0,05	16,80	$4,78 \pm 1,02$	40,00	0,12	0,42
Нитриты (по NO_2^-), мг/дм ³	159	0,01	3,10	$0,23 \pm 0,13$	0,08	2,81	38,75
Взвешенные вещества, мг/дм ³	52	1,50	75,00	$15,6 \pm 6,09$	0,75 к фону	-	-
Хлориды, мг/дм ³	159	2,40	41,00	$19,2 \pm 1,41$	300,00	0,06	0,14
Сульфаты, мг/дм ³	32	39,00	67,50	$53,2 \pm 2,93$	100,00	0,53	0,68
БПК, мг/дм ³	122	0,94	8,82	$3,34 \pm 0,46$	3,00	1,11	2,94
ХПК, мг/дм ³	42	7,90	31,40	$16,9 \pm 2,31$	15	1,13	2,09
Водородный показатель, pH, ед.	157	6,50	8,50	$7,97 \pm 0,09$	6,5-8,5 ^{**)}	-	-

^{*)} Использованы ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения.

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

Таблица 4

Микробиологические показатели качества воды в местах рекреации реки Дон ^{*)}

Показатель	Норматив	Место рекреации (место отдыха)			
		Пляж с.Новожиловинное	п. Первое Мая	Пляж Семи-луки	пос. Шиловое
Термотолерантные колиформные бактерии, КОЕ/100 мл	100	от 50 до 2400	от 50 до 2400	от 50 до 24000	от 50 до 24000
Ротавирусы	отсутствие	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
Холероподобный вибрион	отсутствие	не обнаружен	не обнаружен	обнаружен	обнаружен
Колифаги, БОЕ/100 мл		не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	обнаружены
Антиген вирусного гепатита	отсутствие	не обнаружен	не обнаружен	не обнаружен	не обнаружен

^{*)} По данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области».

Визуальное экологическое обследование места сброса условно-чистых сточных вод с Правобережных очистных сооружений включало автомобильно-пеший поход, протяженностью около 7 км

от места выхода ручья Голубой Дунай из коллектора, до его впадения в реку Дон. На расстоянии около 3 км от впадения в реку Дон в ручей поступают условно-чистые стоки с Правобережных очистных сооружений.

Нами отмечено скопление твердых бытовых отходов, в основном полиэтиленовые упаковки, пластиковые бутылки, которые задерживаются упавшими в русло ручья ветками деревьев. Еще выше сброса условно-чистых вод с Правобережных очистных сооружений вода имеет неприятный запах, оцениваемый в 3 балла. Ниже сброса - вода коричневого цвета, местами до черного, запах 4 балла, в углублениях дна скапливается иловый осадок черного цвета. Вода мутная, много взвешенных веществ, видимых невооруженным глазом, видна пленка на поверхности, вода пенится, что свидетельствует о наличии поверхностно-активных веществ, ощущается неприятный «канализационный» запах.

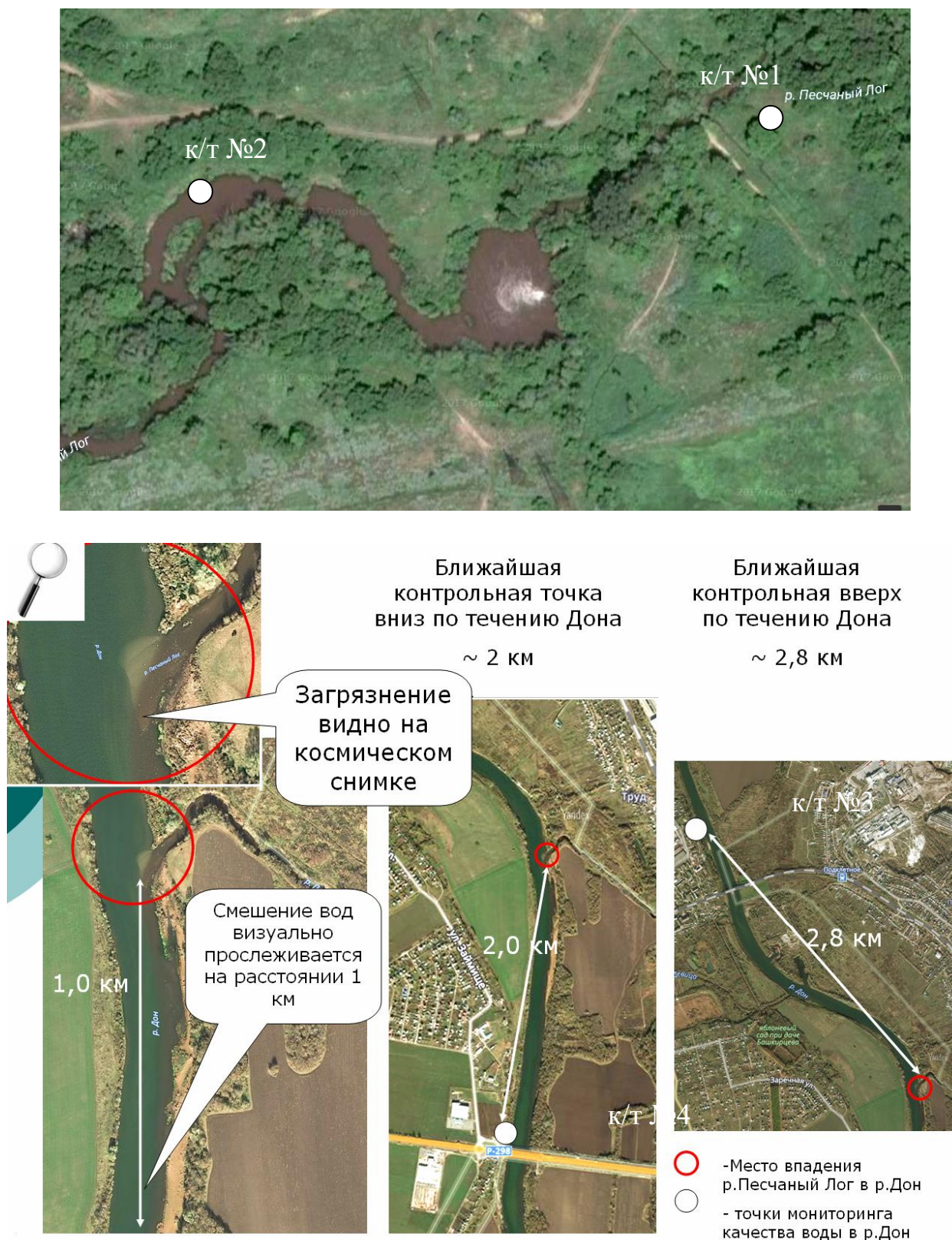
При визуальном обследовании были определены места отбора проб воды. Пробы воды в реке Дон (мониторинговые точки №3 и №4) регулярно отбираются специалистами Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области. Пробы в точках №1 и №2 были отобраны в один день с отбором проб в точках №3 и №4 и доставлены в лабораторию.

Загрязнение Дона в месте впадения стока видно на космическом снимке (рис.1).

Черная полоса воды прослеживается на расстоянии до 1 км.

Детальный анализ полученных данных по точкам контроля - контрольной точке вниз по течению Дона (после сброса) на расстоянии ~2,0 км и контрольной точке вверх по течению Дона ~2,8 км (до сброса) показал значительное влияние стока с Правобережных очистных сооружений на качество воды в реке Дон практически по всем санитарно-химическим показателям (табл. 5).

Наиболее значительное влияние сброса сточных вод на качество воды в реке Дон регистрируется по показателям содержания азота нитритов (возрастание в 23 раза), взвешенным веществам (возрастание в 10 раз), хлоридам (в 8 раз), азота нитратов (в 3,67 раза), азота аммонийного (в 30 раза), фосфатам (в 2,8 раза).



*Рис. 1. Контрольные точки отбора проб воды
(в рисунке использованы спутниковые фото свободного интернет-приложения «Яндекс-карты» yandex.ru/maps)*

Таблица 5

**Оценка влияния стока правобережных очистных сооружений
города Воронежа на качество воды в реке Дон
(санитарно-химические показатели)**

Показатели за- грязнения	Размер- ность	ПДК _{р.х.} *)	Требования к очищенной воде по тех- ническому регламенту ПОС	Мониторинговые точки			
				река Песчаный Лог (ручей Голубой Дунай)		Река Дон	
				до стока с ПОС (к/т №1)	после стока с ПОС (к/т №2)	до сбро- са (к/т №3)	после сбро- са (к/т №4)
рН	ед.	6,5-8,5	6,5-9,0	7,6	8,5	6,5	7,9
БПК ₅	мгО ₂ /дм ³	3	20	7,36	8,82	2,94	3,34
ХПК	мгО ₂ /дм ³	15	15	10,5	31,4	7,9	12,2
Азот аммоний- ный	мг/дм ³	2,9	1,5	3,5	6,7	0,1	0,3
Азот нитратов	мг/дм ³	40	8	16,8	26,9	1,22	4,48
Сульфаты	мг/дм ³	100	300	44,2	72,9	39,3	53,21
Хлориды	мг/дм ³	300	650	48,5	78,3	2,4	19,23
Взвешенные вещества	мг/дм ³	+0,75 к фону	46	79,5	166,3	1,5	15,59
Сухой остаток	мг/дм ³		1400	895	519	203,4	357,2
Азот нитритов	мг/дм ³	0,05	0,05	1,22	3,1	0,01	0,23
Фосфаты	мг/дм ³	0,05	2,3	0,92	1,14	0,22	0,62
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,05	0,7	0,04	0,05	0,02	0,03
Железо (общ.)	мг/дм ³	0,05	0,8	0,47	0,53	0,05	0,12

*) ПДК_{р.х.} – в соответствии с Приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 года №552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

Таким образом, нами обоснованы предложения по совершенствованию существующей системы мониторинга качества воды в реке Дон: необходима организация единовременного мониторинга (отбора проб воды) как минимум в 4 точках, две из которых в реке Дон (до впадения ручья и после впадения), 2 – в ручье Голубой Дунай (до впадения стока условно-чистых вод с Правобережных очистных сооружений и после места впадения), следует увеличить периодичность отбора проб, учитывая паводковый период и межень; а также расширить перечень контролируемых загрязнителей.

Вместе с тем, необходимо отметить ряд положительных моментов в эксплуатации и совершенствовании работы Правобереж-

ных очистных сооружений. Так, в частности, в 2016 году Росводоканал-Воронеж» (ООО «РВК-Воронеж») в рамках реализации инвестиционной программы завершил первый этап реконструкции аэротенков Правобережных очистных сооружений города. В ходе реконструкции компания провела работы по техническому перевооружению аэротенков №№3 и 4 с внедрением современных технологий денитрификации, позволяющих осуществлять более качественную очистку сточных вод [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильченко И.А. Проблемы мониторинга и охраны водных объектов межрегионального пользования (на примере реки Дон) / И.А. Ильченко // Кадастр недвижимости и мониторинг природных ресурсов: 5-я Всерос. науч.-технич. интернет-конф. – 2015. – С. 113-118.

2. Интегральная экологическая оценка состояния городской среды / С.А. Куролап, О.В. Клепиков, П.М. Виноградов и др. – Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2015. – 232 с.

3. 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.

4. Никольская А.Н. Проблемы охраны и использования водных ресурсов реки Дон в границах города Воронежа / А.Н. Никольская, О.А. Черных // Современные экологические проблемы Центрально-Черноземного региона : Мат-лы заоч. межд. науч.-практ. конф. – 2016. – С.162-163.

5. <http://voronezh-rvk.ru/> [электронный ресурс] – официальный сайт ООО «РВК-Воронеж».

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ПО РЕАКЦИИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

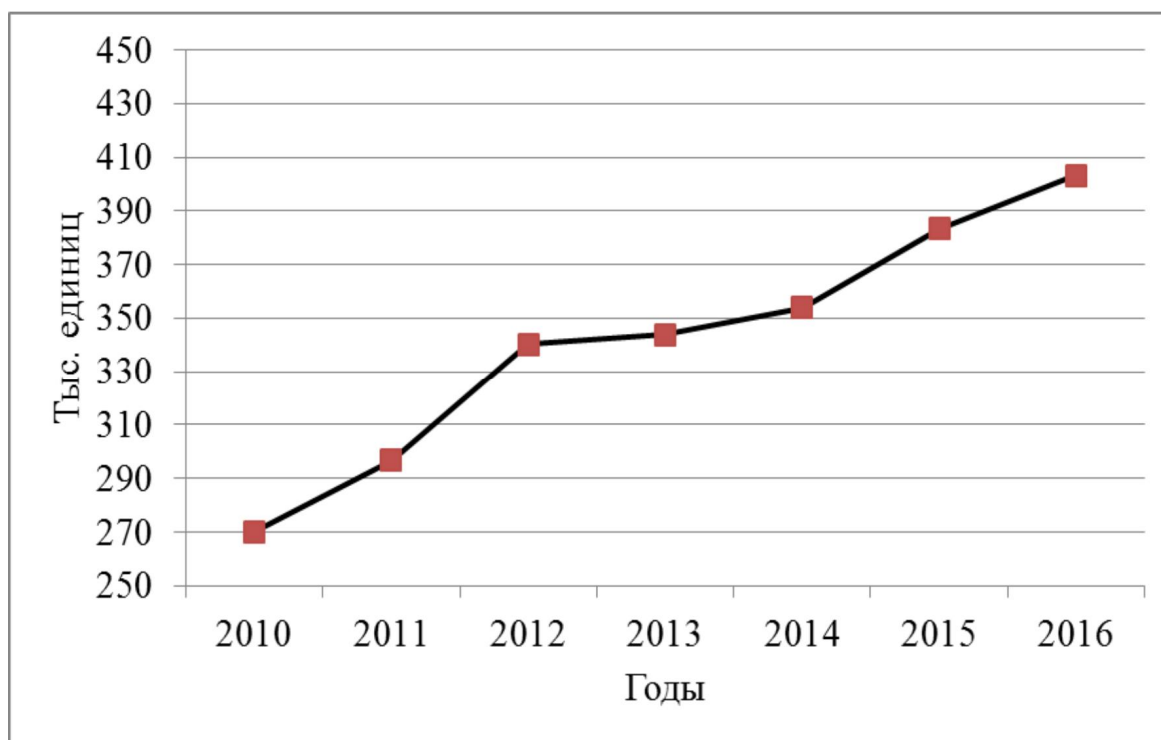
М.А. Клевцова, А.И. Якунин, А.А. Михеев

Загрязнение атмосферного воздуха селитебной территории города Воронежа продолжает оставаться одной из острых проблем. По данным лаборатории наблюдения Воронежского ЦГМС, в 2016 году в воздушной среде максимально-разовые концентрации достигали превышений согласно санитарно-гигиенических нормативов по: оксиду углерода – в 1,6 ПДК (предельно-допустимая концентрация); пыли – в 3,6 ПДК и диоксиду азота – в 1,45 ПДК. В последние годы отмечается тенденция роста загрязнения атмосферного воздуха пылью, диоксидом азота и фенолом. Содержание диоксида серы, аммиака, сажи, оксида азота и тяжелых металлов остается на прежнем уровне и не превышает ПДК.

В течение 2016 года увеличение среднесуточных концентраций наблюдалось в основном в летний период и составило по пыли – 3,8 ПДК_{с.с.}, по диоксиду азота – 3,5 ПДК_{с.с.}, по формальдегиду – 1,3 ПДК_{с.с.}, по оксиду углерода – 1,0 ПДК_{с.с.}. Наибольшее загрязнение атмосферного воздуха пылью, диоксидом азота, формальдегидом и оксидом углерода наблюдалось в юго-восточной части города, где сосредоточены наиболее крупные предприятия и проходит автомагистраль с интенсивным движением автотранспорта (ВО-ГРЭСовский мост – ул. Лебедева – ул. Новосибирская) [6].

По статистическим данным за последние годы отмечается тенденция к повышению уровня загрязнения атмосферного воздуха от передвижных источников, так как наблюдается постоянный рост автомобильного парка (рис. 1) [5, 6].

В результате высоких темпов жилищного строительства происходит нарушение естественного состояния почвенного покрова, вследствие чего снижается задернованность почвы и изменяется ее механический состав. При этом увеличивается вероятность разноса пылевидных частиц с поверхности земли. Усилению данного процесса способствует отсутствие бордюров вдоль дорог, наличие плохо обустроенных обочин (обочины выше дорожного полотна). Кроме того складирование строительных отходов и грунтов приводит к постепенному переносу частиц в приземные слои атмосферы, а, следовательно, увеличению ее запыленности и загрязнению.



*Рис. 1. Динамика роста количества передвижных источников загрязнения города Воронежа
(составлено авторами по официальным данным)*

В настоящее время изучение экологии древесных растений и закономерностей их изменения под действием факторов городской среды является актуальным направлением. Это связано, во-первых, с масштабным воздействием разного рода токсичных веществ на экологические системы, во-вторых, с широким использованием различных древесных растений для создания и реконструкции озелененных территорий городов и санитарно-защитных зон.

В качестве объекта наших исследований был выбран вид-индикатор – береза повислая (*Betula pendula* Roth.), который является весьма чувствительным к воздействию экологических факторов среды обитания.

Зеленые насаждения, в состав которых входит данная порода представлены во всех функциональных зонах г. Воронежа. Пробные площадки были заложены в 24 пунктах (табл. 1), в качестве фона использованы древостои, произрастающие в районе санатория им. Горького. В ходе научно-исследовательской работы определены зольность коры и листьев деревьев, а также pH коры.

Кора у древесных растений, и в особенности у деревьев, представляет собой наружный слой тканей, состоящий из мертвых клеток, и предназначенный для защиты от неблагоприятных воздействий внешней среды.

Таблица 1

Местоположение точек отбора

№ точки отбора проб *	Местоположение точки	Функциональная зона**
Левый берег		
4	Парк Авиастроителей (ул. Полины Осипенко)	рекреация
51	Парк «Алые паруса»	
8	ул. Старых Большевиков, 47	промышленная
14	ул. Богдана Хмельницкого, 35	
5	ул. Героев Стратосферы, 8	жилая ЦИ
15	ул. Куйбышева – ул. Панфилова	транспортная
47	ул. Саврасова – ул. Заслонова	
52	ул. Брусилова – Ленинский проспект	
Правый берег		
19	ул. Дарвина, 1	рекреация
33	Парк «Орленок»	
20	ул. Ломоносова, 83	жилая ЦИ
36	ул. Володарского, 60	
21	ул. Вл. Невского, 53	жилая СП
59	ул. Транспортная, 83а	
22	ул. Хользунова, 102	транспортная
27	Московский проспект, 36	
35	ул. 9 Января, 49	
25	ул. Ломоносова, 1	жилая ЧС
58	ул. Ипподромная, 55	
60	ул. Шишкова, 53	
61	ул. Нагорная, 65	
31	ул. Холмистая, 40	промышленная
65	ул. 9 Января, 180	
70	санаторий им. Горького	фон

*) номера точек – см. рис. 2 статьи С.А. Куролап (стр. 14 настоящего сборника).

*) Жилая зона разделена на три подзоны: 1) жилая ЦИ – центральная историческая часть города (включая общественно-деловую застройку и «старую» 5-этажную застройку); жилая СП – кварталы с современной многоэтажной застройкой; жилая ЧС – частный сектор.

С первых лет жизни ветви и ствол дерева покрываются наружным пробковым слоем камбия. Через несколько лет пробковый камбий замирает, и в живой коре возникает новый камбий; из него –

новый, внутренний пробковый слой. Через несколько лет замирает и второй пробковый камбий. В глубине коры вновь появляется пробковый камбий и новый пробковый слой и т.д. [1, 7, 8]. Следовательно, происходит постепенный прирост дерева в толщину.

Объем корки по отношению к объему ствола зависит от возраста растения и условий произрастания [10, 16]. С возрастом относительный объем корки снижается, ее толщина уменьшается по направлению от комля к верхушке. Ухудшение условий произрастания (например, избыточное увлажнение или дефицит влаги, недостаток элементов питания) приводит к уменьшению толщины корки [7, 8].

Таким образом, зольность и элементный состав коры является важным интегральным показателем условий роста деревьев, а также характеристикой местообитания эпифитных организмов.

Определение степени загрязнения атмосферного воздуха Воронежа проводили по данным исследования образцов коры индикаторного вида. На рассматриваемой территории города в середине июля 2014 и 2016 гг. проводился отбор коры березы повислой по всей окружности на высоте около 1,5 м (толщина снимаемой корки не более 5 мм). Листовые пластинки собирали с максимально доступного количества веток по периферии кроны. Выборка включала не менее 15 экземпляров деревьев в каждом пункте мониторинга. В 2014 году был проведен анализ в 11 точках, в 2016 году – в 24.

Для определения вышеуказанных показателей в аттестованной эколого-аналитической лаборатории Воронежского госуниверситета готовили навеску 2 г и заливали дистиллированной водой в соотношении 1:10, после чего проводился потенциометрический анализ рН коры березы повислой. Затем пробы оставляли в термостате на 2 часа при $t=24^{\circ}\text{C}$ и снова повторяли измерение. Повторность опыты двукратная [11].

Как указывает Р. Шуберт, кислотность наружного слоя коры (корки) деревьев является распространенным и легко определяемым индикационным признаком [2]. На величину водной вытяжки коры влияют как естественные экологические факторы, так и антропогенные. Например, при выпадении кислотных осадков наблюдается снижение величины рН коры до 3,5-4,0 [17]. В результате определения кислотности коры березы повислой было отмечено, что все образцы имеют кислую реакцию (рис. 2).

По данным 2014 года рН коры изменяется в пределах от 5,33 до 5,65 в разных пунктах наблюдений. После двухчасовой выдержки кислотность колеблется от 4,24 до 5,55 (рис. 3).

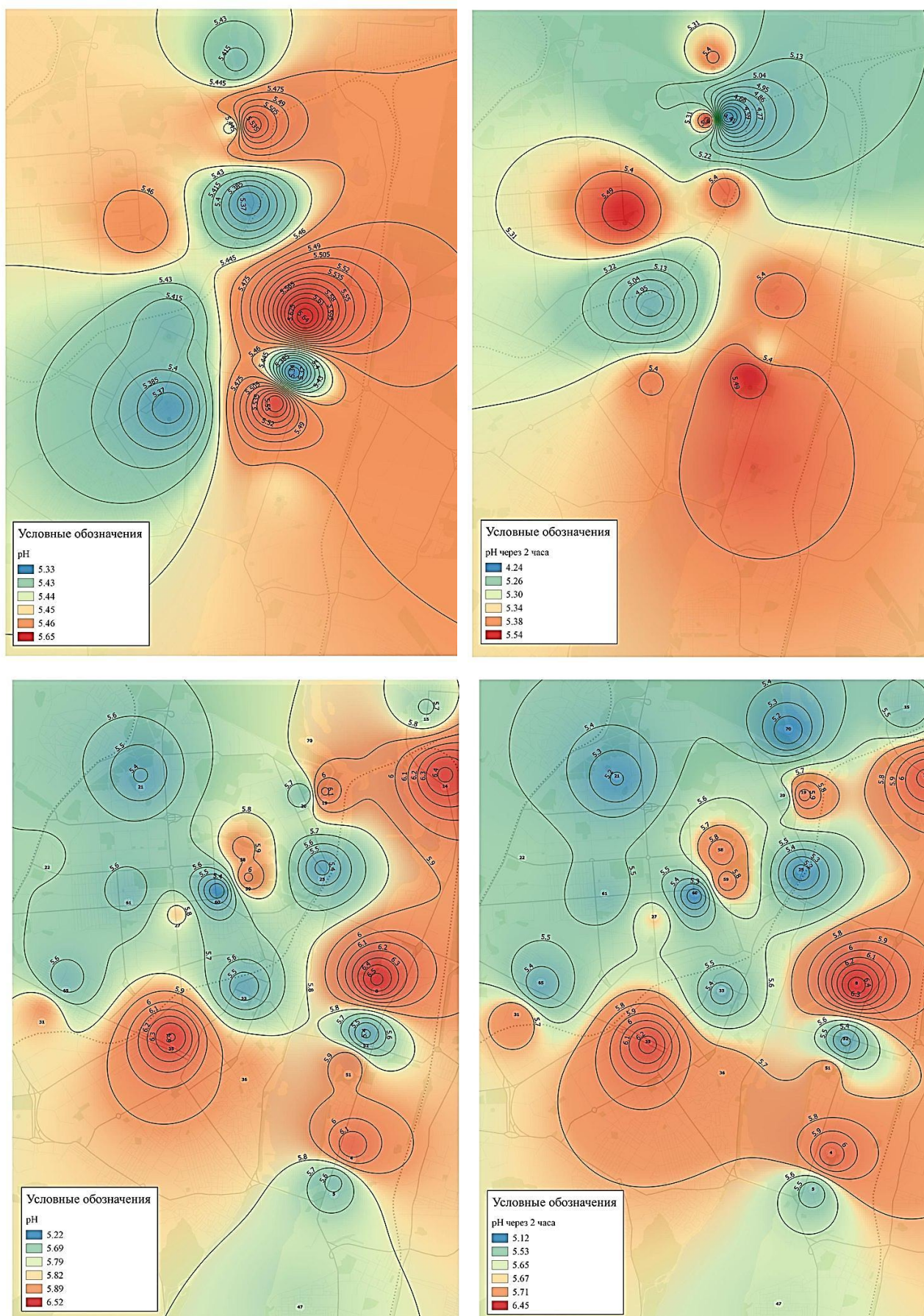


Рис. 2. Картосхема кислотности коры березы повислой: сверху – 2014 г., снизу – 2016 г.

