

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

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ТЕРРИТОРИЙ ИНТЕНСИВНОГО ТЕХНОГЕННОГО ОСВОЕНИЯ

Сборник научных статей

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

Воронеж
Издательство «Научная книга»
2017

УДК 502.55:504.064.2
О93

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

О93 Оценка экологических рисков территорий интенсивного техногенного освоения: сборник научных статей / Под общ. редакцией С.А. Куролапа и О.В. Клепикова. – Воронеж: Издательство «Научная книга», 2017. – 150 с.

ISBN 978-5-98222-942-7

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

В статьях рассмотрена методология оценки экологических рисков территорий интенсивного техногенного освоения, а также на примере ряда крупных и малых городов Воронежской области описаны результаты авторских исследований по оценке техногенных факторов риска для здоровья населения /загрязнения атмосферного воздуха, автотранспортного шума, неудовлетворительного качества питьевой воды и ресурсов поверхностных вод, загрязнения почвы селитебной территории, техногенно-измененного радиационного фона/. Показана эффективность применения биоиндикационных методов для оценки экологического состояния селитебных зон.

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 селитебно-промышленных территорий.

УДК 502.55:504.064.2

ISBN 978-5-98222-942-7

© Коллектив авторов, 2017

© Издательство «Научная книга», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
Куролан С.А., Клепиков О.В. Методические основы оценки экологических рисков территорий интенсивного техногенного освоения	5
Иванова Е.Ю., Чусова Н.В. Оценка состояния приземного слоя атмосферы в Советском районе города Воронежа биологическими методами	38
Клевцова М.А. Биоиндикация как метод оценки экологического состояния селитебных зон (на примере Кантемировского района Воронежской области)	47
Стёпкин Ю.И., Кузмичев М.К., Клепиков О.В., Воскобоев С.Н. Организация и результаты мониторинга доз облучения населения Воронежской области за счет естественного и техногенно-измененного радиационного фона	59
Иванова Е.Ю., Ильин С.Л. Оценка радиационной обстановки на территории Воронежской области	73
Прожорина Т.И., Нагих Т.В. Гидрохимическая оценка состояния водотоков Ближнего Подворонежья	82
Прожорина Т.И., Нагих Т.В. Оценка качества питьевой воды из источников централизованного водоснабжения города Лиски Воронежской области	92
Клепиков О.В., Студеникина Е.М., Молоканова Л.В., Бухарбаева К.К. Мониторинг уровня загрязнения почвы города и оценка риска для здоровья детского населения	99
Середа Л.О., Куролан С.А. Комплексный подход к оценке состояния почвенного покрова урбанизированной территории на примере города Воронежа	113
Клевцова М.А., Ерилина А.С. Изучение состояния почвенного покрова города Новохопёрска Воронежской области	126
Виноградов П.М., Куролан С.А., Карпова А.П. Анализ акустического загрязнения территории города Воронежа от автотранспортного комплекса	138
<i>Сведения об авторах</i>	149

ПРЕДИСЛОВИЕ

Актуальной проблемой региональной геоэкологии является исследование закономерностей формирования эколого-геохимического фона и зон риска для здоровья населения, связанного с состоянием окружающей среды («рискологический подход»).

Результаты исследований, представленные в настоящем сборнике, являются логическим продолжением многолетних экогеохимических и медико-географических исследований, выполняемых совместно учеными Воронежского государственного университета, Воронежского государственного университета инженерных технологий, Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко и Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области. В качестве модельного региона выбраны селитебно-промышленные территории в пределах Воронежской области – региона интенсивного техногенного освоения, где сосредоточены многочисленные источники повышенной экологической опасности с ведущим химическим фактором воздействия на окружающую среду: Воронежская городская агломерация, включая город Воронеж и зону влияния Нововоронежской АЭС; Россошанская и Лискинская урбанизированные зоны. Методология исследований базируется на комплексных экспериментальных эколого-геохимических и геоинформационно-аналитических исследованиях по следующим основным направлениям: разработка научно-методического подхода к анализу закономерностей формирования геохимического фона селитебно-промышленных территорий с источниками повышенной экологической опасности; инструментально-аналитические исследования для формирования баз данных по экогеохимическим и радиоэкологическим критериям состояния окружающей среды (атмосферы, водных ресурсов, почвы), данным биоиндикационных исследований и ответным реакциям биоты (древесных растений) на техногенные воздействия, а также экологическим рискам для населения. Модельные рискологические исследования сопряжены с тематическим геоинформационным картографированием и обоснованием научно-методических принципов регионального экогеохимического мониторинга.

В авторских статьях приведены новые данные по оценке воздействия неблагоприятных экологических факторов на среду обитания и население, необходимые для обоснования приоритетных управленческих решений по обеспечению экологической безопасности.

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ РЕГИОНОВ ИНТЕНСИВНОГО ТЕХНОГЕННОГО ОСВОЕНИЯ

С.А. Куропан, О.В. Клепиков

Анализ региональной медико-экологической ситуации эффективен на основе междисциплинарного факторного подхода, базирующегося на покомпонентной оценке факторов риска, воздействующих на здоровье населения. Теория медицинской экологии рассматривает многие болезни человека как «ответную реакцию» на ухудшение условий существования при воздействии техногенных факторов риска и снижение степени адаптации к среде обитания. Эти взгляды на проблему причинности болезней с экологической точки зрения обоснованы в трудах Г.Г.Онищенко, А.А. Келлера, А.М. Большакова, Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревича с соавт. [1, 2, 5, 13].

Факторы риска для здоровья населения

Снижение адаптации выражается в специфических реакциях организма на воздействие неблагоприятных вредных и опасных техногенных факторов. Известно, что в процессе адаптации к неблагоприятным изменениям окружающей среды состояние организма человека характеризуется напряжением компенсаторно-приспособительных механизмов, резервы которых со временем истощаются, что выражается в значительном росте так называемых «болезней цивилизации» и в увеличении удельного веса хронических патологических процессов. Так, В.П. Казначеев выделяет особое, специфическое состояние человека, сформировавшееся под влиянием комплекса неблагоприятных факторов среды, которое он назвал *антропоэкологическим напряжением*, предшествующим развитию патологии. Постоянное или продолжительное чрезмерное напряжение приводит к истощению резервных возможностей и к срыву адаптации с возникновением доклинических форм патологии (преморбидных состояний), которые характеризуются недостаточной приспособляемостью организма к условиям окружающей среды.

Изучение механизмов реакции организма на воздействие вредных факторов среды обитания, прежде всего, ее техногенное химическое загрязнение, показывает, что рост уровня заболеваемости населения при этом носит нелинейный характер. Известно, что первоначальная реакция организма проявляется в стимуляции защитных

сил в ответ на действие слабых раздражителей, росте неспецифических реакций, активности процессов обезвреживания ксенобиотиков в организме (фаза «стимуляции»).

Это практически никак не сказывается на статистике заболеваемости населения, однако, в дальнейшем, вследствие перенапряжения защитных систем организма происходит торможение адаптационных процессов, что сопровождается почти скачкообразным ростом уровня неспецифической патологии (фаза «торможения»). По мере роста воздействия включается механизм адаптации, что приводит к стабилизации уровня заболеваемости и иногда даже к ее снижению (фаза «временной адаптации»). При прогрессирующем возрастающем воздействии в дальнейшем происходит срыв механизмов неспецифической адаптации и очередной скачок уровня заболеваемости с возможным летальным исходом (фаза «срыв адаптации»). Причем, только определенное сочетание разнообразных факторов окружающей среды является оптимальным для человека. Если состав или интенсивность воздействия этих факторов меняется, то гармония организма и среды обитания в той или иной степени нарушается. Пороги чувствительности организма индивидуальны, а степень патогенности фактора обычно выявляется на основании действия «закона больших чисел», в больших по численности популяциях.

Появление предпатологических сдвигов в состоянии общественного здоровья населения является вполне информативным показателем в региональных медико-экологических исследованиях. Особенно отчетливо эти закономерности проявляются в урбанизированных регионах, в условиях постоянного воздействия на население неблагоприятных техногенных факторов с сильным медико-биологическим эффектом.

Так, на территориях урбанизированных регионов Урала (Магнитогорск, Челябинск, Екатеринбург) и Южной Сибири (Красноярск, Новокузнецк) часто встречается такой вид предпатологических реакций, как нарушение иммунного статуса. Индикатором нарушения иммунного статуса в загрязненных районах, например, служит увеличение числа лейкоцитов в крови при снижении гемоглобина. Этот факт отмечен Ю.Е. Саеом, Б.А. Ревичем с соавт. [2] во многих городах России с повышенным уровнем техногенного давления на среду обитания и, соответственно, высоким загрязнением атмосферы и почв.

В наблюдениях на людях токсические эффекты воздействия вредных факторов проявлялись (после выхода из стадии предпатологии) ранними признаками атеросклероза, нарушением функций опорно-двигательного аппарата, развитием ангио- и полиневротического синдрома, частой заболеваемостью со стороны верхних дыхательных путей, хроническим бронхитом, бронхиальной астмой, алергодерматозами, а также нарушениями иммунного статуса вплоть до более или менее глубокого иммунодефицита [13].

Важнейшим предпатологическим критерием является биокумуляция ксенобиотиков как показатель, характеризующий наличие эндогенного риска. Углубленное клинико-лабораторное обследование детей, проживающих в зонах высокого атмосферного и почвенного загрязнения среды тяжелыми металлами, выявило у 70% детей повышенное содержание металлов (медь, цинк, никель, свинец и др.) в волосах и в моче. По материалам Б.А. Ревича. [13] у детей, проживающих на таких территориях, были обнаружены симптомы интоксикации, функциональные изменения со стороны мочеполовой системы, желудочно-кишечного тракта, анемия, изменения иммунного статуса. В последнее время диагностику донозологических состояний предлагается осуществлять при помощи выделения устойчивых симптомокомплексов и определения донозологического статуса целостного организма.

Кроме детей высоким «ответным откликом» на токсическое воздействие вредных факторов отличается репродуктивная функция женщин. Высокая чувствительность женского организма к токсическим соединениям объясняется специфическим влиянием ксенобиотиков на генеративную функцию. В загрязненных регионах чаще встречаются неблагоприятно протекающие беременность и роды. Дети, рожденные после патологической беременности и родов в районах, загрязненных промышленными выбросами в атмосферный воздух, имеют низкую массу тела и уровень физического развития, функциональные отклонения в состоянии дыхательной и сердечно-сосудистой систем. В таких регионах обычно повышается и частота врожденных аномалий (пороков развития).

В подавляющем большинстве случаев в связи с загрязнением окружающей среды наблюдается однотипная структура изменения показателей состояния здоровья детей – основной «индикаторной» группы населения, отражающей реакцию населения на вредные воздействия факторов среды. Например, «отклик организма» на уровень

атмосферного и почвенного загрязнения среды в порядке убывания образует ряд: 1) иммунологическая реактивность; 2) острые заболевания органов дыхания аллергического характера; 3) отклонения от нормы функциональных и физиологических показателей – нарушение гармонического физического развития, анемия, снижение вентиляционной функции легких и т.д.; 4) рост хронических заболеваний; 5) увеличение частоты врожденных аномалий, новообразований, болезней крови, системы кровообращения, реагирующих на качество среды обитания [13, 15]. Причем наиболее чувствительными (лабильными) к воздействиям факторов среды обитания являются кроветворная, сердечно-сосудистая, дыхательная, центральная нервная и мочеполовая системы. Общепризнано, что наиболее информативны с экологической точки зрения параметры физического развития и здоровья детского населения.

Детский контингент – своеобразная «индикаторная группа», отражающая реакцию коренного населения на вредное воздействие факторов среды. Целесообразность учета заболеваемости детей определяется тем, что они в меньшей степени, чем взрослые, подвержены внутригородской миграции; «теснее» привязаны к территории, на которой живут и учатся; не испытывают непосредственного влияния профессиональных вредностей; в меньшей степени подвержены вредным привычкам (курение, алкоголизм и т.д.). В силу анатомо-физиологических особенностей дети более чувствительны к качеству среды обитания, а сроки проявления у них неблагоприятных эффектов короче. Это повышает достоверность статистических исследований, позволяя делать более объективные выводы об «экологической обусловленности» заболеваний.

Основываясь на современных данных литературы по этиологии большинства заболеваний, в качестве основных маркеров степени экологического риска можно рекомендовать следующие группы показателей: а) индикаторную патологию, характеризующую высокую степень зависимости от загрязнения окружающей среды (профессиональные болезни, онкологические заболевания, врожденные аномалии и генетические дефекты, аллергозы); б) экологически зависимую патологию, характеризующую среднюю степень зависимости от загрязнения окружающей среды (перинатальная, младенческая и общая детская смертность, вторичные иммунодефициты, хронические бронхиты, бронхиальная астма и пневмония у детей); в) экологически обусловленную патологию, характеризующую умеренную степень зависимо-

сти от загрязнения окружающей среды (патология беременности, анемия, хронические бронхиты и повышенная общая заболеваемость); г) интегрирующие показатели общего медико-экологического благополучия (динамика смертности населения, средняя продолжительность жизни, инвалидность).

В последнее время при разработке проблемы экологической профилактики болезней человека все чаще используется понятие «*фактор риска*», т.е. условие окружающей среды, существенно повышающее риск возникновения различных заболеваний населения.

По мнению большинства отечественных и зарубежных экспертов ВОЗ здоровье человека и его заболеваемость определяются 4 группами факторов, взаимодействующими в соотношении, показанном на рисунке 1.

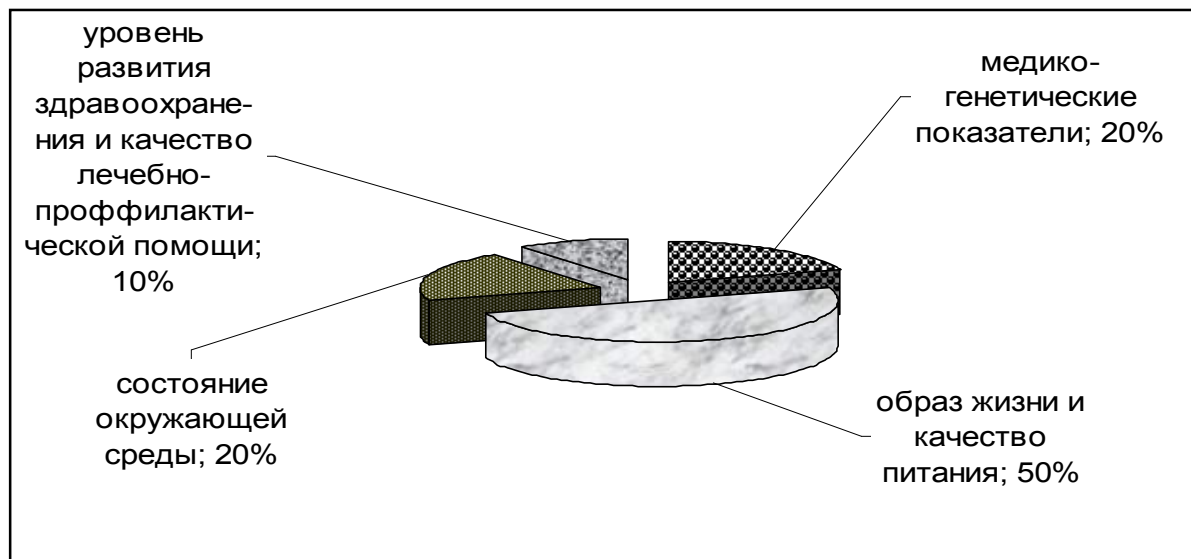


Рис. 1. Удельный вклад различных групп факторов риска в формирование общественного здоровья

При оценке риска здоровью населения в связи с качеством среды обитания обычно выделяют три группы факторов: а) природные, б) социально-экономические, в) медико-санитарные, в том числе гигиенические критерии, отражающие уровень техногенного загрязнения среды и рациональность архитектурно-планировочной организации территории. При этом основным системообразующим блоком служит заболеваемость населения, а все остальные параметры, в том числе и показатели деятельности сети здравоохранения, рассматриваются как факторы, влияющие на здоровье населения.

При комплексном воздействии природных факторов на здоровье человека ведущее значение придается климатическим параметрам в формировании форм адаптации и патологии населения, а также

экогеохимическому фону, способствующему развитию микроэлементозов. Антропоэкологические исследования выявили наличие специфических адаптивных типов коренного населения основных географических регионов Земли, характеризующихся набором морфофункциональных особенностей (конституцией) организма человека [13].

В последнее время все большее внимание и медиков, и экологов привлекают явления, связанные с биотропностью погоды, которые проявляются в зависимости состояния здоровья человека от изменчивости атмосферных факторов. Причем биотропный максимум наблюдается в области значительных погодных изменений: контрастов температур, колебаний атмосферного давления, порывов ветра и т.д. Циклоны и периоды прохождения атмосферных фронтов преимущественно неблагоприятны, а антициклоны преимущественно благоприятны с точки зрения реакции организма. Более лабильны к изменениям погоды «метеозависимые» больные, у которых в периоды ухудшения погодных условий снижается адаптационный ресурс организма, наблюдается общий дискомфорт, обострение многих хронических заболеваний. В тяжелых случаях реакцией на ухудшение погоды у больных с сердечно-сосудистой патологией может считаться внезапный летальный исход. Погода выполняет роль «сигнального» фактора, своеобразного «катализатора» развития ряда заболеваний, причем ведущую роль играет её изменчивость.

Отмечено, что рост заболеваемости детей увеличивается «с запаздыванием» на 1 – 2 дня после периода неблагоприятных состояний погоды, а наибольшая корреляция зафиксирована по таким симптомам ухудшения самочувствия детей как головная боль, общее недомогание, слабость, боли в различных органах, которые можно считать типичными метеотропными реакциями.

Не менее важен и общий геохимический фон территории [2, 4, 8, 15, 16]. Проявления патологии человека, связанной с дисбалансом микроэлементов в окружающей среде, широко известны и столь многообразны, что это служит основанием, как считает А.П. Авцын, для выделения нового класса болезней - микроэлементозов. Природные эндогенные микроэлементозы встречаются в виде врожденных пороков развития, наследственных заболеваний, либо проявляются в предрасположенности населения к различным вторичным заболеваниям. Примерами часто встречающихся микроэлементозов служат, в частности, эндемический зоб (йододефицит), флюороз (избыток фтора), железодефицитная анемия, особенно в высокогорных районах и на

Крайнем Севере, урсовая болезнь в Забайкалье и КНР, кремниевый уролитаз и т.д. Причем, нередко современные микроэлементозы являются следствием снижения иммунологической защиты населения в техногенно загрязненных регионах.

В последние годы усиливается внимание к естественному геохимическому фону среды обитания. Медико-географические исследования показали, например, определенную геохимическую обусловленность злокачественных новообразований. Так, в Свердловской области районы повышенной заболеваемости раком желудка совпадают с шовными зонами в тектонической структуре Среднего Урала. К этим шовным зонам приурочены глубинные и поверхностные воды своеобразной минерализации с так называемым «тухोलитовым комплексом» химических элементов: ураном, титаном, цирконием, цинком, медью, свинцом, хромом и др. Индикатором комплекса, по-видимому, обладающего канцерогенным эффектом, является содержание в водах радона, иногда превышающее норму ПДК в 100 раз [13].

Природные факторы, роль которых в формировании уровней заболеваемости во многом еще неясна, обычно влияют на различия в показателях общественного здоровья в пределах крупных регионов. В городах они приобретают большое значение на территории с высоким промышленным потенциалом (прежде всего, в Европейской части страны и в Южной Сибири) и могут быть одним из решающих факторов, определяющим здоровье населения. Эту группу факторов, с учетом различий по источникам информации и специфике, целесообразно разделять на социально-экономические (уровень развития социальной инфраструктуры, благоустройство и комфорт условий жилья, труда, отдыха) и медико-санитарные (качество и мощность сети здравоохранения, санитарного надзора и профилактики, загрязнение атмосферного воздуха, вод, почв, электромагнитный и акустический фон, качество продуктов питания, архитектурно-планировочная структура территорий).

Для эколого-гигиенической оценки состояния среды важнейшее значение имеет общая демографическая обстановка. Известно, что высокая плотность населения, неблагоустроенное жилье способствуют распространению инфекционных заболеваний, передающихся аэрогенным, контактным и водным путями. Причем в большинстве случаев городское население имеет более благоприятные условия жизни, чем сельское. Это относится не только к материальному

обеспечению, общему уровню культуры населения, но и к доступности медицинской помощи.

Среди важнейших параметров социального благоустройства населенных мест выступают условия водоснабжения и канализации, газификация, система планировки и озеленения микрорайонов. Причем, гигиенические требования к благоустройству территории распространяются и на планировку жилого фонда, вентиляцию, теплоснабжение, плотность заселения помещений.

Среди прочих параметров социального развития с экологической точки зрения большое значение имеет транспортная инфраструктура, насыщенность территории автотранспортом. Так, степень развития путей сообщения, особенно автомобильных дорог, нередко определяет систему оказания медицинской помощи. При развитой сети автодорог и хорошем их состоянии создаются условия для открытия специализированных центров диагностики и лечения больных. Слабо развитая сеть автодорог, напротив, диктует необходимость сохранения мелких больниц с ограниченной специализацией, но обеспечивающих своевременность оказания медицинской помощи.

Блок медико-санитарных условий отражает качество медицинского обслуживания населения и систему организации санитарно-эпидемиологического надзора. Традиционно в числе основных показателей качества медицинского обслуживания рассматриваются обеспеченность населения медицинским персоналом и степень его квалификации; состояние коечного фонда (общее количество коек, их специализация и работоспособность); территориальная организация лечебно-профилактической сети; система снабжения медикаментами и медицинским инструментарием. Эти сведения важны для определения возможностей органов здравоохранения по проведению лечебно-профилактических и санитарно-противоэпидемических мероприятий среди населения [1].

Наряду с социально-обусловленными факторами в формировании общественного здоровья урбанизированных регионов важнейшую роль играют такие гигиенические критерии как параметры загрязнения атмосферы, питьевой воды и почвы населенных мест. В настоящее время не вызывает сомнения, что глобальное загрязнение атмосферного воздуха в условиях городской среды обитания сопровождается достоверным ухудшением состояния здоровья населения. Причем негативное влияние аэротехногенной нагрузки прослеживается во всех природных средах, так как основная масса загрязнений выпадает на

поверхность земли (твердые вещества) либо вымывается из атмосферы с помощью осадков [15].

Статистически достоверная зависимость заболеваемости населения от загрязнения атмосферного воздуха отмечается, прежде всего, по болезням органов дыхания: хроническим бронхитам, пневмониям, эмфиземе легких, бронхиальной астме, заболеваниям верхних дыхательных путей. Загрязнения атмосферного воздуха влияют на резистентность организма, что проявляется в росте инфекционных заболеваний. Имеются достоверные сведения о влиянии загрязнений на продолжительность заболеваний. Так, течение острых респираторных заболеваний у детей, проживающих в загрязненных районах, в 2-2,5 раза длительнее.

В ряде региональных медико-экологических исследований показано, что загрязнение атмосферного воздуха можно считать ведущим параметром дифференциации территории промышленно-развитых городов по состоянию среды обитания [4, 12, 15]. Например, у детей в городах с металлургической промышленностью и высоким загрязнением воздушной среды по сравнению с контрольными группами замедлено физическое и нервно-психическое развитие, проявляющееся в запаздании времени, когда ребенок начинает ходить и говорить, в более позднем появлении молочных зубов. Нарушение нормального развития наблюдается и в более старшем возрасте. Так, среди детей 5-7 лет, проживающих в проблемных районах, значительно меньше детей с нормальным физическим развитием и существенно больше детей с дефицитом и избытком массы тела [13].

Наиболее быстро на загрязнение атмосферного воздуха реагирует респираторная заболеваемость. Среди других «индикаторных» показателей следует отметить гематологические параметры, характеристики нервно-психического и иммунного статуса. По мере увеличения интенсивности загрязнения воздушного бассейна число детей с повышенным содержанием лейкоцитов в крови увеличивается в промышленных районах в 1,6 раз и до 2 раз в городах с опасным уровнем загрязнения. Морфофункциональные сдвиги в системе крови свидетельствуют о напряжении адаптационных резервов в организме. По данным Б.А. Ревича с соавт. [13] совместное действие пыли и ряда загрязнителей в современных городах имеет высокотоксичный эффект: а) бензол + никель + сажа + бенз(а)пирен + формальдегид - канцерогенный эффект; б) углеводороды + тяжелые металлы (свинец, медь, ртуть) – нарушение репродуктивной функции.

Повышенные концентрации оксида углерода в воздухе провоцируют стенокардию, нарушая нормальный процесс переноса кислорода, гемоглобина крови. Окислы азота в атмосфере увеличивают риск сердечно-сосудистых заболеваний и снижают остроту зрения, обоняния, повышая общую восприимчивость населения к патогенным агентам, вызывающим эти заболевания. Причем при содержании ряда фотохимических окислителей, приближающихся к ПДК в воздухе населенных мест, у лиц, страдающих бронхиальной астмой, чаще возникают приступы, а у людей с хроническими болезнями легких – выше риск осложнений, в том числе, вероятны пневмонии.

Кроме загрязнения атмосферы другим важнейшим гигиеническим фактором риска здоровью населения является качество хозяйственно-питьевых вод. Гигиеническая оценка качества поверхностных и питьевых вод обычно проводится в двух аспектах: а) с точки зрения микробиологического загрязнения водоисточника, вызывающего ряд эпидемических заболеваний (холера, острые кишечные инфекции, инфекционные гепатиты и др.); б) в отношении санитарно-химического загрязнения воды, обуславливающего развитие болезней органов пищеварения, мочекаменной и желчнокаменной болезней, язвы желудка, нефритов, гастритов.

Основными источниками заражения воды являются бытовые сточные воды. Качество воды в водоисточниках в современных условиях в значительной степени определяется загрязнением также сточными промышленными водами, дождевыми и талыми водами урбанизированных регионов. Широко известны факты положительной корреляции уровня химического загрязнения питьевой воды нитратами, марганцем, солями тяжелых металлов и распространенности гастритов, урологических заболеваний [13]. Повышение концентрации в питьевой воде сульфатов, хлоридов, увеличение общей жесткости провоцирует рост функциональных расстройств желудка и аллергических заболеваний. Особенно остра эта проблема для крупных промышленных городов, в том числе г. Воронежа, где создано крупное внутригородское водохранилище, ухудшающее качество подземных водоносных горизонтов, использующихся в питьевом водоснабжении. Причем экспериментальными данными доказано, что постоянное поступление с водой органических и неорганических промышленных загрязнений в городах вызывает поражение печени, кроветворного аппарата, отложение в организме солей кальция, провоцирует развитие мочекаменной болезни. Так, вынужденное использование населением степных зон

страны и отдельных районов Поволжья питьевой воды с высоким содержанием хлоридов и сульфатов, без соответствующей водоподготовки, определяет повышенный уровень заболеваемости местного населения желчно- и мочекаменной болезнями, а также сосудистой патологией.

Наряду с атмосферой и водным фактором, почва выполняет функцию универсального биологического адсорбента, нейтрализатора органических и минеральных загрязнений. Благодаря этой функции в почве происходят процессы самоочищения, хотя и гораздо медленнее, чем в водной среде. Особенно опасно для человека загрязнение почв тяжелыми металлами.

Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами – медью, цинком, хромом, свинцом, ртутью, кадмием и др. - происходит в районах размещения промышленных предприятий по нескольким направлениям: через атмосферный воздух с дальнейшим оседанием на почвенный покров; с атмосферными осадками, содержащими токсичные элементы; при неправильном хранении промышленных и твердых бытовых отходов [11, 13].

Промышленные предприятия и транспорт являются приоритетными источниками загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами. Повышенное содержание тяжелых металлов в воздухе, воде, почве приводит к загрязнению ими продуктов питания и широкому спектру токсических эффектов для человека. Избыточные концентрации металлов могут вызывать серьезные изменения в обмене веществ и дезорганизацию метаболических процессов, что способствует снижению неспецифической резистентности организма, приводит к нарушению аллергического и соматического статуса, а, следовательно, и к нарушению функций различных органов и систем. Под действием токсичных металлов в той или иной степени страдают сердечно-сосудистая, выделительная, пищеварительная, эндокринная, иммунная, кроветворная системы, а ряд металлов и их соединений (никель, мышьяк, бериллий и др.) способны провоцировать канцерогенные эффекты у населения.

Среди различных физических факторов окружающей среды, к которым относят ионизирующие и неионизирующие излучения, шум, вибрацию, микроклимат на производстве, биологическое действие ионизирующих излучений наиболее вредно. Риск облучения выше естественного радиационного фона особенно возрос в последние десятилетия в связи с развитием атомной энергетики.

Ионизирующее (радиационное) излучение провоцирует рост раковых опухолей, прежде всего, рак молочной и щитовидной желез, лейкоз. Помимо рака излучение вызывает генетические повреждения, т.е. вредные мутации, которые в виде врожденных пороков развития передаются последующим поколениям. Причем, природное фоновое излучение вызывает, вероятно, 1-2% всех генетических болезней.

Анализ данных литературы [4, 5, 13] показывает повсеместную высокую шумовую нагрузку в городской среде, которая носит глобальный характер. Установлено, что наиболее сильное влияние на уровень общей заболеваемости детей оказывают загрязнение воздушного бассейна в сочетании с городским шумом и с неудовлетворительными жилищными условиями, когда заболеваемость увеличивается в 3 - 4 раза. Особую озабоченность вызывает все более нарастающая интенсивность городского транспортного шума – на долю автомобильного, рельсового и воздушного транспорта приходится до 80 - 85% общего шумового фона в крупном городе.

Изучение территориальной неравномерности медико-экологических показателей, связанных с состоянием среды обитания, является одним из основных элементов метода экологогигиенического ранжирования (зонирования) территории регионов. По степени и характеру загрязнения атмосферного воздуха, который чаще всего принимается в качестве основного критерия дифференциации среды обитания, в частности, городов, выделяют до 4-х зон, различающихся по эколого-гигиеническому фону: 1) условно чистая зона – жилая застройка вне промышленных зон и вдали от главных транспортных магистралей; 2) транспортная зона – жилая и промышленная застройки, прилегающие к транспортным магистралям; 3) промышленная зона – территория города, подверженная значительному воздействию промышленных выбросов в атмосферу, но расположенная вдали от транспортных магистралей; 4) промышленно-транспортная или смешанная зона, характеризующаяся сочетанием загрязнения атмосферного воздуха транспортными и промышленными выбросами [5].

Таким образом, многочисленные региональные медико-экологические исследования свидетельствуют о достоверной зависимости критериев общественного здоровья от качества окружающей среды, что служит предпосылкой количественной оценки риска

для здоровья населения, обусловленного техногенным загрязнением среды обитания.

Основные критерии и методы оценки экологических рисков для здоровья населения

Анализ экологического риска связан с применением вероятностно-статистических подходов к выявлению причинно-следственных связей в системе «среда-здоровье» и зонированием региона по напряженности медико-экологической ситуации, т.е. уровням риска для здоровья населения в зависимости от состояния окружающей среды. Поскольку статистика заболеваемости и смертности населения официально регистрируется по административно-территориальному принципу, этот подход рассматривается нами как наиболее целесообразный.

Для определения абсолютных величин непосредственного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду обычно используются такие показатели, как валовый сброс (выброс) загрязняющего вещества, концентрация поллютанта в той или иной депонирующей среде. Но подобный подход не учитывает результат воздействия на среду, он лишь фиксирует факт воздействия. Поэтому более правильно проводить оценку воздействия хозяйственной деятельности по «ответному отклику» индикаторов воздействия – различных компонентов окружающей среды и здоровью населения.

Главным химическим критерием уровня антропогенного загрязнения среды обитания служит ПДК - предельная допустимая концентрация загрязняющего вещества, т.е. верхний предел лимитирующих факторов среды, при которых их содержание не выходит за допустимые границы экологической ниши человека.

Так, основным критерием загрязнения атмосферного воздуха урбанизированной территории является токсичность антропогенных поллютантов, присутствующих в атмосфере, при контакте с ними проживающего на данной территории населения. При определении величин ПДК и проведении экологического мониторинга воздушного бассейна учитывается класс опасности химического вещества (показатель, характеризующий степень опасности для человека веществ, загрязняющих атмосферный воздух). Вещества делятся на 4 класса опасности (1 класс - чрезвычайно опасные; 2 класс - высоко опасные; 3 класс - опасные; 4 класс - умеренно опасные).