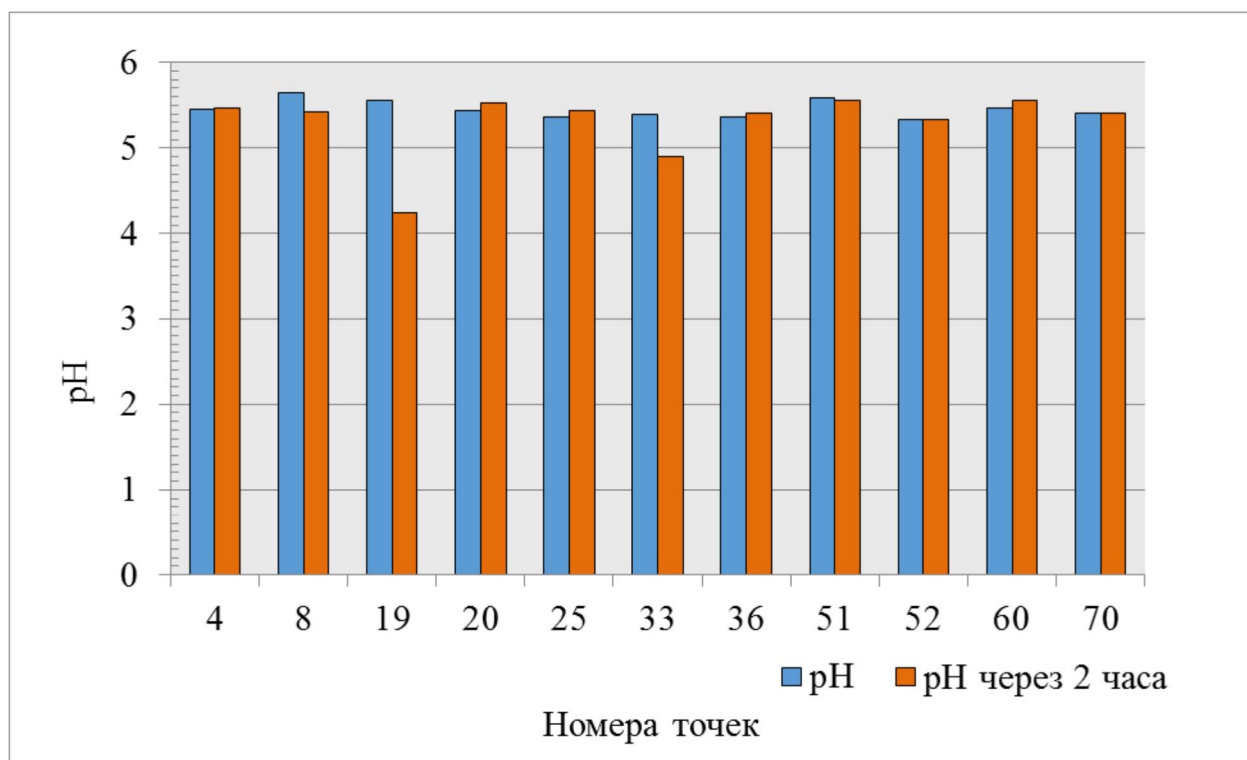


Рис. 3. Кислотность коры березы повислой (2014 г.)

Для большинства образцов отмечено увеличение рН. В первую очередь, связано это с вымыванием протоногенных компонентов дождевыми и талыми водами. Во-вторых, связано это со свойствами органического субстрата: живые ткани растений оказывают выщелачиванию противодействие в силу защитных приспособлений, а вымывание из мертвой коры соединений происходит пассивно и поэтому находится в прямой зависимости от содержания их в корке [15]. Образцы из фоновой точки имеют схожее рН (5,12-5,36), что и в целом по городу.

Следует отметить, что по данным различных авторов [9, 15] в условиях природной среды березовая кора имеет кислую реакцию ($\text{pH} = 3,7-4,2$). Следовательно, в городе Воронеже рН коры увеличивается, резко превышая значение кислотности коры у деревьев, произрастающих экологически благополучных зонах.

На основе полученных данных была построена диаграмма (рис. 4). В 2016 году рН коры отмечено колебание кислотности в пределах от 5,22 до 6,53. Значение рН после 2-х часовой выдержки составляет от 5,12 до 6,46.

Проведенные в 2014 и 2016 гг. исследования наглядно показывают, что на урбанизированных территориях происходит изменение водородного показателя коры березы повислой в сторону подщелачивания. Как видно их картосхем, наибольшее увеличение

рН наблюдается на левом берегу водохранилища и в районе ул. 20-летия Октября.

В целом водная вытяжка коры древесных растений имеет кислую реакцию (рН менее 7), но значение ее колеблется в зависимости от породы. Как отмечают ученые, кислотность коры зависит от содержания и соотношения органических кислот: стеариновая, пальмитиновая, линолевая, олеиновая, арахидовая, докозановая, тетракозановая [3], а также таких протоногенных компонентов как галловая и эллагаловая кислоты [13] и смоляных кислот [14].

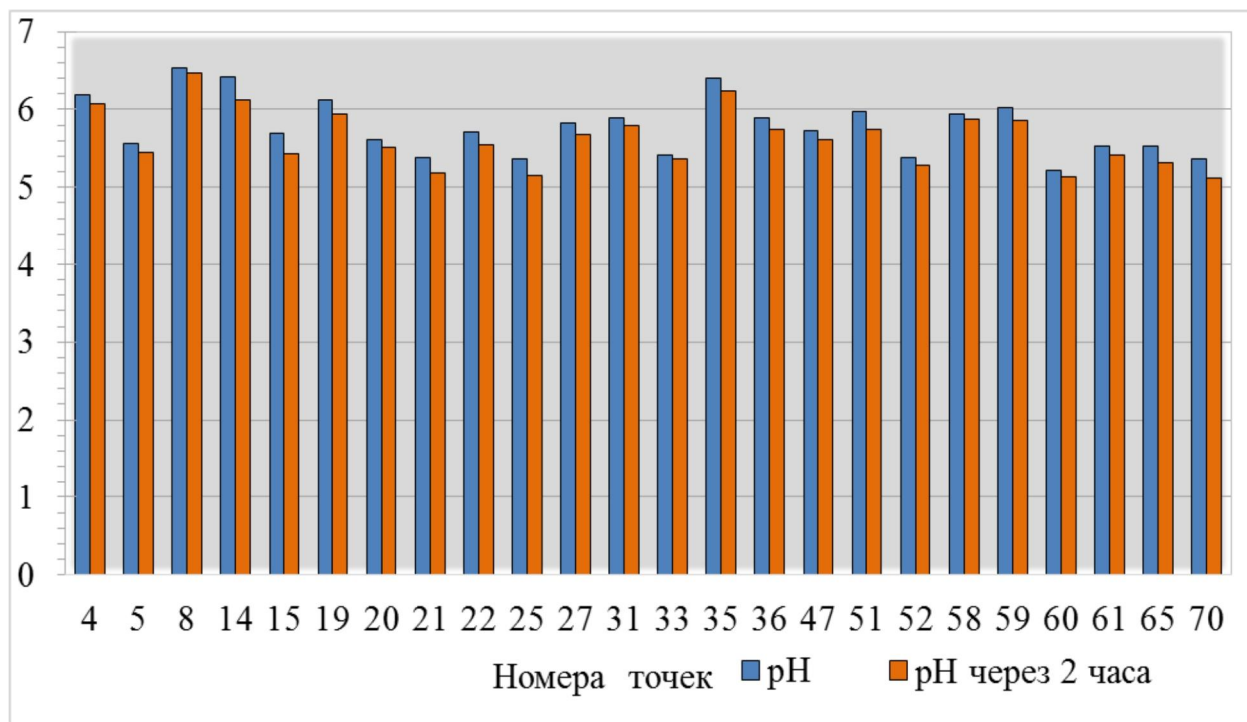


Рис. 4. Изменение кислотности коры березы повислой в 2016 г.

Таким образом, в Воронеже отмечается щелочное загрязнение атмосферного воздуха, которое связано с повышенным количеством техногенной пыли. В последние годы запыленность остается на высоком уровне, превышение ПДКс.с. - в 3-4 раза. Основными источниками пыли являются промышленные предприятия, в частности, ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, котельные, а также автомобильный транспорт. Особенно опасна для биоты мелкодисперсная пыль, которая имеет размеры частиц менее 10 мкм и адсорбирует на себе такие вещества как силикаты, гипс, соединения тяжелых металлов, цемент, асбест и др.

Важным биохимическим показателем является зольность. Она показывает соотношение органических и минеральных веществ в растительном организме. Величина зольности варьирует в большом диапазоне и зависит как от внутренних факторов (от вида и возраста растения, анализируемого органа, жизненного состояния),

так и от внешних, например, времени отбора, экологических условий места произрастания.

Для определения в растениях процента «сырой» золы используется метод сухого озоления. Метод основан на сжигании органических веществ при высокой температуре в муфельной печи. Он прост и может с успехом использоваться во всех лабораториях, не требуя особых условий. Следует обратить внимание, что для унификации в нашей работе исследовались только средневозрастные экземпляры березы повислой.

Отбор проб для определения зольности листьев и коры проводился в июле 2016 г. в 24 точках на территории города Воронежа. Для определения «сырой» золы первоначально определяли содержание гигроскопической влаги. Повторность опыта двукратная.

Максимальное количество золы в корке составляет 17,2 %, по «сырой» золе – 18,1%. Данное процентное соотношение характерно для промышленной зоны (точка №8, ул. Старых Большевиков, 47; №31, ул. Холмистая, 40).

Минимальные значения показателя зольности установлены в точках №36 (ул. Володарского, 60) – 5,4%, по «сырой» золе – 6,5%; №21 (ул. Вл. Невского, 53) – 3,3%, по «сырой» золе – 4,6%; №61 (ул. Нагорная, 65) – 6,1%, по «сырой» золе – 7,2%. Фоновый участок (точка №70, санаторий им. М.Горького) имеет зольность – 4,9%, «сырая» зола составляет 6,1%. Следовательно, в образцах коры березы повислой высокое содержание зольных элементов характерно для растений, произрастающих в промышленной зоне, низкое – в жилой (ЦИ, СП, ЧС). По полученным данным была составлена гистограмма (рис. 5).

Мы также определяли зольность листовых пластинок березы повислой. Из полученных данных видно, что максимальное значение характерно для промышленной зоны (точка №8, ул. Старых Большевиков, 47: зольность – 18,2 %, «сырая» зола – 19 %; точка №31, ул. Холмистая, 40: зольность – 16,9 %, «сырая» зола – 18%).

Минимальные значения показателя установлены в точках №36 (ул. Володарского, 60) – 5,2%, по «сырой» золе – 6,3%; №21 (ул. Вл. Невского, 53) – 3,3 %, по «сырой» золе – 4,5 %; №61 (ул. Нагорная, 65) – 6,1 %, по «сырой» золе – 7,2 %. В фоновой точке показатель зольности равен 5,5 %, а по «сырой» золе – 6,8 %. Следовательно, также отмечается высокое содержание зольных элементов в листовых пластинках березы повислой при произрастании деревьев в промышленной зонах. Самые низкие значения снова зафиксированы в селитебных районах (рис. 6).

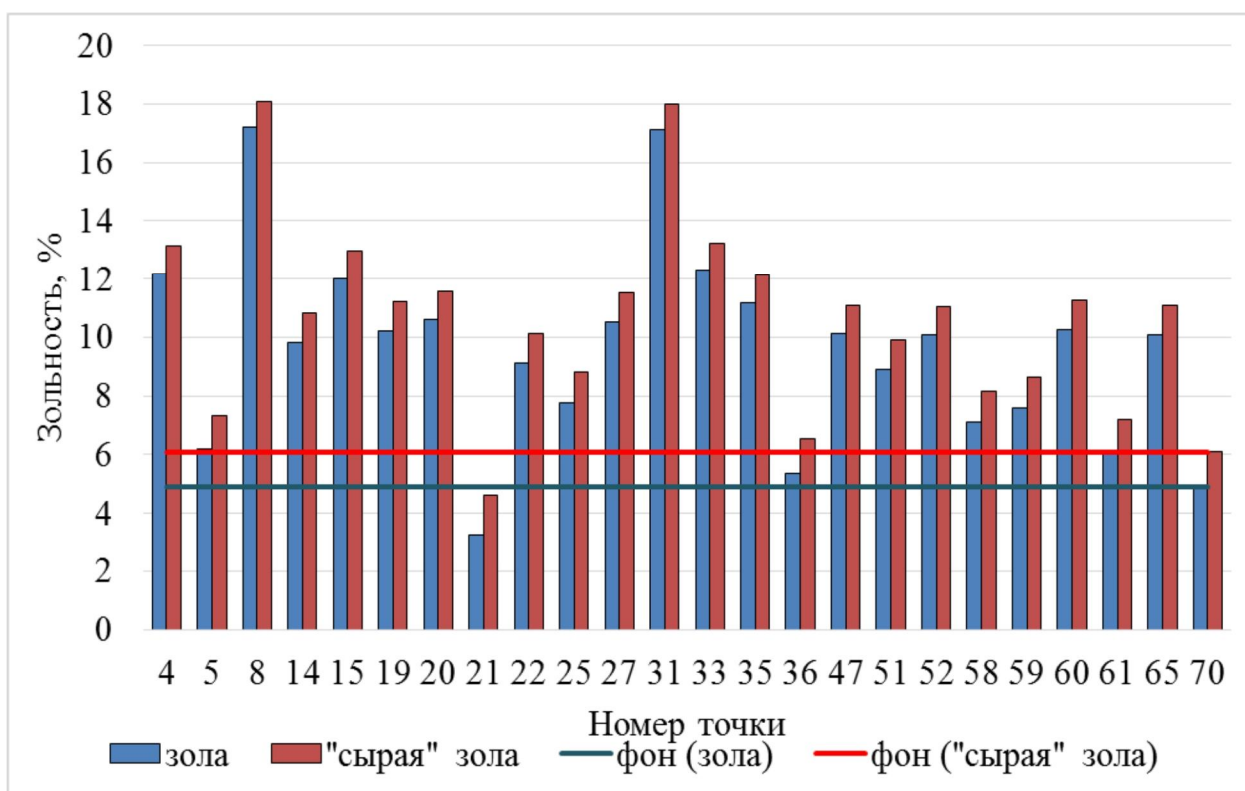


Рис. 5. Зольность коры березы повислой в 2016 г.

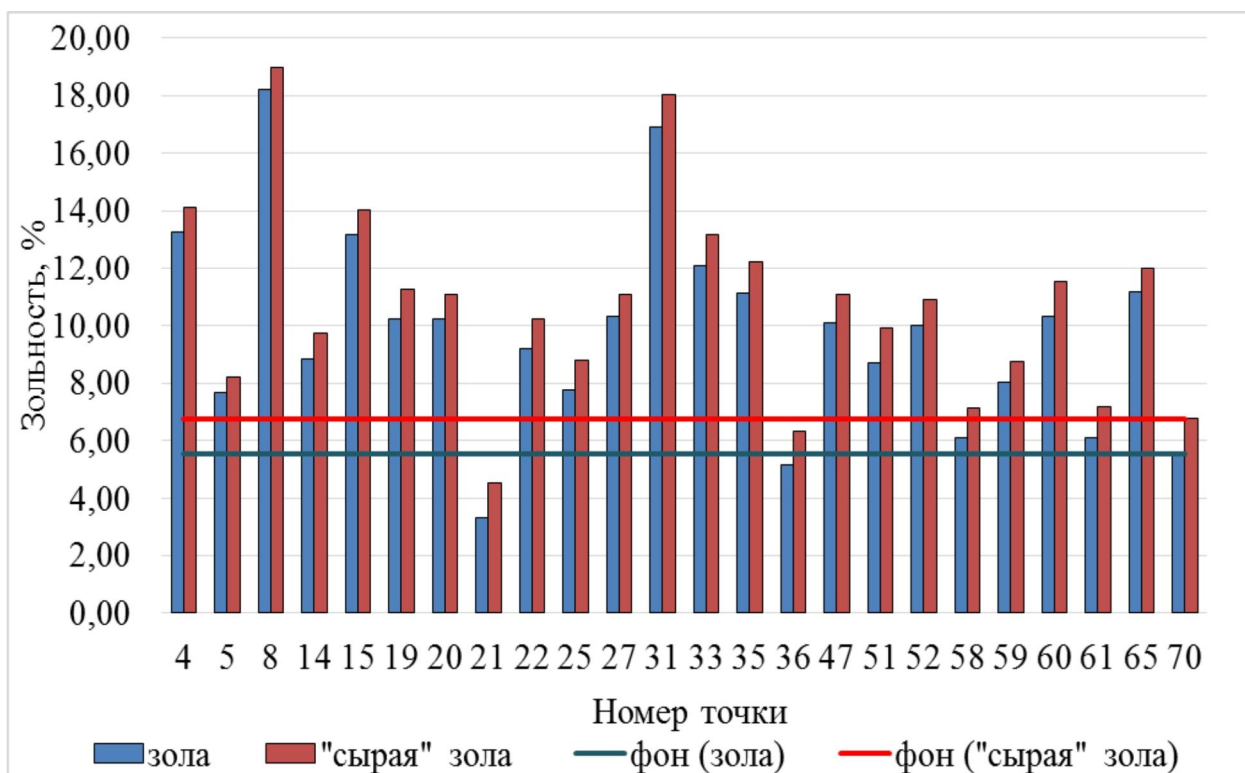


Рис.6. Зольность листьев березы повислой

Изучение зависимости содержания зольных элементов в растительном материале от условий произрастания, подтвердило следующую закономерность: чем выше техногенная нагрузка, тем вы-

ше показатель зольности. По мере увеличения данного показателя можно расположить функциональные зоны города в следующей последовательности: промышленная зона > транспортная > жилая = рекреационная.

С другой стороны, зольность листьев и коры можно считать показателем их приспособленности к данным условиям. Чем выше значение зольности, тем лучше растение приспособлено к условиям произрастания. Следовательно, характеризуя способность растений к газопоглощению, зольность позволяет получить представление о степени загрязненности атмосферного воздуха [12].

Как отмечает О.М. Храмченкова с коллегами, в ходе роста дерева верхний слой ее корки со временем теряет связь с растворами, образующимися в процессе обмена веществ между растением и почвой, и больше контактирует с растворами и газами в системе «воздух–растение» [4].

На основе полученных данных можно сделать следующие выводы.

Во-первых, сравнительный анализ данных показал, что в условиях города Воронежа происходит изменение рН водной вытяжки коры березы повислой в сторону подщелачивания. Наблюдается увеличение показателя в 2014 г. до 5,65 (фоновое значение 4,51), а в 2016 г. до 6,5 (фоновое значение 5,36). Даже на территории санатория им. Горького отмечается повышенное значение кислотности по сравнению с нормой для березы повислой 4,2-4,5. Следовательно, выявление зон повышенного влияния стрессоров (экстремальных факторов среды) возможно при проведении подобного рода биоиндикационных исследований.

Во-вторых, максимальное содержание золы в коре составляет 17,2 %, а по «сырой» золе – 18,1%. Увеличение данного показателя происходит в основном на территориях высокого уровня техногенного прессинга (промышленные зоны и автодороги). Минимальная зольность (5,4-6,1%) отмечена в жилой и рекреационной зонах. Аналогичные данные получены при анализе количества золы в листьях березы повислой.

Таким образом, результаты настоящих исследований и данные ряда ученых подтверждают, что кора древесных растений является буфером и может быть использована в качестве маркера состояния атмосферного воздуха. В живые растения загрязнители поступают как из атмосферного воздуха, так и из почвы. Кора деревьев, как губка, поглощает загрязняющие вещества и может использоваться в любое время года, а, следовательно, это позволяет проводить иссле-

дования непрерывно и в динамике. В целом биоиндикация является наиболее эффективным методом мониторинга окружающей среды и не требует больших затрат, дорогого и сложного оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адамович Э. И. О причинах образования корки на стволах деревьев / Э. И. Адамович // Ботанический журнал. – 1961. – Т. 46. – № 9. – С. 1271-1275.
2. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Под ред. Р. Шуберта. – Москва: Мир, 1988. – 348 с.
3. Дейнеко И.П. Исследование химического состава коры сосны / И.П. Дейнеко, И.В. Дейнеко, Л.П. Белов // Химия растительного сырья. – 2007. – № 1. – С. 19-24.
4. Высотное распределение зольности и элементного состава корки сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) / О.М. Храмченкова [и др.] // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Сэрыя прыродазнаўчых навук. – 2016. – № 2. – С. 34-38.
5. Доклад о природоохранной деятельности городского округа город Воронеж в 2011 году / Управление по охране окружающей среды департамента общественной безопасности администрации городского округа город Воронеж. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2012. – 64 с.
6. Доклад о природоохранной деятельности городского округа город Воронеж в 2016 году / Управление экологии администрации городского округа город Воронеж; редкол.: Н.В. Ветер, В.Н. Дрыгин - Воронеж: 2017. – 55 с.
7. Еремин В.М. Анатомия коры видов *Pinus* (Pinaceae) Советского Союза / В.М. Еремин // Ботанический журнал. – 1978. – Т. 63. – № 5. – С. 649 – 663.
8. Еремин В.М. Влияние избыточного увлажнения на анатомическую структуру коры сосны обыкновенной / В. М. Еремин // ИВУЗ: Лесной журнал. – 1975. – № 2. – С. 7-11.
9. Ермакова О.Д. Изменение кислотности дождевых вод древесной растительностью кедрово-пихтового леса / О.Д. Ермакова // Тезисы докл. Всесоюз. конф. «Заповедники СССР их настоящее и будущее». – Новгород, 1990: Ч. 2. – С. 53-54.
10. Житков А.В. Утилизация древесной коры / А.В. Житков. – Москва: Лесная промышленность. – 1985. – 136 с.
11. Иржигитова Д.М. Некоторые химические особенности коры деревьев как субстрата для развития лишайников (на примере

Красносамарского лесного массива) / Д.М. Иржигитова, Е.С. Корчиков // Вестник СамГУ. Естественнонаучная серия. – Самара, 2011. – № 5. – С. 144-152.

12. Ишимова А.Е. Зольность листьев, хвои и коры древесных растений как индикаторный признак загрязнения воздушного бассейна г. Семей / А.Е. Ишимова // Проблемы геологии и освоения недр. – 2012. – С. 547-549.

13. Методы изучения лесных сообществ / Е.Н. Андреева [и др.]. – Санкт-Петербург: НИИ Химии СПбГУ, 2002. – 240 с.

14. Никитин Н.И. Химия древесины и целлюлозы / Н.И. Никитин. – Москва-Ленинград: Изд-во АН СССР, 1962. – 711 с.

15. Нильсон Э.М. Эпифитные лишайники в условиях кислотного и щелочного загрязнения / Э.М. Нильсон, Дж. Н. Мартин // Взаимодействие лесных экосистем и атмосферных загрязнителей. – Таллин, 1982. Ч. 2. – С.99-100.

16. Уголев Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение / Б.Н. Уголев. – Москва: Академия, 2011. – 272 с.

17. Экологический мониторинг загрязнения территории Васильевского острова г. Санкт-Петербурга с использованием тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) / М.Г. Опекунова [и др.] // Известия Русского географического общества. – 2011. – Т.153. – № 2. – С. 31-44.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПЫЛЬЮ ПО ЕЕ НАКОПЛЕНИЮ НА ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНКАХ РАСТЕНИЙ

М.А. Клевцова, Е.А. Доброва

Одним из основных компонентов выбросов техногенных источников являются пылевидные частицы. Пыль, находящаяся в воздухе, содержит очень много химических веществ, некоторые из них являются крайне токсичными для биоты. При этом общедоступным способом очистки является использование газопоглотительной и пылеулавливающей способности растений. Известно, что в кронах деревьев ветровой воздушный поток резко снижает скорость движения и в результате этого теряет большую часть пыли.

Для изучения состояния зеленых насаждений и зыпыленности воздушной среды был выбран городской округ город Воронеж (правобережная часть). Объектом исследования являлись насаждения тополя пирамидального (*Populus pyramidalis*), произрастающие в разных функциональных зонах города (рис. 1). Отбор листовых пластинок для последующего лабораторного анализа проводился в 20 точках на правобережье города (рис. 2).



Рис. 1. *Populus pyramidalis* (точка №1 – ул. Ломоносова, 114/13)

При отборе образцов руководствовались следующими методическими указаниями. Приступить к сбору материала для исследования необходимо после остановки роста листьев и обязательно не ранее чем через 3-4 дня после последнего сильного дождя. Отбор нужно производить кропотливо и аккуратно, чтобы вся пыль, скопленная на листе, осталась на месте для возможности проведения дальнейших достоверных исследований. Листовые пластины нужно собирать равномерно по всему доступному периметру нижней части кроны дерева. Следует обратить внимание на состояние листовой пластины, чтобы она не была подвержена изменениям (например, следы деятельности насекомых или наличие бактериальных некрозов), либо эти повреждения не затрагивали участки, с которых будут сниматься измерения.

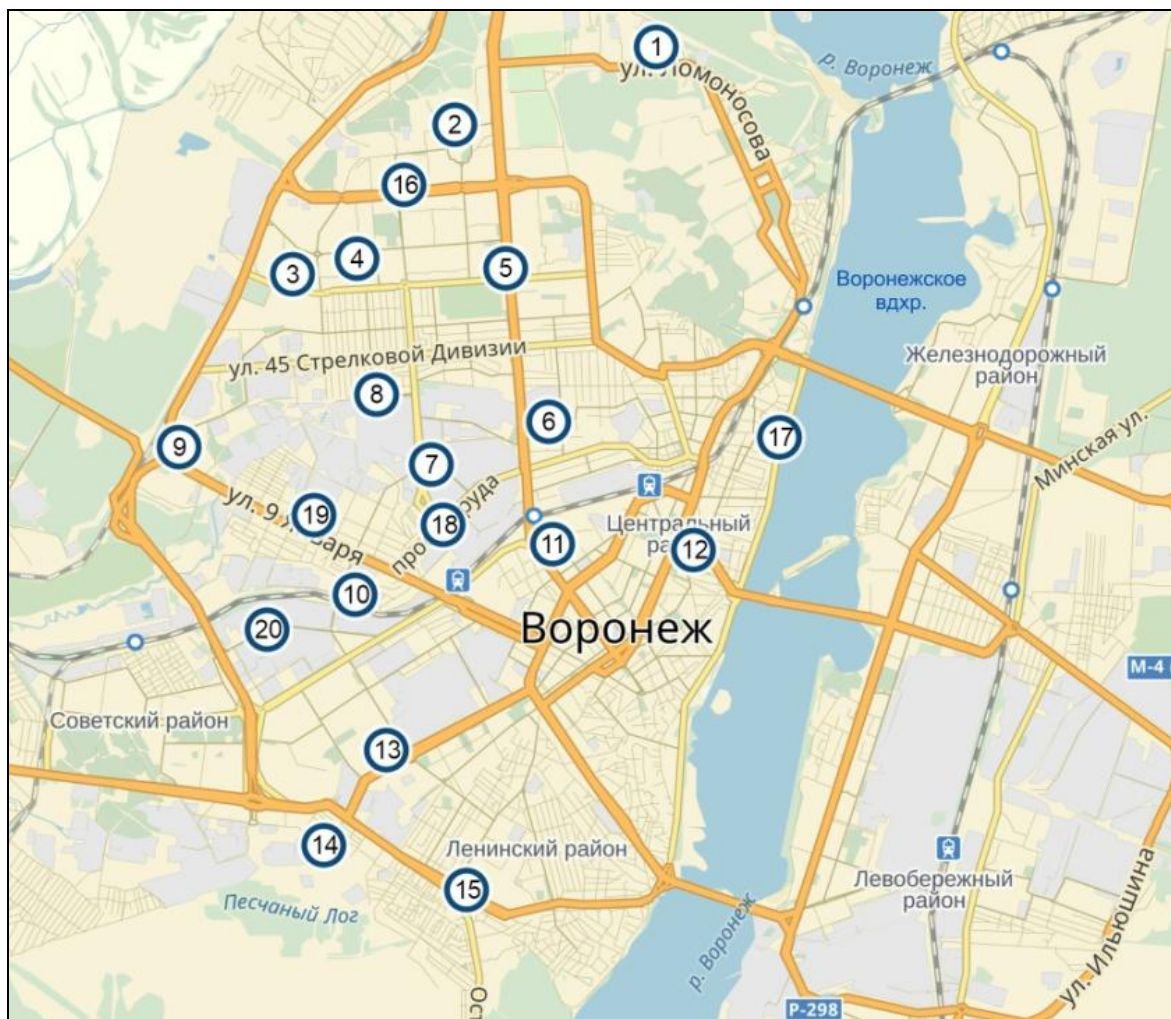


Рис. 2. Пункты отбора растительного материала в пределах правобережной части города Воронежа

Выбор данного вида для проведения исследований обусловлен тем, что в структуре зеленых насаждений Воронежа и городов Воронежской области тополя составляют более 50%, а в некоторых частях города (Левобережный, Юго-западные районы) – 60-70%. Следовательно, преобладающими древесными породами на рассматриваемой территории являются представители рода *Populus*. В Воронеже насаждения тополя представлены в основном в транспортной и промышленной зонах (рис. 3), в парках и скверах данные виды мало распространены в силу невысокой декоративности.

Сроки отбора листовых пластинок: конец июня – начало июля 2016 года. Настоящие исследования были проведены в аттестованной эколого-аналитической лаборатории факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета. Замеры осуществлены по следующим параметрам: длина, ширина, площадь листьев, количество пыли на листовых пластинках.



Рис. 3. Распределение точек отбора по функциональным зонам

Лист – основной ассимилирующий орган растения. Важно отметить, что от интенсивности стрессовых факторов зависит изменение морфометрических параметров [5].

Пределы колебания линейных размеров листовых пластинок *Populus pyramidalis* на рассматриваемой территории составляет по длине – 5,0-8,7 см; ширине – 4,3-8,1 см. Площадь листа варьирует в диапазоне от 12,97 до 44,20 см².

При анализе такого морфометрического параметра, как длина листовая пластины (рис. 4), были получены следующие данные. Максимальные значения по данному показателю отмечены для образцов точек, расположенных по адресам ул. Вл. Невского, 53 (№ 2), ул. Ворошилова, 30 (№ 13), среднее значение длины листа составляет 8,7 и 7,9 см соответственно. Минимальные значения выявлены на ул. Ломоносова, 114/13 (№ 1), ул. Бульвар Победы — ул. 60 Армии (№ 16) и составили 5,3, 5,0 см соответственно.

При измерении ширины листовой пластины были получены следующие значения. Максимальные значения имеют листья деревьев, произрастающих по ул. Ворошилова, 30 (№ 13), Ясному проезду, 13 (№ 8), их средние значения составляют 8,1 и 7,0 см соответственно. Минимальные значения выявлены на ул. 9 Января - ул. Антонова-Овсеенко (№ 9), ул. Бульвар Победы - ул. 60 Армии (точка № 16) и составили 4,5 и 4,3 см соответственно.

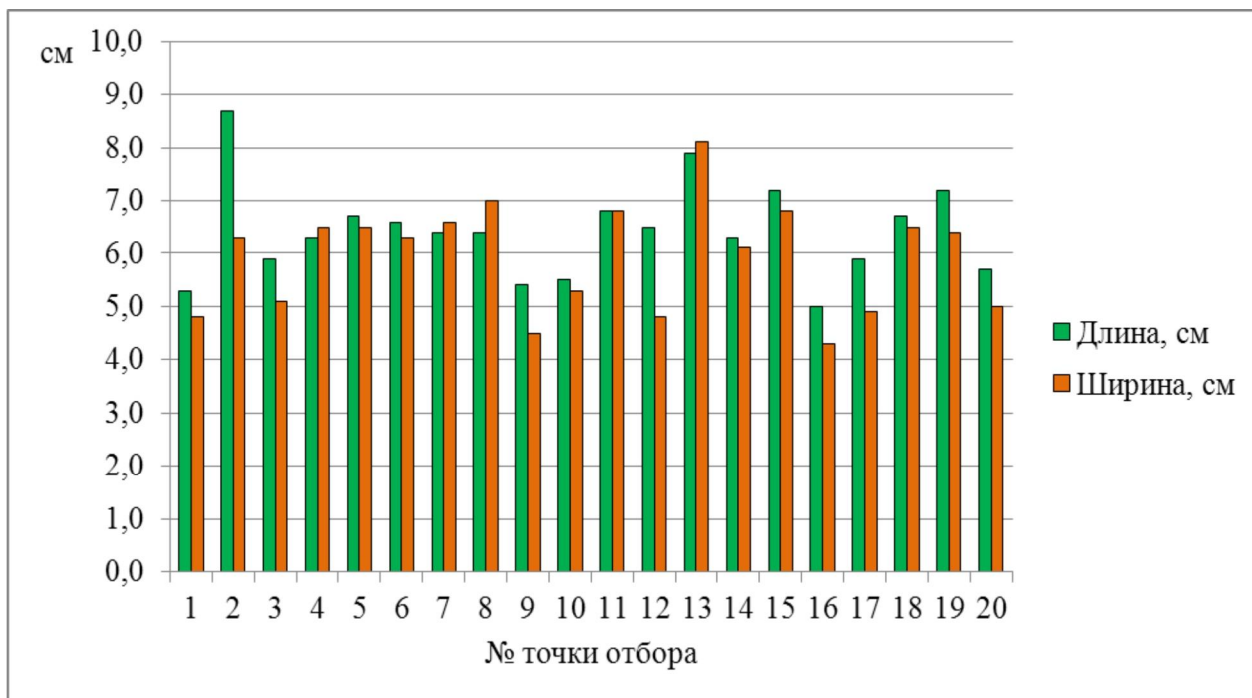


Рис. 4. Результаты определения длины и ширины листовых пластин тополя пирамидального (2016 г.)

По результатам расчета площади листовых пластинок построена диаграмма (рис. 5). В целом в большинстве точек наблюдается минимизация размеров ассимиляционных органов, особенно сильное отклонение от нормы отмечено на ул. пересечении ул. 9 Января и ул. Антонова-Овсеенко (№ 9), а также ул. Бульвар Победы и ул. 60 Армии (№ 16). Значения сравнивались с данными, полученными в контрольной точке – Ботанический сад ВГУ.

Важно отметить, что угнетение роста листовых пластинок находится в прямой зависимости от степени загазованности местообитания, то есть чем выше загрязнение воздуха, тем меньше морфометрические параметры листа [2]. Однако Н.В. Турмухаметова отмечает, что по мере адаптации древесных растений к условиям техногенного загрязнения может происходить удлинение параметров [8].

Сопоставление полученных результатов с данными контроля (фона) позволяет сделать следующие выводы. Несмотря на уменьшение размеров ассимилирующих органов по сравнению с условно чистой зоной, можно выделить несколько точек, где наблюдается превышение контрольных значений. Это насаждения, произрастающие по ул. Ворошилова, 30 (№ 13), ул. 3 Интернационала, 4 (№ 11), ул. Матросова, 6 (№ 15), ул. Проспект Труда, 111 (№ 18), ул. Владимира Невского, 53 (№ 2) [6].

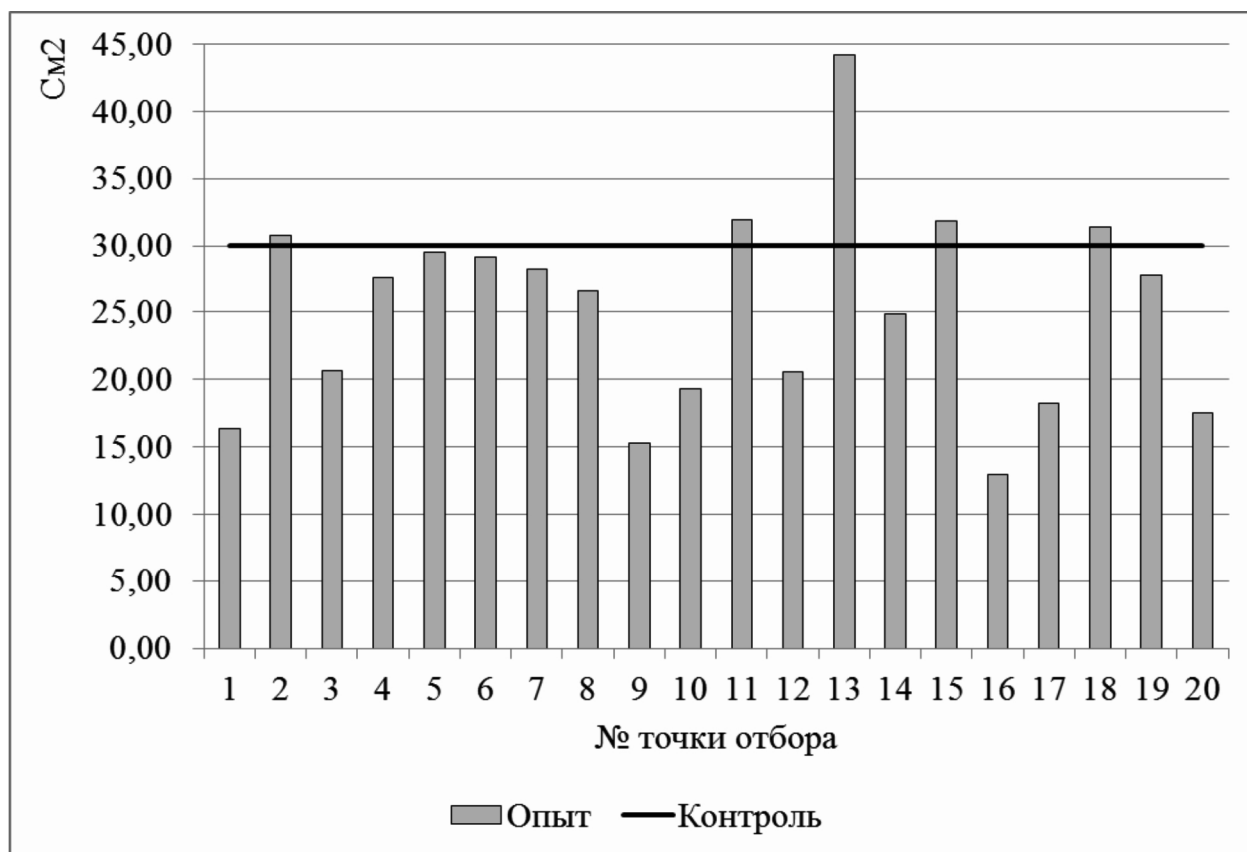


Рис. 5. Средние значения площади листовых пластинок (2016 г.)

Для сбора загрязнителей воздушной среды природа создала уникальные «ловушки», к которым относятся и листья деревьев. Важно отметить, что растительные организмы оказывают положительное влияние на качество воздуха, снижают скорость ветра, фильтруют пыль и газообразные загрязняющие вещества из городского воздуха [7]. По данным В.А. Горохова [3] растительность городских парков и скверов площадью 1 га за вегетационный период очищает от пыли 10-20 млн. м³ воздуха. Поэтому изучение пылеулавливающей способности древесных растений является актуальным направлением. Кроме того, согласно данным Управления экологии города Воронежа ежегодно наблюдается увеличение средних концентраций пыли в основном в летний период до 3,8 ПДК_{с.с.}, и Воронеж в последние годы относится к самым «запыленным» городам России.

Пылевидные частицы, присутствующие в воздухе во взвешенном состоянии, оседают на надземных органах растений при соприкосновении с ними или под действием гравитационных сил [4]. Для того чтобы получить фактические данные о качестве воздуха, выявить основные тенденции изменения и влияния на исследуемую популяцию, нужно исследовать концентрации пыли различных

фракций. Для этого необходимо рассмотреть запыленность листовой пластины как диагностический показатель степени запыленности районов города, где растет исследуемый вид. Показатель запыленности исследуемых растений традиционно определяется методом смыва с дальнейшей фильтрацией через бумажные фильтры и их взвешиванием на весах [1].

С целью определения запыленности воздуха на каждой точке отбора нами собраны листовые пластинки тополя пирамидального. На высоте 1-1,5 м с каждого дерева взято по 50-70 листьев.

Собранные листья с каждой точки отбора помещаются в чистую коническую колбу. Затем дистиллированной водой объемом 50 мл тщательно смывают пыль с поверхности каждого листа отдельно для каждой точки отбора. Далее взвешивают предварительно высушенный фильтр и фильтруем смыв. Точность замеров до 0,0001 г.

В результате проведенных операций определено количество пыли, которое осаждается на 1 м² поверхности листовой массы тополя пирамидального. С учетом времени накопления пыли (от последнего сильного дождя до момента исследований) подсчитана средняя скорость осаждения пыли за сутки по следующей формуле:

$$V=(M*100)/(S*t),$$

где М – масса пыли, г; S – поверхность обмытых листьев, см²; t – время осаждения пыли, сут. [9].

Результаты определения содержания пыли на правобережье города Воронеж отражены в таблице 1.

Полученные нами данные (рис. 6) свидетельствуют о том, что концентрация пыли в воздушной среде рассматриваемой территории города весьма высока, во всех точках отмечено превышение количества осажженной пыли по сравнению с контролем. В некоторых точках (№ 9, 13) - в 6-7 раз.

По содержанию пыли исследуемые точки отбора можно объединить в четыре основные группы.

Первая группа включает районы города, в которых содержание пыли на поверхности листьев выше 0,030 г/см². Вторая группа – 0,020-0,030; третья – 0,010-0,020 и четвертая – менее 0,010.

Первая группа. Максимальное содержание пыли было выявлено в двух точках отбора: на пересечении ул. 9 Января и ул. Антонова-Овсеенко (точка № 9) и составило 0,0335 г/см². Сходное значение обнаружено на ул. Ворошилова, 30 (№ 13).

Таблица 1

Результаты определения количества пыли, осажденной листовыми пластинками

Номер точки	Вес фильтра, г	Вес фильтра с пылью, г	Вес пыли, г	Количество пыли, г/см ²
1	1,4612	1,4795	0,0183	0,02234
2	1,4709	1,4799	0,0090	0,00585
3	1,4754	1,4936	0,0182	0,01765
4	1,5014	1,5145	0,0131	0,00948
5	1,5097	1,5326	0,0229	0,01553
6	1,4889	1,5119	0,0230	0,01576
7	1,4375	1,4483	0,0108	0,00765
8	1,4178	1,4346	0,0168	0,01262
9	1,4679	1,4935	0,0256	0,03346
10	1,4486	1,4570	0,0084	0,00871
11	1,3944	1,4198	0,0254	0,01592
12	1,4486	1,4626	0,0140	0,01362
13	1,4281	1,5018	0,0737	0,03335
14	1,4591	1,4755	0,0164	0,01318
15	1,4587	1,4964	0,0377	0,02360
16	1,4838	1,4983	0,0145	0,02236
17	1,4763	1,4852	0,0089	0,00975
18	1,4285	1,4502	0,0217	0,01384
19	1,4203	1,4308	0,0105	0,00755
20	1,4612	1,4684	0,0072	0,00821
Контроль	1,466	1,471	0,0050	0,00511

Вторая группа. Высокие показатели содержания пыли представлены в трех точках отбора: на ул. Матросова, 6 (№ 15), Бульвар Победы — ул. 60 Армии (№ 16), ул. Ломоносова, 114/13 (№ 1) и составили 0,02360; 0,02236 и 0,02234 г/см² соответственно.

Третья группа. Средние показатели оседающей пыли выявлены в восьми исследуемых точках отбора (№ 3, № 5, № 6, № 8, № 11, № 12, № 14, № 18). В точках, расположенных по ул. Хользунова, ул. 3 Интернационала, ул. Лидии Рябцевой и на пересечении Московского пр-та с ул. Хользунова, количество пыли на листовых пластинках выше 0,015 г/см². В остальных точках данной группы исследуемый показатель менее 0,015 г/см².

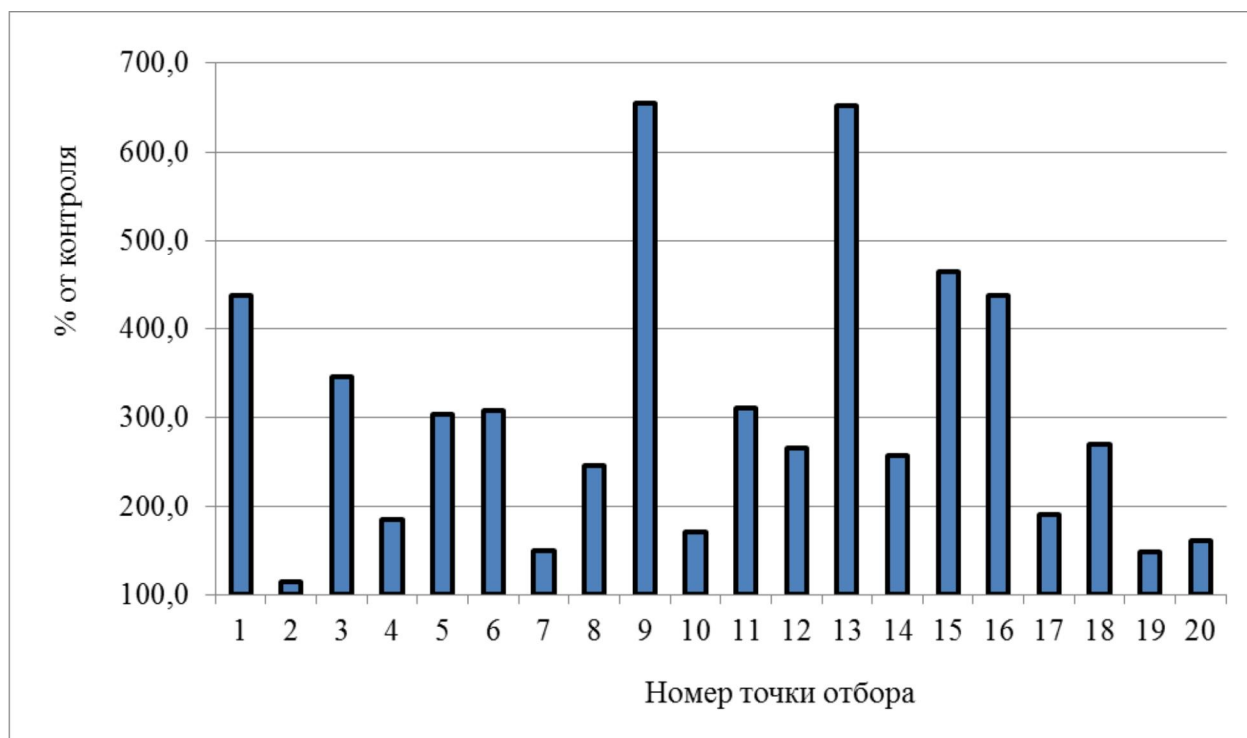


Рис. 6. Превышение количества пыли на листовых пластинках по сравнению с контролем

Четвертая группа. Минимальные показатели по содержанию пыли (менее $0,010 \text{ г/см}^2$) отмечены в 7 точках отбора: ул. Набережная Массалитинова, ул. Лизюкова, ул. Холмистая, ул. Дорожная, ул. Машиностроителей, ул. 9 Января, 180. Пунктом с минимальным содержанием пыли ($0,0059 \text{ г/см}^2$) оказалась точка №2, расположенная по ул. Владимира Невского, 53.