Разработка ПДК основывается на лимитирующем показателе вредности загрязняющего вещества. Лимитирующий (определяющий) показатель вредности характеризует направленность биологического действия вещества: рефлекторное и резорбтивное. Под рефлекторным действием понимается реакция со стороны рецепторов верхних дыхательных путей - ощущение запаха, раздражение слизистых оболочек, задержка дыхания и т.п. Указанные эффекты возникают при кратковременном воздействии вредных веществ, поэтому рефлекторное действие лежит в основе установления максимальной разовой ПДК (ПДК_{МР}). Под резорбтивным действием понимают возможность развития общетоксических, гонадотоксических, эмбриотоксических, мутагенных, канцерогенных и других эффектов, возникновение которых зависит не только от концентрации вещества в воздухе, но и длительности контакта с ним. С целью предупреждения развития резорбтивного действия устанавливается среднесуточная ПДК (ПДК_{СС}).

В настоящее время определены предельно допустимые концентрации в атмосферном воздухе более чем 500 веществ. ПДК для кратковременных и длительных воздействий большинства загрязняющих веществ (за исключением бензола), установленные на территории РФ, как правило, строже стандартов качества воздуха, рекомендованных ВОЗ и установленных директивами стран ЕС. В том случае, когда отсутствуют значения ПДК, для оценки гигиенической опасности вещества можно пользоваться показателем ориентировочно-безопасного максимального разового уровня загрязнения воздуха (ОБУВ).

При оценке загрязнённости атмосферы антропогенными поллютантами определяется стандартный индекс (СИ) – отношение наибольшей измеренной разовой концентрации примеси к установленному для данной примеси значению ПДК. Стандартный индекс определяется из данных наблюдений на посту за одной примесью или на всех постах района за всеми примесями за месяц или за год (в соответствии с РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы»). Допустимое значение стандартного индекса не должно превышать 1, что иллюстрирует формула (1):

$$СИ = \frac{Ci}{ПДК} \leq 1 \quad (1)$$

где СИ – стандартный индекс; Ci – концентрация загрязнителя.

Причем, может возникнуть ситуация, когда в воздухе одновременно находятся вещества, обладающие суммированным (аддитивным) действием. В таком случае сумма их концентраций (C_i), нормированная на ПДК, не должна превышать единицы согласно следующему выражению по формуле (2):

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \frac{C_3}{ПДК_3} \leq 1 \quad (2)$$

К вредным веществам, обладающим суммацией действия, относятся, как правило, близкие по химическому строению и характеру влияния на организм человека ингредиенты (например, диоксид серы и аэрозоль серной кислоты; диоксид серы и сероводород; диоксид серы и диоксид азота; диоксид серы и фенол и т.д.).

Следующим параметром загрязнённости атмосферы, рассчитываемым при проведении анализа, является наибольшая повторяемость превышения ПДК (НП) по данным наблюдений на одном посту (за одной примесью) или на всех постах района за всеми примесями за месяц или за год (в соответствии с РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы»). Данный показатель выражается в процентах.

Величиной, характеризующей общую загрязнённость атмосферы в конкретной точке пробоотбора либо на конкретном участке местности, является индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) – комплексный индекс загрязнения атмосферы, учитывающий несколько примесей, представляющий собой сумму концентраций выбранных загрязняющих веществ в долях ПДК (в соответствии с РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы»).

Обычно индекс загрязнения атмосферы рассчитывается по пяти основным загрязняющим веществам (сумма средних концентраций, нормированных на среднесуточные ПДК, с учетом класса опасности) по формулам (3), (4):

$$ИЗА = \sum_{i=1}^5 (I_i) \quad (3)$$

$$I = \left(\frac{C_i}{ПДК} \right)^K \quad (4)$$

где C_i – концентрация i -загрязнителя в атмосфере; ПДК – предельно-допустимая концентрация загрязняющего вещества; I_i – отношение концентрации i -загрязнителя к величине ПДК (парциальный

индекс); K – коэффициент изоэффективности, зависящий от класса вредности вещества (для 1, 2, 3 и 4 классов опасности он соответственно равен 1,5; 1,3; 1 и 0,85).

Уровень загрязнения атмосферы определяется по рассчитанному значению ИЗА в соответствии с параметрами, приведенными в таблице 1. В отдельных случаях число загрязнителей, по которым рассчитывается величина ИЗА, может быть более 5.

На рубеже XX – XXI веков в мировой и отечественной науке, а также в практике экологического контроля получило активное развитие новое направление - оценка риска для здоровья населения, связанного с состоянием среды обитания. Оно явилось результатом многолетних исследований российских и зарубежных медиков, экологов и математиков, реализуемых в рамках важнейшей проблемы современности «окружающая среда и здоровье человека». Главным ориентиром нового научного направления служит идея максимального снижения экологического риска для здоровья населения как важнейшего условия обеспечения устойчивого социально-экономического развития общества [8, 9].

Таблица 1

Критерии загрязнения атмосферы в зависимости от величины ИЗА

Критерии загрязнения атмосферного воздуха	Значения ИЗА
Низкий	меньше или равен 5
Повышенный	5-7
Высокий	7-14
Очень высокий	больше или равен 14

Риск для здоровья - вероятность развития угрозы жизни или здоровью человека либо угрозы жизни или здоровью будущих поколений, обусловленная воздействием факторов среды обитания. *Оценка риска для здоровья* – это процесс установления вероятности развития и степени выраженности неблагоприятных последствий для здоровья человека или здоровья будущих поколений, обусловленных воздействием факторов среды обитания.

Методической основой практического применения технологий оценки риска для здоровья населения служит вероятностный математико-статистический анализ, позволяющий оценить уровень взаимной связи между критериями общественного здоровья и факторами риска, построить математическую модель воздействия вредного

фактора на здоровье населения, количественно оценить уровень риска для здоровья населения.

Количественная оценка риска может осуществляться с помощью *корреляционно-регрессионного анализа*. По коэффициентам корреляций можно судить о связи между загрязнением среды и состоянием здоровья населения, а регрессионный анализ позволяет оценить тренды динамики состояния среды и общественного здоровья, а также построить математическую модель зависимости критериев общественного здоровья от качества окружающей среды

В этом случае количественной характеристикой силы связи служит коэффициент парной линейной корреляции (r), рассчитываемый по формуле (5):

$$r = \frac{\sum (x_1 - M_1) \cdot (x_2 - M_2)}{\sqrt{\sum (x_1 - M_1)^2 \cdot \sum (x_2 - M_2)^2}} \quad (5)$$

где x_1, x_2 – значения первой и второй переменных; M_1, M_2 – средние значения первой и второй переменных. В качестве переменных рассматриваются показатели состояния окружающей среды и критерии общественного здоровья.

Часто в практике медико-географических исследований требуется оценить достоверность различий статистических выборок по набору характерных признаков (например, при оценке территориальных различий по загрязнению среды обитания, уровню заболеваемости или смертности населения). Для этого применяют *критерий Стьюдента* (t) с учетом анализа степени сходства двух выборок по разнице их «средних арифметических» значений (M), что иллюстрирует формула (6):

$$t = \frac{M_1 - M_2}{m_d} \quad (6)$$

где m_d – ошибка разности «средних», определяемая по формулам в зависимости от условий: (7) - объемы сравниваемых выборок равны между собой ($n_1=n_2$), (8) - объемы сравниваемых выборок различны ($n_1 \neq n_2$):

$$m_d = \sqrt{\frac{\sum (x_1 - M_1)^2 + \sum (x_2 - M_2)^2}{n^2 - n}} \quad (7) \quad (n_1=n_2)$$

$$m_d = \sqrt{\frac{[\sum (x_1 - M_1)^2 + \sum (x_2 - M_2)^2] \cdot (n_1 + n_2)}{n_1 \cdot n_2 \cdot (n_1 + n_2 - 2)}} \quad (8) \quad (n_1 \neq n_2)$$

При условии $t_i > t_{\text{крит}}$ для числа степеней свободы $v = n_1 + n_2 - 2$ различие считают статистически достоверным.

В последние годы быстро развивается новое научное направление на базе совместных разработок Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, Федерального Центра экологической политики России и Американского агентства по охране окружающей среды (US. EPA) [12]. Базируясь на этой методологии, возможно идентифицировать и количественно оценивать уровни риска, а также планировать меры по организации мониторинга окружающей среды и снижению риска в экологически неблагополучных районах. Большой опыт региональных медико-экологических исследований на базе данной методологии накоплен, например, в г.Воронеже и Воронежской области [4, 7, 15], городах Московской области [10].

Основные положения этой методологии оценки риска здоровью населения закреплены в руководстве Р 2.1.10.1920—04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (2004) [14].

Таким образом, современные представления о взаимодействии основных компонентов системы «среда-здоровье» позволяют вполне адекватно оценивать экологические риски и принимать на этой основе эффективные управленческие решения по минимизации вредного эффекта.

Методические основы создания систем экологического мониторинга техногенно-загрязненных территорий

Одним из условий создания региональных систем экологической безопасности, определенных природоохранным законодательством Российской Федерации, в частности, Федеральным законом №7 от 10.01.2002 г. «Об охране окружающей среды», является государственный экологический мониторинг.

Государственный экологический мониторинг (государственный мониторинг окружающей среды) - комплексные наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе компонентов природной среды, естественных экологических систем, за происходящими в них процессами, явлениями, оценка и прогноз изменений состояния окружающей среды.

Единая система государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) создается в целях обеспечения охраны окружающей среды. Задачами единой системы государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) являются (ст. 63.1 ФЗ №7 «Об охране окружающей среды»):

- регулярные наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе компонентов природной среды, естественных экологических систем, за происходящими в них процессами, явлениями, изменениями состояния окружающей среды;

- хранение, обработка (обобщение, систематизация) информации о состоянии окружающей среды;

- анализ полученной информации в целях своевременного выявления изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и (или) антропогенных факторов, оценка и прогноз этих изменений;

- обеспечение органов государственной власти, органов местного самоуправления, юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, граждан информацией о состоянии окружающей среды.

Основными подсистемами единой системы государственного мониторинга окружающей среды являются государственный мониторинг состояния: а) атмосферного воздуха; б) водных объектов; в) земельных ресурсов.

Вместе с тем, система государственного мониторинга окружающей среды тесно взаимодействует с другой системой – системой государственного социально-гигиенического мониторинга, которая организована в соответствии с Федеральным законом №52 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» и Постановлением Правительства Российской Федерации от 2.02.2006 г. №60 «Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга».

Социально-гигиенический мониторинг (СГМ) - государственная система наблюдения, анализа, оценки и прогноза состояния здоровья населения и среды обитания человека, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием на него факторов среды обитания человека для принятия мер по устранению вредного воздействия на население факторов среды обитания человека.

Переходя к рассмотрению методических подходов организации мониторинга окружающей среды, следует отметить, что одно из ведущих мест по дозовому воздействию и возможным биологическим эффектам для здоровья населения занимает загрязнение атмосферного воздуха.

Наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы в России осуществляются на постах, которые подразделяются на три категории [6].

1. *Стационарные посты* служат для систематических и длительных наблюдений. Это специальные павильоны, оснащенные необходимыми приборами и аппаратурой для отбора проб воздуха, в том числе непрерывной регистрации концентрации вредных микрокомпонентов в атмосфере и определения метеопараметров.

Число их определяется ГОСТ 17.2.3.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов» в зависимости от численности населения: 1 пост - до 50 тыс. жителей; 2 поста - от 50 до 100 тыс.; 3 - от 100 до 200 тыс.; 4 - 5 - от 200 до 500 тыс.; 5 - 10 - более 500 тыс. жителей.

Стационарные посты располагают, как правило, в зонах влияния крупных промышленных предприятий и автомагистралей, т.е. вблизи влияния источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Программа наблюдений включает определение максимально разовых и среднесуточных концентраций приоритетных загрязняющих веществ в приземном слое воздуха в течение нескольких лет. Контроль за уровнем загрязнения атмосферы на стационарных постах осуществляется территориальным центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

2. *Маршрутные посты* служат для постоянных наблюдений. Отбор проб воздуха и метеорологические измерения на этих постах проводятся с помощью передвижной лаборатории на автомашине.

Программа наблюдений может включать как определение максимально разовых, так и среднесуточных концентраций. Информация о загрязнении с маршрутных постов дополняет информацию со стационарных постов. При этом места отбора проб воздуха изменяются (как правило, ежегодно) с целью получения наиболее полной площадной картины распределения загрязнений.

В зависимости от цели мониторинга определение концентраций загрязняющих веществ может осуществляться в зонах влияния предприятий, на границах жилой застройки, внутриквартально.

Контроль за уровнем загрязнения атмосферы на стационарных постах осуществляется лабораторией региональных центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» в субъектах Федерации. В качестве примера на рисунке 2 показана схема размещения постов мониторинга качества воздушного бассейна в г.Воронеже.

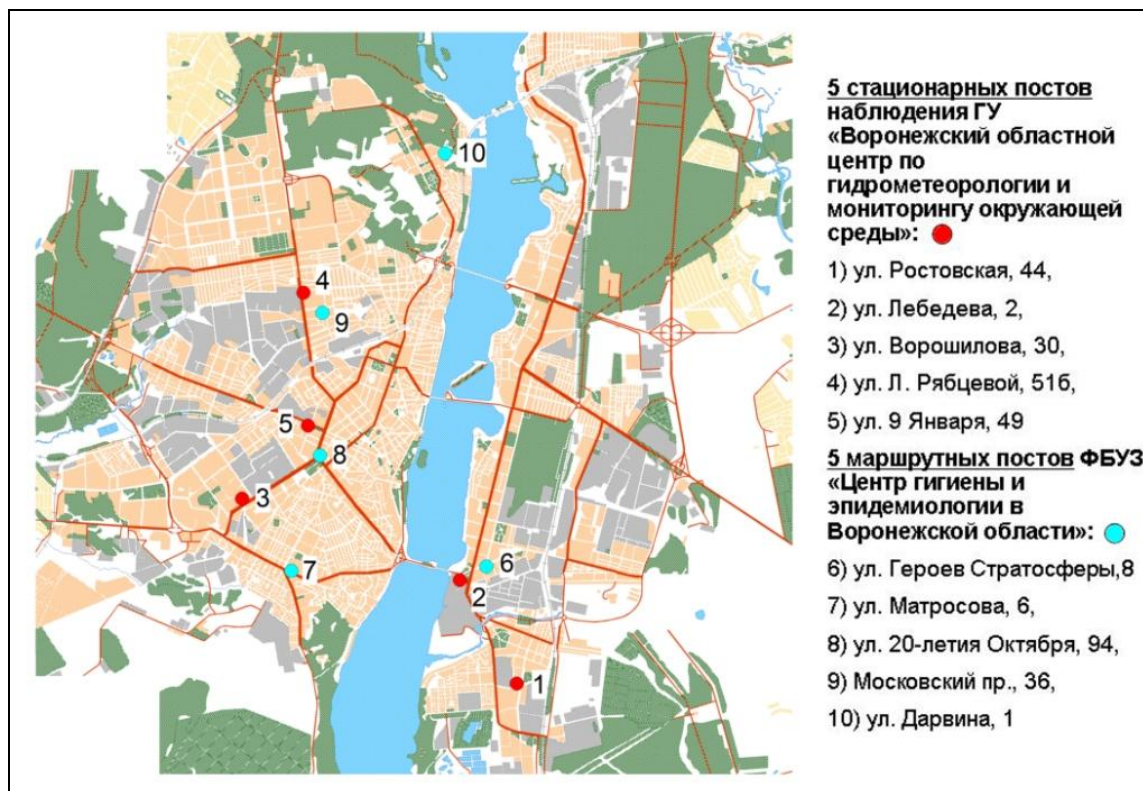


Рис. 2. Посты мониторинга качества воздушного бассейна города Воронежа

3. *Передвижные (подфакельные) посты* служат для разовых наблюдений под газовыми факелами (выбросами, распространяющимися из труб промышленных предприятий). Их выбирают каждый раз под факелом в зависимости от режима ветра на различных расстояниях от источника загрязнения.

Ведомственные лаборатории, которые имеют крупные хозяйствующие субъекты, являющиеся источниками выбросов загрязняющих веществ в объекты загрязняющей среды, осуществляют контроль за загрязняющих веществ в рамках производственного контроля на площадках предприятий и на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ). Ведомственными лабораториями могут проводиться и подфакельные исследования.

Ежегодно утверждается план-график отбора проб атмосферного воздуха, который определяет периодичность, место контроля и

перечень контролируемых ингредиентов в зависимости от зоны влияния того или иного источника загрязнения.

Перечень веществ, подлежащих контролю, устанавливается на основе сведений о составе и характере выбросов от источников загрязнения в городе и метеорологических условий рассеивания примесей в соответствии с РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» [6].

Выбору местоположения постов наблюдения и контроля предшествует проведение соответствующего комплексного регионального эксперимента (КОРЭКС) по исследованию загрязнения воздушного бассейна.

Основной задачей мониторинга уровня загрязнения атмосферного воздуха является выявление приоритетных загрязняющих веществ и объектов, представляющих риск здоровью населения.

Для формирования информационного фонда мониторинга, характеризующего качество атмосферного воздуха населенных мест, используются данные статистических отчетных форм №18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации за ____ год»; 2 тп-воздух «Сведения об охране атмосферного воздуха за ____ год», а также данные общего объема и состава выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников и от автотранспорта в разрезе административно - территориальных подразделений; максимально разовые, среднесуточные, среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе по данным «Центров гигиены и эпидемиологии» и «Центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» субъектов Российской Федерации; среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в рецепторных точках (по предприятиям), полученные с использованием методов математического моделирования приземных концентраций загрязняющих веществ.

Оценка непосредственных результатов деятельности проводится путем анализа изменений параметров индикативных показателей в динамике:

- удельного веса результатов исследований атмосферного воздуха, не отвечающих гигиеническим нормативам (%);
- максимально-разовых, среднесуточных и среднегодовых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (мг/м^3);
- коэффициента суммарного загрязнения атмосферного воздуха ($K_{\text{атм.}}$);

- индекса загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА).

Оценка конечных результатов природоохранной деятельности по снижению загрязнения атмосферного воздуха осуществляется по следующим показателям:

- снижение индивидуального канцерогенного риска здоровью до верхней границы приемлемого уровня (1×10^{-4});
- снижение коэффициентов (НҚ) и индексов опасности (НІ) до 1;
- снижение популяционного риска;
- снижение количества экспонированного населения, находящегося под воздействием загрязняющих веществ атмосферного воздуха.

Гидросфера служит естественным аккумулятором большинства загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух и почву.

Цели мониторинга водных объектов закреплены в Постановлении Правительства Российской Федерации от 07.04.2007 г. №219 «Об утверждении положения об осуществлении государственного мониторинга водных объектов».

Мониторинг состояния водных объектов осуществляется в следующих целях:

- своевременное выявление и прогнозирование негативного воздействия вод, а также развития негативных процессов, влияющих на качество воды в водных объектах и их состояние, разработка и реализация мер по предотвращению негативных последствий этих процессов;
- оценка эффективности осуществляемых мероприятий по охране водных объектов;
- информационное обеспечение управления в области использования и охраны водных объектов, в том числе в целях государственного надзора в области использования и охраны водных объектов.

Мониторинг состояния водных объектов включает в себя:

- регулярные наблюдения за состоянием водных объектов, количественными и качественными показателями состояния водных ресурсов, а также за режимом использования водоохранных зон, зон затопления, подтопления;
- сбор, обработку и хранение сведений, полученных в результате наблюдений;
- внесение сведений, полученных в результате наблюдений, в государственный водный реестр;

- оценку и прогнозирование изменений состояния водных объектов, количественных и качественных показателей состояния водных ресурсов.

Мониторинг состоит из:

- мониторинга поверхностных водных объектов с учетом данных мониторинга, осуществляемого при проведении работ в области гидрометеорологии и смежных с ней областях;
- мониторинга состояния дна и берегов водных объектов, а также состояния водоохранных зон;
- мониторинга подземных вод с учетом данных государственного мониторинга состояния недр;
- наблюдений за водохозяйственными системами, в том числе за гидротехническими сооружениями, а также за объемом вод при водопотреблении и сбросе вод, в том числе сточных, в водные объекты.

Основная работа по ведению мониторинга водных объектов возложена на Федеральную службу по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Кроме Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, в мониторинге водных объектов участвует Федеральная служба в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, которая в рамках ведения социально-гигиенического мониторинга собирает и анализирует сведения об оценке качества воды источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также об оценке состояния водных объектов, используемых для рекреационных целей.

Для формирования информационного фонда мониторинга по показателям качества и безопасности питьевого водоснабжения населения используются официальные сведения статистических отчетных форм №18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации за __ год»; 2 тп-водхоз «Отчет об использовании воды за __ год», данные лабораторных исследований за качеством питьевой воды из систем хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также данные хозяйствующих субъектов, на балансе которых находятся объекты водоснабжения населения.

Контрольные точки (места отбора проб) в мониторинге качества воды водных объектов выбираются: 1) в местах сброса условно-чистых и загрязненных сточных вод в водоем; 2) в местах рекреации, т.е. в местах контакта человека с водой (пляжи, места занятия водными

видами спорта и др.). При этом контроль ведется, как правило, в летний сезон. Организуется также фоновый мониторинг.

К критериям выбора приоритетных показателей для контроля качества воды водных объектов относятся: специфичность вещества для сточных вод, поступающих в водные объекты региона; степень превышения ПДК вещества в воде водного объекта; класс опасности и лимитирующий признак вредности (характеризуют одновременно кумуляцию, токсичность и способность вещества вызывать отдаленные эффекты); канцерогенность; частота обнаружения вещества в воде; тенденция к росту концентраций вещества в воде при долговременном наблюдении; биоразлагаемость; степень контакта вещества с населением (по численности населения, использующего водоем как источник питьевого водоснабжения или для рекреационных целей).

Эколого-гигиеническая надежность перечня приоритетных показателей повышается, если при его составлении учитываются дополнительные критерии, применение которых требует проведения специальных исследований в научных учреждениях.

Исследования включают определение состава и уровня загрязнения сточных вод с привлечением всех современных методов контроля: хромато-масс-спектрометрии, жидкостной и газовой хроматографии для более полного выявления органических соединений и продуктов их трансформации, атомно - адсорбционной спектрофотометрии для идентификации ионов тяжелых металлов, а также поиск информации о свойствах и биологическом действии веществ в справочных изданиях, в т.ч. выпускаемых Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), и компьютерных банках данных.

К дополнительным критериям относятся: биоаккумуляция; стабильность (резистентность); трансформация с образованием более токсичных соединений; способность к образованию галогенсодержащих соединений при хлорировании; способность к накоплению в донных отложениях; кожно - резорбтивное действие; сравнительная выраженность отдаленных эффектов - канцерогенного, мутагенного, тератогенного, эмбриотоксического, аллергенного и гонадотоксического; комплексность воздействия на население из-за способности вещества к межсредовым переходам.

С использованием методологии оценки риска здоровью населения определяют: территории риска; источники загрязнения с целью оценки долевого вклада в потенциальное ухудшение качества

питьевой воды; приоритетные загрязнители, вносящие вклад в риск для здоровья населения; возрастные группы риска.

На основе расчетов риска для здоровья населения в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04) [14], обосновывается перечень веществ, приоритетных с точки зрения влияния на здоровье, для последующего включения их в систему мониторинга. Оценку риска для здоровья при воздействии химических веществ, загрязняющих питьевую воду, необходимо проводить для разных возрастных групп, в том числе детей до 1 года, с учетом возможности использования питьевой воды для приготовления молочных смесей при переходе на искусственное вскармливание.

Полученные данные используются для формирования целей, задач и ожидаемых результатов при разработке и реализации целевых программ, при планировании мероприятий по надзору, определению перечня и объема лабораторных исследований.

В качестве показателей оценки непосредственного результата деятельности принимаются следующие индикативные показатели, характеризующие динамику:

- удельного веса объектов водоснабжения, относящихся к III группе санэпидблагополучия (%);
- удельного веса исследований питьевой воды, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям (%);
- удельного веса исследований питьевой воды, не отвечающих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям (%);
- коэффициента суммарного загрязнения питьевой воды ($K_{\text{воды}}$);

Конечные результаты деятельности могут быть оценены по следующим показателям:

- доля населенных пунктов, обеспеченных питьевой водой, отвечающей гигиеническим нормативам (%);
- снижение индивидуального канцерогенного риска здоровью до верхней границы приемлемого уровня (1×10^{-4});
- снижение коэффициентов (НҚ) и индексов опасности (НІ) до 1;
- снижение популяционного риска.

Специфика почв как объекта мониторинга, определяется тем, что почвенный покров служит конечным приемником большинства техногенных химических веществ, вовлекаемых в круговорот веществ в биосфере. Обладая высокой емкостью поглощения, почва является аккумулятором загрязняющих веществ, но и в то же время

разрушителем токсикантов. Однако возможности почвы, как буферной системы, не безграничны. Аккумуляция токсикантов и продуктов их превращения в почве приводит к изменению её физического, химического и биологического состояния [10].

Опасность загрязнения почвы определяется уровнем ее возможного отрицательного влияния на контактирующие среды (вода, воздух), пищевые продукты и прямо или опосредованно на человека.

Цели и задачи мониторинга почвенного покрова зависят от вида назначения почв. Среди основных задач следует выделить:

- мониторинг уровня загрязнения почвы в зонах воздействия крупных промышленных и энергетических комплексов;
- мониторинг уровня загрязнения почвы в местах и вокруг мест размещения отходов производства и потребления: промышленные площадки временного хранения твердых промышленных отходов, полигоны захоронения или размещения твердых промышленных и бытовых отходов, несанкционированные свалки;
- контроль качества почв при сельскохозяйственном использовании земель: контроль рациональности применения минеральных удобрений и средств защиты растений, контроль плодородия почвы и ее физико-химических показателей (кислотности, щелочности и др.);
- контроль уровня загрязнения почвы в местах наиболее вероятного контакта с ней человека. Нормативными документами определен контроль загрязнения почвы на территориях детских дошкольных учреждений, на территориях лечебно-профилактических учреждений (санатории, больницы).

Отбор проб и контроль качества почвы производится в соответствии с СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы».

Мониторинг состояния почвы осуществляется в жилых зонах, включая территории повышенного риска, в зоне влияния автотранспорта, захороненных промышленных отходов (почва территорий, прилегающих к полигонам), в местах временного складирования промышленных и бытовых отходов, на территории сельскохозяйственных угодий, санитарно-защитных зон. Объем исследований и перечень изучаемых показателей при мониторинге определяются в каждом конкретном случае с учетом целей и задач по согласованию с органами и учреждениями, осуществляющими государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

Этим документом установлено, что стандартный перечень контролируемых химических показателей включает определение содержания тяжелых металлов (свинец, кадмий, цинк, медь, никель, мышьяк, ртуть), 3,4-бензапирена и нефтепродуктов, pH, а также расчет суммарного показателя загрязнения.

Контроль с использованием расширенного перечня показателей проводится на объектах повышенного риска. В число показателей дополнительно включаются аммонийный азот, нитратный азот, хлориды, фенолы, сернистые соединения, мышьяк, полихлорированные бифенилы, применяемые пестициды и удобрения.

Из числа показателей эпидемической безопасности определяются лактозоположительные кишечные палочки (коли-формы), энтерококки (фекальные стрептококки), патогенные микроорганизмы (по эпидпоказаниям), яйца и личинки гельминтов, цисты кишечных патогенных простейших, личинки и куколки синантропных мух.

При этом перечень показателей определяется в зависимости от функциональных зон и территорий. Выделяют: 1) жилую зону; 2) детские дошкольные и школьные учреждения, игровые площадки, территории дворов; 3) зоны санитарной охраны водоемов; 4) рекреационные зоны (скверы, парки, бульвары, пляжи, лесопарки); 5) транспортные магистрали; 6) промышленные зоны; 7) почвы сельскохозяйственных угодий.

Перечень может быть расширен с учетом особенностей техногенной нагрузки и санитарно-эпидемиологической ситуации.

Отбор проб почвы регламентируется государственными стандартами по общим требованиям к отбору проб, методам отбора и подготовки проб почвы для химического, бактериологического и гельминтологического анализа и методическими указаниями по оценке качества почвы населенных мест.

Все исследования по оценке качества почвы должны проводиться в лабораториях, аккредитованных в установленном порядке.

Для отбора проб почвы, исходя из целей и задач мониторинга, выбирается несколько пробных площадок, причем количество пробных площадок зависит от площади территории. Размер пробной площадки составляет 5 х 5 м. При этом на каждой площадке пробу отбирают из 3-х точек по диагонали, либо из 5-ти точек конвертообразно.

С каждой площадки собирается средняя проба массой 1 кг. Пробы почвы берут с поверхности и до глубины 20 см. с помощью специального совка.

Отбор проб почвы с пробных площадок для химического анализа проводят не менее 1 раза в год, для контроля загрязнения тяжелыми металлами отбор проб проводят не менее 1 раза в три года. Для контроля загрязнения почв детских садов, лечебно-профилактических учреждений и зон отдыха отбор проб почвы проводят не менее 2-х раз в год (весной и осенью).

При контроле загрязнения почв выбросами предприятий промышленности пробные площадки размещают вдоль векторов розы ветров (по 8 направлениям), а при неоднородном рельефе местности пробные площадки располагают по элементам рельефа. При мониторинге составляется схема или план, на который наносят расположение источника загрязнения, пробных площадок и мест расположения точечных проб.

Для контроля состояния почв в зоне влияния промышленного источника загрязнения пробные площадки выбирают на площади, равной 4-х кратной величине санитарно-защитной зоны предприятия. Для целевых исследований крупных источников загрязнения пробные площадки выбирают на расстояниях 0,5 км – 1 км – 2 км – 3 км – 4 км – 6 км – 8 км – 10 км – 20 км – 30 км от источника выброса по 8 направлениям розы ветров. В случае явно выраженной вытянутой розы ветров точку отбора по румбам целесообразно распределять пропорционально повторяемости соответствующих направлений ветра. При этом для направлений с малой повторяемостью ветров целесообразно не принимать во внимание точки отбора на больших расстояниях.

При выборе пробной площадки стремятся обеспечить как можно большую однородность почвы. В случае организации контроля качества почв земель, используемых в сельском хозяйстве, число пробных площадок и контролируемые показатели подбираются исходя из площадей, где применяются те или иные удобрения или ядохимикаты, а также с учетом рельефа местности.

Оценка качества почвы населенных мест основывается также на данных статистических отчетных форм №18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации за ___ год»; 2 тп-отходы «Сведения об образовании, использовании, обезвреживании, транспортировании и размещении отходов производства и потребления за ___ год»; 9-сх «Сведения о внесении удобрений и проведении работ по химической мелиорации земель за ___ год» и данных лабораторного контроля почвы.

Используя данные мониторинга санитарно-эпидемиологической безопасности почвы, определяются:

- приоритетные загрязняющие вещества, вносящие вклад в риск для здоровья, и потенциальные источники загрязнения;
- территории и объекты риска;
- прогноз риска для здоровья населения, обусловленного загрязнением почвы.

Оценка непосредственных результатов деятельности проводится путем анализа изменения динамики индикативных показателей:

- удельного веса проб почвы, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям (%);
- удельного веса проб почвы, не отвечающих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям (%);
- удельного веса проб почвы, не отвечающих гигиеническим нормативам по паразитологическим показателям (%);
- суммарного показателя загрязнения почвы (Zc).

С учетом полученных результатов планируется проведение мероприятий по надзору за соблюдением санитарного законодательства хозяйствующими субъектами, осуществляющими сбор, временное хранение, обезвреживание и захоронение отходов производства и потребления. Оценка конечных результатов выражается в:

- снижении индекса опасности, характеризующего величину неканцерогенного риска здоровью;
- снижении показателей индивидуального и популяционного канцерогенного рисков здоровью.

Конкретный набор контролируемых показателей, определяющих состояние объекта слежения, нуждается в детальном обсуждении и представляет наибольшую сложность, учитывая иерархичность любой экологической (биологической) системы.

В качестве критерия приоритетности системы профилактических мероприятий по сохранению здоровья населения чаще всего выступает теснота причинно-следственных связей неблагоприятных изменений качества среды обитания и ответа организма в виде заболеваемости и преждевременной смертности.

Существенно важным аспектом в оценке риска здоровью от химических загрязнителей является исходная информация о концентрациях загрязняющих веществ в объектах окружающей среды. Далеко не всегда обеспечивается достаточный для получения объективной картины лабораторный контроль, что связано с большим объемом отбора

проб и анализов, наличием методов, их чувствительностью и другими причинами. В этой связи находят успешное применение расчетные методы и методы математического моделирования.

Анализ программного обеспечения в данной предметной области показывает, что в части моделирования загрязнения атмосферного воздуха в современной России получили широкое распространение программные продукты серии «Эколог», разработанные Фирмой «Интеграл» (г. Санкт-Петербург) совместно с НИИ «Атмосфера» и НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.И. Сысина. В их числе унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы, реализующая «Методику расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» (ОНД-86), используемая для моделирования концентраций загрязняющих веществ в приземном слое воздуха, определения величин вкладов в загрязнение атмосферы отдельных источников, цехов, предприятий, производств; программа «ПДВ – ЭКОЛОГ», автоматизирующая подготовку и выпуск таблиц проектов нормативов предельно-допустимых выбросов (ПДВ), программа «ППА» (Прогноз последствий аварий), позволяющая осуществить оперативный и заблаговременный прогноз последствий аварийных выбросов сильнодействующих ядовитых веществ в атмосферу в соответствии с «Методикой прогнозирования масштабов загрязнения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте» (РД-52.04.253-90).