Таким образом, количество пыли, осажденное листовыми пластинками тополя пирамидального, колебалось в пределах от $0,0059$ до $0,0335 \text{ г/см}^2$. Данные лабораторных исследований свидетельствуют о том, что на правобережье города концентрация пыли превышает фоновые значения ($0,0051 \text{ г/см}^2$). Единственным пунктом, близким по «чистоте» к норме, оказалась точка № 2.

Нами получены данные по скорости осаждения пыли (рис. 7). Данный показатель варьирует в диапазоне от $0,0105$ до $0,0598 \text{ г/дм}^2 \cdot \text{сут.}$

Максимальные значения (более $0,059 \text{ г/дм}^2 \cdot \text{сут.}$) отмечены на пересечении ул. 9 Января и ул. Антонова-Овсеенко, а также по ул. Ворошилова. Минимальное значение скорости осаждения пыли выявлено по ул. Вл. Невского и составило $0,0105 \text{ г/дм}^2 \cdot \text{сут.}$ Таким образом, во всех точках отбора по рассматриваемому параметру наблюдается превышение, особенно в транспортной и промышленной зонах.

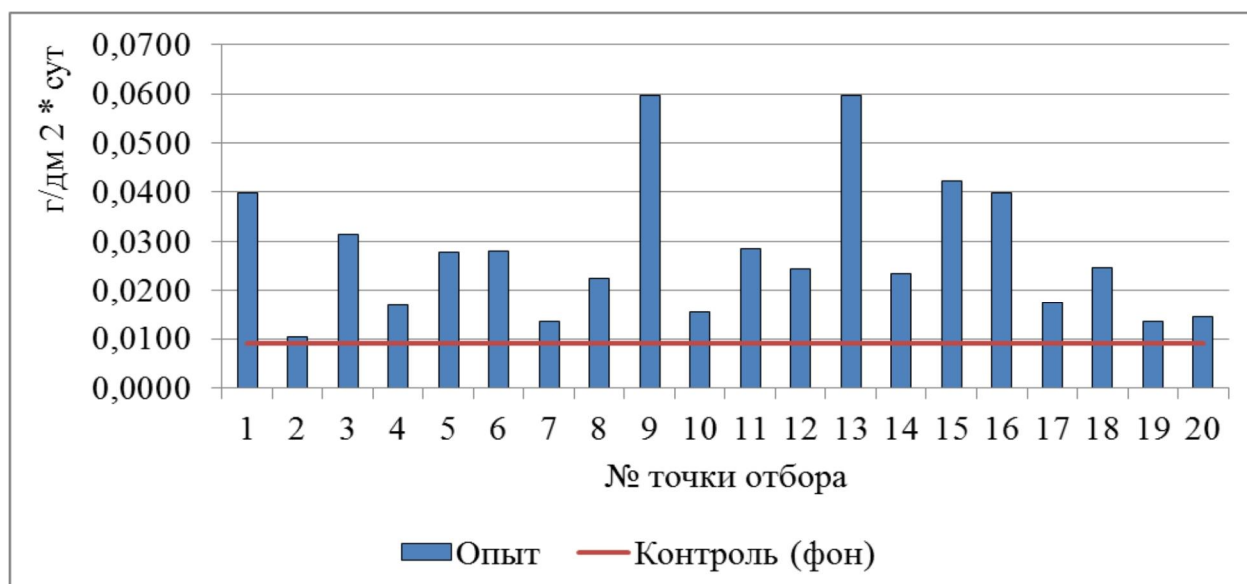


Рис. 7. Скорость осаждения пыли в атмосферном воздухе правобережья города Воронежа

В ходе анализа литературных источников и проведенных нами исследований можно сделать следующие выводы.

Во-первых, наличие правильно подобранных зеленых насаждений для той или иной территории позволяет ослабить или нейтрализовать негативные последствия на окружающую среду, также дает возможность сохранить благоприятное ее состояние.

Листовые пластинки деревьев активно задерживают пыль и снижают концентрацию вредных газов. Тополь пирамидальный хорошо подходит для озеленения г. Воронежа, так как он обладает высокой пылеулавливающей способностью, устойчив к загрязнению воздуха. Так по количеству поглощаемого углекислого газа и выделяемого кислорода двадцатипятилетний тополь превосходит ель в 7 раз, а по степени увлажнения воздуха - почти в 10 раз.

Во-вторых, во всех исследуемых точках отбора концентрация пыли выше фоновых значений. В некоторых точках (пересечение ул. 9 Января и ул. Антоново-Овсеенко, а также ул. Ворошилова) содержание осажденной пыли по сравнению с контролем превышено в 6-7 раз. Единственным пунктом, близким по «чистоте» к норме, оказалась точка № 2, расположенная по адресу ул. Вл. Невского, 53. Скорость осаждения пыли также превышает значения, полученные на территории Ботанического сада. Таким образом, содержание пыли в атмосферном воздухе на правобережной части Воронежа довольно высокое.

В-третьих, Воронеж является крупнейшим городом с большим количеством населения, развитой инфраструктурой, для него характерно большое количество автотранспорта и промышленности. По-

этому для снижения пылевого загрязнения рекомендуется проводить следующие мероприятия:

- вокруг источников повышенного загрязнения высаживать газо- и пылеустойчивые виды (например, тополь пирамидальный);
- регулярно (несколько раз в сутки) в весенне-летний период проводить уборку придорожного пространства и полив дорожного полотна;
- вдоль сильно загруженных улиц создавать живые изгороди, включающие несколько ярусов (кустарники, деревья), которые препятствуют разносу пыли;
- усилить контроль за размещением транспортных средств на газонах, а также запретить выезд большегрузной техники с прилегающих территорий, где отсутствует твердое покрытие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляева Ю.В. Анализ влияния пылевой нагрузки на популяцию *Betula pendula* Roth / Ю.В. Беляева // Сборник статей участников Межд. науч. конференции. – 2015. – С. 28-32.

2. Бессонова Н.В. Использование метода биоиндикации для оценки экологического состояния различных районов в г. Хабаровске / Н.В. Бессонова // Леса России в XXI веке: матер. I междунар. науч.-практ. интернет-конф. (июль 2009 г.). – Санкт-Петербург: ЛТА, 2009. – С. 11-13.

3. Горохов В.А. Городское зеленое строительство: Учеб. пособие для вузов / В.А. Горохов. – Москва: Стройиздат, 1991. – 416 с.

4. Денисова Е.С. Аккумуляция некоторыми сельскохозяйственными растениями техногенной пыли сажевых заводов / Е.С. Денисова. – 2014. – № 2 (134). – С. 196-199.

5. Клевцова М.А. Лабораторно-полевой практикум по биоиндикации : (учебное пособие для вузов) / М.А. Клевцова ; Воронеж. гос. ун-т, Фак. географии, геоэкологии и туризма. – Воронеж : Научная книга, 2016. – 105 с.

6. Клевцова М.А. Фитоиндикационная оценка состояния заповедных и урбанизированных территорий (на примере Воронежской области) / М.А. Клевцова // Вестник Тамбовского ун-та. Серия: Естественные и технические науки. – 2014. – № 5 том 19. – С. 1301-1303.

7. Муллаярова П.И. Влияние зеленых насаждений на запыленность атмосферы городов / П.И. Муллаярова // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ, 2016. – Т.4, №21. – С. 89-93.

8. Турмухаметова Н.В. Особенности морфогенеза побегов и феноритмов *Betula pendula* Roth и *Tilia cordata* Mill. в условиях городской среды : автореф. дис. ... канд. биол. наук. / Н.В. Турмухаметова. – Новосибирск, 2005. – 19 с.

9. Эколого-геохимические исследования почв и оценка запыленности на территории г. Вольска (в зоне влияния ОАО «ВОЛЬСКЦЕМЕНТ») / М.В. Решетников [и др.] // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. – 2011. – Т.1. – №1. – С. 51-57.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ГОРОДА ВОРОНЕЖА

Л.О. Середя

Автотранспорт и промышленность являются главными источниками загрязнения города Воронежа. Из-за многочисленных строительных работ, развития и функционирования городской инфраструктуры, кислотных осадков происходит нарушение и сокращение естественного почвенного покрова (ПП) в городе. В отличие от атмосферы загрязняющие почву вещества сохраняются в ней многие годы, тем самым представляют угрозу для населения, городской биоты, в частности, препятствуют нормальному росту и развитию растений. Зеленые насаждения в городе играют огромную роль, но они находятся под сильным техногенным воздействием. Наиболее заметно это влияние в промышленных и транспортных зонах города.

Целью данного исследования являлась оценка состояния почвенного покрова урбанизированных территорий с различным уровнем антропогенного воздействия (на примере г. Воронежа) с применением биологических методов анализа: биотестирования и токсикологического метода анализа. В настоящее время биологические методы являются актуальным направлением для контроля качества окружающей городской среды. Использование этих методов позволяет дать интегральную характеристику экологического состояния городов [1, 2].

Фитотоксичность является одним из наиболее информативных показателей оценки суммарного техногенного загрязнения. С помощью данного метода можно выявить токсичное действие загрязняющих веществ или стимулирующее влияние, активизирующее развитие тест-культур. Для оценки степени загрязнения почвенного покрова применяли следующие растения-индикаторы: кресс-салат (*Lepidium sativum*) и овес посевной (*Avena sativa*). Биологические тесты на прорастание семян успешно применяются для установления воздействия различных физиологически активных веществ. В качестве биотестов использовали однодольное и двудольное растения, по которым следили за морфологическими изменениями качественных показателей под влиянием действия поллютантов: энергии прорастания, всхожести семян, длины главного корня, длины проростка, общей биомассы.

Уровень фитотоксического эффекта определяется по следующей формуле (1):

$$\Phi Э (\%) = \frac{B1 - B2}{B1} \times 100 \quad (1)$$

где: $\Phi Э$ – фитотоксический эффект, %; $B1$ – всхожесть семян в контроле (фоне); $B2$ – всхожесть семян в опытном образце.

Уровень фитотоксичности почвы ($\Phi Э$) оценивали по шкале с показателями:

1) экологически чистая почва, если разница с контролем не превышает 10%;

2) слабая фитотоксичность, если разница с контролем составляет 10- 30%;

3) средняя фитотоксичность почвы, если всхожесть снижается на 30-50%;

4) высокая степень фитотоксичности почвы, если всхожесть снижается более чем на 50% (ГОСТ ИСО 22030-2009, 2010).

Для определения уровня токсического загрязнения почвенного покрова города (относительной токсичности) дополнительно проведены исследования с помощью тест-объекта зеленой протококковой водросли Хлорелла (*Chlorella vulgaris*), ПНД Ф 14.1:2:4.10-04, 16.1:2:3:3.7-04.

Методика определения относительной токсичности основана на регистрации различий в оптической плотности тест-культуры, выращенной на среде, которая не содержит токсических веществ

(контроль), и тестируемых проб водных вытяжек из почвенных образцов. Измерение оптической плотности позволяет оперативно контролировать изменение численности клеток в контрольном и опытном вариантах. Критерием относительной токсичности является снижение на 20% и более (подавление роста) или увеличение на 30% и более (стимуляция роста) значения оптической плотности тест-культуры, выращиваемой в течение 22 часов на тестируемой среде по сравнению с контролем, приготовленным на дистиллированной воде.

Для анализа пространственной вариабельности показателей токсического загрязнения почв применяли геоинформационное картографирование в среде MapInfo с применением метода IDW-интерполяции.

Биотестирование почвенного покрова

Исследования загрязненности почвы с помощью растений-индикаторов в 2014-2017 гг. на проростках кресс-салата (*Lepidium sativum*) и овса посевного (*Avena sativa*) показали, что почвенный покров в промышленной и транспортных зонах города подвержен сильному загрязнению, что подтверждается высоким уровнем фитотоксичности. Определение фитотоксичности почвы в жилой зоне показало, что она находится на уровне 40%, что свидетельствует о среднем (умеренном) уровне загрязнения.

Для образцов почвы, отобранных в зонах рекреации и фоновых участках, характерны высокая всхожесть и хорошее развитие проростков овса и кресс-салата (табл. 1).

Почвенный покров в этих зонах не подвержен существенному загрязнению. Напротив, в образцах почв из промышленной и транспортной зон города отмечалось сокращение длины корневой системы. Проростки растений на этих образцах почвы были тонкие и короткие.

Загрязнение нефтепродуктами и тяжелыми металлами привело к резкому снижению таких качественных показателей тест-объектов как всхожесть, рост и развитие проростков.

По результатам исследований овес посевной (*Avena sativa*) оказался более чувствительным к техногенному загрязнению; напротив, кресс-салат (*Lepidium sativum*) является более выносливым видом, т.к. отмечается хорошая всхожесть семян и небольшие деформации в процессе развития [4].

Таблица 1

**Изменение морфологических показателей тест-растений
в разных функциональных зонах (ФЗ) города**

ФЗ	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Длина главного корня, см	Длина проростка, см	Биомасса, г
Овес посевной (<i>Avena sativa</i>)					
рекреация	23,26	79,64	8,35	10,70	0,71
фон	100,00	100,00	10,60	13,50	1,01
транспортная	15,34	46,81	6,00	9,35	0,32
промышленная	12,00	43,84	5,95	8,45	0,24
перспектива	29,00	61,00	7,40	10,50	0,50
жилая СП	29,17	53,34	6,75	10,65	0,56
жилая ЧС	19,15	59,72	8,50	10,55	0,52
жилая ЦИ	10,15	57,89	6,86	8,97	0,42
Кресс – салат (<i>Lepidium sativum</i>)					
рекреация	36,79	82,86	5,50	6,85	0,09
фон	100,00	100,00	6,85	7,50	0,16
транспортная	26,87	53,83	2,85	4,70	0,05
перспектива	10,00	44,00	3,60	3,80	0,04
промышленная	39,45	65,95	3,35	4,95	0,05
жилая СП	29,17	64,17	3,50	5,50	0,05
жилая ЧС	44,00	70,72	4,25	5,80	0,05
жилая ЦИ	30,15	71,43	4,09	5,76	0,07

Повышенный уровень фитотоксического эффекта отмечался в зонах жилой современной многоэтажной застройки. Это обусловлено дефицитом мест для парковки автомобилей и использованием внутридворовых участков жилой зоны в качестве автомобильных стоянок, что приводит к загрязнению почв нефтепродуктами и тяжелыми металлами от выбросов автотранспорта в микрорайонах повышенной этажности (рис. 1).

Оценка уровня ФЭ показала, что фитотоксичность почв в транспортной зоне очень высокая и составляет около 70-80 %, а в некоторых точках достигает 100%. Сравнивая уровень ФЭ почвы в разных районах города, мы видим, что в зависимости от антропогенной нагрузки ФЭ городских почв изменяется в широком диапазоне: от 10-20% в парковой зоне до 50-60% в центре города и до 70-80% в промышленных зонах.

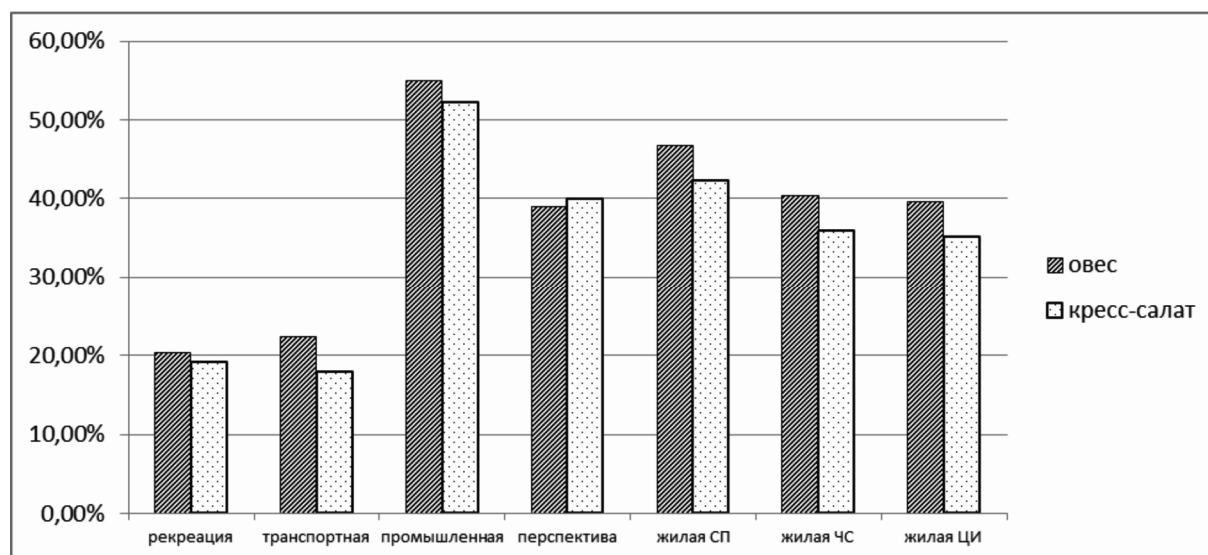


Рис. 1. Фитотоксический эффект почвенного покрова

Слабое загрязнение почвенного покрова отмечается по результатам исследования в зоне рекреации. В зоне перспективной застройки отмечается средний уровень загрязнения почвенного покрова.

Энергия прорастания в образцах, отобранных в транспортной зоне города, снижена в 3-4 раза по сравнению с образцами, отобранными в зоне рекреации. Отмечено, что с увеличением техногенной нагрузки ухудшаются показатели роста и развития тест-растений. Происходит снижение темпа развития, уменьшается длина корневой системы. Корневая система проростков, выращенных на почве, отобранной в транспортной и промышленной зонах, развита более слабо, чем у проростков, выращенных на образцах почвы, взятых в других районах города. Длина корневой системы уменьшилась, а проростки здесь более тонкие и короткие. Так, длина главного корня в образцах из промышленной и транспортной зон города меньше в 2 раза по сравнению с фоном (табл. 1).

Также нами была отмечена определенная тенденция: для почвенных образцов, отобранных в транспортных зонах города, характерна высокая энергия прорастания (на 3-4 день), что может быть связано с повышенным содержанием тяжелых металлов (ТМ), таких как медь, марганец, стимулирующих рост растений, но в дальнейшем негативно сказывающихся на их росте и развитии.

Картографирование уровней фитотоксического эффекта растения-индикатора кресс-салат по результатам мониторинга почвенного покрова показаны на рисунке 2.

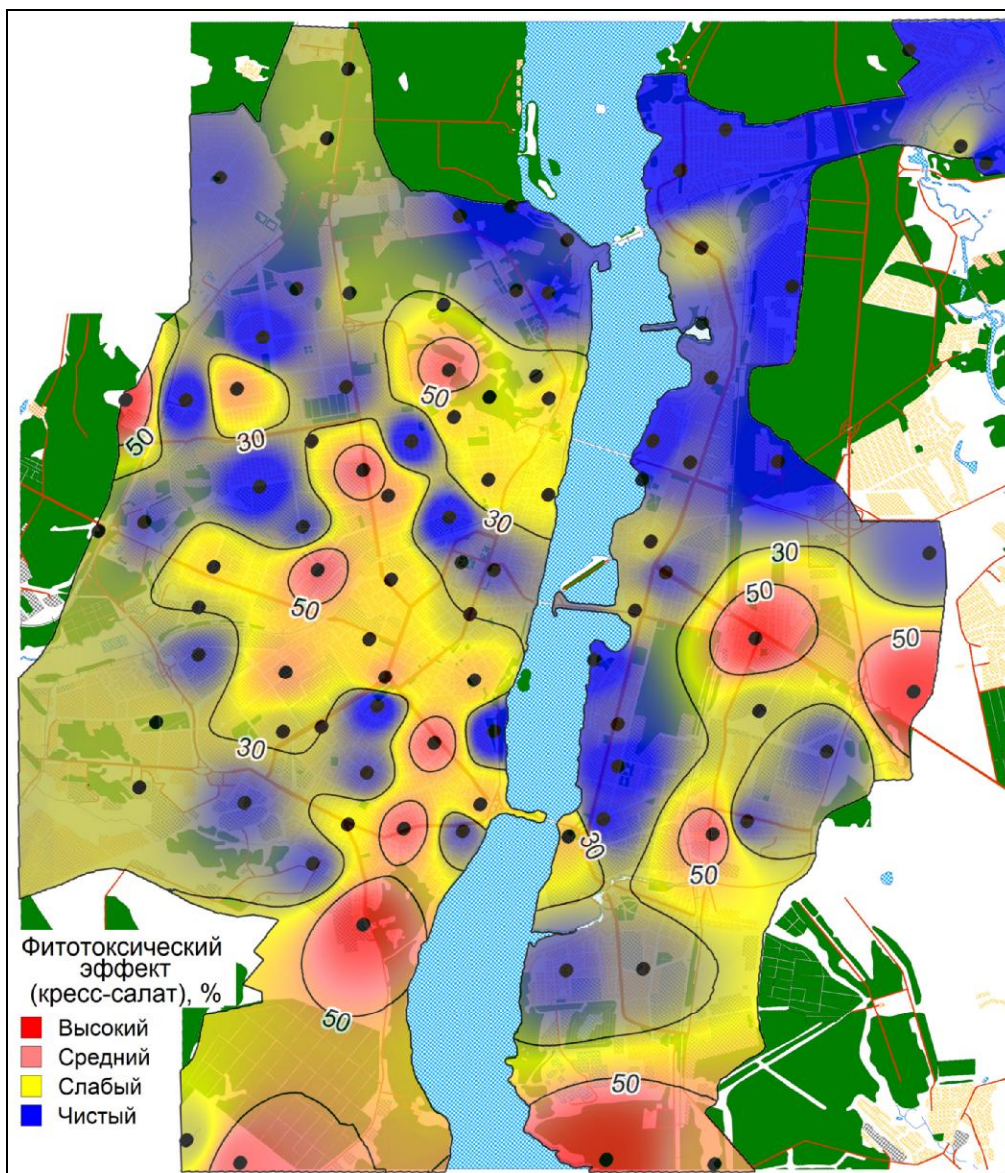


Рис. 2. Уровень фитотоксического эффекта (*Lepidium sativum*)

Результаты мониторинга почвенного покрова с применением методов биотестирования позволили выделить районы с интенсивной техногенной нагрузкой и высоким уровнем загрязнения почвенного покрова. Так, неблагополучная ситуация отмечается в районах перспективной застройки в Отрадном и Шилов, а также в транспортной и промышленных зонах города. Зонами, подверженными экологическому риску, являются территория Масловской промышленной зоны, участки окружной дороги по ул. Антонова-Овсеенко, район Отрожки под влиянием вагоноремонтного завода и транспортных потоков города. Наиболее неблагополучные внутригородские районы по данным биотестирования - Левобережный, Ленинский и Железнодорожный. Данные результаты в целом согласуются с выводами, полученными в результате исследований ПП на нефтепродукты и ТМ.

Картографирование уровней фитотоксического эффекта растения-индикатора овес посевной по результатам мониторинга почвенного покрова показаны на рисунке 3.