Одним из эффективных методов синтеза разнородных данных является использование математико-картографического моделирования [3] и географических информационных систем (ГИС) - систем сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных (географических) данных [7].

В настоящее время в предметной области мониторинга окружающей среды и геоэкологии в России ГИС успешно функционируют в ряде городов, при этом используется, как импортное, так и отечественное программное обеспечение. Наиболее широкое распространение получили ArcGIS, MapInfo Professional, ГИС «Карта». ГИС-технологии обеспечивают поддержку обоснования природоохранных решений.

Российские геоинформационные системы получают все большее распространение в таких областях применения как управление природными ресурсами, сельское хозяйство, экология, кадастры, городское планирование. ГИС являются эффективным инструмен-

том для обоснования управленческих решений в предметной области геоэкологии, мониторинга окружающей среды, экологического проектирования.

В рамках применения ГИС для контроля комплексного техногенного воздействия на окружающую среду ведется разработка геоинформационно-аналитических комплексов обеспечения экологического мониторинга отдельных регионов. Аналогичные работы реализуются и в г.Воронеже – крупнейшем промышленном центре Черноземья с развитой промышленностью, высокой автотранспортной нагрузкой, который является вполне типичным объектом для изучения воздействия техногенных факторов на окружающую среду и здоровье населения [7].

Причем, в настоящее время система мониторинга окружающей среды и состояния здоровья населения в г. Воронеже сочетает в себе применение нескольких подходов: 1) выявление взаимосвязей в системе «среда-здоровье», причин и условий изменения санитарно-гигиенической обстановки, прогноз ситуации на основе методов корреляционно-регрессионного анализа; 2) оценка эколого-гигиенической ситуации на основе комплексных характеристик с последующим гигиеническим ранжированием локальных территорий по остроте проблемных ситуаций; 3) оценка канцерогенного и неканцерогенного рисков на основе методов, используемых в мировой практике. Такой комплексный подход ориентирован, прежде всего, на обоснование приоритетных природоохранных решений и разработку системы профилактических мероприятий по снижению риска заболеваемости населения [1, 4, 5, 7, 12, 15].

Как известно, стратегия развития системы мониторинга направлена на создание единого межведомственного информационного поля, которое включает данные о состоянии здоровья населения и факторах среды обитания. Инициативные исследования по комплексной экологической оценке состояния среды обитания позволяют продвинуться в теоретическом изучении закономерностей формирования зон экологического риска, а также повысить обоснованность и эффективность управленческих решений по обеспечению экологической безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большаков А.М. Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения / А.М. Большаков, В.Н. Крутько, Е.В. Пуцилло – М.: Изд-во «Эдиториал УРСС», 1999. – 256 с.

2. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Сает [и др.]. – М.:Недра,1990. – 335 с.
3. Геоэкологическое картографирование / Б.И. Кочуров, Д.Ю. Шишкина, А.В. Антипова, С.К. Костовска; под ред. Б.И. Кочурова. – М.: Издат. центр «Академия», 2009. – 192 с.
4. 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.
5. Келлер А.А. Медицинская экология / А.А. Келлер, В.И. Кувакин. – СПб. : Петроградский и К, 1998. – 256 с.
6. Клепиков О.В. Методические подходы к организации государственного экологического мониторинга для обоснования природоохранных решений в крупном промышленном центре / О.В. Клепиков, С.А. Куролап // Экологическая оценка состояния городской среды. – Воронеж, 2016. – С. 5-24.
7. Куролап С.А. Геоинформационно-аналитический комплекс для обеспечения медико-экологического мониторинга г. Воронежа / С.А. Куролап, П.М. Виноградов, О.В. Клепиков // Геоматика. – 2014. – № 3. – С. 43-50.
8. Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие : учеб. пособие / Б.И. Кочуров. – М., Смоленск: Маджента, 2003. – 384 с.
9. Куролап С.А. Типизация территории Воронежской области по уровню техногенного воздействия на среду обитания / С.А. Куролап, Ю.А. Нестеров, С.А. Епринцев // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Серия: География. Геоэкология. – №1. – 2010. – С. 5-11.
10. Медико-демографический атлас Московской области / Под ред. С.М. Малхазовой, А.Н. Гурова. – М.: М.:Геогр. ф-т МГУ, 2007. – 110 с.
11. Медико-экологический атлас Воронежской области / С.А. Куролап [и др.]. – Воронеж: Изд-во «Истоки», 2010. – 167 с.
12. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко [и др.]. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.
13. Ревич Б.А. Экологическая эпидемиология / Б.А. Ревич, С.Л. Авалиани, Г.И. Тихонова. – М.: Издат. центр «Академия», 2004. – 384 с.
14. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую сре-

ду (Р 2.1.10.1920 – 04). – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

15. Чубирко М.И. Химическое воздействие воздушной среды и здоровье населения / М.И. Чубирко, Н.М. Пичужкина; Под ред. академика РАМН, проф. А.И. Потапова. – Воронеж: Изд-во «Истоки», 2004. – 224 с.

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

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ В СОВЕТСКОМ РАЙОНЕ ГОРОДА ВОРОНЕЖА БИОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Е.Ю. Иванова, Н.В. Чусова

В нормальных условиях в атмосфере содержится огромное число компонентов – как газообразных, так и в виде аэрозолей. Помимо основных компонентов – кислорода и азота, а также важного, но присутствующего в меньших количествах диоксида углерода, воздух содержит различные химические соединения, которые следует рассматривать как загрязнения. К ним относятся некоторые углеводороды, выделяемые самими растениями, а также серосодержащие соединения, являющиеся продуктами жизнедеятельности бактерий. Установлено, что такие биогенные источники ответственны за 11% от общего количества диоксида серы, попавшего в атмосферу. Оставшаяся часть образуется в результате деятельности человека, то есть поступает из антропогенных источников.

Таким образом, предшественники многих основных загрязняющих веществ уже имеются в обычных условиях в атмосфере. Поскольку растения развивались в присутствии таких соединений в обычных концентрациях, в этих условиях редко наблюдаются какие-либо отрицательные воздействия на них. Эти воздействия обнаруживаются только тогда, когда концентрация загрязнений оказывается выше допустимого порогового уровня.

Воронеж – крупный промышленный город, в последнее время растет и благоустраивается. С каждым годом увеличивается количество автотранспорта, а ведь именно автотранспорт является в городе самым большим источником загрязнения атмосферного воздуха. А атмосферный воздух обладает большой пространственной мобильностью

по сравнению с другими составляющими природной среды, и это приводит к его быстрому загрязнению и переносу вредных веществ на большие расстояния.

Основной экологической проблемой г.Воронежа и Воронежской области является защита атмосферного воздуха и населения от воздействия загрязняющих веществ, выбрасываемых с отработавшими газами автотранспорта.

Основными источниками антропогенного загрязнения города являются промышленные предприятия, автотранспорт, инженерные сети, коммунальные и энергетические объекты, строительные объекты. Индустриальная база Воронежа представлена в основном объектами теплоэнергетики, а также предприятиями машиностроения, химической, пищевой и строительной индустрии. Суммарно 84 промышленно-коммунальные зоны составляют 7,2 % от общей территории застройки города. Основной вклад в загрязнение воздушного бассейна по общей эмиссии ЗВ вносят выбросы от автотранспорта (более 85 %). На территории города зарегистрировано более 300 тысяч единиц транспортных средств, в том числе 2551 единиц грузового автотранспорта, приписанных к предприятиям и организациям города. На территории города исторически сложилось несколько промышленно производственных комплексов. Крупнейшим из них является Левобережный промышленный район, включающий ТЭЦ-1, ОАО «Воронежсинтезкаучук», ЗАО «Воронежский шинный завод», АООТ «ВАСО», ДАОЗТ «Воронежстальмост».

Низкое качество воздушной среды характерно для наиболее напряжённых городских магистралей города и примагистральных участков.

Методы биотестирования и биоиндикации позволяют получать достоверную информацию о состоянии экосистемы по откликам на стрессовое воздействие извне отдельных компонентов биоты. Экологическая диагностика на уровне биотестирования и биомониторинга дает интегральную оценку качества среды обитания практически любой биологической популяции, в том числе и человека. Биотесты могут быть предназначены для непрерывного экспресс-контроля состояния окружающей среды промышленных районов и природно-хозяйственных комплексов, контроля залповых вредных выбросов предприятий.

Любая экосистема, находясь в равновесии с факторами внешней среды, при этом имеет ряд основных биологических связей, ко-

которые могут быть нарушены под влиянием многих факторов. Биологический метод оценки состояния системы позволяет решить задачи, разрешение которых с помощью физических и химических методов невозможно. Оценка степени загрязнения по составу биоты позволяет быстро установить его санитарное состояние, определить степень и характер загрязнения и пути его распространения в экосистеме, а также дать количественную характеристику протекания процессов естественного самоочищения.

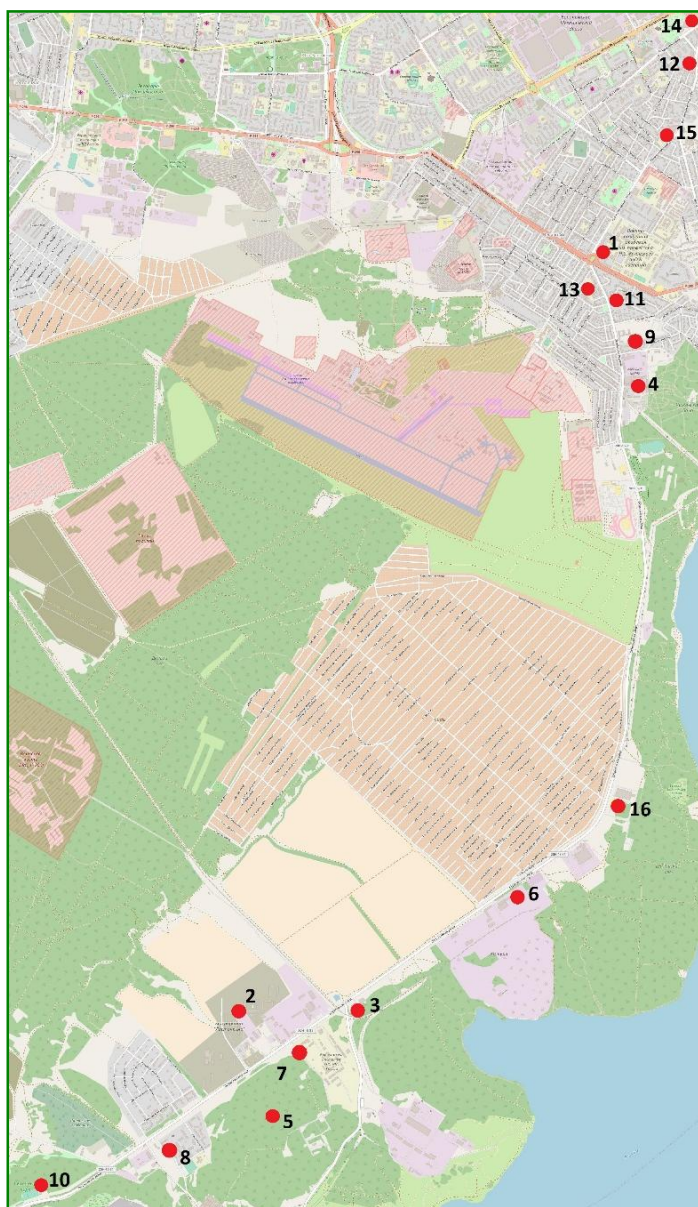
Используя методы биоиндикации можно проводить оценку состояния всех природных сред, в том числе воздушной среды. Растения в большей степени страдают от загрязнения воздуха и сильнее реагируют на те концентрации большинства вредных веществ, которые у людей и животных не вызывают заметных явлений отравления [3]. Высокая чувствительность растений к загрязнению окружающей среды связана с невозможностью передвижения растений и накоплению загрязняющих веществ в процессе дыхания, питания и оседания загрязняющих веществ на их поверхности [3]. По этой причине растения наиболее пригодны в целях биоиндикации, даже при начальных стадиях загрязнения среды [3].

Летом 2017 года был проведен отбор проб листьев тополя черного в 16 точках на территории Советского района города Воронежа (рис.1).

Сбор материала проводили после остановки роста листьев. Каждая выборка включала в себя 100 листьев (по 10 листьев с 10 растений). Все листья, собранные для одной выборки, складывали в полиэтиленовый пакет с этикеткой. В этикетке указывали номер выборки, место сбора (делая максимально подробную привязку к местности), дату сбора [3].

При выборе деревьев важно учитывать, во-первых, четкость определения принадлежности растения к исследуемому виду. Листья собирали с растений, находящихся в сходных экологических условиях (учитывается уровень освещенности, увлажнения и т.д.). Для исследования выбирали деревья, достигшие генеративного возрастного состояния.

Листья собирали из нижней части кроны дерева с максимального количества доступных веток равномерно вокруг дерева. Размер листьев должен быть сходным, средним для данного растения. Поврежденные листья могут быть использованы для анализа, если не затронуты участки, с которых будут сниматься измерения.



1. Острогожское кольцо
2. ЖК «Уютный»
3. Агротемп, ул. Острогожская, д.111
4. Автоколонна 1149
5. Шиловский лес
6. Возле Химического завода
7. Район расположения МЧС
8. Микрорайон Шилово, ул. Курчатова, д. 26
- 9 Детский дом, ул. Острогожская, д. 57
10. Микрорайон Шилово, Семейный парк
11. Детская школа искусств №13, ул. Острогожская, д. 37
12. Возле общежития «Орбита», ул. Краснознаменная, д. 14
13. Около детского сада №38, Острогожский переулок, д.1
14. Парк у Воронежского цирка
15. Возле школы №40, ул. Краснознаменная, д. 74
16. «Турбонасос», ул. Острогожская, д. 107

Рис. 1. Точки отбора проб

Для определения флуктуирующей асимметрии листовых пластинок определялись следующие показатели:

1- ширина левой и правой половинок листа. Для измерения лист складывают пополам, совмещая верхушку с основанием листовой пластинки. Потом разгибают лист и по образовавшейся складке измеряется расстояние от границы центральной жилки до края листа;

2 - длина жилки второго порядка, второй от основания листа;

3 - расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка;

4 - расстояние между концами этих же жилок;

5 - угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.

Промеры делались при помощи циркуля, линейки и транспортира с точностью до 1 мм и 1° [3].

Далее проводили определение содержания хлорофилла в листьях. В связи с тем, что пигменты растений и, в частности, хлорофилл, являются необходимой составной частью фотосистемы, действие токсичных газов, в том числе и фтора, на пигменты, в большей степени сказывается на фотосинтетической способности растений. Широко распространенным показателем для индикации повреждения, вызванного действием загрязняющих воздух веществ, является снижение содержания хлорофилла.

Метод основан на извлечении хлорофилла из листа растворителями (спирт, ацетон) и его определении на фотоэлектрокалориметре с красным светофильтром. Измерения производятся несколько раз, затем вычисляется среднее. По полученным данным определяется концентрация хлорофилла в опытных образцах по калибровочной кривой [2].

Кроме того, проводили определение содержания фенольных соединений в тканях листьев. Накопление фенольных веществ под влиянием неблагоприятных и стрессовых условий среды обеспечивает устойчивость вида. Часто они выполняют роль защитных барьеров на пути механических, химических термических факторов среды, а также болезнетворных воздействий. Основная функция фенольных веществ – защитная, они накапливаются в органах растений в неблагоприятных и стрессовых условиях среды и могут служить хорошим биоиндикационным признаком [4].

В ходе исследования использовали метод определения суммы фенольных соединений по Левенталю в модификации А.Л. Курсанова (1937) [4].

В результате проведенных исследований были получены следующие результаты. При оценке, флуктуирующей асимметрии только в четырех точках из шестнадцати условный балл соответствует относительно чистому воздуху, в одной точке воздух оказался чистым (табл. 1).

Листья собирали из нижней части кроны дерева с максимального количества доступных веток равномерно вокруг дерева. Размер листьев должен быть сходным, средним для данного растения. Поврежденные листья могут быть использованы для анализа, если не затронуты участки, с которых будут сниматься измерения.

Таблица 1

Результаты определения показателей флуктуирующей асимметрии

Номер точки отбора проб	Коэффициент флуктуирующей асимметрии	Относительный балл и оценка уровня загрязнения воздуха
1	0,01822	3 балла - загрязнено
2	0,01652	3 балла - загрязнено
3	0,02602	4 балла - грязно
4	0,02249	4 балла - грязно
5	0,0031	2 балла - относительно чисто
6	0,0252	4 балла - грязно
7	0,0041	2 балла - относительно чисто
8	0,00185	1 балл - чисто
9	0,03496	4 балла - грязно
10	0,03146	4 балла - грязно
11	0,00596	2 балла - относительно чисто
12	0,03084	4 балла - грязно
13	0,0253	4 балла - грязно
14	0,00329	2 балла - относительно чисто
15	0,02398	4 балла - грязно
16	0,00953	3 балла - загрязнено

Эти точки расположены в микрорайоне Шилов, который значительно удален от центральной части города и окружен лесопарковой зоной. Кроме того, в данном районе города присутствует только сели-тебная застройка, что также способствует сохранению относительно чистого воздуха. Загрязняющие вещества могут поступать сюда с ветровым переносом с территории химического завода, расположенного между основной частью города и микрорайоном Шилов. Поэтому в точке 5, которая соответствовала в нашем исследовании условному контролю и отбиралась в средней части Шиловского леса, показатели загрязнения выше (балл 2 – относительно чисто), чем в Семейном парке микрорайона Шилов, где отмечен самый чистый воздух.

В половине проб относительный балл, определенный по коэффициенту асимметрии, соответствует максимальному загрязнению воздуха. Большинство этих точек расположены на улице Острогжская, которая является не только сильно загруженной автотранспортом, но и имеет высокую концентрацию небольших предприятий и складских сооружений. Все это ведет к высокому загрязнению приземного слоя атмосферного воздуха.

Содержание хлорофилла в нашем исследовании колеблется в пределах от 21,3 до 29,3; причем наименьшее содержание хлорофилла отмечено в точке 6 около химического завода (табл. 2).

Таблица 2

Результаты определения содержания хлорофилла в листьях тополя

Номер точки отбора проб	Оптическая плотность	Содержание хлорофилла, %
1	0,058	25,3
2	0,064	26,3
3	0,071	27,5
4	0,078	28,6
5	0,056	24,7
6	0,042	21,3
7	0,063	25,7
8	0,063	25,8
9	0,054	24,0
10	0,080	29,3
11	0,071	27,3
12	0,060	25,6
13	0,071	28,0
14	0,077	28,3
15	0,067	27,0
16	0,057	25,0

По показателям флуктуирующей асимметрии этой точке соответствует самый высокий балл загрязнения. В остальных точках, где по показателям флуктуирующей асимметрии было отмечен высокий уровень загрязнения приземного слоя атмосферы, не отмечено заметного снижения содержания хлорофилла в листьях.

Отбор проб проводился в начале лета, когда наиболее высок уровень физиологической активности древесных растений, поэтому содержание хлорофилла оказался менее информативным признаком, чем показатели флуктуирующей асимметрии.

Высокое содержание фенольных соединений в листьях, свидетельствует о стрессовом состоянии древесных растений и присутствии в воздухе загрязняющих веществ. В нашем исследовании содержание суммы фенольных соединений колебалось от 1,2 до 2,9 мг/г (табл. 3).

Таблица 3

Содержание фенольных соединений в листьях тополя

Номер точки отбора проб	Количество KMnO_4 , пошедшее на титрование	Содержание суммы фенольных соединений мг/г
1	0,7	2,9
2	0,5	2,1
3	0,4	1,7
4	0,3	1,2
5	0,4	1,7
6	0,5	2,1
7	0,4	1,7
8	0,3	1,2
9	0,3	1,2
10	0,4	1,7
11	0,3	1,2
12	0,5	2,1
13	0,4	1,7
14	0,3	1,2
15	0,5	2,1
16	0,3	1,2

Наибольшее значение зафиксировано в точке 1, которая расположена на Острогожском кольце. Здесь очень высокая транспортная нагрузка, так как нерегулируемое круговое движение способствует снижению скорости транспорта, ожидающего выезда на кольцо и способствует увеличению сжигания топлива и концентрации выхлопных газов. Также повышенное содержание фенольных соединений отмечено в точках отбора проб, расположенных на улице Краснознамённая (точка 12 и 15). В тех же точках показатели флуктуирующей асимметрии также выявили высокий уровень загрязнения. Улица Краснознаменная характеризуется высокой транспортной загруженностью, а данные точки расположены у нерегулируемых перекрестков, где в происходит скопление транспорта в «часы-пик». Накопление фенольных соединений отмечено и у химического завода, который уже отмечен как источник загрязнения в нашем исследовании. В целом можно отметить, что содержание суммы фенольных соединений достоверно коррелирует с показателями флуктуирующей асимметрии и позволяет вполне адекватно оценивать состояния приземного слоя атмосферы.

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

- показатель флуктуирующей асимметрии в нашем исследовании оказался наиболее информативным и выявил высокие уровни загрязнения атмосферы в районе расположения химического завода, на улицах Острогжская и Краснознаменная, где велика автотранспортная нагрузка;

- содержание хлорофилла в листьях тополя не позволяет сделать заключение об уровне загрязнения атмосферы. В начале вегетации (май-начало июня) содержание хлорофилла в листьях максимально и еще не подвержено изменениям в связи с загрязнением атмосферы. В более ранних исследованиях [2] мы использовали этот показатель, и он был информативен. Очевидно, необходимо отбирать листья для определения хлорофилла ближе к середине лета, когда накопление загрязняющих веществ в листовой пластине будет более значительным и изменения будут фиксироваться;

- содержание суммы фенольных соединений выявило те же зоны преимущественного загрязнения воздуха, что и показатели флуктуирующей асимметрии. Следовательно, этот показатель также можно эффективно использовать в биоиндикационных исследованиях.

По результатам проведенного исследования можно рекомендовать с целью снижения загрязнения приземного слоя атмосферы организацию рационального движения по улицам Острогжская и Краснознаменная, с целью снижения загрязнения воздуха отработанными газами автомобилей. Кроме того, необходимо отметить, что состояние воздуха в микрорайоне Шилово относительно благополучное, что связано с удаленностью от центра города и основных промышленных предприятий. Однако, необходимо более жестко контролировать влияние химического завода на состояние атмосферы, так как все определяемые нами показатели показали неблагоприятное состояние атмосферы в зоне расположения данного предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

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

2. Иванова Е.Ю. Изменение содержания хлорофилла в листьях тополя как критерий загрязнения атмосферного воздуха в неблагоприятных условиях городской среды на примере Воронежа / Е.Ю. Иванова // Ландшафтные и геоэкологические исследования природных и антропогенных геосистем (к 80-летию со дня рождения Н.И. Дудника).— Тамбов, 2014. - С. 253-257.

3. Мелехова О.П. Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование / О.П. Мелехова, Е.И. Егорова. – М.: Из-во «Академия», 2008. – 288 с.

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

БИОИНДИКАЦИЯ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЕЛИТЕБНЫХ ЗОН (НА ПРИМЕРЕ КАНТЕМИРОВСКОГО РАЙОНА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ)

М.А. Клевцова

Кантемировский район расположен на юге Воронежской области. Площадь района составляет 2330 км², численность населения – 34620 человек (по состоянию на 01.01.2017), из них только 32% являются городскими жителями. Следовательно, соотношение городского и сельского населения 1:2. Подобная картина характерна для ряда районов, расположенных в южной части области, - Богучарского, Петропавловского, Верхнемамонского - а изучение экологического состояния селитебных зон сельских поселений является актуальной задачей.

Кантемировский район весьма удален от областного центра (более 250 км). Основным видом хозяйственной деятельности является сельское хозяйство, преимущественно растениеводство. Промышленная отрасль района представлена следующими объектами: ОАО «Митрофановский РМЗ Промавторемонт» (производство машин для животноводства и растениеводства), ОАО «Журавский охровый завод» (производство охры, бентонитового порошка), ПТК «Колос» (производство хлебобулочных изделий), ООО «Фэско» (производство соевого масла).

Еще одним источником антропогенного воздействия, влияющим на экологическую обстановку рассматриваемой территории, является Акционерное общество «Минудобрения» в г. Россошь. Данное предприятие химической промышленности находится в 26 километрах от ближайшего населенного пункта Кантемировского района – с. Митрофановка. ОАО «Минудобрения» специализируется на выпуске целого спектра минеральных удобрений (аммиачная селитра, нитроаммофоска, а также аммиак) и относится к крупнейшим поставщикам вышеназванной продукции на рынке в Центрально-Черноземном регионе.

Производство сопровождается огромным количеством выбросов загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду, которые перемещаются с дождевыми осадками на большие территории. В атмосферный воздух от предприятия поступает более 70 соединений. Общий выброс загрязняющих веществ составляет более 5 тыс. т/год, из них 15% приходится на твердые вещества, а остальная доля - на жидкие и газообразные. При этом, как отмечает Механтьева Л.Е. [14], особенно сильное влияние выбросов сказывается за пределами предприятия. Приоритетными загрязнителями являются диоксид азота и аммиак. Согласно официальным данным отсутствуют превышения ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе за пределами санитарно-защитной зоны ОАО «Минудобрения». Но, несмотря на это, даже незначительные, но постоянные воздействия химических агентов могут сказываться на состоянии экосистем прилегающих территорий

Еще одним источником загрязнения окружающей среды Кантемировского района является транспорт. Через район проходит участок Юго-Восточной железной дороги «Россошь – Миллерово», а также автотрасса федерального значения Р-194 «Воронеж – Луганск».

Таким образом, рассматриваемая территория подвергается антропогенному воздействию выбросов как стационарных, так и передвижных источников.

Для оценки экологической ситуации селитебных зон Кантемировского района нами были проведены исследования на территории х. Солёный Пасековского сельского поселения. Граница данного населенного пункта расположена в 500 м от автодороги Р-194, в 36 км от г. Россошь, в 20 км от р.п. Кантемировка.

Объектом исследования являлись древостои вишни обыкновенной (*Cerasus vulgaris* Mill.). Традиционно в качестве видов-индикаторов используют березу повислую (*Betula pendula* Roth.), липу мелколистную (*Tilia cordata* Mill.) [3, 5, 6, 9, 16, 17]. В некоторых рабо-

тах изучаются морфологические изменения плодовых деревьев: шелковицы белой (*Morus alba* L.) [10], абрикоса обыкновенного (*Armeniaca vulgaris* L.) [8], яблони домашней [4].

Выбор вишни обыкновенной обусловлен тем, что рассматриваемый регион относится к степной зоне, и в селитебных зонах на данной территории преобладают плодовые деревья.

Cerasus vulgaris – вид растений рода Слива, семейства Розовые (рис. 1). Родиной вишни является Крым, Кавказ. Это одна из наиболее быстрорастущих древесных пород, листопадное дерево или кустарник до 3-4 метров в высоту, максимальная высота - 5 метров. Корневая система сильно развита, но проникает в почву неглубоко. Светолюбива. Засухоустойчива.

Вишня обыкновенная сравнительно недолговечна, живет всего лишь 15-25 лет. Листья продолговатые, овальные, очередные, заостренные у вершин, по краю зубчатые или пильчатые, темно-зеленые, снизу более светлые, до 7 сантиметров в длину и до 5 сантиметров в ширину. Цветки белые или розовые, обладают приятным ароматом. Соцветия вишни – зонтики. В период цветения густо усеивают ветви дерева. Плод – сочная, съедобная, красная или черная костянка, содержит одно семя. В диком виде дерево не произрастает. Культивируется достаточно давно, с глубокой древности.



Рис. 1. Насаждения вишни обыкновенной (*Cerasus vulgaris* Mill.):
ул. Школьная – слева; ул. Садовая – справа

Известно, что данный вид насчитывает десятки сортов. Поэтому, для исследования были выбраны корнесобственные экземпляры или выращенные из косточек.

Предметом исследования являлось выявление отклонений в стабильности развития ассимилирующих органов *Cerasus vulgaris* под влиянием факторов среды обитания.

Каждая выборка включает не менее 50 листовых пластинок (по 5-10 листовых пластинок не менее чем с 10 экземпляров). Образцы с одного растения хранятся в отдельных специальных маркированных конвертах, чтобы впоследствии можно было проанализировать данные индивидуально для каждой особи. При выборе деревьев учитываются условия произрастания и возраст экземпляров (в выборке использовались только средневозрастные особи).

Исследования базировались на теоретической и методической основе биоиндикации. Результатом проделанной работы являлись данные о морфологически различимых отклонениях вида-индикатора на территории сельских населенных пунктов (на примере х. Соленого Кантемировского района Воронежской области). Экспериментальные площадки размещались в черте населенного пункта, которые отличались между собой степенью антропогенной нагрузки. Листовые пластинки были отобраны в летний период 2015-2016 гг. на улицах на разном удалении от автотрассы (рис. 2).

Флуктуирующая асимметрия является результатом неспособности организма развиваться по генетически обусловленным путям. Данная морфогенетическая мера нарушения стабильности развития связана с ненаправленным отклонением от симметричного состояния [16]. Органом, подверженном подобного рода изменениям, является листовая пластинка. Именно различия между левой и правой половинами листа коррелируют со степенью общей стрессовой напряженности внешней среды. При оптимальных условиях их уровень минимален и в основном носит скрытый характер, без проявления визуально различимых повреждений. Однако при увеличении нагрузки, физиологические и биохимические изменения проявляются в морфологическом отклике.

В основе используемой в нашей работе методики, лежит теория «стабильности развития» или «морфогенетического гомеостаза», разработанная российскими учеными А.В. Яблоковым, В.М. Захаровым и др. [7]. Еще в начале 90-х гг. XX в. Было доказано, что экстремальные факторы окружающей среды оказывают угнетающее влияние на живые организмы и нарушают их гомеостаз [12].

Целью исследования является комплексная оценка экологического состояния территории по интегральным характеристикам асиммет-

рии листьев вишни обыкновенной. Данный метод можно эффективно применять службами по экологическому надзору за состоянием атмосферы при оценке качества воздушного бассейна [13].

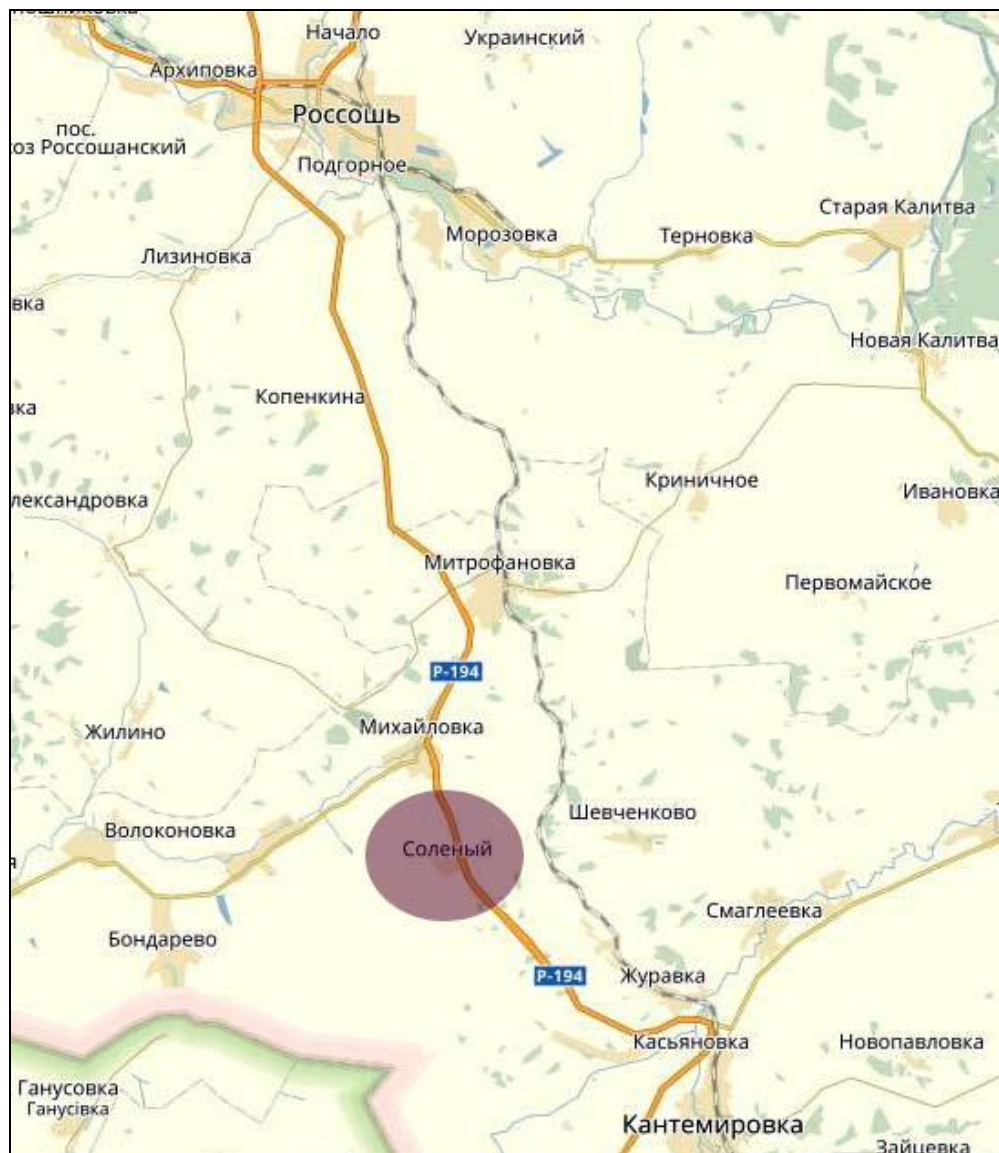


Рис. 2. Расположение х. Солёный относительно г. Россошь и р.п. Кантемировка

В период обследований нами было отобрано более 600 листьев. На каждой пробной площадке было выбрано 10 близко растущих деревьев (табл. 1). Старые и сильно поврежденные экземпляры, а также молодые насаждения в выборку не входили. При этом особое внимание уделялось месту произрастания. Отбор растительного материала проводился только с деревьев, находящиеся в примерно одинаковых абиотических экологических условиях по уровню освещенности и влажности.

Для обеспечения репрезентативных данных нужно соблюдать следующие правила отбора. Сбор листовых пластинок проводится рандомизационным способом, т.е. случайным образом. Листья берутся из нижней части кроны со всех доступных веток по периметру. Тем не менее, в камеральных условиях из выборки исключаются экземпляры с явными признаками повреждения насекомыми-вредителями.

В качестве контрольного участка служила точка, расположенная на окраине с. Пасюковка Кантемировского района, где отсутствуют техногенные источники воздействия.

Для определения асимметрии листовой пластины снимали промеры слева и справа от главной жилки листа по признакам, показанным на рисунке 3.

Первые четыре промера делали линейкой, а последний параметр определяли с использованием транспортира. Флуктуирующая асимметрия листа рассчитывается по каждому отдельно взятому показателю. При расчетах разность между промерами слева (L) и справа (R) берется по модулю во избежание отрицательных значения. Затем вычисляется среднеарифметическое значение по всем листьям выборки.



Рис. 3. Параметры листовой пластинки

Расчет интегрального показателя флуктуирующей асимметрии по комплексу морфологических признаков листовой пластинки

производится с использованием алгоритма нормированной разности по формуле (1):

$$\overline{A_1} = \frac{1}{m \cdot n} \cdot \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{(L_{ij} - R_{ij})}{(L_{ij} + R_{ij})} \quad (1)$$

где L_{ij} и R_{ij} – значение j -го признака у i -го листа соответственно слева и справа от плоскости симметрии и свертки функций, которая в виде конечных сумм может быть представлена следующей формулой (2) [3, 7]:

$$\overline{A_2} = 1 - \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^m \frac{2 \cdot \sum_{j=1}^{n_1} L_{ij} \cdot R_{ij}}{\sum_{j=1}^{n_1} [(L_{ij}^2 + R_{ij}^2)]} \quad (2)$$

Для каждого признака вычисляли относительные величины асимметрии, затем считали средний показатель асимметрии M_x и ошибку среднего m_{Mx} для отдельных листовых пластинок. Оценка флуктуирующей асимметрии вишни выражалась средней арифметической на каждой пробной площадке. Для доказательства достоверности среднего арифметического сопоставляли расчетные (фактические) значения критерия Стьюдента с табличными величинами. Для степени свободы $n=99$ и уровня вероятности $P=0,95$: $t_T=1,98$, для $P=0,99$: $t_T=2,63$, для $P=0,999$: $t_T=3,39$. Расчетное значение критерия Стьюдента во всех случаях было значительно выше табличного. Поэтому вычисленные нами средние арифметические значения флуктуирующей асимметрии по всем признакам достоверны.

Биоиндикационные исследования позволяют выявить отклик растительных организмов на комплексное влияние факторов среды обитания. Следует отметить, что, как правило, всегда наблюдается синергический эффект, и выделить конкретный фактор, повлекший за собой угнетение роста и развития растений, не представляется возможным.

В ходе выполнения полевых работ нами проведено определение морфометрических параметров. Так, высота обследованных экземпляров составляет 3-4 м, диаметр стволов до 20 см. Длина листовых пластинок варьирует в пределах 59-75 мм; ширина – 38-60 мм.

Рассчитав показатель асимметричности для каждой площадки в отдельности, мы провели сравнительный анализ с данными контрольного участка, что позволило сделать выводы о большем или меньшем отклонении от нормы.

Определение величины интегрального показателя стабильности развития вишни, произрастающей в разных экологических условиях, показало, что исследованные особи существенных отличий по показателю флуктуирующей асимметрии не имеют. В контрольном пункте в среднем величина интегрального показателя составила 0,045. Максимальные отклонения отмечены для деревьев, произрастающих вдоль трассы по ул. Октябрьской – 0,162 (рис. 4). Незначительно превышают фон значения флуктуирующей асимметрии по ул. Садовой (№4) и ул. Школьной (№8).

Морфологические признаки листовой пластинки вишни обыкновенной достоверно отличались от контрольных значений. Оценка процентного отклонения данных величин от нормы и количества точек отбора проб, где подобные отклонения были зафиксированы, позволила установить, что наиболее чувствительными из рассматриваемых признаков являются расстояние между концами 1-ой и 2-ой жилок и длина 2-ой жилки (отклонение от нормы достоверно в 70% случаев).

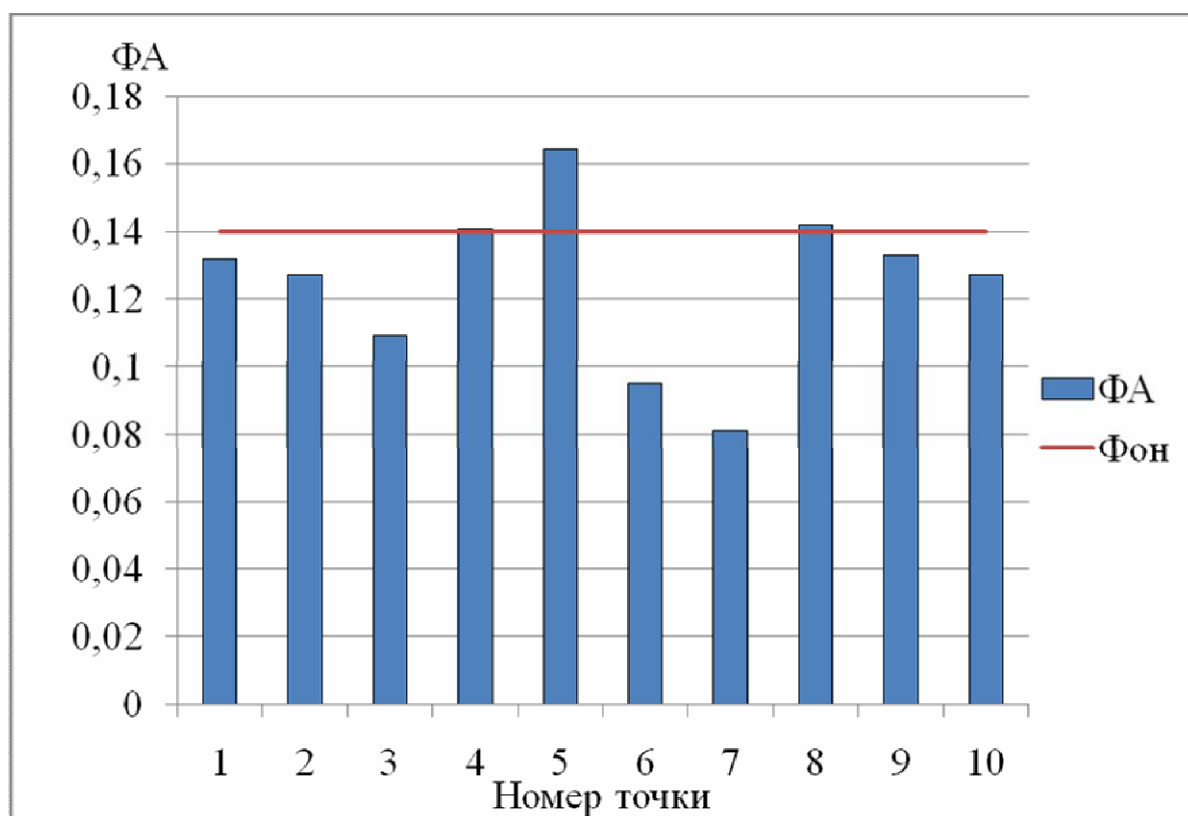


Рис. 4. Интегральный коэффициент флуктуирующей асимметрии листовых пластинок вишни обыкновенной

Сравнение величины асимметрии по каждому из пяти исследованных морфологических признаков, характеризующих стабильность

формообразования листовой пластинки в онтогенезе показало, что наименьшие отклонения зафиксированы для первого и третьего признаков. В нашем исследовании установлена высоко выраженная экспрессивность асимметричности признаков. В частности, в контрольной зоне выявлена малая доля асимметричных листовых пластин.

Таблица 1

Средние значения морфометрических параметров листьев вишни обыкновенной

№ точки отбора	Коэффициент флуктуирующей асимметрии ($M_x \pm m_{Mx}$)				
	1 признак	2 признак	3 признак	4 признак	5 признак
1	0,000±0	0,206±0,006	0,002±0,001	0,452±0,008	0,000±0
2	0,003±0,001	0,163±0,005	0,009±0,003	0,446±0,007	0,014±0,003
3	0,006±0,003	0,028±0,007	0,020±0,006	0,457±0,016	0,035±0,004
4	0,009±0,003	0,149±0,009	0,009±0,002	0,517±0,012	0,019±0,007
5	0,024±0,006	0,082±0,004	0,067±0,009	0,546±0,019	0,102±0,013
6	0,014±0,004	0,070±0,010	0,021±0,004	0,346±0,012	0,024±0,013
7	0,010±0,004	0,046±0,007	0,021±0,005	0,295±0,020	0,034±0,008
8	0,011±0,006	0,141±0,016	0,009±0,002	0,518±0,011	0,031±0,009
9	0,005±0,004	0,195±0,008	0,004±0,002	0,451±0,007	0,009±0,001
10	0,010±0,003	0,158±0,008	0,010±0,003	0,440±0,007	0,017±0,003
Контроль	0,000±0	0,150±0,006	0,010±0,002	0,420±0,006	0,023±0,002

В целом, несмотря на установленные аномалии в развитии листовых пластинок исследованных деревьев, интегральная величина показателя флуктуирующей асимметрии практически не отличалась от нормы. Но следует отметить, что на рассматриваемой территории отсутствуют источники техногенного загрязнения. В основном территория подвергается влиянию выбросов от предприятий, расположенных в г. Россошь, р.п. Кантемировка в результате разноса загрязняющих веществ ветровыми потоками на значительные расстояния.

Анализ применения вишни обыкновенной в качестве индикатора состояния окружающей среды показал, что следует уделять внимание параметрам листа, которые реагируют на экологические факторы внешней среды и проявляют некоторую изменчивость. От-

клонения же от нормы более стабильных признаков будет свидетельствовать о сильном стрессовом воздействии.

Полученные нами данные показали, что вишня является культурой толерантной к аэротехногенному загрязнению среды, о чем свидетельствует низкий показатель величины флуктуирующей асимметрии и отсутствие нарушений стабильности ее онтогенетического развития. Устойчивость растений к действию аэротоксикантов связана с их способностью благодаря анатомо-морфологическим, физиологическим и биохимическим особенностям выдерживать значительные концентрации токсических газов без снижения роста и развития [12]. Данный факт позволяет рекомендовать вид для широкого использования в озеленении урбанизированных территорий. Однако следует исключать употребление плодов при произрастании в таких условиях в силу возможной аккумуляции токсикантов растениями.

Плодовые деревья применяют при обсадке дорог, в полезащитных лесных полосах, по берегам рек и т.п. Эти деревья декоративны, а многие из них еще и долговечны: они нетребовательны к условиям произрастания, что особенно ценно в зеленом строительстве.

Перспективные формы и сорта вишни сочетают в генотипах ценные декоративные и хозяйственно-биологические признаки, что позволяет использовать их в ландшафтных композициях различного целевого назначения (*Cerasus Mill.*) для озеленения юга Воронежской области. Значительный интерес представляют пестролистные, махровые шаровидные формы.

Определение толерантных к техногенному загрязнению культур – востребованное направление современных экологических исследований, так как эти виды могут использоваться для фиторекультивации. Анализ литературных данных свидетельствует, что многие авторы активно занимаются проблемой устойчивости растений к аэротехногенному загрязнению. Например, Кагарманов И.Р. и Уразгильдин Р.В. [11] рекомендуют в местах высокой концентрации загрязнений использовать представителей рода *Populus L.*, так как они обладают высокой металлаккумуляционной способностью. Рунова Е.М. и Чжан С.А. [15] установили высокую газоустойчивость *P. deltoides* и *Caragana arborescens*.

Одновременно данные виды и используются в качестве индикаторов состояния окружающей среды. И, в частности, такой показатель как флуктуирующая асимметрия зарекомендовал себя имен-

но для комплексной биоиндикационной оценки условий произрастания. Отклонения в стабильности развития особей является результатом влияния целого ряда стрессовых факторов среды. Но, к сожалению, установить конкретные причины подобного рода нарушений морфометрических параметров без проведения дополнительных биогеохимических исследований не представляется возможным. Форма листовой пластинки используется в качестве диагностического признака того или иного вида растения. Однако форма листа может изменяться в пределах не только одного вида, но и даже у отдельно взятой особи. Это разнообразие обусловлено многими экологическими факторами, среди которых наиболее важными являются инсоляция и плодородие почв. Следовательно, различия в форме листа могут быть индикатором влияния экологических факторов на растения, поэтому анализ флуктуирующей асимметрии позволяет оценить степень нарушенности условий произрастания. Однако кроме факторов окружающей среды на показатель флуктуирующей асимметрии влияют и генетические факторы (мутация, гибридизация, инбридинг) [1, 2].

Подводя итог вышесказанному, следует отметить и недостатки данного метода. Во-первых, увеличение асимметрии происходит только под воздействием довольно сильного стрессора. Во-вторых, представляется весьма трудным выявление причин, вызвавших отклонения в развитии организма, разграничение влияния генетических и экологических факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fluctuating asymmetry: methods, theory, and applications. Symmetry / J.H. Graham, S. Raz [et al.]. – 2010. – № 2. – pp. 466-540.
2. Palmer A.R. Fluctuating asymmetry analyses revisited. In M. Polak (ed.). Developmental Instability (DI): Causes and Consequences / A.R. Palmer, C. Strobeck. – Oxford, Oxford University Press, 2003. – 484 p.
3. Влияние лесопатологического состояния березы повислой на величину флуктуирующей асимметрии листовой пластинки / Д.Б. Гелашвили [и др.] // Поволжский экологический журнал. – 2007. – № 6. – С. 106-115.
4. Голышкин Л.В. Исследование реакции яблони на повышенные температуры методом флуктуирующей асимметрии / Л.В. Голышкин, М.Н. Кузнецов // Электронный журнал Современное садоводство. – 2011. – № 1 Режим доступа: <http://www.vniispk.ru/news/zhurnal> (дата обращения 25.08.2017).

5. Гуртяк А.А. Оценка состояния среды городской территории с использованием березы повислой в качестве биоиндикатора / А.А. Гуртяк, В.В. Углев // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 317, № 1 – С. 200-204.

6. Ерофеева Е.А. Взаимосвязь физиолого-морфологических показателей листовой пластинки березы повислой с содержанием в ней тяжелых металлов / Е.А. Ерофеева, М.М. Наумова // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2010. – № 1. – С. 140-143.

7. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров [и др.]. – Москва: Центр экологической политики России, 2000. – 66 с.

8. Ибрагимова Э.Э. Влияние техногенного химического загрязнения на величину флуктуирующей асимметрии листовой пластинки *Armeniaca vulgaris* L. / Ибрагимова Э.Э. // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия» – 2010. – Т. 23(62), № 3. – С. 62-67.

9. Ибрагимова Э.Э. Индикация загрязнения среды автотранспортными выбросами по их гаметоцидному действию на растения / Э.Э. Ибрагимова // Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції “С учасні наукові дослідження – 2006”. – Т. 18. – Екологія. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2006. – С. 45-48.

10. Ибрагимова Э.Э. Флуктуирующая асимметрия листьев *Morus alba* L. как биоиндикатор аэротехногенного загрязнения урбоэкосистем / Э.Э. Ибрагимова, И.В. Бандак, А.С. Дрозд // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2011. – Т. 24(63), № 2. – С. 129-135.

11. Кагарманов И.Р. Насаждения тополей в городе Уфе: Биологические особенности и перспективы использования / И.Р. Кагарманов, Р.В. Уразгильдин // Геоэкол. В Урало-Касп. регионе: Тез. докл. междунар. науч.-практ. конф., Уфа, сент., 1996. – Ч. 2. – Уфа, 1996. – С. 18-20.

12. Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда / Ю.З. Кулагин; АН СССР. Башкирский филиал, Ин-т биологии; [Отв. ред. Е.В. Кучеров] . – Москва : Наука, 1974 . – 122 с.

13. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур) [Электронный ресурс] / Центр экологической политики России. – Москва, 2003. – Режим доступа:

<http://www.ecopolicy.ru/upload/MetRecom.doc> (дата обращения 25.08.2017).

14. Механтьева Л.Е. Профилактика негативного воздействия производства минеральных удобрений на окружающую среду и здоровье населения: автореф. ... д-р мед.наук / Л.Е. Механтьева. – Москва, 2008. – 48 с.

15. Рунова Е.М. Лесовосстановительные мероприятия в техногенных зонах г. Братска / Е.М. Рунова, С.А. Чжан // Человек – Среда– Вселенная: Тез.докл. Межд. науч.-практ. конф. (Иркутск, 16-20 июня 1997). – Иркутск, 1997. – Т. 1. – С. 66-67.

16. Савинцева Л.С. Оценка качества урбаносреды г. Кирова на основе анализа флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой *Betula pendula* Roth. / Л.С. Савинцева, Т.Л. Егшина, В.В. Ширяев // Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о Земле. – 2012. – № 2. – С. 31-37.

17. Хузина Г.Р. Характеристика флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков листа липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) / Г.Р. Хузина // Вестник Удмуртского Университета. Биология. Науки о Земле. – 2011. – Вып.3. – С. 47-53.

ОРГАНИЗАЦИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА СЧЕТ ЕСТЕСТВЕННОГО И ТЕХНОГЕННО- ИЗМЕНЕННОГО РАДИАЦИОННОГО ФОНА

Ю.И. Стёпкин, М.К. Кузмичев, О.В. Клепиков, С.Н. Воскобоев

Естественное, или природное, излучение является фактором, воздействующим на все живое и образующим так называемый «естественный», или природный, радиационный фон. Оно формируется за счет трех источников: космического излучения; излучения внешних земных источников, которое определяется естественной радиоактивностью земной коры, воды и атмосферы и излучения внутренних источников - радионуклидов, попадающих в организмы растений, животных и человека с воздухом, водой, продуктами питания. В среднем они определяют 80% годовой эффективной дозы, получаемой людьми, в основном путем внутреннего облучения. Уровни естественного излучения варьируют в довольно широких пределах, в среднем составляя около 2,4 мЗв/год [1].

С прошлого века естественный радиационный фон начал возрастать, что во многом связано с жизнедеятельностью человека и индустриализацией хозяйства, интенсивной добычей полезных ископаемых из недр Земли. Возникли задачи ограничения облучения работников предприятий и населения природными источниками ионизирующих излучений и организации системы мониторинга доз облучения, которые решаются с учетом региональных особенностей [2, 4, 6, 8, 9].

Свой негативный вклад в формирование радиационного фона внесли глобальные радиоактивные выпадения в результате атмосферных ядерных испытаний и за счет радиационных аварий прошлых лет, что формирует дозы облучения населения за счет техногенного фона.

В целях обеспечения единого порядка получения, сбора, хранения и представления информации об уровнях облучения населения природными источниками ионизирующих излучений разработана и действует Единая государственная система контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан Российской Федерации (ЕСКИД), а также соответствующая автоматизированная система Роспотребнадзора [3, 5, 7].

Для территории Воронежской области установлено, что в структуре коллективной дозы населения доза от природных источников составляет 83,65%, далее следуют медицинские источники ионизирующего излучения – 16,06%, техногенно измененный радиационный фон, включая глобальные выпадения и аварию на Чернобыльской АЭС – 0,18%, источники ионизирующего излучения, используемые в производственной деятельности предприятий – 0,11%, что делает актуальным проведение более детальной оценки доз облучения населения за счет естественных (природных) источников [10].

Особенностью учета и оценки доз природного облучения населения отдельного региона является постепенное уточнение средней дозы по мере накопления новых данных в процессе ежегодного радиационного мониторинга. Таким образом, результаты отдельного года не могут дать полное представление о радиационной обстановке в регионе, тогда как совокупность данных за длительный период мониторинга точнее отражает средние уровни облучения населения региона.

Целью исследования являлась оценка доз облучения населения Воронежской области за счет естественного и техногенно измененного радиационного фона.

Материалы и методы. В качестве данных для исследования были использованы материалы региональной системы социально-

гигиенического мониторинга по разделу «Показатели радиационной безопасности объектов окружающей среды и среды обитания людей», радиационно-гигиенического паспорта территории Воронежской области, статистической формы наблюдения №4-ДОЗ «Сведения о дозах облучения населения за счет естественного и техногенно измененного радиационного фона» за 2012-2016 годы.

В ходе мониторинга оценены следующие показатели: мощность дозы γ -излучения в жилых и общественных зданиях и на открытой местности на территории населенного пункта; среднегодовое содержание радона (^{222}Rn) и торона (^{220}Rn) и их короткоживущих дочерних продуктов распада в воздухе помещений и в атмосферном воздухе; содержание природных радионуклидов в питьевой воде и продуктах питания и годовые эффективные дозы с потреблением воды и основных компонентов рациона питания населения; среднегодовое содержание пыли (аэрозолей) в приземном слое атмосферного воздуха и удельная активность долгоживущих природных радионуклидов в пыли.

Результаты исследования и их обсуждение. Рассматривая организацию мониторинга доз облучения населения за счет естественного и техногенно-измененного радиационного фона на территории Воронежской области следует выделить ряд региональных особенностей. Программу мониторинга за радиационной безопасностью объектов окружающей среды, а также перечень мониторинговых точек контроля ежегодно разрабатывают и обеспечивают Управление Роспотребнадзора по Воронежской области и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области».

Программа включает в себя: 1) измерения γ -фона на открытой местности в 33 точках, т.е. в каждом районном центре области и г. Воронеже; 2) контроль содержания радионуклидов в воде открытых водоемов в 3 точках; 3) контроль содержания радионуклидов в питьевой воде (полный радионуклидный анализ), атмосферных выпадениях, почве и пищевых продуктах (радиохимический анализ) в 3 точках.

Точки контроля содержания радионуклидов в воде открытых водоемов были выбраны исходя из следующих положений: 1) река Тихая Сосна в г. Острогожск – территория, относящаяся к зоне радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС; 2) река Сухая Хворостань в с. Левая Россошь Каширского района – зона наблюдения Нововоронежской АЭС; 3) река Усмань (пляж в п. Боровом) – место массового отдыха населения г. Воронежа.

Точки мониторинга содержания радионуклидов в питьевой воде (полный радионуклидный анализ), атмосферных выпадениях, почве и пищевых продуктах (радиохимический анализ) выбраны исходя из следующих положений: 1) село Петренково Острогожского района является самым загрязненным населенным пунктом из числа территорий Воронежской области, подвергшихся радиоактивному загрязнению после аварии на Чернобыльской АЭС; 2) село Левая Россошь Каширского района расположено в зоне наблюдения Нововоронежской АЭС; 3) город Воронеж является областным центром и самым крупным городом Воронежской области с населением более миллиона человек.

Кроме того, региональную базу данных формирует ряд показателей радиационной безопасности объектов окружающей среды, которые контролируются в ходе осуществления государственного санитарно-эпидемиологического надзора. В первую очередь, это исследования питьевой воды и продуктов питания, а также радона в строящихся и эксплуатируемых жилых и общественных зданиях. Причем количество исследований, проводимых в рамках надзорных мероприятий, значительно превышает число исследований, проводимых в рамках системы регионального социально-гигиенического мониторинга. Объединение анализа данных рассматриваемых источников информации позволило более адекватно решить задачу оценки доз облучения населения Воронежской области за счет естественного и техногенно-измененного радиационного фона.

Известно, что суммарная доза облучения от природных источников и техногенно измененного радиационного фона складывается из дозы за счет вдыхания радона и долгоживущих радионуклидов, содержащихся в воздухе, за счет внешнего космического и терригенного облучения, за счет внутреннего облучения калия-40 (^{40}K), содержащегося в организме человека, за счет внутреннего облучения от радионуклидов, поступающих с водой и пищей.

Рассмотрим отдельные показатели мониторинга радиационной безопасности и их вклад в дозу облучения населения за счет естественного и техногенно-измененного радиационного фона.

По результатам 6089 измерений γ -фона на открытой местности установлено, что за период 2012-2016 гг. по территории Воронежской области его показатели варьируют от 0,09 до 0,15 мкЗв/ч, при среднем территориальном значении 0,12 мкЗв/ч, что находится в пределах естественного фона (табл. 1).

Таблица 1

**γ-фон на открытой местности в мониторинговых точках контроля
Воронежской области**

Населенный пункт	Значение γ-фона (мкЗв/ч) за период 2012-2016 гг.		
	Мин.	Макс.	Среднее (M±m)
п.г.т. Анна*	0,09	0,12	0,11±0,03
г. Бобров	0,11	0,14	0,13±0,03
г. Богучар	0,09	0,12	0,11±0,02
г. Борисоглебск	0,10	0,14	0,12±0,02
г. Бутурлиновка	0,11	0,13	0,12±0,02
с. Верхний Мамон	0,10	0,13	0,12±0,02
с. Верхняя Хава*	0,10	0,13	0,12±0,02
с. Воробьевка	0,10	0,12	0,11±0,01
г. Воронеж	0,10	0,13	0,12±0,02
п.г.т. Грибановский	0,10	0,13	0,12±0,02
г. Калач	0,09	0,13	0,11±0,03
п.г.т. Каменка	0,11	0,13	0,11±0,02
р.п. Кантемировка	0,09	0,11	0,10±0,03
с. Каширское	0,10	0,15	0,12±0,02
г. Лиски	0,10	0,13	0,12±0,01
с. Нижнедевицк*	0,10	0,13	0,12±0,01
с. Новая Усмань	0,10	0,13	0,12±0,01
г. Новохоперск	0,10	0,14	0,12±0,02
р.п. Ольховатка*	0,11	0,14	0,13±0,01
г. Острогожск*	0,10	0,14	0,12±0,02
г. Павловск	0,10	0,13	0,12±0,02
р.п. Панино*	0,11	0,14	0,13±0,02
с. Петропавловка	0,09	0,13	0,11±0,03
г. Поворино	0,11	0,13	0,12±0,02
п.г.т. Подгоренский	0,11	0,13	0,12±0,02
р.п. Рамонь	0,11	0,13	0,12±0,02
с. Репьевка*	0,10	0,13	0,12±0,02
г. Россошь	0,09	0,12	0,11±0,02
г. Семилуки	0,11	0,13	0,12±0,01
р.п. Таловая	0,11	0,15	0,12±0,02
с. Терновка	0,10	0,13	0,12±0,02
р.п. Хохольский*	0,10	0,14	0,12±0,02
г. Эртиль	0,11	0,14	0,13±0,02
Минимум	0,09		
Максимум	0,14		
Среднее значение	0,12±0,03		

*- территории, пострадавшие в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Средняя годовая эффективная доза природного облучения на 1 человека от внешнего γ-излучения составляет от 0,688 до 0,696 мЗв/год (табл. 2).

Таблица 2

Средняя годовая эффективная доза природного облучения человека
от внешнего γ -излучения

Наименование показателя	Годы				
	2012	2013	2014	2015	2016
Средняя годовая эффективная доза природного облучения человека от внешнего γ -излучения, мЗв/год	0,70	0,69	0,70	0,69	0,69

Уровни облучения и вклад отдельных компонентов природного облучения в среднюю суммарную дозу природного облучения в целом по Воронежской области представлены в таблице 3.

Таблица 3

Структура средней индивидуальной дозы природного облучения
населения Воронежской области

Показатель	2012		2013		2014		2015		2016	
	мЗв/год	%	мЗв/год	%	мЗв/год	%	мЗв/год	%	мЗв/год	%
Калий (^{40}K)	0,17	5,8	0,17	7,2	0,17	8,0	0,17	5,9	0,17	5,6
Космика	0,40	13,7	0,40	17,0	0,40	18,9	0,40	13,8	0,40	13,2
Терригенное* облучение	0,684	23,4	0,681	28,9	0,613	28,9	0,688	23,8	0,640	21,2
Радон (^{222}Rn)	1,493	51,1	0,928	39,5	0,797	37,6	1,465	50,6	1,650	54,6
Питьевая вода	0,044	1,5	0,047	1,9	0,012	0,6	0,047	1,6	0,038	1,3
Продукты питания	0,126	4,3	0,120	5,1	0,120	5,7	0,120	4,1	0,120	3,9
Атмосферный воздух	0,006	0,2	0,006	0,3	0,006	0,3	0,006	0,2	0,006	0,2
Суммарная доза	2,923	100	2,352	100	2,118	100	2,896	100	3,024	100

* *Внешнее природное облучение от источников земного происхождения.*

Наибольшие значения средних годовых доз природного облучения по последним данным (2016 г.) зарегистрированы в г.Воронеже (4,25 мЗв), Хохольском, Нижнедевицком, Репьевском районах (2,24 - 2,26 мЗв), что представлено в таблице 4.

Установлено, что ведущий вклад в суммарную дозу природного облучения вносит внутреннее облучение за счет ингаляции изотопов радона (^{222}Rn): в различные годы вклад составляет от 37,6 до 51,1%. На втором месте доля внешнего облучения от источников терригенного происхождения, которая составляет от 21,2 до 28,9% от суммарной дозы.

Таблица 4

Средние индивидуальные годовые эффективные дозы облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения (по данным измерений за 2016 г.)