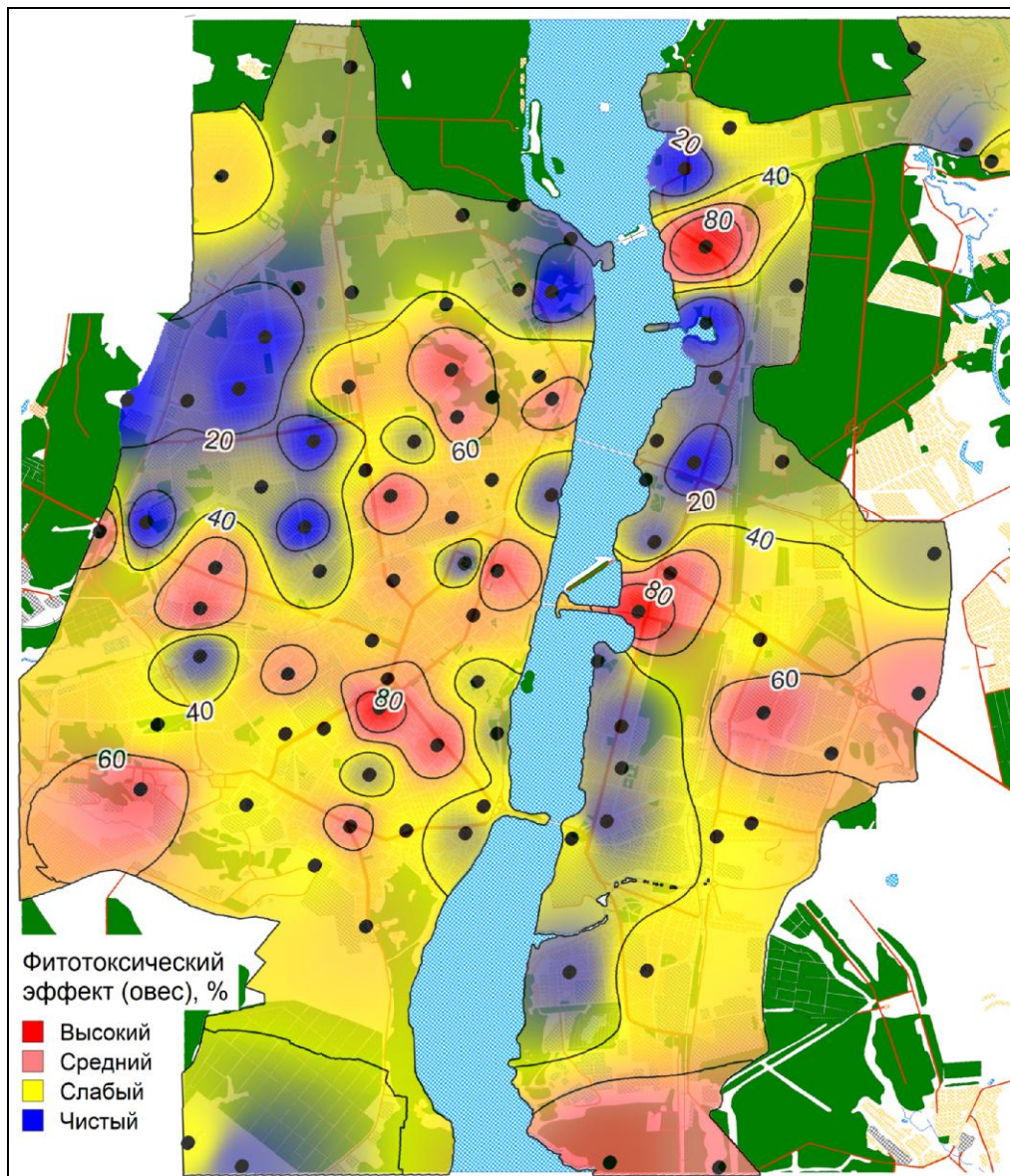


Рис. 3. Уровень фитотоксического эффекта (*Avena sativa*)

Таким образом, можно сделать следующие выводы по результатам анализа биотестирования:

- среди исследуемых тест-культур в качестве растений-индикаторов /овес посевной (*Avena sativa*) и кресс-салат (*Lepidium sativum*)/ наиболее чувствительной к антропогенному загрязнению тест-культурой является овес посевной;

- стрессовая реакция растений овса близка к прямо пропорциональной по отношению к степени воздействия: чем больше загрязнена среда, тем всхожесть меньше;

- ранняя диагностика степени загрязнения почв, использующая в качестве тест-системы проростки овса посевного, может успешно применяться для оперативной оценки влияния нефтепродуктов, тяжелых металлов и других загрязняющих веществ на активность прорастания и развития тест-растений.

- повышение фитотоксичности тест-растения овса посевного происходит по мере увеличения антропогенной нагрузки в следующей последовательности: рекреационная зона < жилая ЦИ < жилая ЧС < жилая СП < транспортная зона < промышленная зона. Территория промышленной зоны отличается наибольшим уровнем неблагоприятного техногенного воздействия.

Токсикологический анализ почвенного покрова

Оценка токсичности почвенного покрова является актуальным направлением исследований в городском мониторинге. Эффективным подходом для определения степени токсичности является использование методов токсикологического анализа. Их применение позволяет дать интегральную характеристику экологического состояния городов [3, 4, 5].

Результаты исследования в 2014-2017 гг. показали, что для почвенных образцов, отобранных в промышленной зоне, характерно в основном превышение критерия токсичности, что составляет в среднем 30-50% (рис. 4.). Это стимулирует рост тест-культуры.

В ряде точек в промышленной зоне, напротив, отмечается подавление роста тест-культуры (ул. Землячки, 1; ул. Лебедева, 2).

В образцах, отобранных в транспортной зоне, отмечается в основном подавление роста тест-объекта, что свидетельствует о высоком загрязнении в этой зоне. Существенное подавление тест-объекта до 83% отмечено в пункте мониторинга №52 – пересечение улиц Брусилова и Ленинский проспект. Для этого пункта мониторинга свойственно высокая концентрация Zn (валовое содержание и подвижная форма).

Подавление роста тест-культуры до 43% отмечается в жилой зоне современной многоэтажной застройки в пункте мониторинга №40, расположенном по ул. Моисеева, 11. Стимуляция роста до 78% отмечена в пункте №86 по адресу: ул. Грамши, 70.

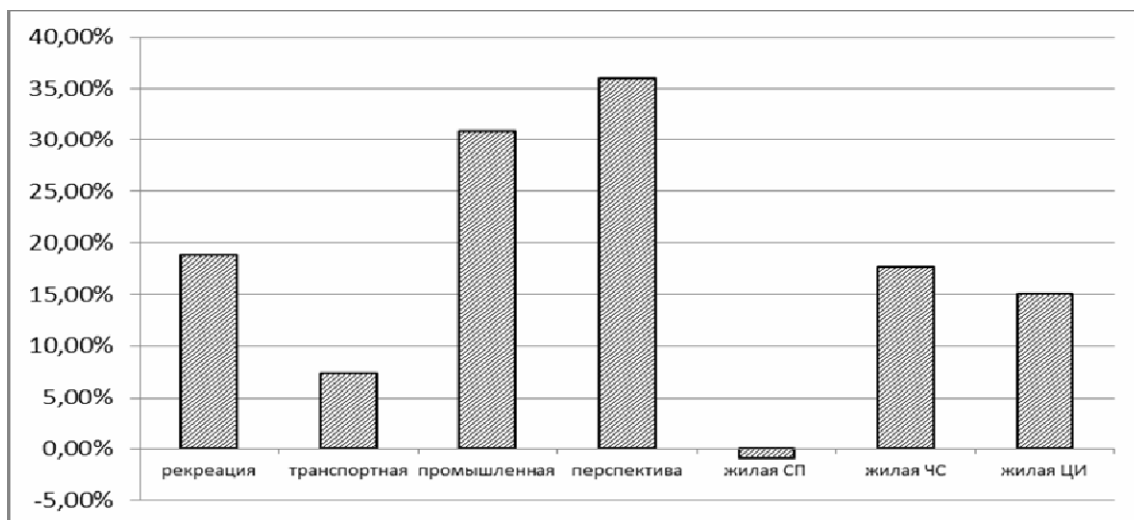


Рис. 4. Уровень относительной токсичности почвенного покрова на тест-культуре *Chlorella vulgaris*

Картографирование уровней относительной токсичности на тест-культуре *Chlorella vulgaris* по результатам мониторинга почвенного покрова показано на рисунке 5.

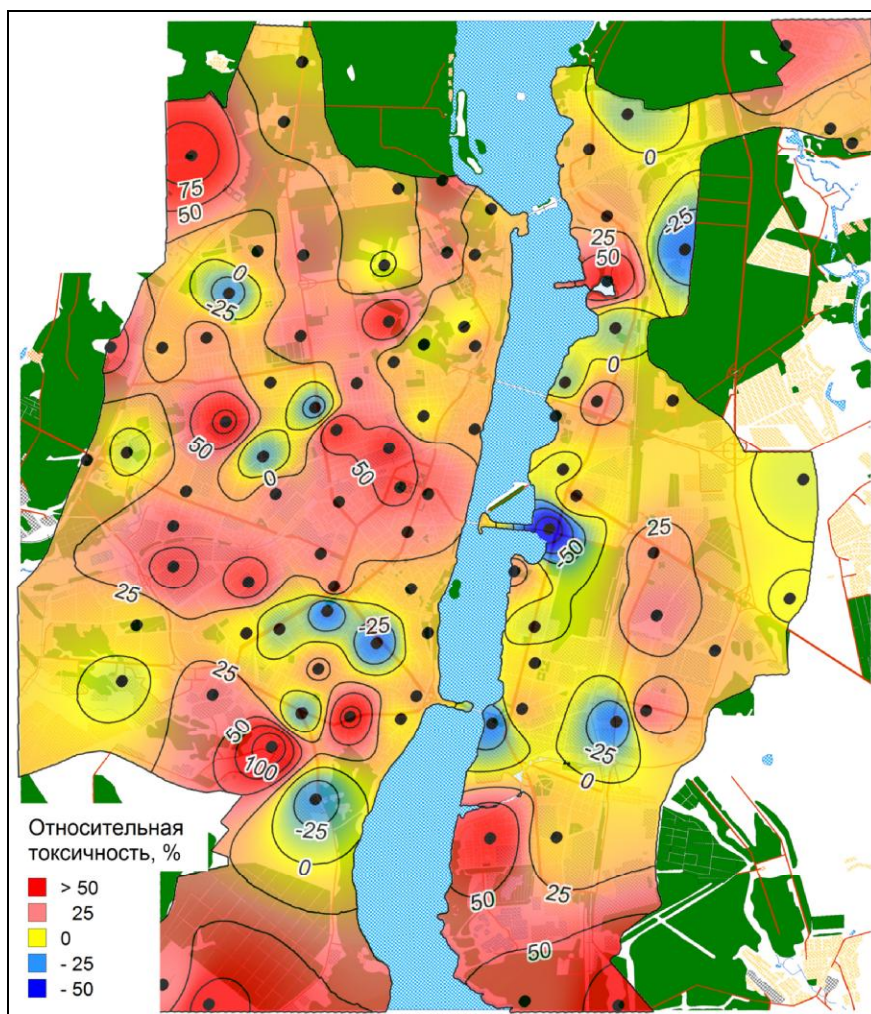


Рис. 5. Результаты токсикологического анализа почв города

В образцах, отобранных в зонах перспективной застройки и жилой современной многоэтажной застройки, отмечена стимуляция роста-тест культуры (увеличение на 36-37%). В остальных функциональных зонах нами не выявлено высокого уровня относительной токсичности.

В целом на территории города нами выделены следующие зоны с высоким уровнем относительной токсичности почвенного покрова: район перспективной застройки п.Шилово, Масловская промышленная зона, микрорайон Подгорное, а также территории, находящиеся под влиянием активных дорожных транспортных потоков (ул. 9 Января, Московский проспект, проспект Революции, ул. Грамши и др.).

В целом, анализ показателей относительной токсичности по данным анализа тест-культуры Хлорелла (*Chlorella vulgaris*) показал, что повышение токсичности происходит по мере увеличения автотранспортного воздействия в следующей последовательности: жилая СП < жилая ЦИ < жилая ЧС < рекреационная зона < промышленная зона < транспортная зона. Территория транспортной зоны отличается наибольшим уровнем неблагоприятного техногенного воздействия.

Стоит отметить, что о высоком уровне загрязнения свидетельствуют как подавление, так и стимуляция роста тест-культуры. Применение методов токсикологического анализа позволило дать интегральную оценку состояния почвенного покрова и уличного смета на территории города.

Таким образом, проведенные исследования с применением биологических методов анализа позволяют сделать следующие основные выводы.

1. Данные, полученные в результате применения методов биотестирования, в целом согласуются с данными по загрязнению почвенного покрова города тяжелыми металлами и нефтепродуктами [5], что подтверждает точку зрения о высокой информативности показателя фитотоксичности для оценки уровня техногенной нагрузки на городскую среду. Метод позволяет выявить токсичное действие загрязняющих веществ или стимулирующее влияние, активизирующее развитие тест-культур.

2. Среди исследуемых тест-культур в качестве растений-индикаторов /овес посевной (*Avena sativa*) и кресс-салат (*Lepidium sativum*)/ наиболее чувствительной к антропогенному загрязнению

тест-культурой является овес посевной. Стрессовая реакция растений овса близка к прямо пропорциональной по отношению к степени воздействия: чем больше загрязнена среда, тем всхожесть меньше. Ранняя диагностика степени загрязнения почв, использующая в качестве тест-системы проростки овса посевного, может успешно применяться для оперативной оценки влияния нефтепродуктов, тяжелых металлов и других загрязняющих веществ на активность прорастания и развития тест-растений. Повышение фитотоксичности тест-растения овса посевного происходит по мере увеличения антропогенной нагрузки в следующей последовательности: рекреационная зона < жилая ЦИ < жилая ЧС < жилая СП < транспортная < промышленная. Территория промышленной зоны отличается наибольшим уровнем неблагоприятного техногенного воздействия.

3. Анализ показателей относительной токсичности по данным анализа тест-культуры Хлорелла (*Chlorella vulgaris*) показал, что повышение токсичности происходит по мере увеличения автотранспортного воздействия в следующей последовательности: жилая СП < жилая ЦИ < жилая ЧС < рекреация < промышленная < транспортная. Территория транспортной зоны отличается наибольшим уровнем неблагоприятного техногенного воздействия.

4. Промышленная и транспортная зоны города Воронежа являются территориями повышенного экологического риска (техногенного загрязнения), а биотестирование почв является одним из эффективных методов мониторинга и экологической диагностики состояния городской среды обитания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биологический контроль окружающей среды (биоиндикация и биотестирование) / под ред. О.П. Мелиховой и Е.И. Егоровой. – М.: Академия, 2007. – 288 с.

2. Блинова З.П. Биотестирование почвенного покрова городских территорий с использованием проростков *Raphanus Sativus* / З.П. Блинова // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». – 2014. - №1. – С. 18-23.

3. Маячкина Н.В. Особенности нормирования биотестирования почв с целью их экотоксикологической оценки / Н.В. Маячкина, М.В. Чугунова // Вестник Нижегородского ун-та им. Н.И. Лобачевского. Серия Биология. – 2009. – №1. – С. 84-93.

4. Середа Л.О. Экологическая оценка почвенного покрова методами биоиндикации и биотестирования / Л.О. Середа, М.А. Клевцова // Научное обозрение. – 2015. – №20. – С. 81-85.

5. Терехова В.А. Биотестирование почв: подходы и проблемы / В.А. Терехова // Почвоведение. – 2011. – №2. – С. 190-198.

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ГОРОДА ВОРОНЕЖА

Л.О. Середа, С.А. Куролан

Современные крупные города являются мощными источниками загрязняющих веществ, которые включаются в региональные миграционные циклы, формируют техногенные геохимические аномалии в различных компонентах ландшафта [6-8, 13, 15]. Почва города осуществляет накопление информации о происходящих процессах и изменениях в течение продолжительного времени. Поэтому почвенный мониторинг является одной из важнейших задач для оценки состояния урбоэкосистемы.

Наиболее распространёнными загрязняющими веществами городских почв являются тяжелые металлы (ТМ) и нефтепродукты. Важными показателями, которые необходимо оценивать в процессе почвенного мониторинга, являются следующие: кислотность, содержание гумуса, концентрации содержания нефтепродуктов и ТМ.

Возрастающие площади нарушенных и техногенно трансформированных почв урбанизированных территорий – одна из актуальных проблем крупных городов РФ с развитой инфраструктурой, к числу которых относится город Воронеж. Весомый вклад в нарушение целостности распространения почвенного покрова, его структуры вносят площадные и точечные строительные работы, транспортные магистрали, промышленное производство и другие сферы антропогенного влияния.

Для оценки состояния почвенного покрова нами были проведены специальные эколого-геохимические исследования на территории города Воронежа. Согласно ГОСТ 17.4.3.01-83 и ГОСТ 17.4.4.02-84 [3, 4] было отобрано 116 образцов из верхних горизонтов почв (10-15 см) в весенне-летний период 2014-2017 гг. по зара-

нее 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. М.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 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) [104];

- 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);

- для определения содержания гумуса - метод И.В.Тюрина (ГОСТ 26213-91) [44];

- гидролитическая кислотность, обменный кальций и магний определены согласно ГОСТ 26212-91, ГОСТ 26487-85) [43];

- для определения актуальной кислотности – потенциометрический метод;

- методы биотестирования (по проросткам растений-индикаторов (кресс-салат (*Lepidium sativum*) и овес посевной (*Avena sativa*), определение фитотоксического эффекта) (ГОСТ ИСО 22030-2009, 2010) [46];

- токсикологический метод анализа (методика определения токсичности почв по изменению оптической плотности культуры водоросли Хлорелла (*Chlorella vulgaris*) (ПНД Ф 14.1:2:4.10-04, 16.1:2:3:3.7-04).

Требования к качеству почвы населенных пунктов, сельскохозяйственных угодий, зон санитарной охраны источников водоснабжения, территории курортных зон и отдельных учреждений отражены в основном нормативном документе ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве», а отдельные нормативы представлены в таблице 2.4 [2].

Оценка опасности загрязнения почвы химическими веществами выражается коэффициентом опасности, который рассчитывается по формуле (1):

$$Ko = C / ПДК \quad (1)$$

где C – содержание i -го загрязняющего вещества в почве территории за год (или период), мг/кг;

$ПДК_i$ – предельно-допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества в почве, мг/кг.

Чем выше класс опасности загрязняющего вещества, тем выше опасность загрязнения. Для оценки состояния почвенного покрова применяют также коэффициент концентрации K_c . Он определяется по следующей формуле (2):

$$K_c = C_a / C_{\phi} \quad (2)$$

где C_a – средние концентрации элемента в городских образцах;

C_{ϕ} – средние концентрации элемента в фоновых образцах.

Кроме того, нами рассчитан суммарный показатель токсичного загрязнения (СПТЗ), с применением следующей формулы (3):

$$СПТЗ = \sum_{i=1}^n K_c K_T - (n - 1) \quad (3)$$

где K_T – коэффициент токсичности химического элемента.

При подсчете элементам первого класса опасности соответствует коэффициент токсичности, равный 1,5, элементами второго класса – 1,0, а третьего – 0,5. Рассчитывается коэффициент СПТЗ только для тех элементов, у которых K_c больше 2.

Общую геохимическую нагрузку характеризует также суммарный показатель загрязнения почв химическими элементами, который рассчитывается по формуле (4):

$$Z_c = \sum (K_{ci} + \dots + K_{cn}) - (n - 1) \quad (4)$$

где n – число химических элементов с $K_c > 1,5$.

Оценить опасность загрязнения почвенного покрова можно по шкале, представленной в таблице 1.

Шкала была разработана на основе исследований показателей состояния здоровья населения, проживающего на территории с разным уровнем загрязнения почвенного покрова [1]. Данный показатель может быть применен как для подвижных форм тяжелых металлов, так и для валового содержания [5]. Наиболее распространенные загрязняющие вещества будут являться приоритетными загрязнителями.

Таблица 1

Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почвенного покрова по суммарному показателю загрязнения

Категория загрязнения почв	СПЗ	Изменения показателей здоровья населения в очагах загрязнения
Допустимая	Менее 16	Минимальный уровень заболеваемости детей и небольшая частота встречаемости функциональных отклонений
Умеренно опасная	16-32	Увеличение общей заболеваемости
Опасная	32-128	Увеличение общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы
Чрезвычайно опасная	Более 128	Увеличение заболеваемости среди детей, нарушение репродуктивной функции женщин

Анализируя коэффициенты опасности в разных ФЗ города, можно отметить, что минимальный уровень загрязнения Zn отмечается в зонах рекреации, жилой современной многоэтажной застройки, частного сектора и перспективной застройки (табл. 2).

Слабое загрязнение установлено в зоне жилой зоне центрального исторического центра города, 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 современной многоэтажной застройки [14].

Общую характеристику состояния почвенного покрова можно провести с помощью интегральной оценки качества почвенного покрова с использованием суммарного показателя загрязнения Zс (СПЗ) и суммарного показателя токсичного загрязнения СПТЗ, учитывающего класс опасности загрязняющих веществ. Завершающим этапом интегральной оценки почвенного покрова было создание

карт, отражающих градиентные различия СПТЗ и Zс. Построенная карта (рис. 2.) иллюстрирует территориальные различия, достигающие примерно 10-х кратного уровня по различиям СПТЗ в благополучных «спальных» микрорайонах, зонах рекреации с промышленными и транспортными зонами города. Метод IDW - интерполяции достаточно объективно характеризует общую экологическую обстановку почв города.

Таблица 2

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*	мини-мальный	средний	сильный	мини-мальный	мини-мальный	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*	мини-мальный	сильный	сильный	средний	слабый	слабый	слабый

*) УЗ – уровень загрязнения.

Данные по интегральной оценке показаны в таблице 3. Приоритетными загрязнителями, по которым проводили расчет Zс и СПТЗ, являлись цинк, свинец. Расчет проводили по подвижным формам тяжелых металлов.

По исследованиям 1 пункта мониторинга по показателю СПТЗ – точка №15 (ул. Куйбышева – ул. Панфилова), находящийся в транспортной зоне города Воронежа, установлено, что он относится к категории «чрезвычайно опасный уровень загрязнения» и представляет угрозу для городских жителей и биоты. Опасный уровень отмечен в ряде точек по показателю СПТЗ: № 14 (ул. Богдана Хмельницкого, 35), № 47 (ул. Саврасова – ул. Заслонова), №50 (ул. Волгоградская, 48), № 65 (ул. 9 Января, 180). Допустимые уровни загрязнения отмечены в остальных точках города, минимальный уровень суммарного загрязнения отмечен в рекреационных зонах города.

Средний СПТЗ по городу составил 34, что соответствует опасному уровню загрязнения по данному показателю. Показатель СПТЗ рекомендуется в качестве приоритетного критерия оценки опасности

загрязнения почв, т.к. учитывает класс опасности веществ. Для города Воронежа показатель СПТЗ был рассчитан по подвижным формам 2 тяжелых металлов I класса опасности. Средний уровень Zс составил 10,43, что свидетельствует о допустимом уровне загрязнения – интегральный показатель не превышает 16 единиц.

Таблица 3

СПТЗ и Zс почвенного покрова по подвижным формам ТМ

№ пробы	Zс	СПТЗ	№ пробы	Zс	СПТЗ	№ пробы	Zс	СПТЗ
1	45	68	34	6	9	67	110	165
2	2	4	35	10	16	68	11	17
3	7	10	36	4	7	69	46	69
4	2	3	37	2	4	70	1	1
5	1	1	38	6	9	71	1	1
6	51	76	39	17	26	72	5	7
7	9	14	40	90	136	73	1	1
8	1	2	41	97	146	74	1	1
9	2	4	42	4	7	75	45	68
10	25	38	43	1	1	76	0	1
11	2	4	44	22	34	77	1	1
12	3	5	45	30	46	78	0	1
13	4	6	46	37	56	79	1	1
14	111	166	47	113	170	80	1	2
15	173	261	48	1	2	81	0	1
16	16	25	49	38	57	82	1	1
17	1	1	50	198	298	83	21	31
18	2	3	51	01	1	84	77	116
19	1	2	52	55	83	85	1	1
20	11	17	53	4	7	86	37	56
21	13	21	54	5	8	87	27	41
22	17	26	55	1	2	88	3	5
23	40	61	56	3	5	89	0	1
24	6	9	57	28	42	90	2	4
25	4	7	58	19	29	91	8	12
26	6	9	59	0	1	92	50	76
27	18	27	60	6	9	93	7	11
28	9	14	61	1	1	94	6	9
29	117	176	62	21	32	95	0	0
30	15	24	63	37	56	96	11	17
31	2	3	64	36	55	102	0	1
32	6	9	65	125	187	103	1	2
33	1	2	66	1	1			

Данные по уровням СПТЗ и Zc в разных функциональных зонах города показаны на рисунке 1.

Как видно, по уровню СПТЗ наиболее неблагополучными зонами являлись транспортная и промышленная. В ряде точек этих зон были отмечены опасные и чрезвычайно опасные уровни загрязнения, представляющие угрозу для городской биоты и здоровья населения.