Название района (населенного пункта)	Годовая эффективная доза, мЗв/год						
	Калий (⁴⁰ K)	Космика	Терри- генное облучение	Радон (²²² Rn)	Вода	Пища	Суммар- ная доза
г. Воронеж	0.17	0.40	0.70	2.82	0.03	0.12	4.25
п.г.т. Анна*	0.17	0.40	0.62	0.77	0.01	0.12	2.10
г. Бутурлиновка	0.17	0.40	0.72	0.77	0.01	0.12	2.20
р.п.Таловая	0.17	0.40	0.65	0.77	0.01	0.12	2.13
г.Эртиль	0.17	0.40	0.65	0.77	0.01	0.12	2.12
г.Борисоглебск	0.17	0.40	0.61	0.77	0.01	0.12	2.09
п.г.т. Грибановский	0.17	0.40	0.62	0.77	0.01	0.12	2.10
г.Поворино	0.17	0.40	0.59	0.77	0.01	0.12	2.07
с.Терновка	0.17	0.40	0.65	0.77	0.01	0.12	2.13
с.Воробьевка	0.17	0.40	0.63	0.77	0.01	0.12	2.11
г.Калач	0.17	0.40	0.51	0.77	0.01	0.12	1.99
с. Петропавловка	0.17	0.40	0.54	0.81	0.01	0.12	2.05
Красноселовка	0.17	0.40	0.43	0.77	0.01	0.12	1.91
с.Верхняя Хава*	0.17	0.40	0.63	0.77	0.01	0.12	2.11
с.Новая Усмань	0.17	0.40	0.68	0.77	0.01	0.12	2.15
р.п.Панино*	0.17	0.40	0.71	0.77	0.01	0.12	2.19
р.п.Рамонь	0.17	0.40	0.69	0.77	0.01	0.12	2.17
г.Павловск	0.17	0.40	0.68	0.77	0.01	0.12	2.16
г.Богучар	0.17	0.40	0.67	0.77	0.01	0.12	2.15
Залиман	0.17	0.40	-	-	0.01	0.12	0.71
с.Верхний Мамон	0.17	0.40	0.66	0.77	0.01	0.12	2.13
г.Россошь	0.17	0.40	0.58	0.77	0.01	0.12	2.06
р.п.Ольховатка*	0.17	0.40			0.01	0.12	0.71
Большие Базы	0.17	0.40	0.48	0.77	0.01	0.12	1.96
р.п.Кантемировка	0.17	0.40	0.61	0.77	0.01	0.12	2.09
п.г.т. Подгоренский	0.17	0.40	0.56	0.77	0.01	0.12	2.04
Подгорное	0.17	0.40	0.49	0.77	0.01	0.12	1.97
г.Семилуки	0.17	0.40	-	-	0.01	0.12	0.71
Голосновка	0.17	0.40	0.61	0.77	0.01	0.12	2.09
г.Хохол	0.17	0.40	0.76	0.77	0.01	0.12	2.24
г.Нижедевицк*	0.17	0.40	0.77	0.77	0.01	0.12	2.25
с.Репьевка	0.17	0.40	0.78	0.77	0.01	0.12	2.26
г.Бобров	0.17	0.40	0.54	0.77	0.01	0.12	2.02
п.г.т.Каменка	0.17	0.40	0.70	0.77	0.01	0.12	2.18
с.Каширское	0.17	0.40	0.59	0.77	0.01	0.12	2.07
Левая Россошь	0.17	0.40	-	-	0.04	0.12	0.73
г.Лиски	0.17	0.40	0.61	0.77	0.01	0.12	2.09
г. Острогожск*	0.17	0.40	0.70	0.77	0.01	0.12	2.17
с.Петренково	0.17	0.40	-	-	0.05	0.12	0.74
г. Новохопёрск	0.17	0.40	0.62	0.77	0.01	0.12	2.10

* - территории, пострадавшие в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

В этой связи мониторингу концентрации радона и оценке годовых эффективных доз, обусловленных его воздействием, уделяется приоритетное внимание. За период 2012-2016 гг. проведены исследования в 17885 помещениях эксплуатируемых и строящихся жилых и общественных зданий. Установлено, что годовая эффективная доза внутреннего облучения взрослых жителей в среднем по Воронежской области за счет радона с учетом вклада материнских радионуклидов ^{220}Rn и ^{222}Rn составляет от 1,10 до 1,47 мЗв/год (табл. 5).

Таблица 5

Средняя годовая эффективная доза природного облучения человека от радона

Наименование показателя	Годы				
	2012	2013	2014	2015	2016
Средняя годовая эффективная доза природного облучения человека от радона, мЗв/год	1,11	1,10	1,11	1,10	1,47

В разрезе территорий Воронежской области максимальное значение средней годовой эффективной дозы природного облучения человека от радона регистрируется в городе Воронеже и составляет от 1,23 до 2,82 мЗв/год, что, вероятно, связано с интенсивным строительством многоэтажных зданий, при котором используют стройматериалы различного вида, состава и природного происхождения их сырья (табл. 6).

При оценке доз облучения за счет изотопов радона и их дочерних продуктов распада учитывается, что жители домов разных типов могут получать разные дозы облучения. Это обусловлено разницей применяемых материалов, особенностями строительных конструкций, систем вентиляции. С целью учета влияния всех этих факторов применяется разделение домов на три типа – деревянные, одноэтажные каменные и многоэтажные каменные.

Среднее значение показателя годовой эквивалентной равновесной объемной активности изотопов радона (ЭРОА) в деревянных домах составило $9,65 \pm 1,03$ Бк/м³, в одноэтажных каменных – $12,88 \pm 1,35$ Бк/м³, в многоэтажных каменных – $11,94 \pm 1,27$ Бк/м³. Максимальные значения показателя годовой эквивалентной равновесной объемной активности изотопов радона на территории Воронежской области были отмечены в каменных домах в городе Воронеже – 20,1 (одноэтажные) и 42,5 (многоэтажные) Бк/м³. В одноэтажных каменных домах активность радона может быть выше из-

за близости подвалов, в которых накапливается радон, выделяющийся из грунта. Кроме того, радон тяжелее воздуха и может концентрироваться ближе к поверхности земли.

Таблица 6

Среднегодовая доза внутреннего облучения за счет радона
в Воронежской области в 2012-2016 гг.

Название района (населенного пункта)	Годовая эффективная доза, мЗв				
	2012	2013	2014	2015	2016
Воронеж	2,49	1,23	2,67	2,82	2,82
Аннинский	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Бобровский	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Богучарский	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Борисоглебск	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Бутурлиновский	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Верхнемамонский	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Верхнехавский	–	0,77	0,77	0,77	0,77
Воробьевский	–	0,62	0,77	0,77	0,77
Грибановский	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Калачеевский	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Каменский	–	0,77	0,77	0,77	0,77
Кантемировский	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Каширский	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
с.Левая Россошь	0,77	0,77	–	–	0,77
Лискинский	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Нижедевицкий	0,44	0,77	0,77	0,77	0,77
Новоусманский	–	0,86	0,77	0,77	0,77
Новохоперский	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Ольховатский	–	0,77	0,77	0,77	0,77
Острогожский	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
с.Петренково	0,77	–	–	–	–
Павловский	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Панинский	0,85	0,77	0,77	0,77	0,77
Петропавловский	0,80	0,89	0,77	0,77	0,79
Поворинский	0,77	1,00	0,77	0,77	0,77
Подгоренский	0,77	1,09	0,77	0,77	0,77
Рамонский	–	–	0,77	0,77	0,77
Репьевский	–	0,77	0,77	0,77	0,77
Россошанский	0,77	1,26	0,77	0,77	0,77
Семилукский	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
с.Голосновка	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Таловский	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Терновский	–	0,60	0,77	0,77	0,77
Хохольский	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Эртильский	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77

Вместе с тем за период 2012-2016 годы все результаты измерений концентрации радона (эквивалентной равновесной объемной активности изотопов радона) в жилых и общественных зданиях свидетельствовали о соответствии данного показателя требованиям санитарных норм и правил.

Вклад в суммарную дозу внутреннего облучения от калия-40 (^{40}K), содержащегося в организме людей, в соответствии с данными Научного комитета по действию атомной радиации Организации Объединенных наций (НКДАР ООН), принят равным 0,17 мЗв/год, а годовая доза облучения за счет космической компоненты – 0,4 мЗв для всех регионов России.

За период 2012-2016 гг. ежегодно исследовалось по 12 проб атмосферного воздуха на содержание радиоактивных веществ. Превышений допустимых среднегодовых объемных активностей радионуклидов для населения не выявлено.

В рамках надзорных мероприятий ежегодно проводится отбор более 1 тыс. проб продуктов питания и их исследования на содержание радиоактивных нуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr – показателей, которые определены Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». За 2012-2016 годы значения объемной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr не превышали допустимых значений.

Кроме того, в рамках функционирования региональной системы социально-гигиенического мониторинга по разделу «Показатели радиационной безопасности объектов окружающей среды и среды обитания людей» проводятся радиохимические исследования проб продуктов питания местного производства и питьевой воды из с. Петренково Острогожского района (зона радиоактивного загрязнения от аварии на Чернобыльской АЭС), с. Левая Россошь Каширского района (30-км зона Нововоронежская АЭС) и Городского округа г. Воронеж.

Ежегодно исследуется по 24 пробы пищевых продуктов и продовольственного сырья, из них 6 проб молока, по 3 пробы картофеля, мяса, рыбы, хлеба, овощей, дикорастущих ягод и грибов.

Учитывая среднестатистическое потребление продуктов (кг/год) по Воронежской области были рассчитаны значения годовых эффективных доз облучения населения за счет потребления отдельных групп пищевых продуктов (табл. 7).

Таблица 7

Значения годовых эффективных доз облучения населения за счет потребления отдельных групп пищевых продуктов

Продукты питания	Потребление, кг/год*	Годовая эффективная доза	
		мЗв/год	% от учитываемых продуктов питания
Хлеб	133,7	0,034	30,9
Картофель	107,6	0,007	6,4
Овощи	97,0	0,010	9,1
Молоко	238,2	0,025	22,7
Мясо	37,2	0,005	4,5
Рыба	16,0	0,029	26,4

* среднее годовое потребление продуктов питания взрослыми жителями (по данным Территориального органа Федеральной службы статистики по Воронежской области).

По данным НКДАР ООН, вклад питьевой воды в суммарную дозу облучения населения не является преобладающим и обусловлен присутствующими в воде радионуклидами природных рядов урана и тория. Наибольший вклад в формирование дозы облучения за счет потребления питьевой воды вносят изотопы урана (^{238}U и ^{234}U), радия (^{226}Ra и ^{228}Ra), радона (^{222}Rn) и полония-210 (^{210}Po), в меньшей степени - свинца-210 (^{210}Pb) и изотопов тория (^{228}Th , ^{230}Th , ^{232}Th).

Установлено, что значения годовых эффективных доз облучения населения за счет потребления питьевой воды находятся в интервале от 0,031 до 0,046 мЗв/год, при наибольшем вкладе радона (^{222}Rn), средняя удельная активность радионуклида в воде составляет 9,50-10,3 Бк/кг (табл. 8).

Превышений гигиенических нормативов (норм радиационной безопасности) в исследуемых пробах продуктов питания и питьевой воды не установлено.

По результатам исследования проб воды открытых водоемов в местах водопользования населения (3 мониторинговые точки: реки Тихая Сосна, Сухая Хворостань, Усмань) превышений уровней вмешательства по содержанию контролируемых радиоактивных веществ (^{210}Po , ^{234}U , ^{222}Rn , ^{137}Cs), а также показателям суммарной α - и β - активности не зарегистрировано.

Дозы облучения населения за счет техногенного фона складываются из доз облучения за счет глобальных радиоактивных выпадений в результате атмосферных ядерных испытаний и за счет прошлых ра-

диационных аварий и предшествующей деятельности. Доза за счет глобальных выпадений принята равной 0,005 мЗв/год, в соответствии с оценкой, приведенной в докладе НКДАР ООН за 2000 год.

Таблица 8

Значения годовых эффективных доз облучения населения за счет потребления питьевой воды

Населенный пункт	Потребление *, кг/год	Средняя удельная активность радионуклида в воде, Бк/кг						Годовая эффектив- ная доза, мЗв/год
		²²⁶ Ra	²²⁸ Ra	²¹⁰ Pb	²¹⁰ Po	²³⁸ U+ ²³⁴ U	²²² Rn	
г.Воронеж	730	0.020	0.03 0	0.02 0	0.0020	0.0050	9.5	0.031
с. Левая Россошь (Каширский р-н)	730	0.010	0.01 0	0.05 0	0.0050	0.030	10.3	0.038
с. Петренково (Ост- рогожский р-н)	730	0.020	0.05 0	0.02 0	0.0050	0.060	10.3	0.046

*/ среднее годовое потребление питьевой воды взрослыми жителями района (населенного пункта) (по данным Территориального органа Федеральной службы статистики по Воронежской области).

По последним данным (2016 г.), коллективная доза облучения населения Воронежской области за счет глобальных выпадений и прошлых радиационных аварий (техногенного фона) составила 144,68 чел-Зв/год. Средняя годовая доза на жителя Воронежской области за счет техногенного фона составила 0,062 мЗв/год (табл. 9).

Таблица 9

Дозы облучения населения Воронежской области за счет глобальных выпадений и прошлых радиационных аварий (техногенного фона)

Территориальная единица	Годы				
	2012	2013	2014	2015	2016
Коллективная доза облучения, чел-Зв/год	144,48	144,48	144,53	144,53	144,68
Средняя годовая доза на жителя, мЗв/год	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062

Характеристики поверхностной загрязненности почвы радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr являются основными показателями для оценки воздействия Чернобыльской аварии на территорию Воронежской области, поскольку у этих радионуклидов по сравнению с другими, которые присутствовали в аварийных выбросах Чернобыльской АЭС, периоды полураспада наиболее длительные: период полураспада ^{137}Cs составляет 30,2 года, а ^{90}Sr - 28,6 года.

По данным радиационно-гигиенической паспортизации, плотность загрязнения почвы ^{137}Cs составляет в среднем от 8,117 до 8,800 кБк/м² (максимально в 2012 г. - 140,530 кБк/м²), ^{90}Sr – от 0,240 до 0,260 кБк/м² (максимально в 2012 г. - 1,420 кБк/м²), что отражено в таблице 10.

Таблица 10

Результаты исследований проб почвы на содержание радионуклидов

Годы	Исследовано проб почвы	Плотность загрязнения ^{137}Cs , кБк/м ²		Плотность загрязнения ^{90}Sr , кБк/ м ²	
		среднее значение	максимальное значение	среднее значение	максимальное значение
2012	56	8,800	140,530	0,260	1,420
2013	41	8,624	102,440	0,255	1,392
2014	201	8,452	100,390	0,250	1,364
2015	352	8,283	98,383	0,245	1,337
2016	65	8,117	96,383	0,240	1,310

В целом регистрируется снижение максимальных значений поверхностной загрязненности почвы радионуклидами, что связано с их естественным распадом. Среднегодовая эффективная доза от «чернобыльских выпадений», получаемая жителями населенных пунктов, подвергшихся радиоактивному воздействию, в 2012-2016 годы не превышает 0,16 мЗв/год, что является безопасным.

Таким образом, ситуация, связанная с воздействием источников ионизирующего излучения в Воронежской области, на протяжении последних 5 лет остается стабильной. При этом, природные источники являются основными дозообразующими факторами для населения. Их ежегодный вклад в годовую эффективную дозу за период 2012-2016 годов составляет от 74,96 до 83,65%. Ведущий вклад в суммарную дозу облучения от природных источников и техногенно-измененного радиационного фона вносит облучение за счет ингаляции изотопов радона от 37,6 до 51,1%. На втором месте доля внешне-

го облучения от источников терригенного происхождения, которая составляет от 21,2 до 28,9% от суммарной дозы. По результатам оценки показателей, характеризующих уровень воздействия источников ионизирующего излучения естественного и техногенно-измененного радиационного фона, превышений нормативов радиационной безопасности не зарегистрировано.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грицай С.А. Основные свойства, виды и источники радиоактивных излучений / С.А. Грицай, В.А. Добровольский, А.А. Заика, А.Т. Омельченко // Наука, образование и культура. – 2016. – № 8 (11). – С. 18-20.

2. Дактаалай С.А. Природные источники ионизирующего излучения Республики Тыва / С.А. Дактаалай С.А. // Радиационная гигиена. – 2013. – Т. 6. – № 1. – С. 24-30.

3. Репин Л.В. Автоматизированная система контроля радиационного воздействия Роспотребнадзора: история создания, назначение и развитие / Л.В. Репин [и др.] // Радиационная гигиена. – 2014. – Т. 7. – № 3. – С. 44-53.

4. Росоловский А.П. Радиологическая оценка некоторых природных источников ионизирующего излучения на территории Новгородской области / А.П. Росоловский // Радиационная гигиена. – 2015. – Т. 8. – № 3. – С. 62-66.

5. Световидов А.В. Основные итоги и пути совершенствования подсистемы ЕСКИД на базе форм государственного статистического наблюдения №4-ДОЗ / А.В. Световидов, И.П. Стамат, Т.А. Кормановская, Д.В. Кононенко // Радиационная гигиена. – 2012. – Т. 5. – № 1. – С. 52-59.

6. Сидельникова О.П. Ограничение облучения работников предприятий природными источниками ионизирующих излучений / О.П. Сидельникова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2011. – № 25. – С. 159-162.

7. Стамат И.П. Ограничение облучения населения за счет природных источников излучения в зданиях: проект новых стандартов безопасности МАГАТЭ / И.П. Стамат // Радиационная гигиена. – 2013. – Т. 6. – № 2. – С. 27-30.

8. Стамат И.П. Радиационная безопасность населения России при облучении природными источниками ионизирующего излучения: современное состояние, направления развития и оптимизации /

И.П. Стамат, Т.А. Кормановская, Г.А. Горский // Радиационная гигиена. – 2014. – Т. 7. № 1. – С. 54-62.

9. Степанов Е.Г. Обеспечение радиационной безопасности населения при воздействии природных источников ионизирующего излучения / Е.Г. Степанов [и др.] // Радиационная гигиена. – 2015. – Т. 8. – № 1. – С. 73-75.

10. Стёпкин Ю.И. Оценка доз облучения персонала за счет нормальной эксплуатации техногенных источников ионизирующих излучений по данным единой системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан (ЕСКИД) / Ю.И. Стёпкин, М.К. Кузмичёв, О.В. Клепиков // Радиационная гигиена. – 2016. – Т. 9. – № 3. – С. 69-74.

11. Стёпкин Ю.И. Мониторинг радиационной обстановки на территории Воронежской области / Ю.И. Стёпкин, М.К. Кузмичев, О.В. Клепиков // Радиационная гигиена. – 2017. – Т. 10. – № 2. – С. 51-56.

ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ НА ТЕРРИТОРИИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.Ю. Иванова, С.Л. Ильин

По сведениям Управления Роспотребнадзора по Воронежской области основную дозу облучения от природных источников население получает за счет радона. В структуре коллективной дозы облучения населения области заметно повышена доля антропогенных источников: в среднем по РФ — 15,6 %, в области — 20,5% [4]. В области 198 юридических лиц используют источники ионизирующих излучений (в основном — учреждения здравоохранения). В 2009 г. на 38 таких объектах выявлены нарушения санитарно-эпидемиологических правил и нормативов.

На территории Воронежской области расположен такой радиационно-опасный объект, как Нововоронежская АЭС. По официальным данным радиационная безопасность НВАЭС оценивается как «удовлетворительная». Эта оценка настораживает. В 2009 г. в отводящем канале на рыбхоз «Нововоронежский» и в реке Дон сохранялось высокое загрязнение водорослей и донных отложений кобальтом-60 — результат утечки жидких радиоактивных отходов НВАЭС. В г.Нововоронеже регулярно наблюдаются повышенные (иногда в десятки раз по сравнению с фоновыми) среднемесячные объемные активности цезия-137. В 2008 г., как и в предшествующие годы, от-

мечено появление в окрестностях АЭС продуктов деления и нейтронной активации [1]. Кроме того, при нормальном функционировании Нововоронежской АЭС, происходит выброс радионуклидов через системы вентиляции, а также при утечке из бассейнов выдержки отработанного топлива и хранилищ жидких отходов. Особенно велика роль трития, образующего тритированную воду, которую очень сложно отделить от обычной природной воды (рис. 1).

В наших предыдущих исследованиях не было отмечено повышение уровня радиационного фона. Он колебался в пределах от 9 до 20 мкР/ч. Однако по биоиндикационным признакам было отмечено повышение уровня флуктуирующей асимметрии в районе расположения станции. Кроме того, по признаку морфологических отклонений сосны обыкновенной было отмечено загрязнение в зоне расположения станции и вблизи хранилища жидких радиоактивных отходов [2, 3].

Обнаруженные отклонения в биологических объектах-индикаторах могут свидетельствовать о действии краткосрочных повышений уровня радиационного фона, который не был зафиксирован при измерениях или действии других неблагоприятных факторов среды. До аварии на ЧАЭС дозы облучения населения на территории Воронежской области формировались за счет естественных (космическое излучение и радионуклиды, содержащиеся в земных породах) и техногенных источников (медицинские процедуры, последствия испытаний ядерного оружия, атомная энергетика).

Глобальное осаждение продуктов ядерных взрывов продолжается до настоящего времени, хотя испытания не проводятся в 1986 года. Область относится к территориям, подвергшимся радиоактивному чернобыльскому загрязнению. Всего к зонам чернобыльского загрязнения отнесено 79 поселков из Аннинского, Верхнехавского, Нижнедевицкого, Ольховатского, Острогожского, Панинского, Репьевского и Хохольского районов области [3].

Настораживает, что при проведении радиационного контроля в 2009 г. (99 проб) в 31 пробе строительных материалов и 24 пробах лесопроductии было обнаружено повышенное содержание радионуклидов. Среди минерального сырья и материалов с повышенным содержанием радионуклидов к третьему классу ($1500 \text{ Бк/кг} < A_{\text{эф}} < 4000,0 \text{ Бк/кг}$) отнесена 1 проба импортируемой продукции: фильтры пенокерамические циркониевые (Китай). Среди строительных материалов ко второму классу ($370 \text{ Бк/кг} < A_{\text{эф}} < 740,0 \text{ Бк/кг}$) отнесены 3 пробы керамической плитки из Китая [1]. В результате выборочного радиацион-

ного контроля установлено небольшое превышение среднего по области гамма-фона в Павловском районе на Шкурлатском месторождении гранита.

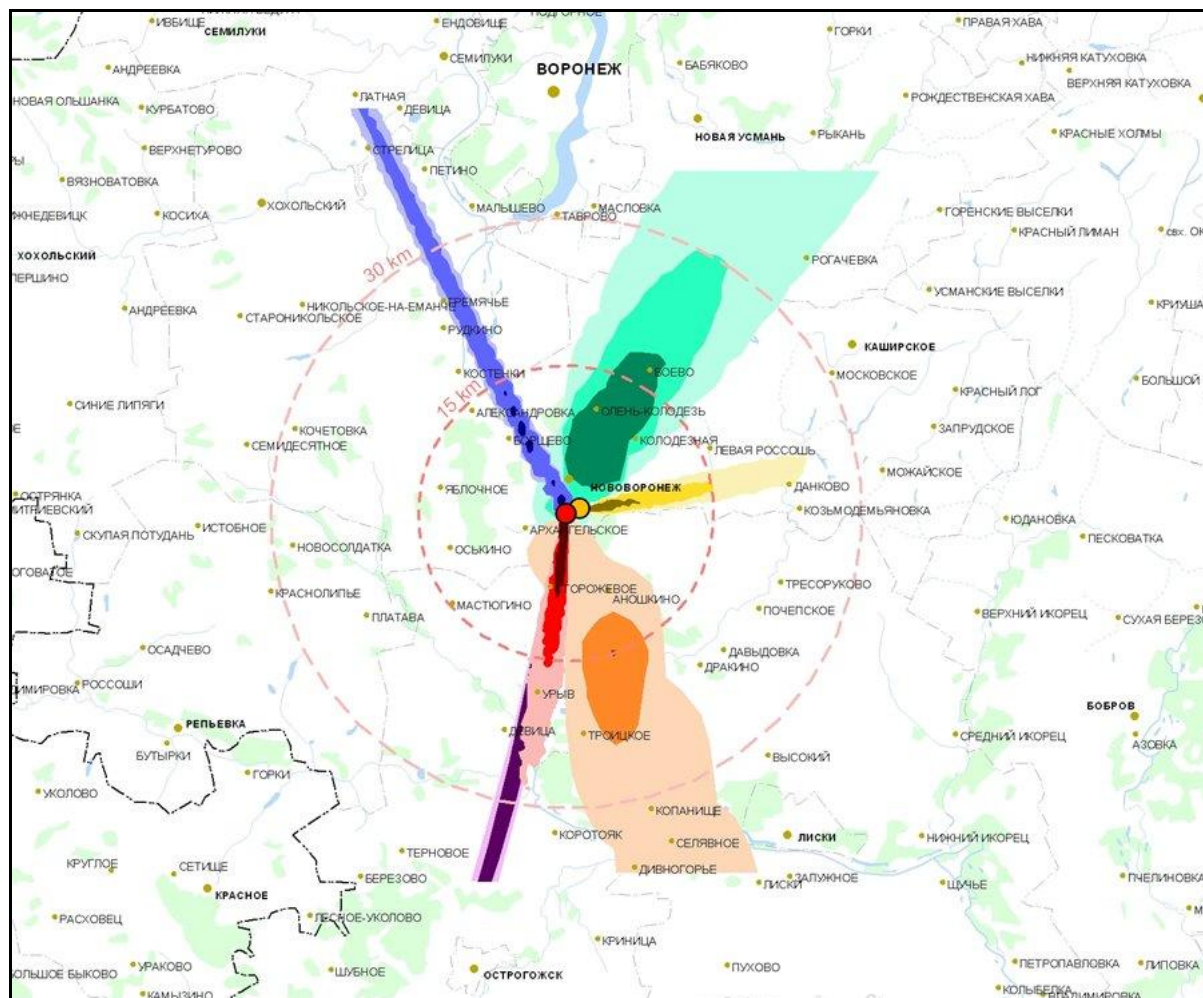


Рис. 1. Схема ветрового переноса цезия-137 в зоне расположения Нововоронежской АЭС в холодное время года [6]

Однако, это не значит, что о последствиях аварии на ЧАЭС можно забыть. Угрозы по-прежнему сохраняются, ведь события далекого 1986 года привели к повышению заболеваемости населения определенными формами рака, сердечно-сосудистыми заболеваниями. Основными показателями для оценки воздействия Чернобыльской аварии были выбраны характеристики плотности радиоактивного загрязнения почвы цезием-137 (Ки/км^2), а также среднегодовая эффективная доза облучения населения (мЗв/год).

В результате Чернобыльской аварии часть территории Воронежской области подверглась радиоактивному загрязнению с плотностью по цезию-137 до 5 Ки/км^2 . В оценке последствий радиационного загрязнения от Чернобыльской катастрофы 1986 года на территории Воронежской области принимали участия ряд структур, в том числе ФБУН «Санкт-Петербургский НИИ радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева», Управление Роспотребнадзора по Воронежской области, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области». Во всех населенных пунктах Воронежской области, отнесенных к зоне радиоактивного загрязнения, среднегодовые эффективные дозы критической группы населения, обусловленные радиоактивным загрязнением вследствие Чернобыльской катастрофы, с 1988 года не превышали 1 мЗв .

Одним из значимых индикатором воздействия радиационного фактора является уровень онкологической заболеваемости населения. При анализе заболеваемости населения по всем нозологическим группам не было выявлено корреляционной зависимости между значениями среднегодовых эффективных доз и показателями заболеваемости населения, проживающего на загрязненных территориях [3].

За последние 15 лет Роспотребнадзором по Воронежской области не зарегистрировано случаев превышения содержания техногенных радионуклидов (цезием-137 и стронций-90) в пищевых продуктах и питьевой воде, а также воде открытых водоемов.

Проводимый радиационно-гигиенический мониторинг свидетельствует о том, что вклад «чернобыльской» компоненты в облучение населения указанных населенных пунктов незначителен: максимальная индивидуальная доза облучения населения составляет $0,14 \text{ мЗв}$ в год (село Петренково Острогожского района). В соответствии с рекомендациями «Норм радиационной безопасности (НРБ-99/2009)» на территориях, где годовая эффективная доза не превышает 1 мЗв , проводится обычный контроль радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды, проживание и хозяйственная деятельность населения при этом не ограничивается.

В настоящее время актуальным вопросам является переход населенных пунктов, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС, к условиям нормальной жизнедеятельности [3].

Постановлением №1074 от 8 октября 2015 года Правительства РФ изменен перечень населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС.

Из перечня исключены 558 населенных пунктов. Еще 383 пункта в связи с изменением радиационной обстановки переведены в зоны с меньшим уровнем радиоактивного загрязнения. Изменения внесены с учетом результатов комплексных обследований населенных пунктов. Обследования проводились сводными рабочими группами, сформированными из представителей территориальных органов МЧС России, Росгидромета, Роспотребнадзора, органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления и общественных объединений граждан [1].

При этом сокращение количества подобных населенных пунктов позволит повысить эффективность выполнения мероприятий по безопасному проживанию людей и их жизнедеятельности, а также мероприятий по реабилитации радиоактивно загрязненных территорий, осуществляемых в рамках профильных целевых программ.

Вывод населенных пунктов из зон радиоактивного загрязнения создаст условия для использования в полной мере экономического потенциала территорий, послужит стимулом для их комплексного развития за счет привлечения инвестиций, реализации экономических и инфраструктурных проектов, развития сельского хозяйства, размещения новых производственных объектов и создания дополнительных рабочих мест. Это даст возможность формировать региональные и муниципальные бюджеты для решения социально значимых вопросов и оказания адресной финансовой и другой помощи инвалидам, многодетным семьям и пенсионерам.

По информации пресс-службы регионального ГУ МЧС из перечня исключены пять населенных пунктов Воронежской области, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС. Это хутор Верховье Нижнедевицкого муниципального района, хутор Ленинский Путь Репьевского муниципального района, хутор Дубинин Репьевского муниципального района, хутор Репье Репьевского муниципального района и хутор Кошарный Ольховатского муниципального района.

В этих хуторах в настоящее время не проживает ни одного человека, а средняя плотность радиоактивного загрязнения почвы цезием-137 составляет меньше 1 Ки/км².

Летом 2017 года было проведено обследование радиационного фона в 35 точках Воронежской области в направлении с северо-востока на юго-запад. Измерения проводили с помощью портативного радиометра ДКС - 96. Результаты измерений приведены в таблице 1 и на рисунке 2.

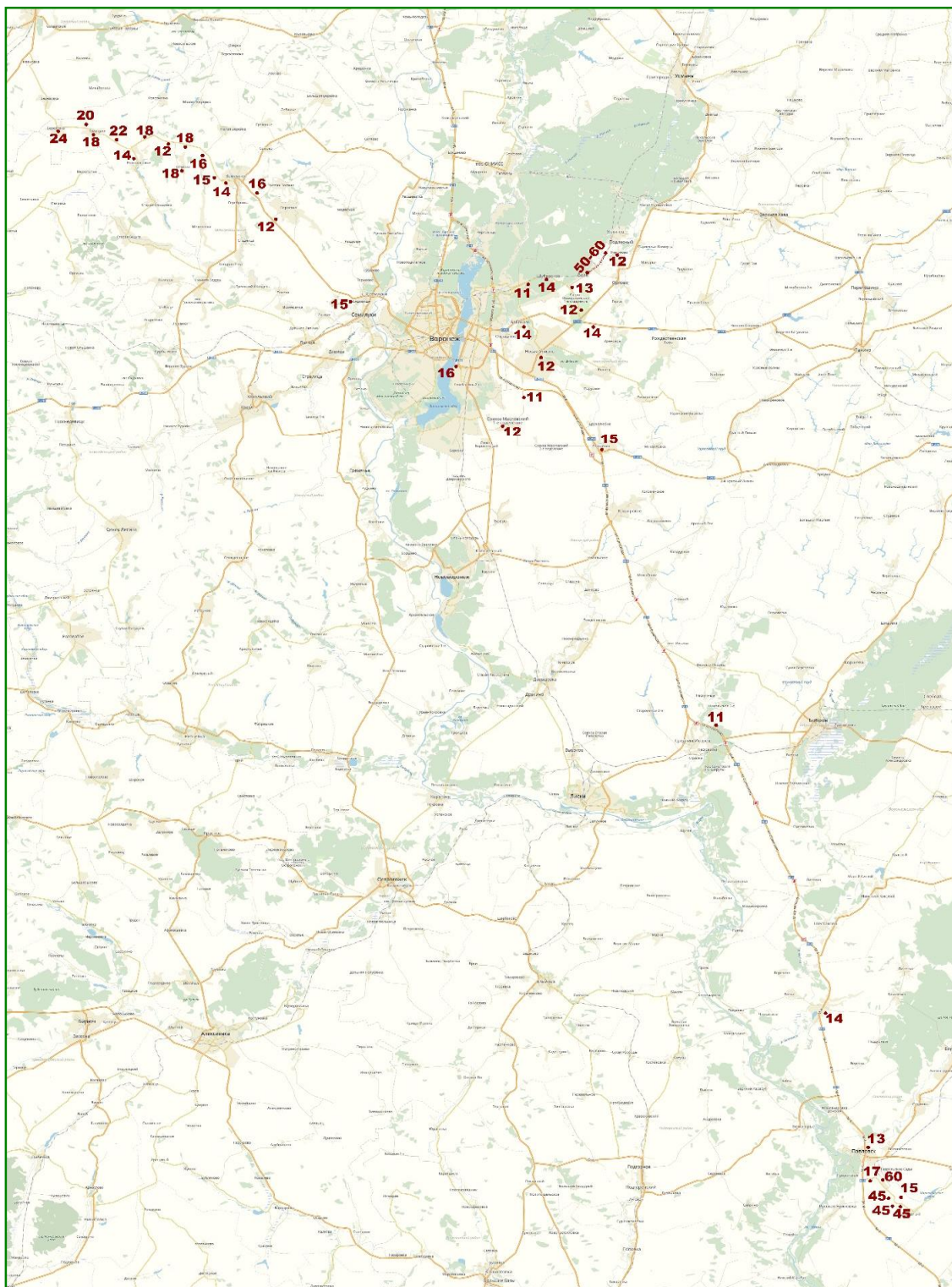


Рис. 2. Схема расположения точек проведения измерений и средние дозы (мкр/час)

Таблица 1

Результаты измерения гамма фона
на территории Воронежской области

Номер точки	Место измерения	Результат (мкр/ч)		Координаты
		диапазон показателей	среднее значение	
1	с. Березовка	12-36	24	51°58'17.4"N 38°19'55"E
2	Поля между с. Березовкой и с. Троицкое	18-23	20	51°58'25.7"N 38°22'01.9"E
3	с. Троицкое	14-27	18	51°57'54.7"N 38°25'11.3"E
4	Поля между с. Троицкое и с. Новосильское	19-26	22	51°56'46.8"N 38°28'39.3"E
5	с. Новосильское	12-21	14	51°56'14.7"N 38°30'13.4"E
6	Поля близ с. Новосильское	17-22	18	51°57'05.4"N 38°31'05.8"E
7	Окрестности рядом с новыми свинофермами	12-13	12	51°57'05.9"N 38°35'06.4"E
8	с. Ливенка	17-20	18	51°56'56.3"N 38°36'51.1"E
9	с. Казинка	17-22	18	51°55'00.5"N 38°37'03.5"E
10	с. Долгое	11-30	16	51°56'00.2"N 38°38'53.6"E
11	Поля на подъезде к Землянску	14-16	15	51°54'20.6"N 38°41'06.9"E
12	Землянск	14-15	14	51°53'44.9"N 38°42'55.4"E
13	Быстрик	14-17	16	51°52'41.2"N 38°46'01.9"E
14	Поля рядом с с. Перлевка	11-13	12	51°49'32.8"N 38°50'07.3"E
15	Небольшой заброшенный карьер в с. Ендовище	15	15	51°43'30.6"N 39°00'43"E
16	Территория близ золоотвала ВОГРЭС	15-17	16	51°36'53.3"N 39°13'25.3"E
17	с. Никоново	9-14	12	51°47'09"N 39°34'20.5"E
18	Участок Ж/Д пути от остановочного пункта Орлово до Ж/Д станции Тресвятская	45-72	50-60	51°47'25.6"N 39°33'35.6"E 51°46'02.7"N 39°31'55.2"E

Номер точки	Место измерения	Результат (мкр/ч)		Координаты
		диапазон показателей	среднее значение	
19	Пос. Шуберское	14-16	14	51°45'21.7"N 39°25'50"E
20	Сосновый лес у пос. Шуберское	10-11	11	51°45'14.7"N 39°23'55.4"E
21	Поле у пос. Воля	12-13	13	51°44'05"N 39°29'06.7"E
22	Поля рядом с трассой Воронеж-Тамбов	13-14	14	51°41'08.6"N 39°31'43.3"E
23	1-е отделение совхоза Масловский	12-14	12	51°32'22"N 39°20'38.8"E
24	Поля рядом с 1-ым отделением совхоза Масловский	9-12	11	51°34'02.9"N 39°22'33.1"E
25	с. Новая Усмань	12-13	12	51°36'15.4"N 39°22'24.9"E
26	с. Бабяково	13-14	14	51°41'12.8"N 39°21'56.2"E
27	Фруктово-ягодные сады	11-12	12	51°42'17.9"N 39°30'03.3"E
28	пгт. Рогачевка	14-15	15	51°30'24.2"N 39°32'51.7"E
29	Хвойный лес у реки Игорец	9-11	11	51°05'50.5"N 39°46'14.3"E
30	с. Лосево	14	14	50°40'03.6"N 40°03'10.9"E
31	г.Павловск	11-14	13	50°26'56.4"N 40°08'14.6"E
32	Павловский гранитный карьер	14-15	15	50°22'48.1"N 40°13'25.1"E
33	Территория рядом с карьером	38-52	45	50°22'42"N 40°13'27.3"E
34	Холмы из отсева на территории предприятия	60-70	60	50°24'44.5"N 40°10'21.1"E
35	Поля по дороге к карьере	15-20	17	50°24'55.8"N 40°08'29.3"E

В большинстве точек измерения радиационный фон не превышает естественный. Исключение составляют точки 18, 33 и 34. Первая из них расположена на участке железнодорожного пути от остановочного пункта Орлово до станции Тресвятская. Диапазон доз

здесь составляет от 45 до 72 мкр/ч, что выше допустимых значений. В данном случае мы не нашли причин таких высоких значений.

В районе расположения Павловского гранитного карьера также были отмечены повышенные значения измерений радиационного фона. Гранит обладает значительной удельной радиоактивностью. Поэтому в районе гранитного карьера зафиксирован диапазон доз от 38 до 52 мкр/ч.

Это соответствует нормам, но значительно превышает значения естественного фона по большинству точек измерения в нашем исследовании. Еще большие значения ионизирующей радиации были зафиксированы в районе холмов отсева на территории предприятий. Диапазон значений колебался от 60 до 70 мкр/ч. Это превышает допустимые значения, а отсев гранита используется в дорожном строительстве по всему городу Павловску и за его пределами. Это создает угрозу превышения допустимой дозы для населения, проживающего вблизи предприятия и пользующегося отсевом гранита для мощения дорог и стоянок.

В целом по результатам проведенного обследования можно отметить, что радиационная обстановка на территории области благополучная, однако в местах использования и добычи гранитного щебня радиационных фон оказывается на грани допустимых норм или за их пределами. Это может обуславливать повышенные дозы радиационного облучения жителей области. Для повышения радиационной безопасности можно рекомендовать:

- организовать регулярный независимый мониторинг влияния Нововоронежской АЭС на население и природную среду;
- организовать мониторинг в зоне расположения Павловского гранитного карьера и мест размещения отвальных пород;
- регулярно проводить оценку радиационной обстановки в населенных пунктах зоны чернобыльского загрязнения.

Кроме того, для улучшения общего состояния радиационной безопасности населения можно рекомендовать организовать контроль за уровнем медицинского облучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батищев В.В. Воронежская область / В.В. Батищев // «Региональная экологическая политика» РОДП «ЯБЛОКО». Обзор экологических проблем Воронежской области и путей их решения. – Ярославль: Изд-во «Индиго» – 2011. – 40 с.

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

3. Иванова Е.Ю. Оценка загрязнения атмосферного воздуха в районе расположения Нововоронежской АЭС методами биоиндикации / Е.Ю. Иванова, С.В. Лебедь // Труды Третьей науч.-практ. конф. с межд. участием «Экологическая безопасность АЭС» (Калининград, 19–20 октября 2016 г.). – Калининград: Изд-во «Аксиос», 2016. – С. 73-77.

4. Стёпкин Ю.И. Последствия радиационного загрязнения территории Воронежской области по истечении тридцати лет после аварии на Чернобыльской АЭС / Ю.И. Стёпкин, М.К. Кузмичев, О.В. Клепиков, В.И. Попов // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – 2017. – №1. – С. 108-112.

5. <http://voronej.bezformata.ru/listnews/chernobilskogo-perechnya-naselennih-punktov/39454559> (дата обращения: 1.11.2017).

6. <http://www.rosbalt.ru/main/2011/03/30/834079.html> (дата обращения: 1.11.2017).

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДОТОКОВ БЛИЖНЕГО ПОДВОРОНЕЖЬЯ

Т.И. Прожорина, Т.В. Нагих

В последнее десятилетие антропогенное воздействие на водные объекты особенно сильно проявляется в бассейнах рек в промышленно развитых и сельскохозяйственных регионах. Влияние антропогенных факторов на формирование химического состава речного стока становится сопоставимым с природными геохимическими и биологическими процессами.

Развитая транспортно-промышленная инфраструктура городов и интенсивная нагрузка на бассейны рек приводит к прогрессирующему ухудшению качества воды. Мониторинг и контроль за состоянием водных объектов поможет выявить источники и причины загрязнения вод, оценить их экологическое состояние на момент исследования и сделать прогноз на будущее.

Воронежская область характеризуется низкой природной водообеспеченностью, она находится в зоне с недостаточным увлажнением. Осадков выпадает немного и большая их часть испаряется. На каждого жителя Воронежской области приходится примерно 1500 м³ воды. Это один из самых низких показателей в Центрально-Черноземном районе и в целом по стране. В то же время коэффициент использования водных ресурсов реки Дон – один из самых высоких в стране [2].

Одной из характерных проблем области, как в целом и России, является недостаточная рациональность использования водных ресурсов. Высоким уровнем водоемкости характеризуется экономика области и отдельные предприятия промышленности и коммунального хозяйства. Эффективное использование речных вод без нанесения ущерба и вреда геосистеме реки и её бассейну должно базироваться на строгом учете водного фонда, количественного и качественного состояния водотоков.

Так, например, река Дон является главной водно-транспортной магистралью области, источником технического водоснабжения промышленных предприятий и сельхозобъектов, используется в рекреационных целях, а также для рыболовства. При этом р. Дон является приемником сточных вод, сбрасываемых с очистных сооружений ООО «РВК-Воронеж» совместно с неочищенным поверхностным стоком правобережной части города, что оказывает негативное влияние на качество воды [1].

Другим примером водных экосистем, подвергающихся антропогенной нагрузке, может служить р. Усмань, протекающая по Воронежской и Липецкой областям и являющаяся левым притоком реки Воронеж. Реку интенсивно посещают тысячи отдыхающих. К сожалению, ее берега разрушаются, а пойма страдает от вторжения автомобилей. Требуются специальные меры по спасению реки [6].

С учетом наиболее интенсивной антропогенной нагрузки на водные ресурсы вблизи областного центра в качестве пригородной зоны нами определена ближайшая 40 – км зона, ограничивающая территорию Воронежского городского округа, которую «условно» можно называть как Ближнее Подворонежье. По этой территории протекают такие реки как Дон, Воронеж, Усмань, которые были выбраны в качестве объектов исследования.

На экологическое состояние водотоков сильное влияние оказывают факторы природного характера, но в последние годы первостепенное значение имеет антропогенное воздействие.

Природные факторы.

1. Обмеление рек области, наблюдающееся в последние годы, связано с неблагоприятными метеорологическими условиями, сложившимися на территории Воронежской области, а также в результате проведенных мелиоративных работ в 60-70-е годы прошлого века. Следует отметить, что начиная с 2011 года суммарное годовое количество атмосферных осадков превышает норму, но большая их часть приходится на летние месяцы и расходуется на испарение, а не на пополнение запасов грунтовых вод, в связи с чем происходит снижение уровня грунтовых вод [2, 7].

2. Естественная эвтрофикация — это увеличение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов под действием естественных факторов (например, небольшая глубина водоема связана с высокой прогреваемостью воды). Эвтрофикация приводит к бурному развитию сине-зеленых водорослей, что вызывает дефицит кислорода в воде, нарушение экологического состояния водоема и приводит к резкому ухудшению качества воды в нем.

3. Результаты наблюдений за русловыми процессами показали, что состояние русел рек на территории Воронежской области в створах наблюдений в основном неудовлетворительное. Естественные морфометрические параметры русел вследствие климатических изменений полностью изменились. Руслу забиты донными отложениями. Это приводит к значительному увеличению скорости течения воды и постоянному размыву и разрушению берегов.

4. Отсутствие высоких половодий в течение длительного периода привело к тому, что реки не в состоянии обеспечить ежегодную промывку русла от донных отложений бытового мусора и водной растительности.

Антропогенные факторы, воздействующие на реки - главная причина снижения качества поверхностных водных ресурсов.

1. Самое большое воздействие на формирование водных ресурсов и речной сети оказывает забор воды из рек. Речная вода в естественном русле и зарегулированная гидротехническими сооружениями широко используется на производственные нужды в промышленности, в сельском хозяйстве, особенно при орошении, в коммунальном хозяйстве и в системах оборотного и повторного водоснабжения.

2. Вырубка охраняющего воду леса, который в Воронежской зоне увеличивает количество выпадающих осадков и способствует меньшему заилению русловой емкости.

3. Сброс сточных вод. В водные объекты области в 2015 году сброшено 248,3 млн. м³ сточных вод, в том числе недостаточно очищенных 117,1 млн. м³. Объем нормативно- чистых сточных вод составил 131,2 млн. м³ [1].

4. Неудовлетворительная работа очистных сооружений. Общая мощность очистных сооружений Воронежской области составляет около 965,0 тыс. м³. Все сооружения искусственной биологической очистки (ИБО) области не обеспечивают очистку сточных вод до нормативов сброса в водные объекты рыбохозяйственного назначения. К основным причинам ненормативной очистки стоков относятся: устаревшее оборудование; несоблюдение технологий очистки; отсутствие блоков доочистки; недостаток производственных мощностей и др.

5. Особенно высокое антропогенное воздействие оказывает поверхностный сток, образующийся на городской территории. В нем содержатся продукты эрозии почвы, пыль, строительные материалы, нефтепродукты от автотранспорта и др.

6. Среди источников поверхностного загрязнения водных объектов, расположенных на водосборах речных бассейнов, приоритетное место занимают сельскохозяйственные угодья. С поверхностным стоком в реки поступают минеральные удобрения, токсичные пестициды и биогенные элементы животноводческих стоков.

7. Нарушения в режиме использования водоохранных зон связаны с большим количеством неорганизованных свалок бытового мусора, который остается после многочисленных отдыхающих, происходит выбивание луговой растительности поймы автотранспортом, ведется интенсивное жилищное строительство; в прибрежных защитных полосах водных объектов ведется распашка земель, применяются удобрения [7].

8. Кислотные дожди, выпадающие на водосбор реки и меняющие геохимический цикл в системе «водосбор – водоток». Это ведет к уменьшению насыщения почв и вод катионами, снижению pH воды, вымыванию металлов из почвы в воду, снижению потенциала использования водных объектов для жизнеобеспечения людей и поддержания устойчивости водных экосистем.

9. Еще одна проблема всех водных объектов – это «антропогенная» эвтрофикация, которая развивается в результате обогаще-

ния водоема биогенными веществами, поступающими со сточными водами, а также с поверхностным стоком с удобряемых полей, приводит к «цветению» воды и к резкому ухудшению ее качества [8].

Все вышесказанное подтверждает актуальность выбранного исследования.

Цель работы заключается в гидрохимической оценке качества вод рек Ближнего Подворонежья на основании результатов анализа химического состава воды.

Исследуемые водотоки относятся к разным категориям по протяженности и составляют общую часть гидрологической речной системы: р. Дон – большая река (1967 км); р. Воронеж – средняя река (520 км) – левый приток р. Дон; р. Усмань – носит пограничный характер между средней и малой рекой (151 км) – левый приток р. Воронеж [5].

Отбор разовых проб воды осуществлялся на расстоянии 1,5-2,0 м от берега реки, с поверхностного слоя 30-50 см с помощью батометра. Работа проводилась в осенний период 2016-2017 г.г. Всего было отобрано 27 проб воды, в том числе из р. Дон – 9 проб, из р. Воронеж – 9 проб, из р. Усмань – 9 проб (табл. 1).

На рисунке 1 представлена картосхема расположения 27 точек отбора проб воды из исследуемых водотоков.

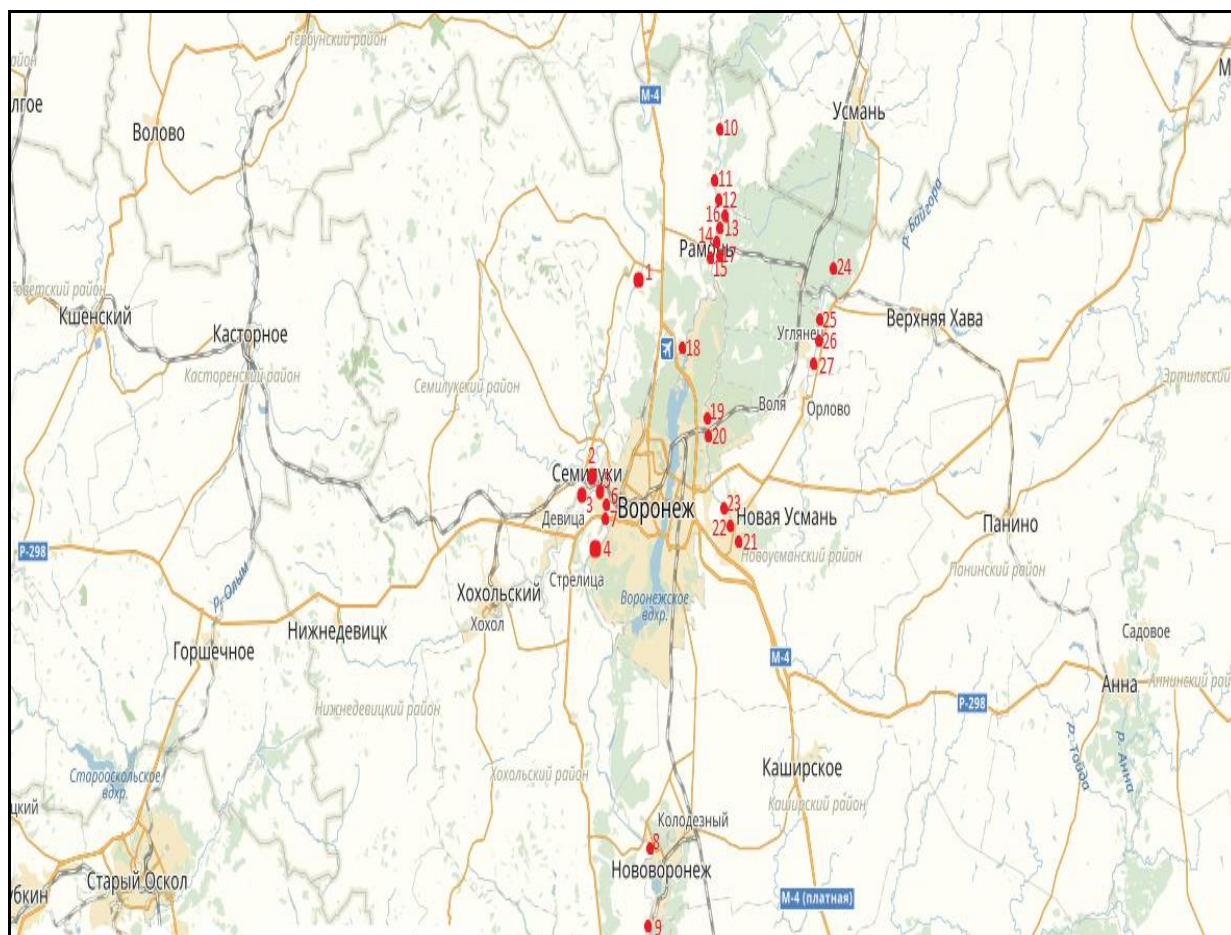
Химический анализ приоритетных загрязняющих веществ в пробах речных вод проводился на базе аттестованной эколого-аналитической лаборатории факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского госуниверситета с применением следующих методов анализа: органолептический (прозрачность, осадок, цветность, запах), титриметрический (общая жесткость, Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-); потенциометрический (pH); кондуктометрический (общая минерализация), колориметрический (общее железо, аммонийный азот, нитриты и нитраты) и расчетный (Mg^{2+}) [9]. Каждая проба анализировалась в 2-х кратной повторности по 16 показателям. Итого было выполнено 864 анализа.

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 [3, 4].

Таблица 1

Точки отбора проб воды из р. Дон, Воронеж и Усмань

№ пробы	Место взятия пробы воды
	<i>Река Дон</i>
1	Рамонский район, с. Новоживотинное, левый берег
2	Семилукский район, г. Семилуки, правый берег, окраина, возле моста
3	Семилукский район, г. Семилуки (центральный пляж)
4	г. Воронеж, пос. Тепличный, левый берег
5	г. Воронеж (на 500 м выше Правобережных очистных сооружений (ПОС))
6	г. Воронеж (в месте сброса стоков с ПОС)
7	г. Воронеж (на 1000 м ниже сброса стоков с ПОС)
8	г. Нововоронеж (на 1 км выше города)
9	г. Нововоронеж (на 5 км ниже города)
	<i>Река Воронеж</i>
10	пос. Нелжа Рамонского района
11	пос. Ступино Рамонского района
12	пос. Ступино - мост Рамонского района
13	Между с. Берёзово и с. Ивницы Рамонского района
14	с. Березово Рамонского района
15	Пляж Ярушка Рамонского района
16	Родник Париновский Рамонского района
17	г. Рамонь (под мостом)
18	с. Чертовицы Рамонского района
	<i>Река Усмань</i>
19	г. Воронеж, пос. Боровое, пляж
20	г. Воронеж, пос. Сомово, пляж
21	Новоусманский район, с. Новая Усмань (на 500 м выше сброса сточных вод от «Новоусманское ЖКХ»)
22	Новоусманский район, с. Новая Усмань (в месте сброса сточных вод от «Новоусманское ЖКХ»)
23	Новоусманский район, с. Новая Усмань (на 1000 м ниже сброса сточных вод от «Новоусманское ЖКХ»)
24	Рамонский район, ФГБУ «Воронежский Государственный природный биосферный заповедник»
25	Верхнехавский район с. Углянец (на 500 м выше сброса стоков с городских очистных сооружений) (40 км от Воронежа)
26	Верхнехавский район с. Углянец (в месте сброса стоков с городских очистных сооружений)
27	Верхнехавский район с. Углянец (на 1000 м ниже сброса стоков с городских очистных сооружений)



*Рис.1. Картограмма расположения точек отбора проб воды из
р. Дон, р. Воронеж, р. Усмань*

Согласно результатам органолептических исследований наибольшей *цветностью* обладают воды р. Воронеж (около 40 град) и несколько проб р. Дон (№6 и №7 имеют цветность 50 и 40 град соответственно). Также две пробы р. Усмань (№3 и №4) имеют повышенную цветность 50 град, а проба №8 отличается цветностью до 70 град. Цветность вод объясняется наличием в водоеме тонкодисперсных взвесей естественного или антропогенного происхождения. Повышенные значения цветности связаны с закрытым характером данных водных систем, наличием илистого дна, отсутствием течения и процессов интенсивного разбавления. Высокие значения цветности вод отдельных проб объясняются высокой нагрузкой со стороны промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

Наиболее интенсивным *запахом* обладают по одной пробе воды р. Дон (№6) и р. Усмань (№8), что связано, в первую очередь, со сбросом недостаточно очищенных вод с правобережных очистных сооружений г. Воронежа и с. Углянец Верхнехавского района.

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

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

В целях обобщения полученных результатов, были подсчитаны усредненные значения всех показателей химического состава исследуемых водных объектов, результаты приведены в таблице 2.

Усредненные значения всех показателей химического состава показали, что по степени загрязненности исследуемые водотоки можно расположить в следующий убывающий ряд: р. Дон > р. Усмань > р. Воронеж.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. *Река Дон* – крупная водная артерия области, испытывающая большую антропогенную нагрузку со стороны промышленных и сельскохозяйственных предприятий, сбрасывающих свои сточные воды. В водах р. Дон обнаружены повышенные концентрации сульфат-ионов (1,12-1,93 ПДК), общего железа (1,4 – 8,7 ПДК), нитритов (1,1 – 6,5 ПДК) и аммонийного азота (3,12- 27,92 ПДК). По содержанию аммонийного азота воды оцениваются как «грязные» и относятся к 5 классу качества. Большая часть проб воды р. Дон с повышенными значениями загрязняющих веществ обнаружена на территории г. Воронежа, г. Семилуки и г. Нововоронежа.

2. *Для вод р. Воронеж* характерны превышения ПДК железа общего (1,1-2,1 ПДК) и нитритов (1,0 – 1,5 ПДК). По содержанию NH_4^+ -иона воды оцениваются как «умеренно загрязненные» и относятся к 3 классу качества. Большая часть проб воды р. Воронеж с высокими значениями загрязняющих веществ обнаружена на территории с. Ступино и с. Чертовицы Рамонского района.

3. *Воды р. Усмань* испытывают значительную рекреационную нагрузку. Вдоль русла реки расположены многие туристические базы, детские лагеря, базы отдыха, загородные отели. По показателю общей жесткости воды реки относятся к «жестким» на территории г. Воронежа (пос. Сомово и Боровое), с. Новой Усмани и Ра-

монского района (биосферный заповедник). Превышения ПДК в водах р. Усмань обнаружены для сульфат-ионов (1- 1,26 ПДК), общего железа (1,4 – 3,6 ПДК), нитритов (7- 63,8 ПДК), аммонийного азота (1,12-10,2 ПДК). По содержанию NH_4^+ -иона воды оцениваются как «загрязненные» и относятся к 4 классу качества. Большая часть проб воды р. Усмань с повышенными значениями загрязняющих веществ обнаружена на территории г. Воронежа (пос. Сомово), с. Новая Усмань и с. Углянец Верхнехавского района.

Таблица 2

Средние показатели качества вод исследуемых водных объектов

Показатель	Р. Дон	Р. Воронеж	Р. Усмань	ПДК рыбо- хоз. назначе- ния
рН	7,79	7,76	7,82	6,5-8,5
Общая минерализация, мг/л	435	533	733	1000
Общая жесткость, ммоль/л	4,53 средняя	3,56 средняя	6,08 жесткая	7,0
Ca^{2+} , мг/л	35,12	59,62	84,67	180
Mg^{2+} , мг/л	17,67	7,19	18,84	40
HCO_3^- , мг/л	249,26	188,68	287,1	400-500
SO_4^{2-} , мг/л	121,44	84,44	80,67	100
Cl^- , мг/л	49,24	27,78	39,48	300
Железо общ, мг/л	0,27	0,12	0,24	0,1
NO_3^- , мг/л	10,14	3,86	37,24	40
NO_2^- , мг/л	0,25	0,08	0,19	0,08
NH_4^+ , мг/л	4,47	0,14	2,66	0,5

4. Химический анализ проб воды показал, что качество исследуемых рек, протекающих в пределах Ближнего Подворонежья, можно оценить как: река Дон – «грязная»; река Усмань «загрязненная»; река Воронеж «умеренно загрязненная» [10].

Вопрос о сохранении чистоты поверхностных водных объектов стоит достаточно остро, поэтому одной из первоочередных задач природоохранных служб г. Воронежа и Воронежской области является постоянный мониторинг и жесткий контроль за состоянием, использованием и охраной речных вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.-146 с.
2. Дмитриева В.А. Водные ресурсы Воронежской области в условиях меняющихся климата и хозяйственной деятельности / В.А. Дмитриева. – Воронеж : Издат. дом ВГУ, 2015. – 192 с.
3. Корчагина В.А. Геоэкологическая экспресс-оценка качества поверхностных водных ресурсов Ближнего Подворонежья / В.А. Корчагина, Т.И. Прожорина, С.А. Куролап // Вестник Воронежского государственного университета: Серия География и Геоэкология. – 2008. – №2. – С. 64-70.
4. Маслова М.О. Эколого-аналитическая оценка качества вод рекреационных зон ближнего Подворонежья / М.О. Маслова, Т.И. Прожорина, Н.И. Якунина // Вестник Воронежского государственного университета: Серия География и Геоэкология. – 2014. – №4. – С. 48-56.
5. Мишон В.М. Река Воронеж и ее бассейны: ресурсы и водно-экологические проблемы / В.М. Мишон. – Воронеж: Изд-во Воронеж.ун-та, 2000. – 296 с.
6. Река Усманка. Настоящее и будущее. – URL: <http://nsportal.ru/shkola/biologiya/library/2014/12/24/reka-usmanka-nastoyashchee-i-budushchee> (дата обращения : 28.04.2017).
7. Смольянинов В.М. Интегральные показатели в оценке антропогенного давления на территорию речных водосборов Воронежской области / В.М. Смольянинов, С.В. Щербинина // Эколого-географические исследования в речных бассейнах : мат-лы четвертой всерос. науч.-практ. конф. / под. ред. Шмыкова В.И. [и др.]. – Воронеж : Воронежский государственный педагогический университет, 2014. – С.191- 196.
8. Экологическое состояние поверхностных вод Воронежской области; антропогенные условия. – URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx=603709> (дата обращения: 07.05.2017).
9. Эколого-аналитические методы исследования окружающей среды: учеб. пособие / Т. И. Прожорина [и др.] – Воронеж: Из-во «Истоки», 2010 – 302 с.
10. Эколого-геохимическая оценка вод в местах рекреации пригородной зоны г. Воронежа / Маслова М.О., Прожорина Т.И.// Экологическая оценка и картографирование состояния городской среды. – Воронеж: Цифровая полиграфия, 2014. – С. 144-151.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ИЗ ИСТОЧНИКОВ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА ЛИСКИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.И. Прожорина , Т.В. Нагих

Быстрый рост населения планеты в сочетании с возрастающими объемами водопотребления для бытовых и промышленных нужд и интенсивным сельским хозяйством приводит к глобальному водному кризису, который проявляется в нехватке пресной воды и в её усиливающемся загрязнении.

В то время как многие регионы достаточно обеспечены питьевой водой, каждые четверо из 10 человек живут в бассейнах рек с дефицитом воды, пригодной для питья. Предполагается, что к 2025 году по меньшей мере 3,5 миллиарда человек – примерно половина населения земного шара – будут испытывать недостаток питьевой воды. Сейчас люди используют 54% доступной пресной воды, причем, две трети уходит на нужды сельского хозяйства. По прогнозам специалистов, к 2025 году потребление воды возрастет до 75% от нынешнего уровня только за счет увеличения населения. Уже сейчас более миллиарда землян не имеют доступа к чистой воде. Проблема еще и в том, что в развивающихся странах 95% канализационных стоков и 70% промышленных отходов сбрасываются в водоемы без очистки [4].

Состояние источников питьевого водоснабжения, неудовлетворительная очистка и обеззараживание напрямую связаны с качеством питьевой воды, подаваемой потребителям. В целом по РФ 20,6% проб, взятых из водопровода, не отвечают гигиеническим требованиям к питьевой воде по санитарно-химическим показателям (15,9% - по органолептике, 2,1% - по минерализации, 2,1% - по токсическим веществам) и 10,6% - по микробиологическим показателям.

Обобщая все вышесказанное, необходимо отметить, что качество воды «оставляет желать лучшего», поэтому зачастую водный фактор является причиной множества заболеваний. В связи с этим должны проводиться мероприятия, направленные на улучшение ее качества. Обоснованные претензии к питьевой воде имеются во всех регионах РФ, в том числе и в Воронежской области.

Лискинский район – один из типичных и наиболее промышленно развитых районов Воронежской области. Он расположен в

центральной части региона в 90 км от г. Воронежа. Административный центр — город Лиски. Площадь района — 2036 тыс.км². Население района составляет 104,3 тыс. человек, в том числе в г. Лиски проживает около 60,8 тыс. человек (по данным на 01.01.2016 г.). Расположен город Лиски на левом берегу реки Дон между двумя его притоками — Икорец и Хворостань. С г.Воронежем город связан железнодорожным и автомобильным сообщением.

В Лискинском районе централизованное обеспечение питьевой водой населения осуществляется из подземных водоносных горизонтов. В городе Лиски существуют 3 водозабора: водозабор «Больничный комплекс», водозабор «Богатое» и водозабор «Песковатский».

Источником водоснабжения являются подземные водоносные горизонты - *верхнечетвертичный и девонский* - водозабора «Богатое», находящегося в юго-западной части г. Лиски. Глубина залегания водоносного горизонта до 30м (верхнечетвертичный) и до 80м (девонский). Водоносный верхнечетвертичный горизонт относится к незащищенным. Водозабор состоит из 20 артезианских скважин, технический износ которых составляет 75%.

«Песковатский» водозабор расположен на юго-восточной окраине города. Источник водоснабжения представлен аналогичными водоносными горизонтами. Глубина скважин от 30 до 60 м. Водозабор состоит из 31 артезианской скважины, технический износ которых составляет 90%.

Водозабор «Больничный комплекс» состоит из артезианских скважин в количестве 6 штук, все они в рабочем состоянии и пробурены для эксплуатации средне - верхнедевонского водоносного горизонта, глубиной от 75 до 85 м. Однако технический износ скважин составляет 80% [5-7].

Контроль за качеством подземных вод проводит ведущая организация МУП «Водоканал» города Лиски.

Используемые для централизованного водоснабжения подземные воды имеют, как правило, повышенное содержание *железа, марганца, солей жёсткости*, что ухудшает не только органолептические свойства питьевой воды, но и может оказывать неблагоприятное влияние на здоровье населения. Наряду с элементами, обусловленными природным составом подземных водоносных горизонтов, в питьевой воде ряда врачебных участков Лискинского рай-

она отмечается повышенное содержание *нитратов*, имеющее антропо-техногенный характер загрязнения.

В г. Лиски выявлено загрязнение подземных вод, в основном связанное с деятельностью промышленных и коммунальных предприятий: поля фильтрации спецхоза ОАО «Маяк» и ОАО «Лискисахар»; промплощадка ФГУ комбината «Богатырь» (нефтебаза); очистные сооружения и территория свинокомплекса «9-ая пятилетка» [3].

Удельный вес централизованного водоснабжения Лискинского района составляет для 95 % городского и 73 % сельского населения. Протяженность сетей водопровода составляет по району 292,7 км, из них г. Лиски – 119,2 км, село – 173,5 км.