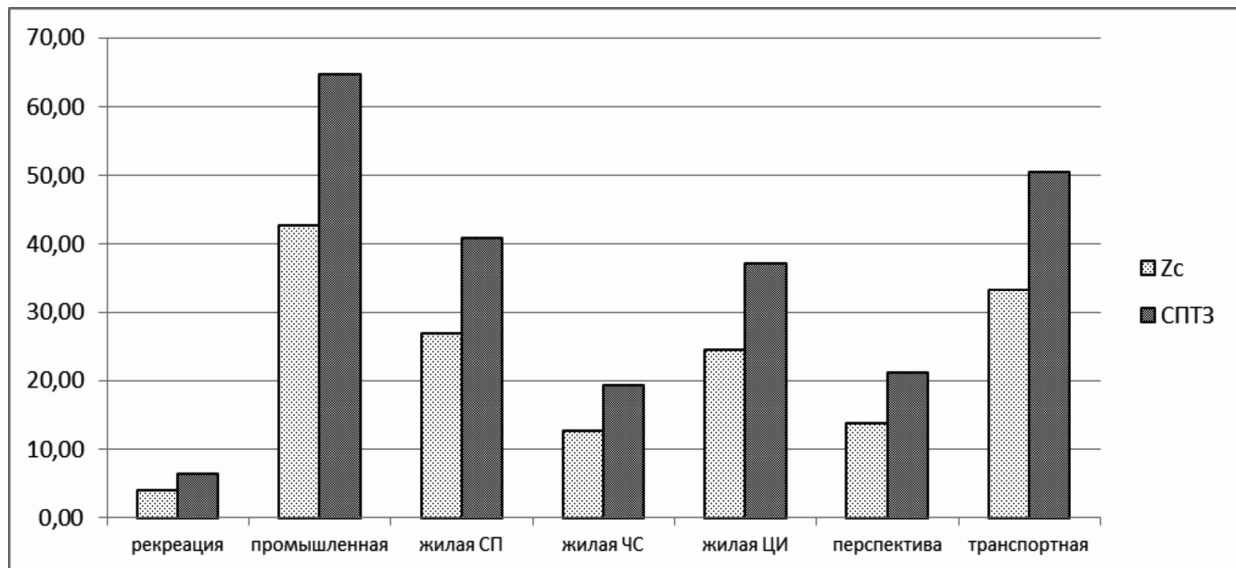


Рис. 1. Уровни СПТЗ и Zc в разных функциональных зонах города

Повышенному уровню загрязнения в 2014-2017 гг. в жилой зоне современной многоэтажной постройки и центрально-исторической части города способствует высокая плотность застройки, интенсивность движения автотранспорта и использование прилегающих территорий к зданиям в качестве парковочных мест для автомобилей. По загрязнению почвенного покрова функциональные зоны города образуют следующий ряд: рекреация < жилая (частный сектор) < перспективная застройка < жилая (разноэтажная центральная историческая часть) < жилая (многоэтажная современная застройка) < промышленная < транспортная зоны.

По результатам мониторинга выявлены несколько очагов, в которых СПТЗ превышает допустимый уровень. Очаг на правом берегу располагается в зоне сосредоточения промышленных объектов в Коминтерновском районе (ТЭЦ-2, завод «ТяжМехПресс», бывший завод им. Коминтерна, выпускавший шагающие экскаваторы, а также ряд более мелких производств).

Крупный очаг загрязнения отмечен в мкрн. Отрожка (север левобережной части города). На данной территории исторически располагались крупные предприятия, связанные с обслуживанием и

ремонтom железнодорожного транспорта. Кроме того, там находятся железнодорожная развязка, железнодорожный мост и оживленный участок трассы М-4. В частном секторе мкрн. Отрожка распространены несанкционированные свалки, в том числе опасных бытовых и промышленных отходов.

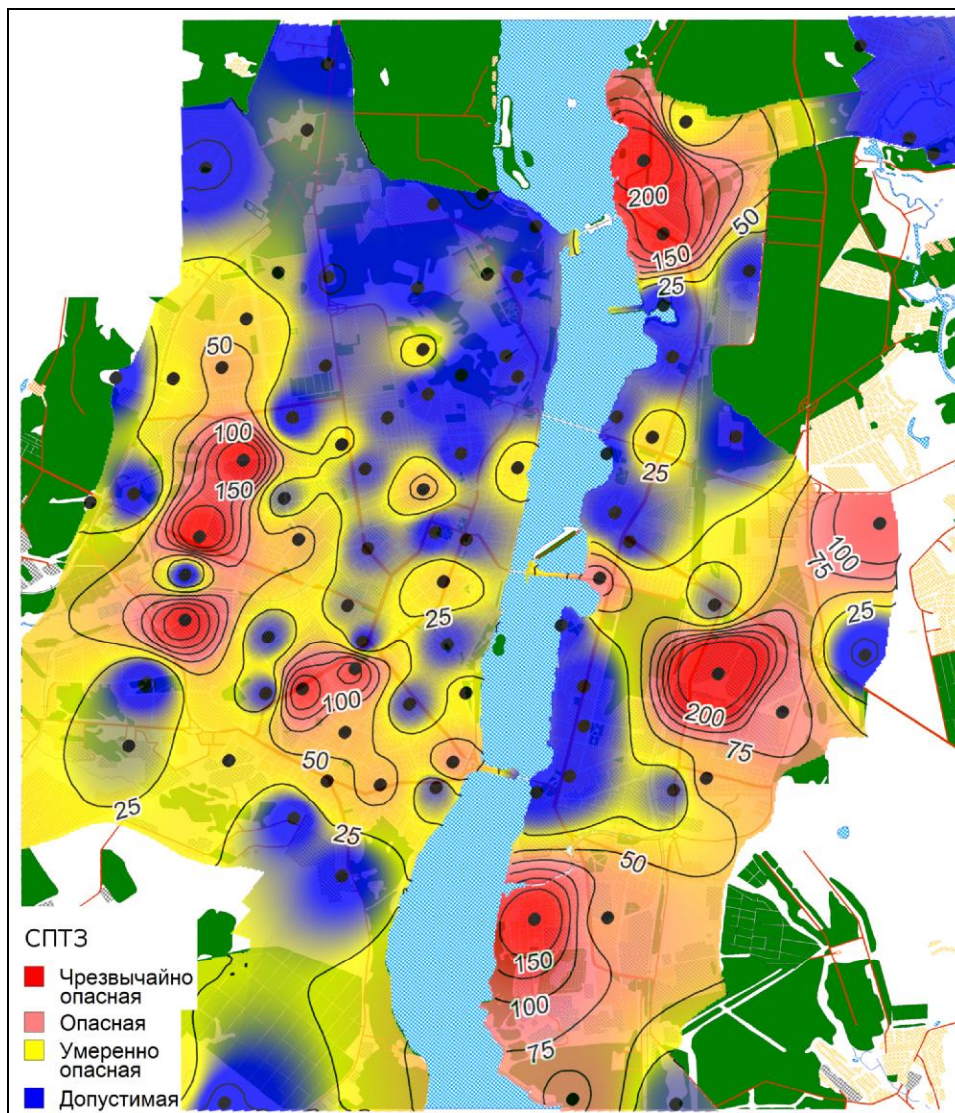


Рис. 2. Суммарный показатель токсичного загрязнения по подвижным формам тяжелых металлов почвенного покрова города Воронежа

Высокий уровень СПТЗ зафиксирован в районе влияния цехов авиастроительного завода, функционирующего с 1930-х годов. Также в этом районе имеет место интенсивное движение грузового автотранспорта.

Опасный уровень СПТЗ определен в южной части левого берега, в зоне влияния ТЭЦ-1 и заводов «Воронежсинтезкаучук», «Рудгормаш».

Современные ПДК, применяемые к почвенному покрову, не совсем применимы для урбаноземов городской среды. Целесообразно рассмотреть интегральную оценку почвенного покрова с использованием коэффициента Z_c по подвижным формам ТМ (цинк, свинец).

Данные интегральной оценки загрязнения почвенного покрова по Z_c имеют общие черты с данными интегральной оценки по СПТЗ почв города. Так, наиболее опасный уровень загрязнения был отмечен в транспортных зонах города с интенсивным потоком автомобилей (рис. 3). Превышение над фоновым значением было в 50-100 раз. Высокие уровни коэффициента загрязнения отмечены и в промышленной зоне города.

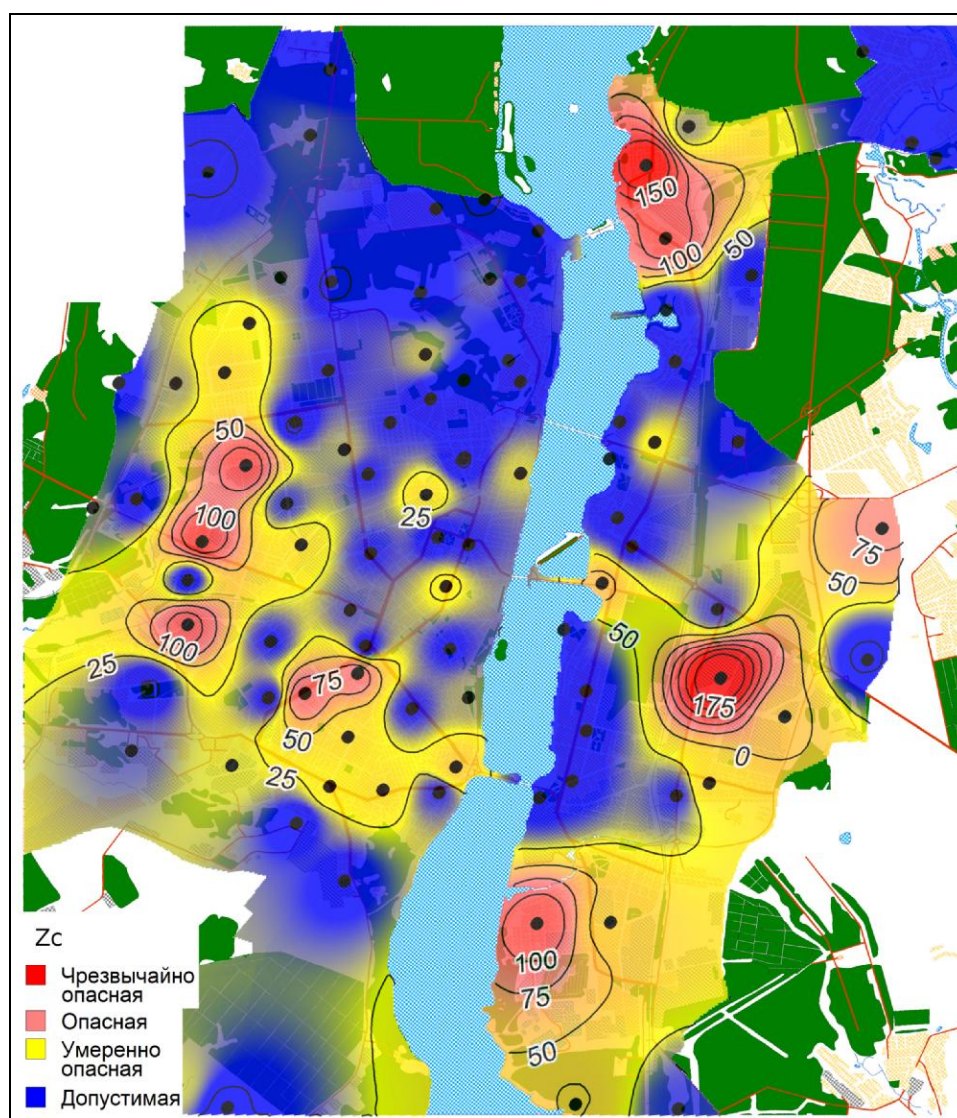


Рис. 3. Интегральная оценка загрязнения почвенного покрова города Воронежа по коэффициенту Z_c по подвижным формам ТМ

По уровню коэффициента Z_c почвенный покров города Воронежа подвержен высокому и очень высокому уровню загрязнения.

Городские почвы сильно преобразованы, даже в лесопарковых зонах наблюдается преобразование почвенного покрова. Кроме того, нами рассчитан показатель Z_c по валовому содержанию поллютантов в почве города, для расчета взяли элементы с $K_c > 1,5$.

Данный показатель был рассчитан для 6 загрязняющих веществ: никеля, галлия, рубидия, циркония, ниобия и свинца. Z_c по валовому содержанию поллютантов в почве города составил 37, что соответствует опасной категории загрязнения почвенного покрова.

Для более точной оценки состояния почвенного покрова целесообразно рассмотреть загрязнение почвенного покрова не только по функционально-планировочным зонам, но и по внутригородским районам (рис. 4).

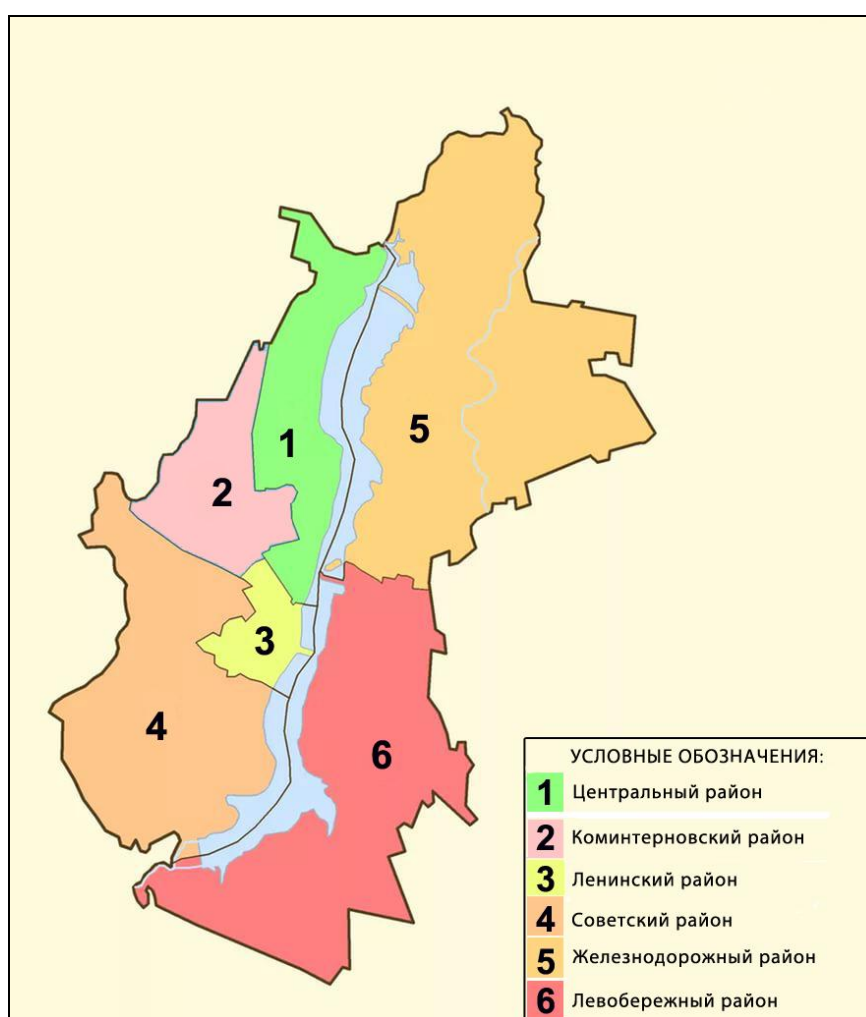


Рис. 4. Внутригородские районы Воронежа по Z_c (по возрастанию)

Наиболее высокое загрязнение почвенного покрова нефтепродуктами отмечается в Ленинском и Левобережном районах города Воронежа. Это индустриально-развитые районы с интенсивным грузопотоком по магистралям города. Наиболее низкое содержание нефтепро-

дуктов отмечено в Центральном районе города, именно в этом районе было большое количество точек отбора в зоне рекреации, что способствовало высокому значению и органического углерода в почвенном покрове, и более низкому показателю актуальной кислотности.

Почвы, близкие к щелочным, распространены в Ленинском и Левобережном районах города, что определяется характером техногенной и антропогенной нагрузок. Эта особенность присуща почвам промышленных и транспортных зон города. Именно в этих районах в поверхностном слое почвенного покрова идет накопление Zn других поллютантов.

Наибольшее содержание подвижной формы Zn было отмечено в Ленинском районе (35,14 мг/кг), далее следовали Левобережный (33,93 мг/кг), Коминтерновский (32,51 мг/кг) и Советский (29,16 мг/кг).

Высокое содержание подвижной формы Pb в 2014-2017 гг. отмечено в Левобережном (22,97-15,09 мг/кг) и Железнодорожном (22,14-10,68 мг/кг) районах города. Минимальные уровни содержания отмечены в Центральном районе города.

Высокое загрязнение медью отмечено в Левобережном районе города. Минимальные уровни содержания Cu и Cd отмечены в Центральном районе города.

Таблица 4

Состояние почвенного покрова в районах города

Показатели	Районы					
	Центральный	Коминтерновский	Ленинский	Левобережный	Железнодорожный	Советский
Нефтепродукты	160,42	279,43	402,77	377,21	257,42	265,19
C, %	2,835	2,325	2,655	1,91	1,495	2,17
pHH ₂ O	7,05	7,42	7,505	7,85	7,035	7,475
Zn, мг/кг	7,195	32,515	35,14	33,935	22,275	29,165
Pb, мг/кг	4,775	8,59	12	19,03	16,41	8,94
Cd, мг/кг	0,01	0,01	0,06	0,005	0,01	0,03
Токсичность, %	21,065	31,07	19,475	17,13	11,37	25,235
Ф/э овес, %	33,975	42,715	50,625	48,57	30,68	47,43
Ф/э кресс-салат, %	26,705	38,95	32,65	39,43	19,32	37
Mn, мг/кг	415,6	354	212,3	410,7	423,25	239,4
Cu, мг/кг	0	0,025	0,685	2,84	0,525	0,095
Zc	6	23	25	36	27	25
СПТЗ	9	35	39	55	40	38

В Ленинском районе города на протяжении всего периода исследований наблюдался высокий уровень фитотоксичности для всех исследуемых тест-культур. Для территории Советского района так-

же характерен высокий уровень фитотоксичности, что свидетельствует о загрязнении почвенного покрова и возможном влиянии на зеленые насаждения в этих районах, а также на здоровье населения. В Коминтерновском районе города отмечался средний и высокий уровень фитотоксического эффекта. Для данного района характерны высокие темпы строительства, а применение методов биотестирования может спрогнозировать возможные нарушения.

Таким образом, по состоянию почвенного покрова и по показателю СПТЗ районы города можно расположить в следующий ряд: Центральный < Коминтерновский < Советский < Ленинский < Железнодорожный < Левобережный, а по показателю Zс районы города располагаются в следующем ряду: Левобережный > Железнодорожный > Советский = Ленинский > Коминтерновский > Центральный. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что высокий уровень загрязнения почвенного покрова характерен для территории левого берега города Воронежа, где располагаются основные промышленные предприятия города и интенсивные городские магистрали с «пробками» в часы пик. Левобережный и Железнодорожный районы города наименее благополучные среди остальных районов города по состоянию почвенного покрова.

Минимальный уровень загрязнения отмечен в Центральном районе города, что говорит о высоком уровне комфортности для населения и городской биоты. Но, к сожалению, этот район сейчас также интенсивно застраивается, и в ряде точек были отмечены уже достаточно высокие показатели содержания загрязняющих веществ, что в дальнейшем может привести к ухудшению ситуации и уменьшению уровня комфортности жизнеобеспечения.

Анализируя уровень загрязнения почвенного покрова, можно сделать вывод о том, что он находится на допустимом уровне, но местами (в зонах интенсивной техногенной нагрузки) имеет умеренно опасный и опасный уровень загрязнения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буштуева, К.А. Методы и критерии оценки состояния здоровья населения загрязнением окружающей среды / К.А. Буштуева, И.С. Случанко. – М. : Медицина, 1979. – 160 с.

2. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. – 2006. – № 10.

3. ГОСТ 17.4.4.02-84. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа – Введ. 1984-12-19. – М.: Госстандарт, 1984. – 20 с.
4. ГОСТ 17.4.3.01 – 83. Охрана природы: почвы. Общие требования к отбору проб; введ. 01.07.84. – М.: Изд-во Стандартов, 1984. – 29 с.
5. Закруткин В.Е. Методика оценка опасности загрязнения почв подвижными формами тяжелых металлов на территории угледобывающих предприятий / В.Е. Закруткин, Д.Ю. Шишкина // Учебно-методическое пособие для студентов-бакалавров, обучающихся по направлению «Экология и природопользование». Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2011. – 54 с.
6. Касимов Н.С. Экологическое состояние городов России / Н. С. Касимов, В.Р. Битюкова, Д.В. Власов // Геохимия ландшафтов и география почв. – М. : АПР, 2012. – С. 157-185.
7. Касимов Н. С. Геохимия ландшафтов Восточной Москвы / Н.С. Касимов, Д.В. Власов, Н.Е. Кошелева, Е.М. Никифорова. – М.: АПР, 2016. – 276 с.
8. Кириллов С. Н. Комплексная геоэкологическая оценка территории Волгограда / С.Н. Кириллов, Ю.С. Половинкина // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология. – 2011. – № 1. – Т. 3. – С. 239-245.
9. Колесников С.И. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами: Ва, Мп, Sb, Sn, Sr, V, W / С.И. Колесников, К.Ш. Казеев, В.Ф. Вальков, С.В. Пономарева. – Ростов-на-Дону: Эверест, 2008. – 200 с.
10. Колесников С.И. Нормирование химического загрязнения почв по степени нарушения их экологических функций / С.И. Колесников, К.Ш. Казеев, Т.В. Денисова, Е.В. Даденко // Экология и промышленность России. – 2011. – С. 56-59.
11. Назаренко Н. Н. Биоиндикация почвы транспортных зон г. Воронежа / Н.Н. Назаренко, И.И. Корецкая, И.Д. Свистова // Вестник Воронежского государственного университета: Серия География. Геоэкология. – 2015. – №1. – С. 46-50.
12. Комплексное экологическое картографирование (Географический аспект) / Под ред. Н.С. Касимова – М. : Изд-во МГУ, 1997. - 147 с.
13. Регионы и города России: интегральная оценка экологического состояния / Под ред. Н. С. Касимова. М. : ИП Филимонов М.В., 2014. – 560 с.

14. Серeda Л. О. Оценка эколого-геохимического состояния почвенного покрова городского округа город Воронеж / Л.О. Серeda, Л.А. Яблонских, С.А. Куролап // Воронежского государственного университета: Серия География. Геоэкология. – 2015. – № 4. – С. 59-65.

15. Экогеохимия городских ландшафтов / под ред. Н. С. Касимова. – М. : Изд-во МГУ, 1995. – 336 с.

ОЦЕНКА ПРИРОДНОГО КАРКАСА КРУПНЫХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ФАКТОРА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

С.А. Епринцев, С.А. Куролап

Среди множества факторов, определяющих экологическую безопасность урбанизированных территорий, следует выделить природный каркас, окружающий данную территорию [1-7].

Под природным (экологическим) каркасом территории, согласно эколого-проектировочной документации понимается совокупность наиболее активных и взаимосвязанных в экологическом отношении пространственных элементов (реки и речные долины, лесные массивы и т.д.), от которых зависит жизнеустойчивость природной среды для данной территории [1,2].

Для эффективного управления развитием территории на уровне принятия решений администрациями муниципальных образований важно выстроить систему критериев качества структуры и функционирования природного каркаса.

К базовым элементам природного каркаса относятся:

- ценные природно-территориальные комплексы, занимающие значительную часть территории района (как правило, это федеральные заповедники и заказники, национальные и природные парки, крупные по площади памятники природы);
- природно-территориальные комплексы основных водораздельных поверхностей формирования стоков рек;
- крупные лесные массивы (как правило, это защитные леса);
- крупные болотные и лесные природно-территориальные комплексы (ПТК), не имеющие статуса охраны.

Ключевые элементы природного комплекса - это территории, сохранившие уникальные экологические сообщества, являющиеся «точками экологической активности» [1, 2].

Таким образом, природный каркас территории, повышая качество аэрации урбанизированных территорий, а также повышая степень разнообразия ландшафтов, является одним из факторов, определяющих экологическую безопасность территории.

Проведя классификацию пространственных объектов по методу NDVI космического снимка LE71760242001222KIS00 спутника Landsat-7, изучены пространственные соотношения территорий, занятых гидрологическими объектами, зелёными насаждениями, составляющими природный каркас территории, слабо и сильно антропогенезированными территориями по данным на 10 августа 2001 года на территории городов Воронеж, Лиски и Нововоронеж, а также в 10-ти километровых буферных зонах указанных урбанизированных территорий (рис. 1, 2).

Наименования и описание классификационных единиц, обозначенных различными цветами на рисунках 1,2, приведены в таблице 1.