Централизованным водоснабжением в г. Лиски охвачено 93,4 % населения. В городе смешанный тип водоснабжения. Водоснабжение осуществляется 44 водопроводами, из них 2 коммунальных, 42 ведомственных водопровода.

Удельное водопотребление на 1 человека в сутки составляет: городского населения – 230 л, сельского – 50 л. Ситуация по обеспечению населения достаточным количеством питьевой воды в районе *неблагоприятная*. Отпуск воды потребителям из года в год уменьшается [3].

Качество используемых для водоснабжения подземных вод (32% от общего водозабора) в основном удовлетворяет нормативным требованиям, однако их загрязнение также увеличивается. Из-за повышенного техногенного загрязнения водоисточников нефтепродуктами, солями тяжелых металлов, пестицидами, нитратами и другими вредными веществами технологии, применяемые для подготовки питьевой воды, в большинстве случаев неэффективны. Это нередко и приводит к потреблению населением воды непитьевого качества [4].

В Докладе «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Воронежской области в 2016 году» [2] отмечается, что индекс загрязнения питьевой воды (ИЗВ), рассчитанный по четырем, приоритетным для территории Воронежской области загрязнителям (железо, марганец, нитраты, нитриты) выше среднего показателя по Воронежской области (ИЗВ = 1,66). Преобладающими загрязнителями питьевой воды в Лискинском районе являются: *железо (до 3 ПДК), жесткость (до 3 ПДК), нитраты (до 5 ПДК), марганец (до 2 ПДК)*.

МУП «Водоканал» г. Лиски производит прием и очистку стоков от населения, коммунально-бытовых (60%) и промышленных предприятий (40%) города. Общую очистку сточных вод производят городские очистные сооружения биологической очистки. Техническое состояние всех объектов *«удовлетворительное»* или *«ветхое»*, а степень технического износа достигает 100%.

Сброс вод с биопрудов производится в реку Дон. Качество воды р. Дон в месте выпуска стоков и в контрольных точках также не соответствуют требованиям ОБУВ «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» и ГН 2.1.5.61315-03 «ПДК химических веществ в воде водных объектов». Очистные сооружения работают *неэффективно*, нарушаются правила их эксплуатации. Качество сбрасываемых вод не соответствует нормам по содержанию органических и азотсодержащих веществ, превышая ПДК от 3 до 10 раз.

Цель данной работы заключалась в оценке качества питьевой воды г. Лиски Воронежской области по результатам приоритетных показателей химического состава отобранных проб водопроводной воды.

12.02.2017 г. соответствии с ГОСТом 17.1.5.05.-85 авторами работы было отобрано 8 разовых проб водопроводной воды в жилых домах четырех административных районов г. Лиски Воронежской области, по две пробы в каждом районе (табл. 1).

Таблица 1

Точки отбора проб водопроводной воды в г. Лиски

Административный район г. Лиски	№ пробы	Место отбора пробы
Район Интернат	1	Ул. Титова, д.4, кв.47
	2	Ул. Свободы, д. 2 магазин «Радуга»
Район Центральный	3	Ул. Коммунистическая, д. 15
	4	Ул. Ленина, д. 15/1
Район Сахарный Завод	5	40 лет Октября, д. 44 магазин «Акватория»
	6	Ул. Буракова, д. 22, кв. 23
Район Песковатка	7	Ул. Осипова, д.8
	8	Ул. Новосёлов, д.2 магазин «Ассорти»

Химический анализ некоторых загрязняющих веществ в исследуемых пробах воды проводился в аттестованной эколого-аналитической лаборатории факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского госуниверситета с применением следующих

методов анализа: титриметрический (общая жесткость, Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-); потенциометрический (pH); колориметрический ($\text{Fe}_{\text{общ.}}$, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-); расчетный (общая минерализация и Mg^{2+}) [9]. Результаты химического анализа приведены в таблице 2.

В соответствии с установленными нормами общая жесткость для централизованного водоснабжения должна быть ≤ 7 ммоль/л. Однако, из 8 отобранных проб воды, в 6 пробах обнаружена повышенная жесткость, превышающая норматив от 1,01 до 1,43 раза. В Центральном районе и районах Сахарного завода и Песковатки водопроводная вода характеризуется как «очень жесткая», и ее опасно употреблять в питьевых целях без соответствующей очистки.

Во всех административных районах города водопроводная вода отличается повышенным содержанием железа, которое превышает норму (пробы №3, 6, 7), в остальных пробах фактическая концентрация железа практически не достигает ПДК (0,27-0,29 мг/л).

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 имеет *повышенную минерализацию*.

Несмотря на то, что содержание нитрат-ионов во всех пробах воды соответствует требованиям гигиенических нормативов (СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода» [8]), все же следует отметить, что в пробах № 1, 2, 3 наблюдается значительное содержание нитратного азота, имеющего, вероятно, антропогенный характер. Наличие соединений азота в воде может стать причиной ухудшения качества воды по микробиологическим показателям.

Основными причинами низкого качества питьевой воды на территории г. Лиски являются: факторы природного характера; отсутствие очистных сооружений на большинстве водозаборных узлов; несовершенство применяемых технологий очистки воды; высокая изношенность водопроводов и разводящих сетей (до 76%), приводящая к вторичному загрязнению воды и др. [3].

Существующие технологии водоподготовки не отвечают современному уровню загрязнения водисточников. Для улучшения качества воды требуется отказ от ее предварительного хлорирования, применение сильных окислителей (перекиси водорода, озона), новых коагулянтов и флокулянтов, новых фильтрующих материалов.

Таблица 2

Показатели химического анализа проб воды из разводящей
сети г. Лиски Воронежской области

Показатели	Административные районы города							
	Район Интернат		Район Центральный		Район Сахарный завод		Район Песковатка	
	Проба №1	Проба №2	Проба №3	Проба №4	Проба №5	Проба №6	Проба №7	Проба №8
рН (ПДК=6-9)	6,8	6,8	6,8	6,4	6,4	6,3	6,4	6,3
Общая минерализация, мг/л (ПДК <1000 мг/л)	685,18	711,5	749,06	978,78	959,77	915,41	926,42	919,13
Ca ²⁺ , мг/л (ПДК<200мг/л)	109,98	109,49	110,96	163,99	159,08	153,68	154,66	156,13
Mg ²⁺ , мг/л (ПДК<100мг/л)	11,63	12,80	20,56	22,95	22,35	22,93	21,45	19,37
Общая жесткость, ммоль/л (ПДК <7 ммоль/л)	6,44 средняя	6,52 средняя	7,23 жесткая	10,0 очень жесткая	9,78 очень жесткая	9,56 очень жесткая	9,48 очень жесткая	9,38 очень жесткая
HCO ₃ ⁻ , мг/л (ПДК<500мг/л)	210,74	208,57	212,91	349,60	347,42	330,05	330,05	325,71
SO ₄ ²⁻ , мг/л (ПДК<500мг/л)	118,0	129,0	127,0	63,0	49,0	60,0	56,0	55,0
Cl ⁻ , мг/л (ПДК<350мг/л)	103,46	109,64	115,82	69,49	75,69	64,86	71,04	77,21
Железо общее, мг/л (ПДК< 0,3мг/л)	0,28	0,28	0,3	0,27	0,29	0,3	0,3	0,29
NH ₄ ⁺ , мг/л (ПДК <2 мг/л)	0,0	0,0	0,24	0,05	0,32	0,10	0,12	0,0
NO ₂ ⁻ , мг/л (ПДК <3,3мг/л)	0,0	0,0	0,0	0,98	0,06	0,0	1,01	0,0
NO ₃ ⁻ , мг/л (ПДК <45 мг/л)	20,5	18,0	37,06	13,31	14,88	5,19	10,81	3,0

Обеспечение населения качественной питьевой водой – это задача региональных властей. В целях улучшения водоснабжения населения Лискинского района действует Постановление Правительства Воронежской обл. № 837 «Об утверждении долгосрочной областной целевой программы "Чистая вода Воронежской области на период 2011 - 2017 годов». Однако, модернизация существующих водоочистных станций с применением высоких технологий или замена городских водоразводящих сетей, требующая нескольких бюджетов города, представляется в настоящее время недостижимой. Поэтому проблема обеспечения населения качественной питьевой водой остается актуальной, и не следует ожидать ее скорейшего решения. На сегодняшний день необходимо усилить 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. – 17 с.
2. Доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Воронежской области в 2016 году – Воронеж: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области, 2017. – 233 с.
3. Доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке в Лискинском районе в 2016 году / Под ред. В.П. Куприянова. – Лиски, 2017. – 68 с.
4. Новиков Ю.В. Проблемы водопользования населения: итоги и перспективы / Ю.В. Новиков, А.В. Тулакин, М.М. Сайфутдинов, Г.В. Цыплакова // Гигиена: прошлое, настоящее, будущее: Науч. тр. Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана. – Вып.1. – М., 2001. – С. 187-190.
5. План Мероприятий по развитию и улучшению водоснабжения и санитарного состояния ЗСО артезианских скважин водозабора «Богатое» и предупреждению загрязнения источника на 2013-2018 г.г.
6. План мероприятий по развитию и улучшению водоснабжения и санитарного состояния ЗСО артезианских скважин водозабора

«Больничный Комплекс» предупреждению загрязнения источника на 2013-2018 г.г.

7. План мероприятий по развитию и улучшению водоснабжения и санитарного состояния ЗСО артезианских скважин водозабора «Песковатский» и предупреждению загрязнения источника на 2013-2018 г.г.

8. 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.

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

МОНИТОРИНГ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ГОРОДА И ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ

***О.В. Клепиков, Е.М. Студеникина, Л.В. Молоканова,
К.К. Бухарбаева***

Загрязнение почвы химическими веществами происходит двумя основными путями: 1) путем непосредственного контакта вещества с почвой (разливах и рассыпании при техногенных авариях, не-санкционированном размещении токсичных отходов, применении пестицидов и удобрений, антиобледенительных составов для дорожного покрытия); 2) опосредованно через контакт с загрязненными средами (атмосферный воздух, вода).

Региональными исследованиями показано, что уровень загрязнения почвы селитебной территории города Воронежа превышает гигиенические нормативы и прослеживаются взаимосвязи средней и слабой силы уровня загрязнения почвенного покрова и заболеваемости населения [1, 2].

Большинство веществ, загрязняющих почву, являются компонентами техногенных выбросов в атмосферу. Так, цинк, марганец, медь, кадмий, свинец входят в состав выбросов промышленных предприятий города, бенз/а/пирен – продукты сгорания органического топлива. Всего, согласно данным формы «2ТП-воздух», предоставленных Управлением федеральной службы по надзору в сфере природопользования

по Воронежской области, в атмосферный воздух г. Воронежа от организованных источников поступает 343 наименования загрязняющих веществ, общим объёмом выбросов 11521,9 т/год.

Производственная деятельность предприятий и организаций обуславливает ухудшение санитарного состояния почвы населённых мест, что, в свою очередь, определяет загрязнение факторов среды обитания, и, опосредованно, влияет на здоровье населения [5].

В рамках ведения мониторинга санитарно-эпидемиологическая безопасность почвы Городского округа (ГО) город Воронеж оценивается в 22 мониторинговых точках контроля, расположенных на территориях детских образовательных учреждений; селитебной территории и на территории рекреационных зон, где ежегодно определяются концентрации приоритетных загрязняющих веществ: бенз(а)пирена, кадмия, марганца, меди, мышьяка, никеля, ртути, свинца, фтора, цинка, а также микробиологические и паразитологические показатели.

За период 2014-2016 годы на территории ГО г. Воронеж удельный вес проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, увеличился с 6,2 до 16,8%, в том числе в селитебной зоне с 5,6 до 23,4 % (табл. 1).

Таблица 1

Удельный вес проб, не отвечающих требованиям гигиенических нормативов по санитарно-химическим показателям, %

Наименование показателя	Годы			Динамика показателя к 2014 г.
	2014	2015	2016	
по санитарно-химическим показателям				
Всего в ГО г. Воронеж	6,2	7,9	16,8	↑
в том числе, селитебная зона	8,6	15,4	23,4	↑
по микробиологическим показателям				
Всего в ГО г. Воронеж	1,6	0,7	1,0	↓
в том числе, селитебная зона:	5,2	3,5	1,5	↓
по паразитологическим показателям				
Всего в ГО г. Воронеж	0,9	1,9	0,8	↓
в том числе, селитебная зона	0,9	2,1	0,8	↓

По микробиологическим показателям удельный вес проб почвы, не соответствующих гигиеническим требованиям, за 3 года снизился с 1,6 до 1,0%, в том числе в селитебной зоне - с 5,2 до 1,5%.

Одной из причин химического загрязнения почвы является аккумуляция токсичных веществ в почве селитебных территорий, расположенных вблизи источников промышленных выбросов и транспортных артерий. Так, в 2016 году 9,7% исследованных проб почвы содержало тяжелые металлы (2015 г. – 6,5%). Высокий показатель несоответствия гигиеническим нормативам проб почвы по санитарно-химическим показателям в значительной мере обусловлен ежегодно возрастающим дефицитом парковочных мест в микрорайонах жилой застройки, что приводит к ликвидации зелёных насаждений и загрязнению почвы.

Микробиологическое и паразитологическое загрязнение почвы обуславливает неудовлетворительная организация санитарной очистки населенных мест (несвоевременная уборка и вывоз бытовых отходов), отсутствие площадок для выгула собак в селитебных зонах.

Ежегодно на территории детских учреждений и детских площадок ГО г. Воронеж регистрируются пробы почвы, не отвечающие гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям. Последние два года отсутствовали превышения гигиенических нормативов по микробиологическим показателям. По паразитологическим показателям состояние почвы ухудшилось (табл. 2).

Таблица 2

Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам на территории детских учреждений и детских площадок

Показатели	Годы			Динамика показателя к 2014 г.
	2014	2015	2016	
санитарно-химические	1 из 20	1 из 17	4 из 28	↑
микробиологические	4 из 20	0 из 17	0 из 28	↓
паразитологические (%)	0,5	0	1,9	↑

К приоритетным веществам, загрязняющим почву города, относятся: бенз(а)пирен, кадмий, свинец, цинк (1 класс опасности), медь (2 класс опасности), марганец (3 класс опасности). ГО г. Воронеж отнесен к территории риска по содержанию свинца, цинка, бенз(а)пирена; микробиологическим и паразитологическим показателям (рис. 1 - 4).

С целью изучения влияния почв, загрязненных химическими веществами, на здоровье детей выполнена инициативная работа по оценке риска здоровью детского населения ГО г. Воронеж.

Использование процедуры оценки риска способствует выявлению приоритетных загрязнителей, которые представляют наибольшую опасность для здоровья населения, и позволяет в дальнейшем разработать программы и мероприятия по снижению уровней экспозиции и достижению безопасных для здоровья населения уровней экспозиции.

В качестве методической основы использовалась методология оценки риска в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» Р.2.1.10.1920-04, утверждённым главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 5 марта 2004 года [4].

Определение приоритетных загрязнителей из общего количества контролируемых в почве загрязняющих веществ, проведено по следующим критериям: 1) превышение гигиенических нормативов содержания вещества в отдельных компонентах среды; 2) содержание вредного вещества на уровнях в диапазоне 0,1-1,0 ПДК более чем в одном компоненте окружающей среды; 3) канцерогенные свойства вещества; 4) вещества, относящиеся по токсичным свойствам к 1-му и 2-му классам опасности; 5) вещества токсичные, биоаккумулирующиеся и стойкие по классам приоритетности химических веществ, загрязняющих окружающую среду (по классификации ЕС); 6) принадлежность веществ к перечням приоритетных и особо опасных химических веществ. С целью идентификации опасности химических веществ, загрязняющих почву, использовался Перечень приоритетных опасных соединений, разработанный Агентством по регистрации токсических соединений и заболеваний (Priority List of Hazardous Substances ATSDR, 2015), что представлено в таблице 2 [3].

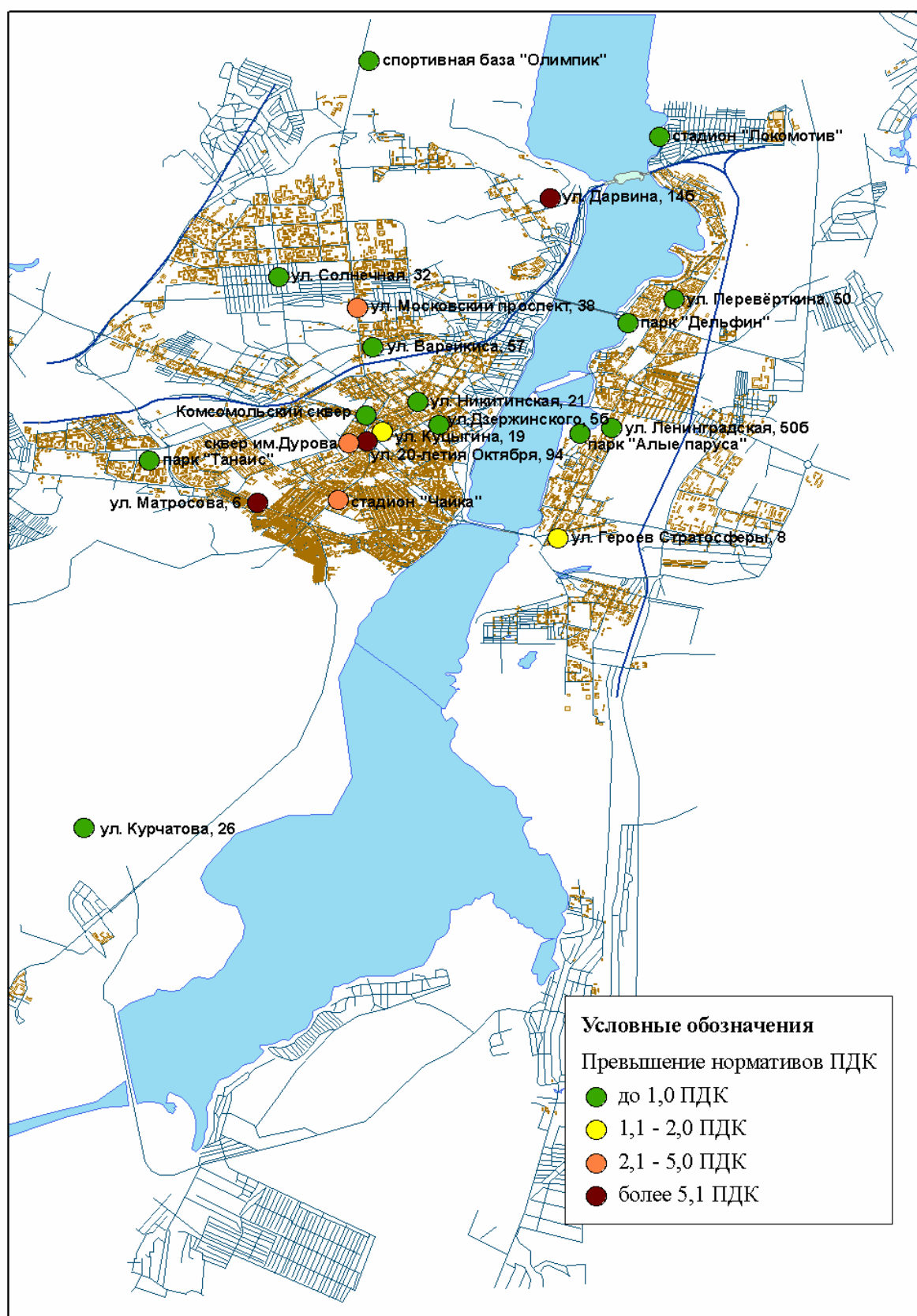


Рис. 1. Мониторинговые точки контроля с превышением нормативов содержания бенз(а)пирена в почве (по данным за 2016 год)

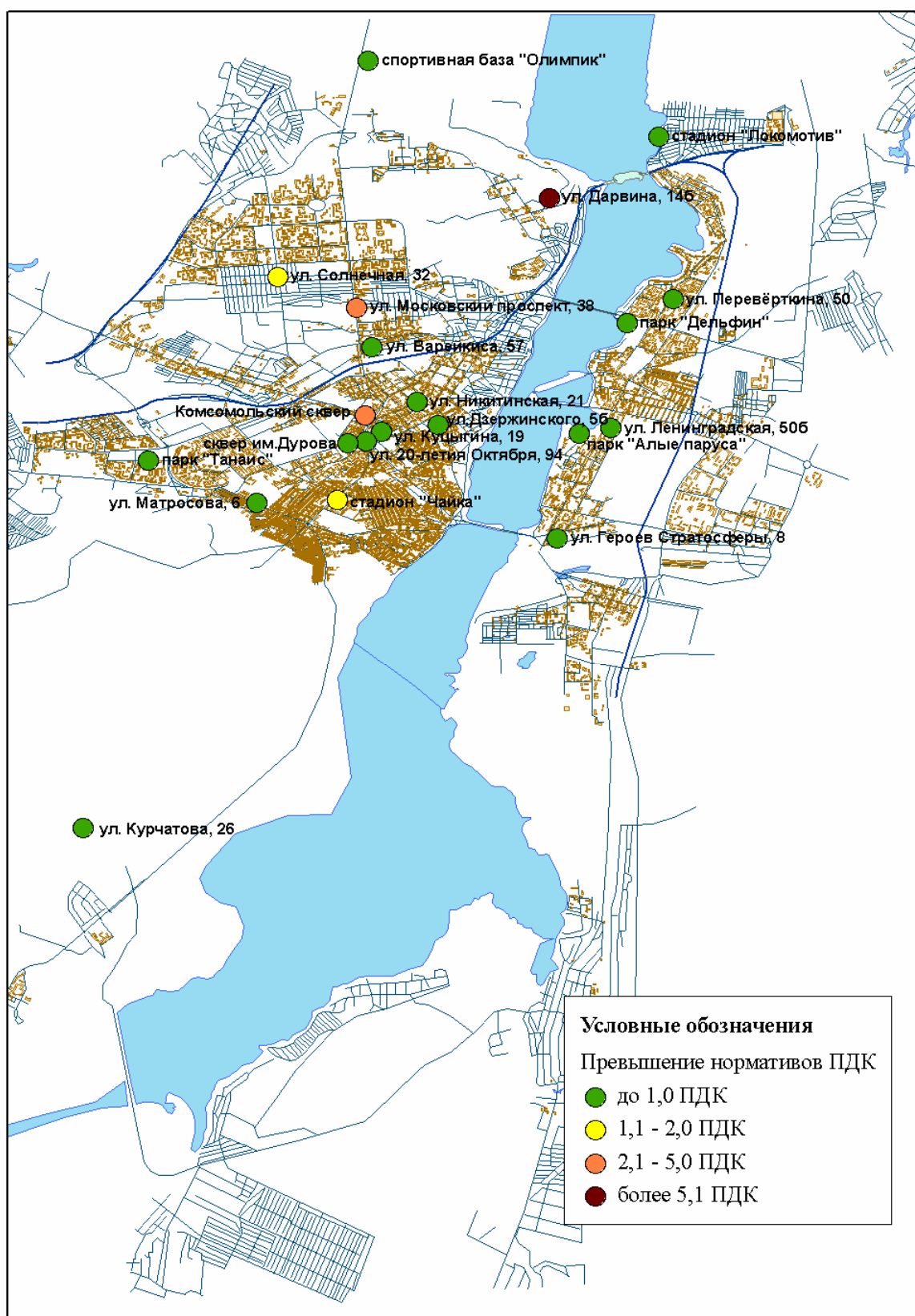


Рис. 2. Мониторинговые точки контроля с превышением нормативов содержания цинка в почве (по данным за 2016 год)



Рис. 3. Мониторинговые точки контроля с превышением нормативов содержания свинца в почве (по данным за 2016 год)

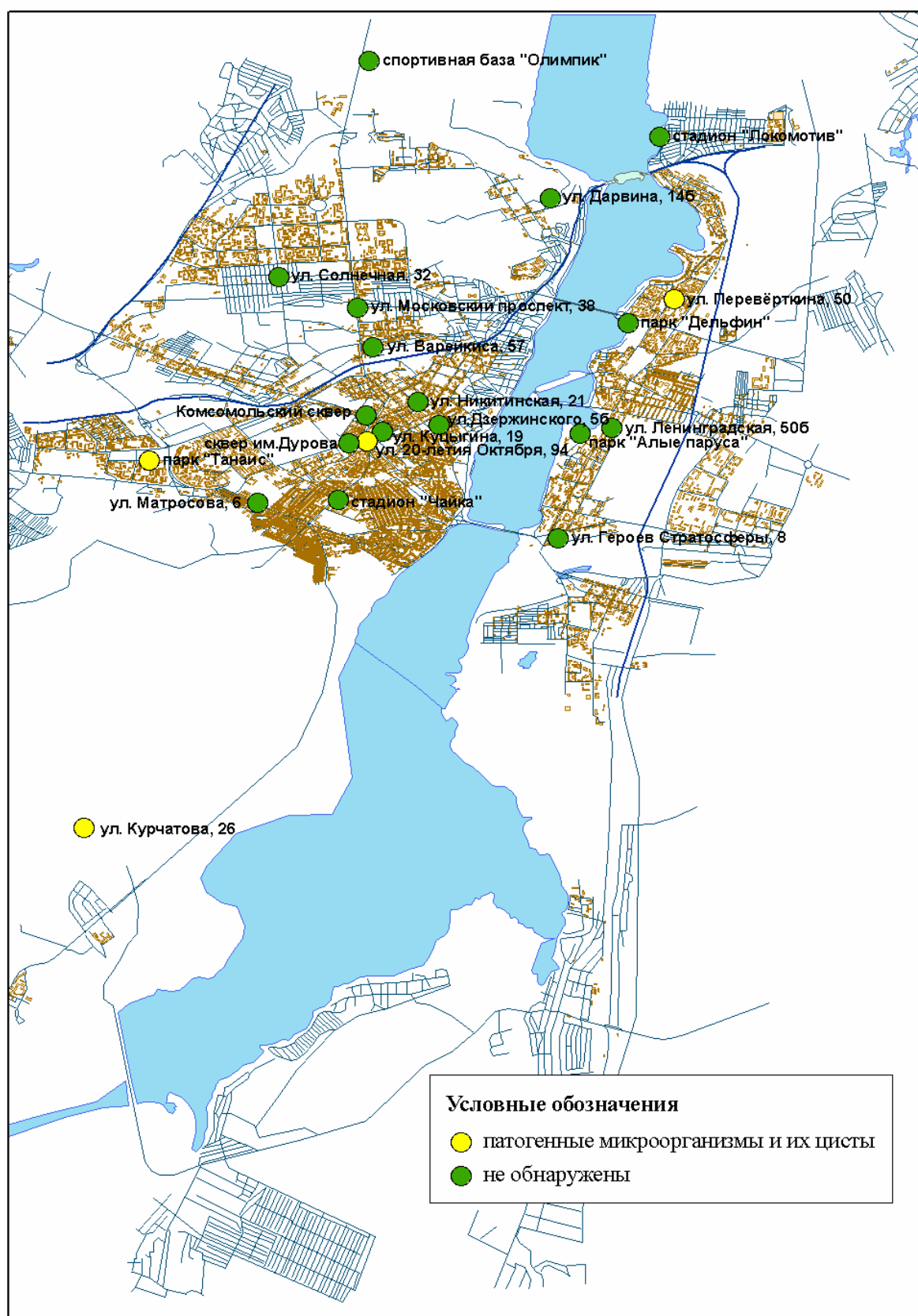


Рис. 4. Мониторинговые точки контроля с превышением нормативов микробиологических и паразитологических показателей в почве (по данным за 2016 год)

Таблица 2

Перечень загрязняющих веществ для оценки риска здоровью детского населения

№ п/п	Наименование вещества	CAS ^{*)}	Класс опасности в почве	ПДК, мг/кг ^{**) (почвы)}	RfD, мг/кг ^{***)}
1	Бенз/а/пирен (3,4-бензпирен)	50-32-8	1	0,02	0,0005
2	Кадмий	7440-43-9	1	0,5	0,0005
3	Марганец	7439-96-5	3	140	0,14
4	Медь	7440-50-8	2	3	0,019
5	Мышьяк	7440-38-2	1	2	0,0003
6	Никель	7440-02-0	2	4	0,02
7	Ртуть	7439-97-6	1	2,1	0,0003
8	Свинец	7439-92-1	1	6	0,0035
9	Цинк	7440-66-6	1	23	0,3

^{*)} CAS – номер вещества, внесённого в реестр Chemical Abstracts Service.

^{**) по ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве».}

^{***)} RfD – референтная доза в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [4].

В соответствии с приложением 2 Р.2.1.10.1920–04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» были определены потенциальные химические канцерогены, относящиеся к группам 1, 2В по классификации МАИР. Канцерогенным эффектом обладают 5 химических веществ (табл. 3).

В общем списке химических веществ присутствуют токсиканты, не классифицируемые как канцерогены для человека: фтор (группа 3 по классификации МАИР), медь, марганец, цинк, относящиеся к группе D по классификации US EPA.

Установлено, что превышения гигиенических нормативов в объектах окружающей среды отмечались по содержанию бенз/а/пирена (почва), кадмия (почва), меди (почва, атмосферный воздух), марганца (почва, питьевая вода, атмосферный воздух), цинка (почва), никеля (почва), свинца (почва).

Содержание на уровнях в диапазоне 0,1-1,0 ПДК более чем в одном компоненте окружающей среды имело место для следующих веществ: бенз(а)пирен (атмосферный воздух, почва), медь (атмосферный воздух, почва), марганец (атмосферный воздух, питьевая вода, почва), свинец (атмосферный воздух, почва).

Таблица 3

Сведения о показателях опасности развития канцерогенных
эффектов (пероральное воздействие)

№ п/п	CAS*)	Вещество	Группа канцерогена **)		SF ₀ ***)
			МАИР	ЕРА	
1	50-32-8	Бенз(а)пирен	1	B2	7,3
2	7440-43-9	Кадмий	1	B1	0,38
3	7440-02-0	Никель	2B	A	-
4	7439-92-1	Свинец	2B	B2	0,047
5	7440-38-2	Мышьяк	1	A	1,5

*) CAS – номер вещества, внесённого в реестр Chemical Abstracts Service.

**) группа канцерогена по классификации Международного агентства по изучению рака (МАИР) и United States Environmental Protection Agency (US EPA).

***) SF₀ – фактор канцерогенного потенциала (мг/кг в сутки)⁻¹.

Анализ данных по развитию неканцерогенных эффектов для хронического перорального воздействия показал, что приоритетные загрязнители почвы могут оказывать влияние на эндокринную, сердечно-сосудистую, иммунную, периферическую нервную, центральную нервную, репродуктивную системы, кровь, почки, печень, кожу, желудочно-кишечный тракт, влияют на процессы развития, вызывают биохимические нарушения (табл. 4).

Загрязненная почва может поступать в организм человека несколькими путями: 1) перорально, 2) ингаляционно, 3) наочно. Первый путь обусловлен случайным заглатыванием почвы. Второй представляет собой ингаляционное воздействие веществ, попадающих в воздух путем испарения или уноса с ветром из почвы. Последний характеризуется адсорбцией вещества из почвы на кожные покровы.

В качестве экспонированного населения с наибольшей вероятностью выступают дети в возрасте до 6 лет, путь поступления загрязняющих веществ – пероральный (случайное заглатывание почвы при облизывании рук, игрушек), предполагаемый объем потребления – 200 мг в сутки [4].

Для расчета средней суточной дозы для детского населения при пероральном поступлении химических веществ с почвой использовались стандартные формулы в соответствии с приложением №2 Руководства Р 2.1.10.1920-04 [4].

Таблица 4

**Сведения о параметрах опасности развития неканцерогенных
эффектов для хронического перорального воздействия
приоритетных химических веществ**

CAS	Вещество	Поражаемые органы и системы
744-02-0	Никель	Печень, сердечно-сосудистая система, желудочно-кишечный тракт, кровь, снижение массы тела
7440-50-8	Медь	Желудочно-кишечный тракт, печень
7440-66-6	Цинк	Кровь, биохимические нарушения
7439-96-5	Марганец	ЦНС, кровь
7439-92-1	Свинец	ЦНС, периферическая нервная система, кровь, биохимические нарушения, пороки развития, репродуктивная система, эндокринная система
7440-43-9	Кадмий	Почки, эндокринная система
50-32-8	Бенз(а)пирен	Канцероген, пороки развития
7439-97-6	Ртуть	Иммунная система, почки, ЦНС, репродуктивная система, эндокринная система

Характеристика риска развития канцерогенных эффектов осуществлялась с использованием данных о величине экспозиции и значений факторов канцерогенного потенциала по формуле:

$$CR = I * SFo,$$

где

SFo – фактор наклона (фактор канцерогенного потенциала), $(\text{мг}/(\text{кг} \times \text{сут.}))^{-1}$ при пероральном поступлении;

I – среднесуточная доза химического вещества, $\text{мг}/\text{кг}$ массы тела в сутки.