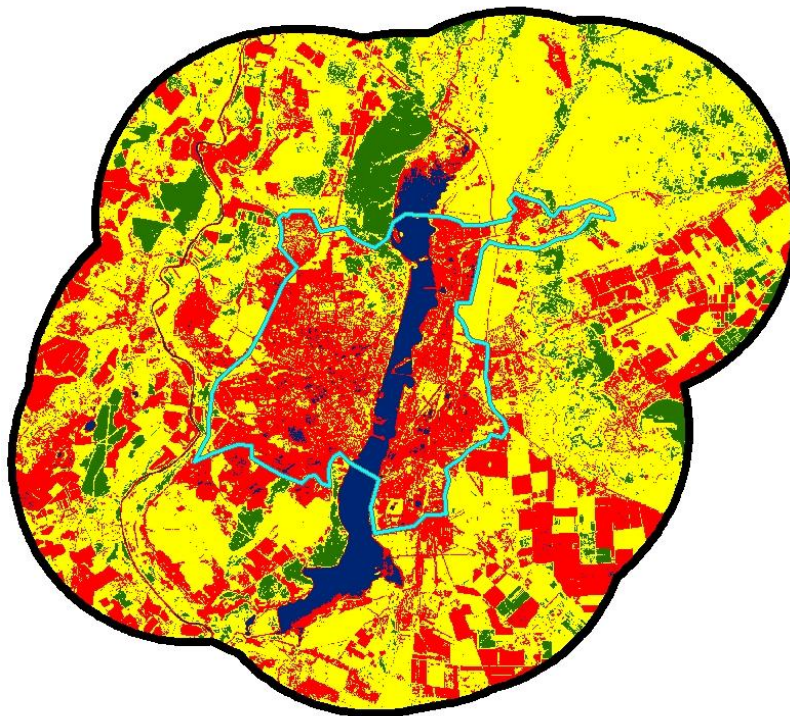


Рис. 1. Пространственное зонирование территории городского округа г. Воронежа и пригородной десятикилометровой зоны методом NDVI по космоснимку LE71760242001222KIS00 спутника Landsat-7, сделанного 10 августа 2001 года (цветовые обозначения – согласно таблице 1)

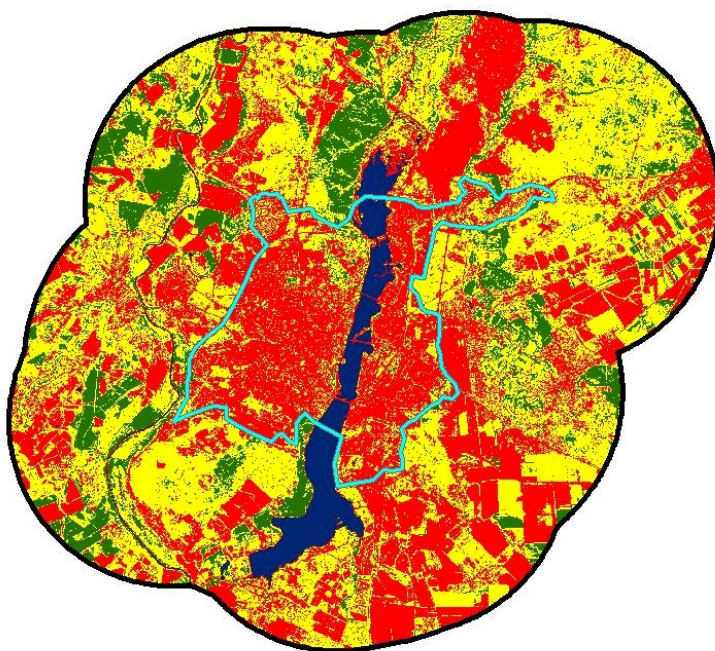


Рис.2. Пространственное зонирование территории городского округа г. Воронежа и пригородной десятикилометровой зоны методом NDVI по космоснимку LC881760242016240LGN00 спутника Landsat-8 от 16 августа 2016 года (цветовые обозначения – согласно таблице 1)

Таблица 1

Цветовые обозначения на рисунках пространственного зонирования территорий методом NDVI

п/п	Цвет	Классификация территории	Описание
1	Синий	Водные объекты	Реки, озёра, водохранилище и прочие гидрологические объекты
2	Зелёный	Плотная зелёная растительность	Территории, составляющие природный каркас – леса, сады, скверы, природные урочища и иная густая зелёная растительность
3	Жёлтый	Слабоантропогенезированные территории	Открытая почва, сельскохозяйственные угодия, слабая зелёная растительность
4	Красный	Сильноантропогенезированные территории	Антропогенные сооружения – здания, автодороги и прочие объекты. Территории данной классификационной группы (за исключением селитебной эколого-функциональной зоны) могут рассматриваться как объекты экологического риска

Для изучения динамики различных территорий за десятилетний период аналогичная классификация территории городов Воронеж, Лиски и Нововоронеж, а также в 10-ти километровых буферных зон была проведена по космическому снимку LC881760242016240LGN00 спутника Landsat-8 от 16 августа 2016 года. Результаты данной классификации для городского округа г. Воронежа представлена на рисунке 2.

Анализ пространственного зонирования территории городского округа г. Воронежа и пригородной десятикилометровой зоны (в общей сложности 1246 км²) методом NDVI (рис. 1 и 2), показал, что большая часть исследуемой территории (от 40 до 50 %) относится к слабоантропогенезированной зоне.

Основную долю слабоантропогенезированных территорий составляют сельскохозяйственные поля, прилегающих к городу Рамонского, Новоусманского и Семилукского административных районов (рис. 1 и 2).

Доля природного каркаса – 8-10% от общей площади территории. Однако следует отметить, что территории, составляющие природный каркас урбанизированной территории городского округа г. Воронежа расположены преимущественно с северной стороны от города, что существенно снижает их положительное воздействие на микроклимат городской территории, поскольку по данным Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды преимущественное перемещение воздушных масс над территорией города Воронежа происходит преимущественно в северо-восточном направлении [8].

Сильноантропогенезированные территории, которые за исключением селитебной эколого-функциональной зоны могут быть рассмотрены как объекты экологического риска, расположены преимущественно внутри территории городского округа г. Воронеж, а также в районе иных более мелких урбанизированных территорий (рис. 1 и 2).

По анализу динамики изменения расположения различных зон за 15-летний период (рис. 1 и 2) установлено незначительное (в пределах погрешности методики) сокращение водных объектов, увеличение на 8% сильноантропогенезированных территорий, что может быть обусловлено активным строительством жилых объектов как на территории самого города Воронежа, так и в пригородной зоне (Бобяково, Сомово и др.), а также незначительное увеличение террито-

рии, относящейся к природному каркасу (менее 5%), что может быть обусловлено реализацией на данной территории различных федеральных и региональных природоохранных программ.

Снижение на 10% территории слабоантропогенезированной зоны городского округа г. Воронежа и пригородной десятикилометровой зоны обусловлено увеличением сильноантропогенезированной зоны и зоны природного каркаса за счёт данной территории.

Оценка пятнадцатилетней динамики пространственного зонирования 770 км², включающих территорию города Лиски и пригородную десятикилометровую зону, показывает незначительное сокращение гидрологических объектов, увеличение на 5% сильноантропогенезированной территории по причине активного строительства новых жилых микрорайонов.

В отличие от территории городского округа г. Воронежа, большую часть территории г. Лиски и пригородной десятикилометровой зоны в 2016 составляет сильноантропогенезированная территория, что обусловлено рядом социально-экономических причин. Город является важным железнодорожным узлом, градообразующее предприятие – локомотивное депо активно развивается, ведётся активное строительство новых микрорайонов и др.

В качестве положительного экологического аспекта на территории города Лиски следует выделить увеличение территории природного каркаса за пятнадцатилетний период более чем на 10 %. Кроме того, увеличение данной территории происходит с наветренной от города юго-восточной стороны, что должно способствовать улучшению микроклиматических условий данной территории.

Проведение классификации пространственных объектов по методу NDVI городов Россошь и Павловск осуществлено по следующим космическим снимкам:

- космического снимка LE71750252001215SGS00 спутника Landsat-7, сделанного 3 августа 2001 года;
- космического снимка LC81750252016233LGN00, спутника Landsat-8, сделанного 20 августа 2016 года.

Пространственный анализ территории города Россошь, являющегося центром химической промышленности Воронежской области, показал преобладание слабоантропогенезированной территории, что обусловлено доминированием низкоэтажной застройки и использованием городских территорий для удовлетворения сельскохозяйственных нужд граждан. В 2001 году сильноантропогене-

зированные территории располагались преимущественно за пределами городской территории в пригородной зоне. Однако, рост российской экономики и увеличение качества жизни населения в стране в начале XXI века затронули и данную урбанизированную территорию. Активное строительство многоэтажных жилых домов увеличило сильноантропогенезированную зону в 2016 году внутри городской территории на 15%.

В 2001 году территория, составляющая зоны природного каркаса вблизи город Россошь, составляла более 200 км², что примерно 25% от общей площади исследуемой территории города и пригородной десятикилометровой зоны – около 827 км². Однако, в 2016 году площадь территории природного каркаса сократилась на 10%, что обусловлено природно-антропогенными лесными пожарами летом 2010 года.

Территории природного каркаса, где в результате лесных пожаров летом 2014 года были потеряны леса, перешли в категорию слабоантропогенезированных зон. В результате данного факта мы наблюдаем рост слабоантропогенезированных зон в 2016 году по сравнению с 2001 годом.

Однако, учитывая микроклиматические условия данной территории – ветры преимущественно северо-западного направления в летний период [8] – расположение зон природного каркаса вблизи урбанизированной территории города Россошь представляется как удачное с экологической точки зрения.

Динамика водных объектов на территории города Россошь и в пригородной десятикилометровой зоне находится в пределах погрешности методики.

Проведя анализ территории города Павловск, являющегося одним из исторических центров России [9], установлено преобладание сильноантропогенезированной зоны в 2016 году.

Территорию поселения с севера на юг пересекает автомагистраль федерального значения М-4 «Дон», разделяющая её на две части: западную и восточную. В восточной части поселения расположены основные промышленно-коммунальные предприятия, массив современной индивидуальной усадебной застройки и земли сельскохозяйственного назначения. В западной части – кварталы жилой и общественной застройки города Павловск, лесные массивы, простирающиеся вдоль Дона с севера на юг, пойменные территории р. Осередь и земли сельскохозяйственного назначения [9].

Следует отметить большой рост сильноантропогенезированной зоны за последние 15 лет. В период с 2001 по 2016 годы данная территория выросла в полтора раза. Существенные изменения наблюдаются в городской черте вдоль трассы М4-Дон. Слабоантропогенезированная территория, наблюдаемая в 2001 году преобразуется в сильноантропогенезированную в 2016 году. Данный факт объясняется возрастающей ролью автотрассы и увеличением автомобильного трафика на ней с начала XXI века, что обусловило активное развитие придорожной инфраструктуры, пик которого наблюдался накануне и в период проведения зимних олимпийских игр в городе Сочи в начале 2014 года.

Кроме того, увеличение доли сильноантропогенезированной территории наблюдается в пригородной зоне – месте расположения горнодобывающих объектов, что говорит о повышении активности работы ОАО «Павловскгранит» за пятнадцатилетний период.

За счёт роста сильноантропогенезированной территории с 2001 по 2016 годы наблюдается сокращение слабоантропогенезированной территории.

Территории, отнесённые к зоне природного каркаса в городе Павловске, а также в десятикилометровой пригородной зоне также подвержены сокращению на 35 км², что составляет около 8% от общей площади исследуемой территории. Данный факт, как и в городе Россошь, объясняется сильными пожарами летом 2010 года, повлекшими безвозвратную потерю ценных лесных массивов.

Территория городов Россошь и Павловск относится к степной зоне, в связи с чем естественное восстановление лесных массивов происходит здесь крайне слабо, что обуславливает необходимость вмешательства региональных властей в данные процессы.

Большая часть территории, относящейся к природному каркасу вблизи города Павловск, расположена в пойме реки Дон к западу от города.

Анализируя розу ветров данной территории [8], следует отметить преимущественное преобладание ветров западного направления. Однако, в отличие от других изученных урбанизированных территорий, данное преобладание не существенно (около 3 % над ветрами восточного направления), что даёт основание предположить положительное влияние природного каркаса вокруг урбанизированной территории города Павловска на микроклиматические условия города.

Таким образом, пространственное зонирование территории городов Воронежской области и пригородных десятикилометровых зон методом NDVI показало некоторую дифференциацию изученных территорий по размерам зон природного каркаса от 13 до 30%.

Наименьшие значения площади природного каркаса наблюдаются в областном центре – городском округе г. Воронеже. Данный факт объясняется рядом социально-экономических причин. Во первых, цена земли, а также её рентабельность как в самом Воронеже, так и в пригородных зонах существенно выше чем в других изученных урбанизированных территориях, что подталкивает местные бизнес-элиты к освоению пригородных зон и сокращению лесных массивов и природных урочищ. Во вторых, генеральным планом городского округа г. Воронежа предусмотрен вынос объектов экологического риска в пригородные зоны, что, с одной стороны, имеет положительный экологический эффект, а, с другой, - ведёт к сокращению территории природного каркаса.

Помимо площади природного каркаса, важное значение имеет его расположение относительно города. Приоритетней расположение территорий природного каркаса с наветренной стороны относительно города. На территории Воронежской области наилучшим образом по данному показателю можно назвать расположение природного каркаса вблизи города Лиски.

ЛИТЕРАТУРА

1. Yeprintsev S.A. Monitoring of factors of ecological safety of urbanized territories population (by example of settlements of Voronezh region) / S.A. Yeprintsev, S.A. Kurolap, I.V. Komov, I.V. Minnikov // Life Science Journal. – 2013. – Т. 10. № 12s. – P. 846-848.

2. Епринцев С.А. Оценка влияния городской застройки и загрязнения воздушного бассейна на здоровье населения г. Воронежа / С.А. Епринцев, С.А. Куролап, О.В. Клепиков // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – Тамбов, 2009. – Т.14. №3. – С. 600-604.

3. Епринцев С.А. Оценка экологического риска урбанизированных территорий с использованием ГИС-технологий / С.А. Епринцев, А.В. Свиридова, С.А. Куролап // Экологические системы и приборы. – 2009. – № 2. – С. 3-8.

4. Епринцев С.А. Эколого-гигиеническая оценка городской среды с использованием снегомерных наблюдений / С.А. Епринцев,

С.А. Куролап, Ю.Н. Барвитенко // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2006. – № 1. – С. 34-38.

5. Шекоян С.В. Анализ экотоксикологического состояния территории г. Воронеж / С.В. Шекоян, С.А. Епринцев // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2014. – Т. 19. № 5. – С. 1365-1367.

6. Епринцев С.А. Экологическая комфортность урбанизированной территории Адлерского района города Сочи в условиях интенсивного антропогенного прессинга / С.А. Епринцев, О.Е. Архипова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2012. – № 2. – С. 100-104.

7. Епринцев С.А. Экологическая безопасность населения урбанизированных территорий (на примере населенных пунктов Воронежской области) / С.А. Епринцев, С.А. Куролап, О.И. Дубровин, И.В. Дубровина, И.В. Минников // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – Т.18. – № 5-3. – С. 2902-2904.

8. Электронный ресурс. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (<http://www.meteorf.ru>).

9. Электронный ресурс. Администрация города Павловска (<http://pavlovskadmin.ru/index.php/gradostroitelnoe-zonirovanie>).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ДЗЗ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

С.А. Епринцев

Широкое применение данных космической съемки, которое началось со второй половины XX века, позволило существенно расширить возможности исследования экологических факторов. В результате развития методов дистанционного зондирования существенно упростился процесс картографирования земельных и водных ресурсов, почв, лесов, сельскохозяйственных посевов и городской инфраструктуры, оценки урожая и многое другое. Широкое применение данных космической съемки, которое началось с запус-

ка спутника Landsat 1 в 1972 году, открыло новые перспективы для мониторинга состояния природных ресурсов и их использования. При этом для дешифрирования объектов применяют как визуальные, так и численные методы анализа снимков. Космические снимки используют для эффективного принятия решений с помощью географических информационных систем [1-3].

Данные ДЗЗ являются одним из основных средств независимого мониторинга состояния окружающей среды. С помощью ДЗЗ представляется возможным решать широкий спектр задач в сфере охраны окружающей среды. Согласно результатам научно-исследовательской работы по теме «Разработка научного, методического обеспечения мониторинга природных ресурсов и окружающей среды с применением дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)» выделен широкий круг задач экологического мониторинга и предложен ряд методик по детектированию различных нарушений [3].

Для изучения параметров качества окружающей среды урбанизированных территорий Центральной России создан архив многоканальных космических снимков спутников Landsat-7 и Landsat-8, полученных на портале Геологической службы США [4]. Содержание каталога представлено в таблице 1.

Таблица 1

Содержание каталога космических снимков урбанизированных территорий Центральной России со спутников Landsat-7 и Landsat-8

Основные города на снимке	Дата съемки	Идентификатор снимка
Воронеж , Нововоронеж, Лиски, Старый Оскол, Елец	2001, август, 10	LE71760242001222KIS00
	2016, август, 16	LC81760242016240LGN00
Россошь, Павловск, Богучар, Бутурлиновка	2001, август, 3	LE71750252001215SGS00
	2016, август, 20	LC81750252016233LGN00
Борисоглебск, Балашов	2001, август, 12	LE71740242001224KIS00
	2016, август, 29	LC81740242016242LGN00
Ростов-на-Дону , Новочеркасск, Азов	2001, август, 12	LE71740272001224KIS00
	2016, август, 29	LC81740272016242LGN00
Курск и область	2002, август, 27	LE71780242002239SGS01
	2015, август, 23	LC81780242015235LGN00
Липецк , Грязи, Мичуринск	1999, сентябрь, 6	LE71760231999249EDC00
	2016, август, 27	LC81760232016240LGN00

Основные города на снимке	Дата съемки	Идентификатор снимка
Белгород , Шебекино, Харьков	2001, июль, 16	LE71770252001197EDC00
	2016 июль, 17	LC81770252016199LGN00
Тамбов и область	2001, июль, 18	LE71750232001199KIS00
	2016, август, 20	LC81750232016233LGN00
Саратов , Энгельс, Красноармейск и др.	2002, август, 1	LE71720242002213EDC00
	2016, август, 31	LC81720242016244LGN00

Для изучения временной динамики природного каркаса исследуемых территорий – для каждой территории получены космоснимки за 2 периода: 1 период – 1999-2002 годы; 2 период – 2015-2017 годы (табл. 1).

Таблица 2

Характеристика каналов многоканальных космоснимков спутника Landsat-7

№ канала, название	Индексы каналов	Спектральный диапазон, мкм	Пространственное разрешение, м	Полоса обзора, км	Повторяемость съёмки одной территории
1, синий (blue)	B1 или B10	0,45-0,515	30	185	16 суток
2, зелёный (green)	B2 или B20	0,525-0,605	30		
3, красный (red)	B3 или B30	0,63-0,690	30		
4, ближний инфракрасный (NIR)	B4 или B40	0,75-0,90	30		
5, коротковолновый инфракрасный (SWIR)	B5 или B50	1,55-1,75	30		
6, тепловой (thermal)	B61 и B62	10,40-12,5	30		
7, коротковолновый инфракрасный (SWIR)	B7 или B70	2,09-2,35	30		
8, панхроматический (PAN)	B8 или B80	0,52-0,90	15		

Характеристики каналов многоканальных космоснимков, содержащихся в архиве, представлены в таблице 2 (спутник Landsat-7) и таблице 3 (спутник Landsat-8).

Таблица 3

Характеристика каналов многоканальных космоснимков спутника
Landsat-8

№ канала, название	Индексы каналов	Спектральный диапазон, мкм	Пространственное разрешение, м	Размер сцены: длина х ширина, км	Повторяемость съёмки одной территории
1, голубой (New Deep Blue)	B1	0,43-0,45	30	170x185	16 суток
2, синий (blue)	B2	0,45-0,51	30		
3, зелёный (green)	B3	0,53-0,59	30		
4, красный (red)	B4	0,64-0,67	30		
5, ближний инфракрасный (NIR)	B5	0,85-0,88	30		
6, коротковолновый инфракрасный (SWIR)	B6	1,57-1,65	30		
7, коротковолновый инфракрасный (SWIR)	B7	2,11-2,29	30		
8, панхроматический (PAN)	B8	0,52-0,90	15		
9, коротковолновый инфракрасный (CIR-RUS)	B9	1,36-1,38	30		
10, тепловой (TIR или TIRS)	B10	10,6-11,19	100		
11, тепловой (TIR или TIRS)	B11	11,5-12,51	100		

Снимки, полученные со спутников Landsat-7 и Landsat-8, предоставляются потребителю в виде архива, состоящего из набора файлов, соответствующих панхроматическому и мультиспектральным каналам съёмки.

Каждый файл - это растровое изображение (в формате *.GeoTIFF), имеющее географическую привязку. Потребитель имеет возможность самостоятельно с помощью определенных программных средств их обрабатывать, в том числе создавать синтезированные изображения.

Помимо файлов снимков, в папку со снимками включен файл метаданных. Метаданные – это данные о данных. Они содержат информацию о съёмочной системе, снимках и особенностях съёмки. Текстовый файл метаданных имеет расширение *.MET.

Метаданные содержат следующую информацию:

- время съёмки и создания продукта;
- название съёмочной аппаратуры, приёмной наземной станции;
- координаты углов снимка, выраженные в градусах широты и долготы и метрах в проекции UTM10;
- перечень каналов и их названия;
- пространственное разрешение панхроматического и мультиспектральных снимков;
- проекция снимка;
- параметры проекции (референц-эллипсоид, единицы измерения координат, название картографической проекции и номер зоны);
- высота солнца;
- количество строк и столбцов в каждом из файлов;
- max/min значения яркости для каждого файла (канала).

Обработка полученных космоснимков проведена в программном пакете ArcGIS 10.3. При помощи окна «Анализ изображений» (Image Analysis), поддерживающего анализ и использование изображения и растровых данных в ArcMap с коллекцией часто используемых возможностей, процессов отображения и инструментов измерения, произведён расчёт значений NDVI для исследуемой территории.

Использование кнопки NDVI позволяет вычислить индекс NDVI из мультиспектрального изображения или двух выбранных слоев изображения. NDVI - это стандартизированный индекс, позволяющий создавать изображение, отображающее зелень (относительную биомассу). Этот индекс использует контраст характеристик двух каналов из набора мультиспектральных растровых данных – поглощения пигментом хлорофилла в красном канале и высокой отражательной способности растительного сырья в инфракрасном канале (NIR).

Выходные данные добавляются в качестве временного слоя в таблицу содержания. По умолчанию метод цветовой карты применяется с использованием цветовой карты, где зеленый представляет растительность, если не выбрана опция «Научные выходные данные» (Scientific Output).

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) - нормализованный относительный индекс растительности - простой количественный показатель количества фотосинтетически активной биомассы (обычно называемый вегетационным индексом). Один из самых распространенных и используемых индексов для решения задач, использующих количественные оценки растительного покрова [5].

NDVI вычисляется по следующей формуле:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

где:

NIR - отражение в ближней инфракрасной области спектра;

RED - отражение в красной области спектра.

Согласно данной формуле, плотность растительности (NDVI) в определенной точке изображения равна разнице интенсивностей отраженного света в красном и инфракрасном диапазоне, деленной на сумму их интенсивностей [5].

Расчет NDVI базируется на двух наиболее стабильных (не зависящих от прочих факторов) участках спектральной кривой отражения сосудистых растений. В красной области спектра (0,6-0,7 мкм) лежит максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом высших сосудистых растений, а в инфракрасной области (0,7-1,0 мкм) находится область максимального отражения клеточных структур листа. То есть высокая фотосинтетическая активность (связанная, как правило, с густой растительностью) ведет к меньшему отражению в красной области спектра и большему - в инфракрасной. Отношение этих показателей друг к другу позволяет четко анализировать и отделять растительные признаки от прочих природных объектов. Использование же не простого отношения, а нормализованной разности между минимумом и максимумом отражений увеличивает точность измерения, позволяет уменьшить влияние таких явлений как различия в освещенности снимка, облачности, дымки, поглощение радиации атмосферой и пр [5].

NDVI может быть рассчитан на основе любых снимков высокого, среднего или низкого разрешения, имеющих спектральные каналы в красном (0,55-0,75 мкм) и инфракрасном диапазоне (0,75-1,0 мкм). Алгоритм расчета NDVI встроен практически во все распространенные пакеты программного обеспечения, связанные с обработкой данных дистанционного зондирования (Arc View Image Analysis, ERDAS Imagine, ENVI, Ermapper, Scanex MODIS Processor, ScanView и др.) [5].

Для отображения индекса NDVI используется стандартизованная непрерывная градиентная или дискретная шкала, показывающая значения в диапазоне от -1 до 1 в % или в так называемой масштабированной шкале в диапазоне от 0 до 255 (используется для отображения в некоторых пакетах обработки ДЗЗ, соответствует количеству градаций серого), или в диапазоне 0..200 (-100..100), что более удобно, так как каждая единица соответствует 1% изменения показателя. Благодаря особенности отражения в NIR-RED областях спектра, природные объекты, не связанные с растительностью, имеют фиксированное значение NDVI, что позволяет использовать этот параметр для их идентификации (табл. 4).

Таблица 4

Идентификация объектов урбанизированных территорий
по индексу NDVI

Тип объекта	Отражение в красной области спектра	Отражение в инфракрасной области спектра	Значение NDVI
Густая растительность	0.1	0.5	0.7
Разреженная растительность	0.1	0.3	0.5
Открытая почва	0.25	0.3	0.025
Облака	0.25	0.25	0
Снег и лед	0.375	0.35	-0.05
Вода	0.02	0.01	-0.25
Искусственные материалы (бетон, асфальт)	0.3	0.1	-0.5

В целом главным преимуществом NDVI является легкость его получения: для вычисления индекса не требуется никаких дополнительных данных и методик, кроме непосредственно самой космической съемки и знания ее параметров.

Данные камер высокого разрешения, типа Landsat, IRS, Aster позволяют следить за состоянием объектов размерами вплоть до отдельного поля или лесного выдела.

Следует, однако, учитывать и главные недостатки использования NDVI-индекса [5]:

- невозможность использования данных, не прошедших этап радиометрической коррекции (калибровки);
- погрешности, вносимые погодными условиями, сильной облачностью и дымкой - их влияние можно частично скорректировать использованием улучшенных коэффициентов и композитных изображений с сериями NDVI за несколько дней, недель или месяцев (MVC - Maximum Value Composite). Усредненные значения позволяют избежать влияния случайных и некоторых систематических погрешностей. Как показывает практика, это очень часто применяемый подход для подготовки данных для создания карт NDVI. Расчет MVC довольно прост и может быть выполнен в ArcInfo GRID с помощью определенных операций;
- необходимостью для большинства задач сравнения полученных результатов с предварительно собранными данными тестовых участков (эталонов), в которых должны учитываться сезонные эколого-климатические показатели как самого снимка, так и тестовых площадок на момент сбора данных. Особенно значимыми данные материалы становятся при расчетах продуктивности, запасов биомассы и прочих количественных показателей;
- возможностью использования съемки только времени сезона вегетации для исследуемого региона. В силу своей привязанности к количеству фотосинтезирующей биомассы, NDVI не эффективен на снимках, полученных в сезон ослабленной или невегетирующей в этот период растительности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чандра А.М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / А.М. Чандра, С.К. Гош. – М., 2008. – 312 с.
2. Воробьева А.А. Дистанционное зондирование Земли / А.А. Воробьева. – СПб., 2012. – 168 с.
3. Кондратьев Д.Р. Использование технологий ДЗЗ на базе ситуационного центра Минприроды России в целях охраны окру-

жающей среды / Д.Р. Кондратьев // Геоматика. – № 4. – 2014. – С. 40-46.

4. Электронный ресурс / U.S. Geological Survey. (<https://earthexplorer.usgs.gov>).

5. Электронный ресурс. Географические информационные системы и дистанционное зондирование. <http://gis-lab.info/qa/ndvi.html>.

MAPBASIC КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ВОРОНЕЖА)

П.М. Виноградов, С.А. Куролап

Модернизация и постоянное развитие компьютерной техники и информатики усилило процесс интеграции различных областей знаний в последние десятилетия. В частности, внедрение информационных систем в географические науки привело к созданию геоинформационных систем (ГИС) и их дальнейшему применению в самых различных сферах деятельности. Во многом этому поспособствовало и совершенствование самих ГИС-пакетов.

Геоэкология является одной из тех сфер, в которых применение ГИС нашло широкое распространение. Это динамично развивающаяся наука, тесно связанная со многими областями знаний, что обуславливает наличие обширного спектра разноплановых задач. И хотя ГИС (такие как ArcGIS, MapInfo, Панорама и др.) предлагают богатый инструментарий для их решения, однако, нередко стандартного функционала оказывается недостаточно, либо требуется упрощение и автоматизация некоторых процессов для максимального снижения затрат труда и времени. Найти пути решения некоторых из этих задач помогают дополнительные модули и приложения, расширяющие стандартные функции ГИС-пакетов («Геомастер», «Инструментарий для MapInfo» и др.). Но на практике, зачастую, возникает необходимость поиска ответов на вопросы в очень узкоспециализированном направлении, где еще не существует готовых модулей, а стандартных функций ГИС не хватает. В этом случае сложно обойтись без применения языков программирования: Python, MapBasic и др.

«МЕД-ЭКО ГИС г.Воронежа» (автоматизированный геоинформационно-аналитический комплекс для обеспечения экологического мониторинга на территории города Воронежа), разработан в ГИС MapInfo [3]. «МЕД-ЭКО ГИС г.Воронежа» включает в себя подсистемы хранения эколого-геохимических и медико-географических данных, позволяющие решать многие задачи, служащие целям экологического мониторинга. Многие из поставленных задач требуют значительного расширения стандартного функционала ГИС, соответственно, существует целый ряд программных технологий, созданных для разработки решений специализированных задач в среде MapInfo.

Среда разработки MapBasic – язык программирования для MapInfo Professional. Он может использоваться для широкого круга задач, от простых, таких как «скрыть или переупорядочить отдельные пункты меню», до создания полноценных картографических приложений. Синтаксис и структура языка MapBasic совпадают с обычным BASIC, а список функций и операторов дополнены пространственными (географическими) функциями и операторами.

MapBasic может использоваться для автоматизации повторяющихся задач, добавления в MapInfo Professional новых возможностей или даже для создания сложных специализированных картографических решений для определённых пользователей или отрасли.

Несложной, но весьма распространенной задачей в геоэкологии является создание классификаций. Процесс создания классификаций вручную требует немалых временных затрат, а с классификациями можно встретиться практически в каждой прикладной области использования ГИС.

В течение 2016-2017 г.г. на территории г.Воронежа, были произведены исследования, заключающиеся в оценке акустической нагрузки и последующего зонирования территории города по комфортности проживания. Произведенные натурные измерения в зонах влияния автомобильных дорог с различной интенсивностью транспортного потока позволили получить данные по 96 фактическим замерам уровней шума на 32 улицах в различных районах города. Для зонирования территории г.Воронежа необходимо было оценить полученные данные с точки зрения комфортности проживания, для чего требовалось составление классификации.

На языке программирования MapBasic был разработан модуль, содержащий оригинальную процедуру классификации и позволяю-

ший задавать различные параметры цветовых решений для площадных объектов (в соответствии с созданной классификацией) (рис. 1).

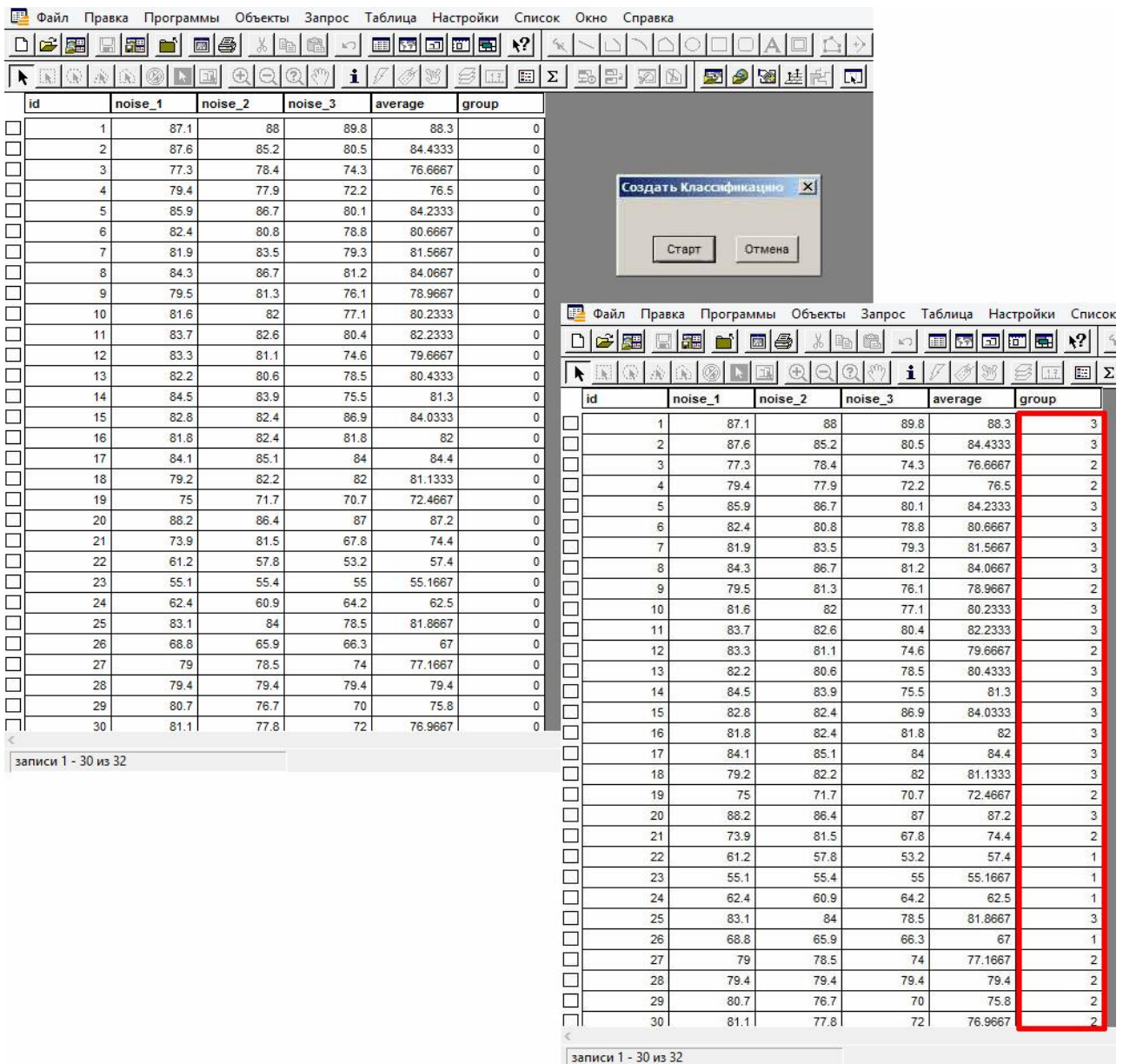


Рис. 1. Процедура классификации данных акустической нагрузки города Воронежа

Замеры уровней шума производились в различные сезоны года (осень, зима, весна), рассчитывался средний годовой показатель. Запуск модуля вызывает диалоговое окно «Создать классификацию», позволяющее оценить средний годовой показатель в соответствии с количественной шкалой (от 1 до 3). Каждому параметру соответствует определенный качественный показатель: безопасная зона проживания (1), зона проживания, вызывающая опасение (2), опасная зона проживания (3). После чего каждому классифицированному

объекту автоматически присваивается определенный цвет (зеленый, желтый, красный).

Для оценки комфортности проживания была создана карта зонирования территории города по акустической нагрузке, отражающая благоприятные и неблагоприятные районы для проживания (рис. 2).

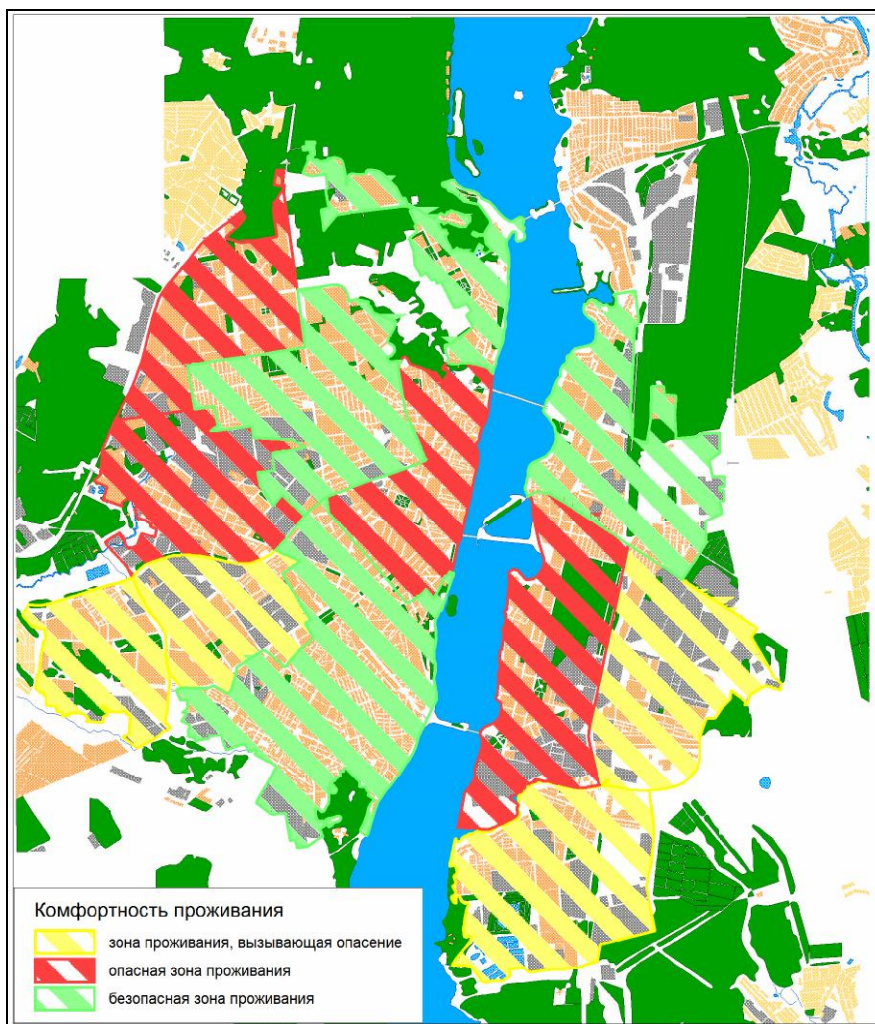


Рис. 2. Карта комфортности проживания города Воронежа

Согласно карте, комфортными для проживания являются Ленинский, Центральный (район СХИ), Коминтерновский (район 3 поликлиники) и Железнодорожный районы (мкрн. Отрожка) – здесь шумовая нагрузка находится в пределах установленной нормы. Неблагоприятными являются Коминтерновский (кроме района 3 поликлиники), Советский, Левобережный и Центральный (кроме района СХИ) 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.

Важным критерием комфортности проживания, помимо акустической нагрузки, является оценка риска для здоровья населения, связанного с химическим загрязнением воздушного бассейна.

На основе информации по загрязнению атмосферы за 2009-2017 г.г. средствами ГИС MapInfo Professional была произведена оценка потенциальной заболеваемости, предполагающая расчет показателей канцерогенного и неканцерогенного рисков для здоровья населения г. Воронежа. Рассчитывается потенциальная заболеваемость в соответствии с методикой Федерального центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана (Р 2.1.10.1920—04) [4]. Процесс оценки требует больших затрат времени, а учитывая тот факт, что данная оценка производится регулярно, требуется максимальная автоматизация процесса.

Для этой задачи в среде разработки MapBasic было создано программно-алгоритмическое обеспечение оценки экологических рисков. Данный модуль представляет собой приложение, добавляющее в горизонтальное меню MapInfo пункт «Риск», содержащий три команды: «Создать таблицу *Risks_MB*», «Расчет экологического риска», а также «Выход», завершающий работу программы. Выбор первой команды данного меню, вызывает диалоговое окно, содержащее две диалоговые кнопки («OK» и «Отмена») и предлагающее создать новый слой *Risks_MB* заданной программой структуры, в проекции данной карты. Слой включает в себя несколько графических объектов, к которым впоследствии осуществляется «привязка» семантической информации. Вторая команда («Расчет экологического риска») вызывает одноименное диалоговое окно, которое включает в себя нескольких выпадающих списков, кнопки-переключатели и две диалоговых кнопки. По структуре окно соответствует команде «Обновить колонку» (рис. 3).

Для количественной оценки риска в диалоговом окне предлагается последовательный выбор в соответствующих выпадающих списках:

- таблица, по данным из которой будет производиться расчет;
- конкретная колонка этой таблицы;
- тип экориска (канцерогенный или неканцерогенный);
- колонка таблицы *Risks_MB*, куда будут внесены рассчитанные величины.

Работа в данном окне проста и интуитивно понятна, а случайно пропустить какой-либо из выпадающих списков и, следовательно, получить неверные расчеты, невозможно, так как каждый следую-

щий список становится активным только после того, как будет выбран один из элементов предыдущего списка. Формулы, прописанные в программе, взяты в соответствии с методикой Федерального центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана (Р 2.1.10.1920—04), апробированной по широкому спектру факторов экологического риска на территории г.Воронежа в 2010г. [4].

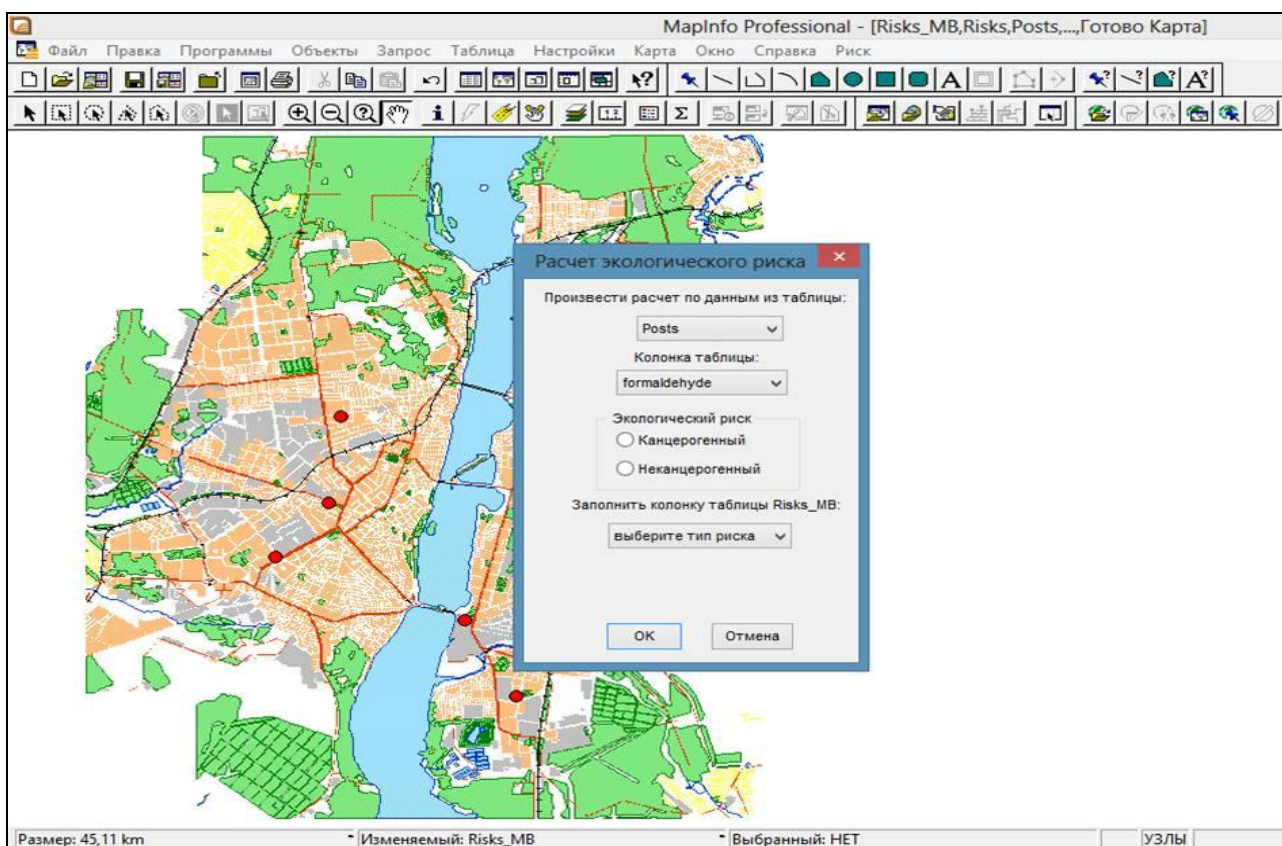


Рис. 3. Диалоговое окно «Расчет экологического риска»

Применение разработанного модуля позволило произвести оценку качества окружающей среды по критерию риска возникновения у населения экологически-обусловленных заболеваний. При этом затраты времени сокращаются примерно в 3,5 раза по сравнению с производством аналогичных расчетов вручную.

Проведя расчёт интегрального неканцерогенного риска возникновения хронических заболеваний (НИ), было установлено расположение зон высокого и очень высокого неканцерогенного риска возникновения хронических заболеваний в Железнодорожном районе города, микрорайоне «Машмет» Левобережного района, Советском районе и в районе ул. Транспортная Центрального района.

Территория повышенного риска наблюдается преимущественно в левобережной и центральной частях города.

Зона низкого уровня риска расположена преимущественно в северной части города (Северный жилой район Коминтерновского района и микрорайон Агроуниверситета Центрального района г.Воронежа) [2].

На основании проведенного анализа можно сделать вывод о том, что применение языка программирования MapBasic при оценке качества окружающей среды позволяет значительно сократить как временные затраты, так и трудозатраты при оценке комфортности проживания населения на территории города как с точки зрения акустической нагрузки, так и потенциальной заболеваемости населения. Причем среда разработки MapBasic предоставляет практически неограниченные возможности по расширению функционала ГИС и дает возможность сведения к минимуму вероятности возникновения ошибок в расчетах за счет максимальной автоматизации процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронеж: среда обитания и зоны экологического риска / С.А. Куролап, С.А. Епринцев, О.В. Клепиков и др. – Воронеж: Издательство «Истоки», 2010. – 207 с.
2. Епринцев С.А. Геоэкологические аспекты качества окружающей среды урбанизированных территорий / С.А. Епринцев // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – Т. 18. – Вып. 2. – С. 596-601.
3. Интегральная экологическая оценка состояния городской среды / С.А. Куролап, О.В. Клепиков, П.М. Виноградов и др. – Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2015. – 232 с.
4. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920 – 04). – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

Сведения об авторах

Бережнова Татьяна Александровна – доктор медицинских наук, доцент; заведующая кафедрой фармакологии Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко.

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

Доброва Елена Андреевна – магистрантка кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета.

Епринцев Сергей Александрович - кандидат географических наук, доцент; доцент кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета.

Калашников Юрий Сергеевич - и.о. 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 инженерной экологии Воронежского государственного университета инженерных технологий; профессор кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета.

Колнет Ирина Владимировна – кандидат медицинских наук; заведующая отделом социально-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области»; доцент кафедры гигиенических дисциплин Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко.

Колягина Наталия Михайловна – главный врач БУЗ ВО «Воронежская городская поликлиника №18»; соискатель кафедры фармакологии Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко.

Куrolan 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 Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко.

Михеев Алексей Александрович – аспирант кафедры природопользования Воронежского государственного университета.

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

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

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 - аспирантка кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета.

Стёпкин Юрий Иванович – доктор медицинских наук, профессор; главный врач ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области»; заведующий кафедрой гигиенических дисциплин Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко.

Яковенко Наталия Владимировна - доктор географических наук, профессор; заведующая кафедрой социально-экономической географии и регионоведения Воронежского государственного университета.

Якунин Александр Иванович – магистрант кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета.

Научное издание

**Медико-экологическая диагностика
состояния окружающей среды
города Воронежа**

Сборник научных статей

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

Подписано в печать 30.11.2017г.
Формат 60х84/16. Объем 11,5 п. л.
Бумага офсетная. Печать цифровая.
Тираж 300 экз. Заказ № 2173.

ООО Издательство «Научная книга»
394077, Россия, г. Воронеж, ул. 60-й Армии, 25-120.
[Http://www.sbook.ru](http://www.sbook.ru)

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