Характеристика неканцерогенного риска от каждого из загрязняющих веществ осуществлялась по формуле:

$$HQ = I / RfD,$$

где

HQ – коэффициент опасности;

I – средняя суточная доза вещества, $\text{мг}/\text{кг}\cdot\text{день}$;

RfD – референтная (безопасная) доза при пероральном поступлении химических веществ для хронического воздействия, $\text{мг}/\text{кг}\cdot\text{день}$.

Расчет индивидуального канцерогенного риска проведен для 4 веществ – бенз/а/пирена, кадмия, мышьяка, свинца. Для никеля расчет не проведен из-за отсутствия значения фактора наклона (фактора канцерогенного потенциала) при пероральном поступлении.

Расчеты индивидуального канцерогенного риска от воздействия канцерогенных веществ - бенз(а)пирена, кадмия, мышьяка, свинца - содержащихся в почвах ГО г. Воронеж, показали, что уровни индивидуального канцерогенного риска для детского населения относятся к первому диапазону рисков (равный и меньше $1 \cdot 10^{-6}$), определены как пренебрежимо малые, не требующие принятия мер по их снижению, подлежащие периодическому контролю (табл. 6).

Рассчитанные величины коэффициентов опасности неканцерогенного риска (HQ) составили от минимального значения $5,07 \cdot 10^{-9}$ до максимального $2,05 \cdot 10^{-5}$. Данные величины можно охарактеризовать как допустимые, не требующие принятия мер по управлению риском (HQ значительно меньше 1).

Таблица 6

Интервал значений показателя индивидуального канцерогенного риска по всем 22 мониторинговым точкам для детского населения

Вещество	Индивидуальный канцерогенный риск	
	по среднему значению концентрации в почве	по максимальному значению концентрации в почве (95-перцентиль)
Бенз(а)пирен	$5,00 \cdot 10^{-10} \div 6,00 \cdot 10^{-10}$	$5,00 \cdot 10^{-10} \div 1,30 \cdot 10^{-8}$
Кадмий	$1,04 \cdot 10^{-9} \div 1,08 \cdot 10^{-9}$	$1,04 \cdot 10^{-9} \div 1,82 \cdot 10^{-9}$
Свинец	$1,29 \cdot 10^{-9} \div 1,55 \cdot 10^{-9}$	$1,29 \cdot 10^{-9} \div 1,06 \cdot 10^{-8}$
Мышьяк	менее $8,22 \cdot 10^{-9}$	менее $8,22 \cdot 10^{-9}$

Индексы опасности (HI) при однонаправленном воздействии на нейроэндокринную, сердечно-сосудистую, иммунную, периферическую нервную, центральную нервную, репродуктивную системы, кровь, почки, печень, желудочно-кишечный тракт, на процессы развития и биохимические процессы в организме, также, ниже допустимого значения ($HI < 1$), что представлено в таблице 7.

Таблица 7

Суммарные индексы опасности при одновременном поступлении химических веществ по их влиянию на критические органы и системы (неканцерогенный риск)

№ п/п	Органы и системы	Вещества	Индексы опасности	
			min	max
1	Кровь	Никель	$9,4 \cdot 10^{-5}$	$9,14 \cdot 10^{-4}$
		Цинк		
		Марганец		
		Свинец		
2	Центральная нервная системы (ЦНС)	Марганец	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$
		Свинец		
		Ртуть		
		Мышьяк		
3	Эндокринная система	Кадмий	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$
		Свинец		
		Ртуть		
		Мышьяк		
4	Сердечно-сосудистая система	Никель	$5,2 \cdot 10^{-4}$	$5,1 \cdot 10^{-4}$
		Мышьяк		
5	Желудочно-кишечный тракт (ЖКТ)	Никель	$5,3 \cdot 10^{-4}$	$5,4 \cdot 10^{-4}$
		Медь		
		Мышьяк		
6	Периферическая нервная система	Свинец	$5,5 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$
		Мышьяк		
7	Биохимические нарушения	Свинец	$5,4 \cdot 10^{-5}$	$6,0 \cdot 10^{-4}$
		Цинк		
8	Пороки развития	Бенз/а/пирен	$5,7 \cdot 10^{-5}$	$5,7 \cdot 10^{-4}$
		Свинец		
9	Репродуктивная система	Свинец	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$
		Ртуть		
10	Иммунная система	Мышьяк	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-3}$
		Ртуть		
11	Почки	Кадмий	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$
		Ртуть		
12	Печень	Медь	$3,4 \cdot 10^{-5}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$
		Никель		

Следует отметить, что в выбранном алгоритме оценки риска как и в любом исследовании есть допущения и неопределенности. Основные неопределенности обусловлены неполнотой информации на

стадии идентификации опасности связанной с отбором проб почвы в 22-х мониторинговых точках на достаточно большой площади территории города; на стадии оценки экспозиции, в частности, с применением стандартных величин таких как, усредненная масса тела ребенка, с выбранным ежедневным объемом (200 мг) случайного поступления почвы в организм ребенка пероральным путем без учета его индивидуальных особенностей.

Вместе с тем, такие допущения в соответствии Руководством по оценке риска Р.2.1.10.1920-04 являются возможными и широко применяются в практических исследованиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильина И.С. Оценка взаимосвязи уровня загрязнения почвенного покрова и заболеваемости населения / И.С. Ильина, О.В. Клепиков, В.Д. Болдырев // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2015. – Т. 14. – № 1. – С. 177-183.

2. Мячина О.В. Комплексная оценка состояния окружающей среды и риска для здоровья населения промышленного города / О.В. Мячина, О.В. Клепиков // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2017. – № 1. – С. 100-107.

3. Перечень приоритетных опасных соединения, разработанный Агентством по регистрации токсических соединений и заболеваний (Priority List of Hazardous Substances. ATSDR, 2015), [электронный ресурс] - www.atsdr.cdc.gov.

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.

5. Стёпкин Ю.И. Проблемы обеспечения гигиенической безопасности в системе управления отходами на территории Воронежской области / Ю.И. Стёпкин, Е.П. Гайдукова // Здравоохранение РФ. – М.: Медицина, 2013. – №6. – С. 49-50.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ВОРОНЕЖА

Л.О. Середя, С.А. Куролан

Процессы урбанизации, увеличение техногенной нагрузки на окружающую среду провоцируют нарушение почвенного покрова городов. Загрязняющие почву вещества накапливаются продолжительное время и негативно сказываются на городской биоте. Таким образом, городские почвы становятся мощными источниками и концентраторами опасных соединений, которые включаются в региональные миграционные циклы [6, 7, 9]. Точечные и площадные строительные работы, транспортная нагрузка, промышленное производство способствуют загрязнению почвенного покрова городов. В настоящее время одной из актуальных проблем крупных городов РФ, в том числе и Воронежа, является увеличение площадей техногенно-трансформированных и нарушенных почв.

На территории города Воронежа был проведен комплекс эколого-геохимических исследований почвенного покрова. Город Воронеж – развитый промышленный центр Центрального Черноземья, типичный пример крупного промышленного центра с населением более 1 миллиона человек.

Рельеф города контрастен, территория города разделена на две неравные части Воронежским водохранилищем: правобережная часть города находится на холмистом плато с абсолютными отметками от 100 до 160 м, а левобережная - в пониженной плоскоравнинной местности, которая постепенно переходит в речную террасу [1]. Такое расположение города предполагает формирование разнообразных типов почв, в том числе испытывающих различную техногенную нагрузку. По гранулометрическому составу они также неоднородны – от песков и супесей (преимущественно на левом берегу) до тяжелых суглинков (особенно в правобережной возвышенной части города).

Весомый вклад в техногенное загрязнение почв города вносят: промышленные предприятия, автотранспорт, инженерные сети, коммунальные и энергетические объекты, многочисленные отходы от строительных и отделочных работ, а также отходы потребления.

Для эколого-геохимических исследований экспертным путем были отобраны пункты мониторинга с учетом функционально-планировочной структуры города Воронежа. Информация о функ-

функционально-планировочной структуре города была получена по материалам Генерального плана городского округа города Воронежа [2]. Выбор пунктов мониторинга обоснован нами с позиции репрезентативного охвата территории города относительно равномерно по функционально-планировочным зонам. За период 2014-2017 гг. было отобрано и исследовано 116 почвенных образцов: 30 точек в жилой зоне (в том числе, 12 – центральной исторической части города, 8 – в кварталах с современной многоэтажной застройкой и 10 – в частном секторе /преимущественно одноэтажная застройка/), 23 точки – в промышленной зоне, 21 точка – в зоне рекреации, 23 точки – в транспортной зоне, 10 точек – в зоне перспективной застройки, а также 10 почвенных разрезов фоновых почв.

Специальные исследования образцов почв были проведены на базе аттестованной эколого-аналитической лаборатории факультета географии и геоэкологии Воронежского государственного университета (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.

Отбор проб и подготовка их к анализу проводились в весенне-летний период 2014-2017 гг. по нормативным документам для почвенного покрова: «ГОСТ 17.4.3.01 – 83. Охрана природы: почвы. Общие требования к отбору проб (1984)» и «ГОСТ 17.4.4.02-84. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа (1984)» [3,4,5].

В работе применялись следующие методы анализа, показанные на рисунке 1:

Интегрирующим инструментом для оценки, картографирования и модельных расчетов служили методы математико-статистического анализа, реализованные в MS EXCEL, STADIA, STATISTICA, а также геоинформационно-аналитические технологии (картографирование в среде MapInfo Professional).

Исследования загрязнения почв города нефтепродуктами показали, что максимальные концентрации отмечаются вблизи наиболее интенсивных по грузопотокам перекрестках города и зонах промышленного влияния. Эта тенденция отмечается на протяжении 3-х летнего мониторинга. Так, в транспортной зоне города, особенно в левобережной части города, высокие концентрации нефтепродуктов достигали максимального уровня 1700-2200 мг/кг. Наиболее низкие

концентрации (менее 200 мг/кг) нефтепродуктов отмечены в зонах рекреации города. Относительно чистые зоны, концентрация нефтепродуктов в которых составляет менее 400 мг/кг, находятся в жилых спальных районах, где отсутствуют интенсивное движение автотранспорта и влияние промышленного производства [8]. В районах, перспективных под застройку, содержание нефтепродуктов составило от 13,33 мг/кг до 360,0 мг/кг.

Почвенный покров

- ТМ- вольтамперометрический метод на анализаторе ТА-4 (ПНД Ф 16.1:2:2:2:3.48-06);
- Химический состав 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);
- Нефтепродукты - метод хлороформ-гексановой экстракции (ПНД Ф 16.1.41-04);
- Гумус - метод И.В.Тюрина согласно ГОСТ 26213-91;
- Гидролитическая кислотность, обменный Са и Mg - согласно ГОСТ 26212-91, ГОСТ 26487-85;
- Актуальная кислотность - потенциометрический;
- Фитотоксический эффект - методы биотестирования (по проросткам растений-индикаторов (кресс-салат (*Lepidium sativum*) и овес посевной (*Avena sativa*) определение фитотоксического эффекта) (ГОСТ ИСО 22030-2009, 2010);
- Относительная токсичность - токсикологический метод анализа с использованием водоросли Хлорелла (*Chlorella vulgaris*) (ПНД Ф 14.1:2:4.10-04, 16.1:2:3:3.7-04)

Рис. 1. Эколого-аналитические исследования почвенного покрова

Картографирование почвенного покрова по результатам исследования на содержание нефтепродуктов позволило выделить очаги наиболее активного загрязнения в разных районах города (рис. 2).

Высокий уровень загрязнения в транспортной зоне (до 2200 мг/кг) возникает из-за малоэффективной дорожно-транспортной сети города (отсутствие дублирующих автомобильных дорог, транспортных развязок), увеличения количества автотранспортных средств, и,

как следствие, – возрастания количества заторов и «пробок» на дороге. По городу средний уровень концентрации нефтепродуктов составляет 300 мг/кг. В целом нашими исследованиями подтверждено, что загрязнение почвы нефтепродуктами прямо пропорционально транспортной загруженности автодорог, интенсивности и средней скорости движения автомобилей.

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

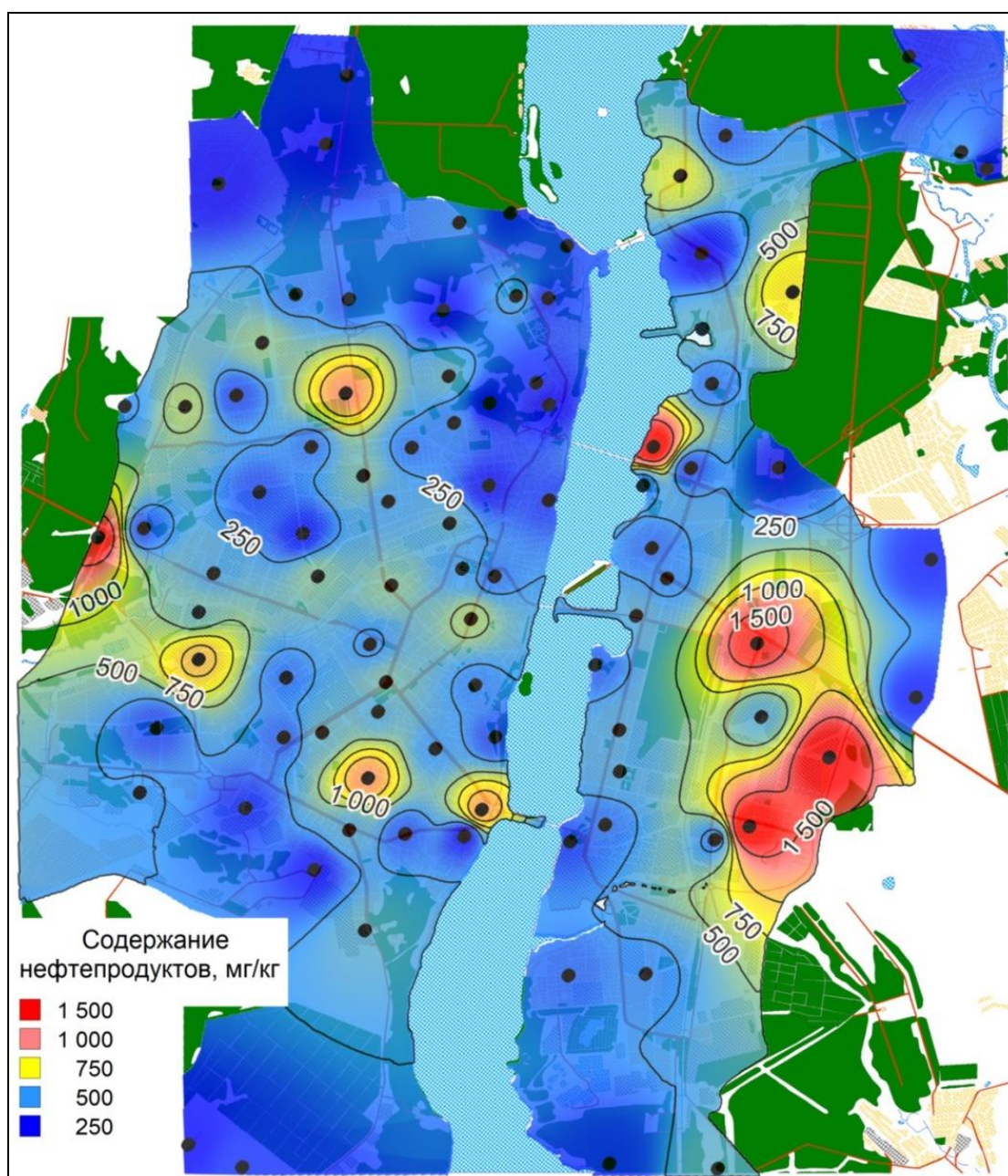


Рис. 2. Содержание нефтепродуктов в почвах города

Свинец является основным приоритетным загрязнителем почв г. Воронежа, в основном это связано с возрастающей автотранспортной нагрузкой. Нами выявлены повышенные концентрации свинца (до 2-4 ПДК) на транспортных перекрестках и вдоль крупных автодорог города. Результаты геоинформационного картографирования по содержанию свинца показаны на рисунке 3. По результатам исследований геохимические аномалии выявлены в юго-восточной части города на левом берегу в районе крупного промышленного сектора, а также интенсивных магистралей с большим скоплением машин в «часы–пик».

Кадмий также является опасным веществом в почвенном покрове города. Аккумуляция Cd в гумусе протекает менее интенсивно, чем накопление Pb. По результатам наших исследований высоких концентраций Cd обнаружено не было. В промышленных и транспортных зонах содержание кадмия было в 3-4 раза выше, чем в зонах рекреации и селитебной, но превышений ПДК не отмечалось.

При анализе загрязнения почвы города Воронежа медью обнаружены участки в зоне влияния промышленного производства с превышением ПДК и участки, близкие к величине ПДК, которые наблюдаются в зонах интенсивной транспортной нагрузки города.

Относительно подвижным элементом в городской почве является **цинк**. Так, в ряде участков города отмечается значительное превышение ПДК содержания в почве цинка; в основном это транспортные участки города и промышленная зона. Отмечается несколько геохимических аномалий на территории города - превышение ПДК в 10-23 раза (рис. 4).

Основными источниками поступления цинка в окружающую среду являются предприятия промышленного производства.

Пределы содержаний химических элементов по результатам анализа почвенного покрова следующие:

- Pb min = 0,0053 мг/кг, max= 113 мг/кг;
- Zn min = 0,000027 мг/кг, max= 260 мг/кг;
- Cu min = 0,0071 мг/кг, max= 56 мг/кг;
- Cd min = 0,00095 мг/кг, max= 0,6315 мг/кг;
- Mn min = 3,8 мг/кг, max= 1878 мг/кг.

По среднему значению показателя содержания подвижной формы элемента в почве тяжелые металлы образуют следующий ряд: Mn > Zn > Pb > Cu > Cd.

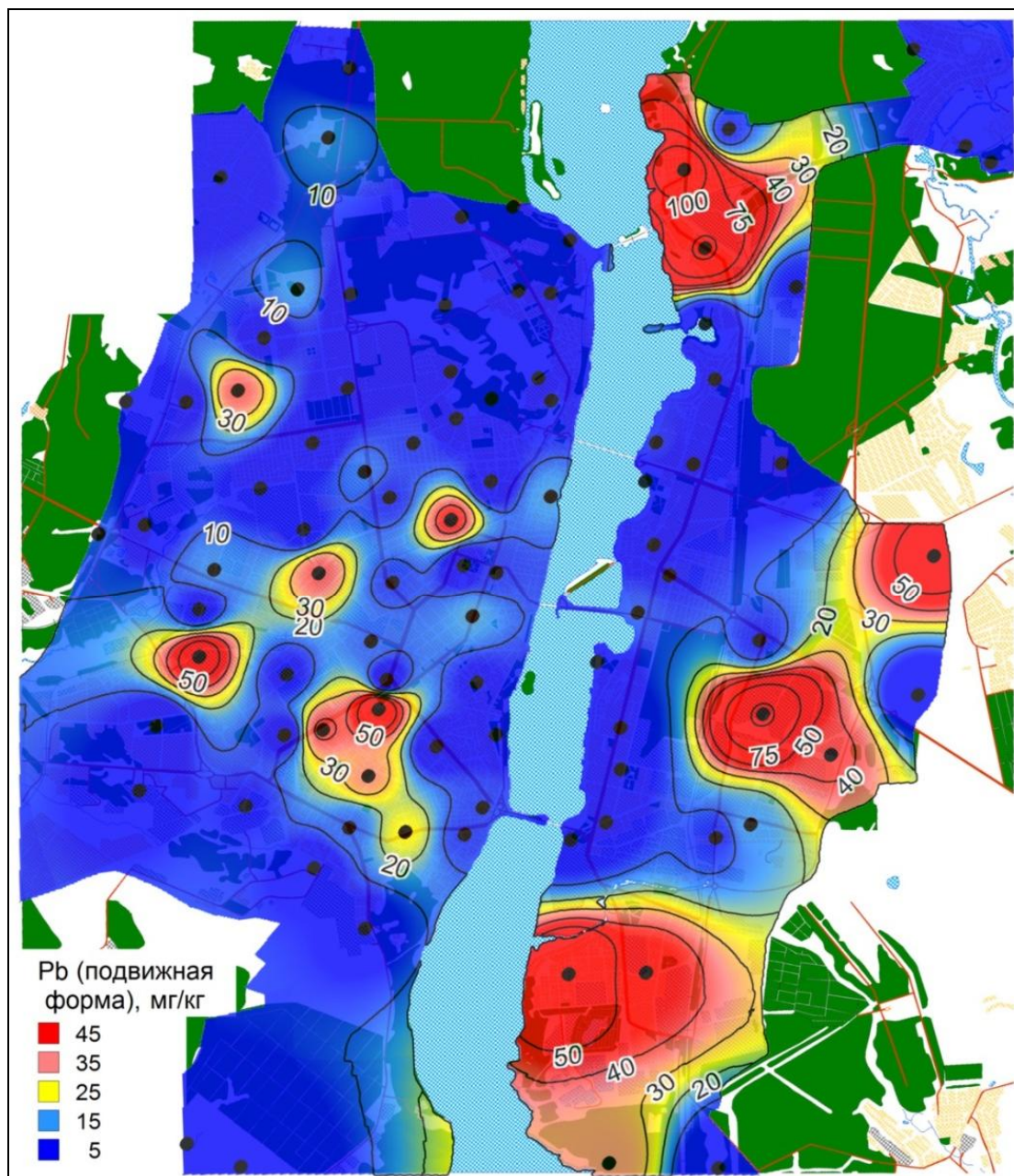


Рис. 3. Распространение Pb в почвах города

Исследование химического (элементного) состава почвенных образцов было проведено с применением рентгенофлуоресцентного метода анализа в аккредитованной лаборатории Комплексных исследований Геологии ВГУ совместно с Центром Коллективного пользования ВГУ на спектрометре S8 Tiger, Bruker AXS GmbH /Германия/. Так, по результатам исследований в зоне рекреации поллютанты образуют ряд: Ba > Zr > Zn > Sr > Nb > Rb > La > Cr > Cu > V > Ni > Pb > As > Ga, причем, в транспортной ряд несколько меняется: Cu > Ni > Cr > Nb > Zr > Zn > V > La > Sr > Pb > Ba > As > Rb > Ga. В целом на территории города в почвенном покрове города поллютанты образуют следующий ряд: Ba > Zr > Zn > Cr > Sr > Nb > La > Rb > Pb > Ni > V > Cu > As > Ga.

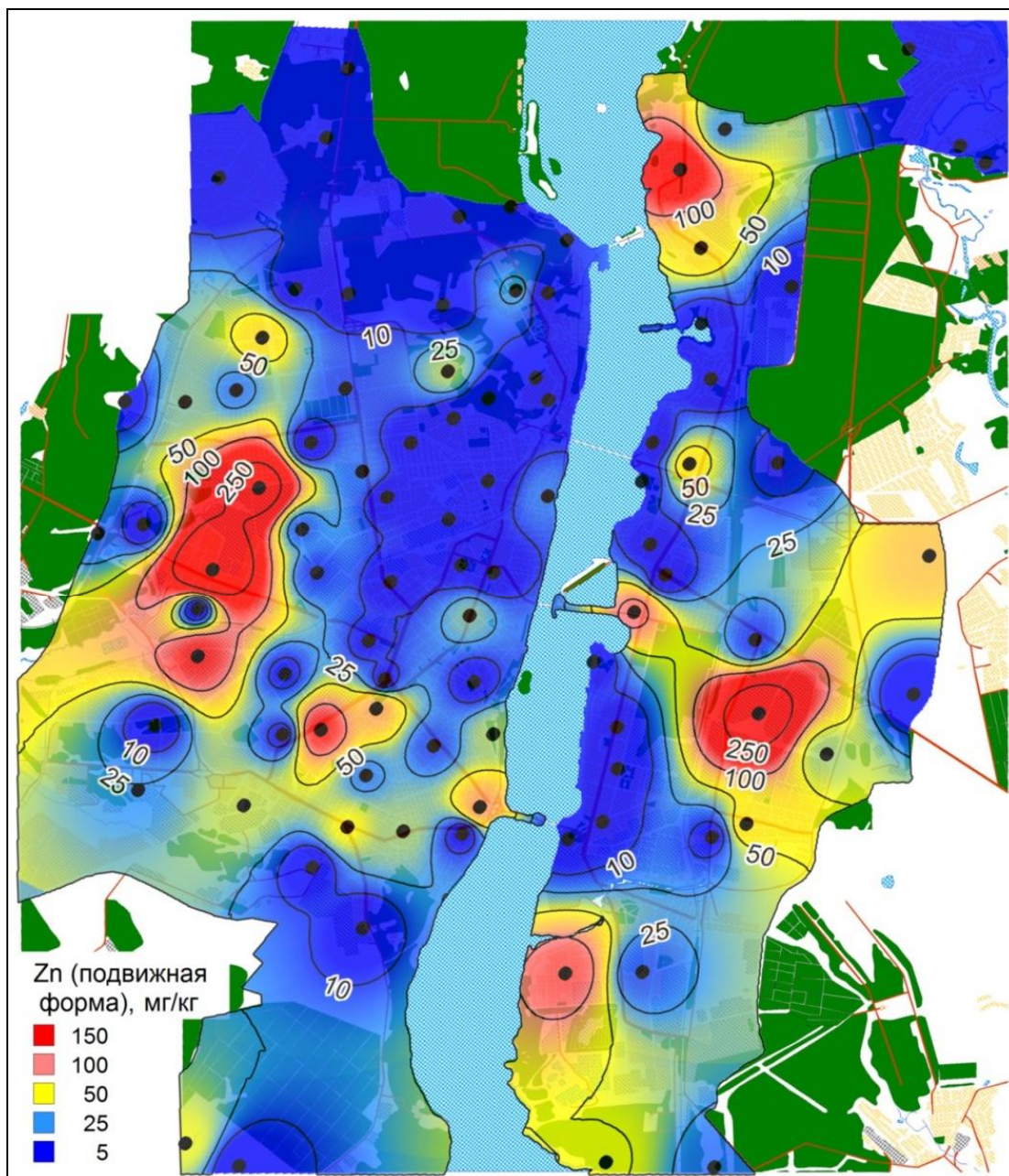


Рис. 4. Распространение Zn в почвах города

По результатам исследований увеличение концентраций тяжелых металлов в городских почвах происходит по мере возрастания техногенной нагрузки в следующем ряду: рекреационная зона < жилая ЧС («частный сектор») < зона перспективной жилой застройки < жилая СП (современная многоэтажная) < жилая ЦИ (центральная историческая часть) < транспортная зона < промышленная зона.

Кроме того, одним из перспективных направлений в исследовании почвенного покрова является применение биологических методов анализа. Так, фитотоксичность (ФЭ) в настоящий момент служит одним из информативных показателей оценки суммарного техногенного загрязнения. Метод позволяет выявить токсичное действие

поллютантов или стимулирующее влияние, активизирующее развитие тест-культур. В данных исследованиях применяли следующие растения-индикаторы: кресс-салат (*Lepidium sativum*) и овес посевной (*Avena sativa*). В качестве биотестов использовали однодольное и двудольное растения, по которым следили за морфологическими изменениями качественных показателей под влиянием загрязнения: энергия прорастания, всхожесть семян, длина главного корня, длина проростка, общая биомасса.

Результаты исследования с помощью растений-индикаторов позволили выявить очаги опасного загрязнения, в основном располагающиеся в транспортной и промышленной зонах города, что подтверждается высоким уровнем фитотоксичности (70-80%, в некоторых точках достигает 100%). Уровни фитотоксичности почвы в жилой зоне находятся в пределах 40%, что свидетельствует о среднем (умеренном) уровне загрязнения.

Высокая всхожесть и хорошее развитие проростков овса и кресс-салата наблюдалась в образцах почвы, отобранных в зонах рекреации и фоновых участках, следовательно, почвы в этих зонах не подвержены существенному загрязнению. Напротив, в образцах почв из промышленной и транспортной зон города отмечалось сокращение длины корневой системы. Загрязнение нефтепродуктами и тяжелыми металлами привело к резкому снижению таких качественных показателей тест-объектов как всхожесть, рост и развитие проростков. Энергия прорастания в образцах, отобранных в транспортной зоне города, снижена в 3-4 раза по сравнению с образцами, отобранными в зоне рекреации. Корневая система проростков, выращенных на почве, отобранной в транспортной и промышленной зоне, развита более слабо, чем у проростков, выращенных на образцах почвы, взятых в других районах города.

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 зоне рекреации до 50-60% в центре города и до 70-80% в промышленной и транспортной зонах. По результатам исследований выявлены зоны с интенсивной техногенной нагрузкой и высоким уровнем загрязнения почвенного покрова (рис. 5).

Таким образом, ранняя диагностика оценки состояния почвенного покрова с применением в качестве растений-индикаторов проростков овса посевного может успешно применяться для оператив-

ной оценки влияния нефтепродуктов, тяжелых металлов и других поллютантов 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.

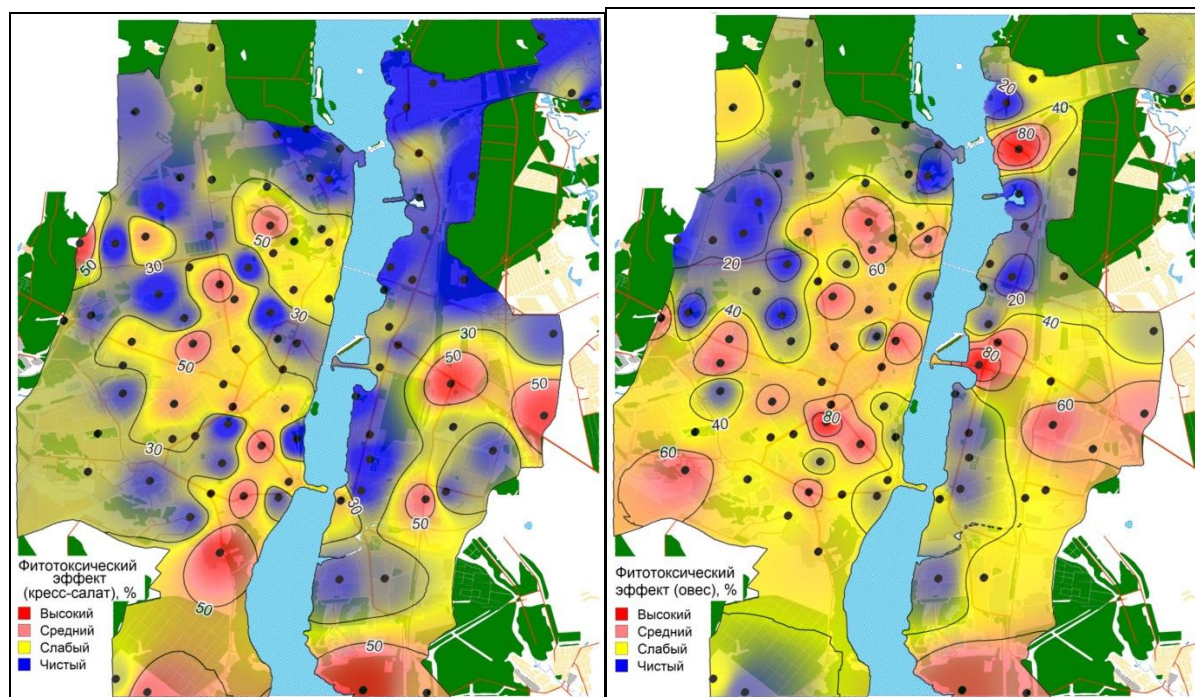


Рис. 5. Уровень фитотоксического эффекта *Lepidium sativum* и *Avena sativa*

Интегральную оценку состояния городов позволяют дать применение методов токсикологического анализа. Для определения уровня токсического загрязнения почвенного покрова города нами были проведены исследования с помощью тест-объекта зеленой протококковой водоросли Хлорелла (*Chlorella vulgaris*).

Результаты исследования в 2014 - 2017 гг. выявили, что для почвенных образцов в промышленной зоне свойственно в основном превышение критерия токсичности, что составляет в среднем 30-50% (рис. 6). В ряде точек в промышленной зоне, напротив, отмечается подавление роста тест-культуры. В образцах в транспортной зоне отмечается подавление роста тест-объекта, что свидетельствует о высоком техногенном загрязнении в этой зоне. В зоне перспективной застройки и жилой современной многоэтажной постройки отмечается стимуляция роста тест культуры (увеличение на 36-37%). В остальных функциональных зонах нами не выявлено высокого уровня относительной токсичности.

Таким образом, применение методов токсикологического анализа позволило выявить, что повышение токсичности происходит по мере увеличения техногенного 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.

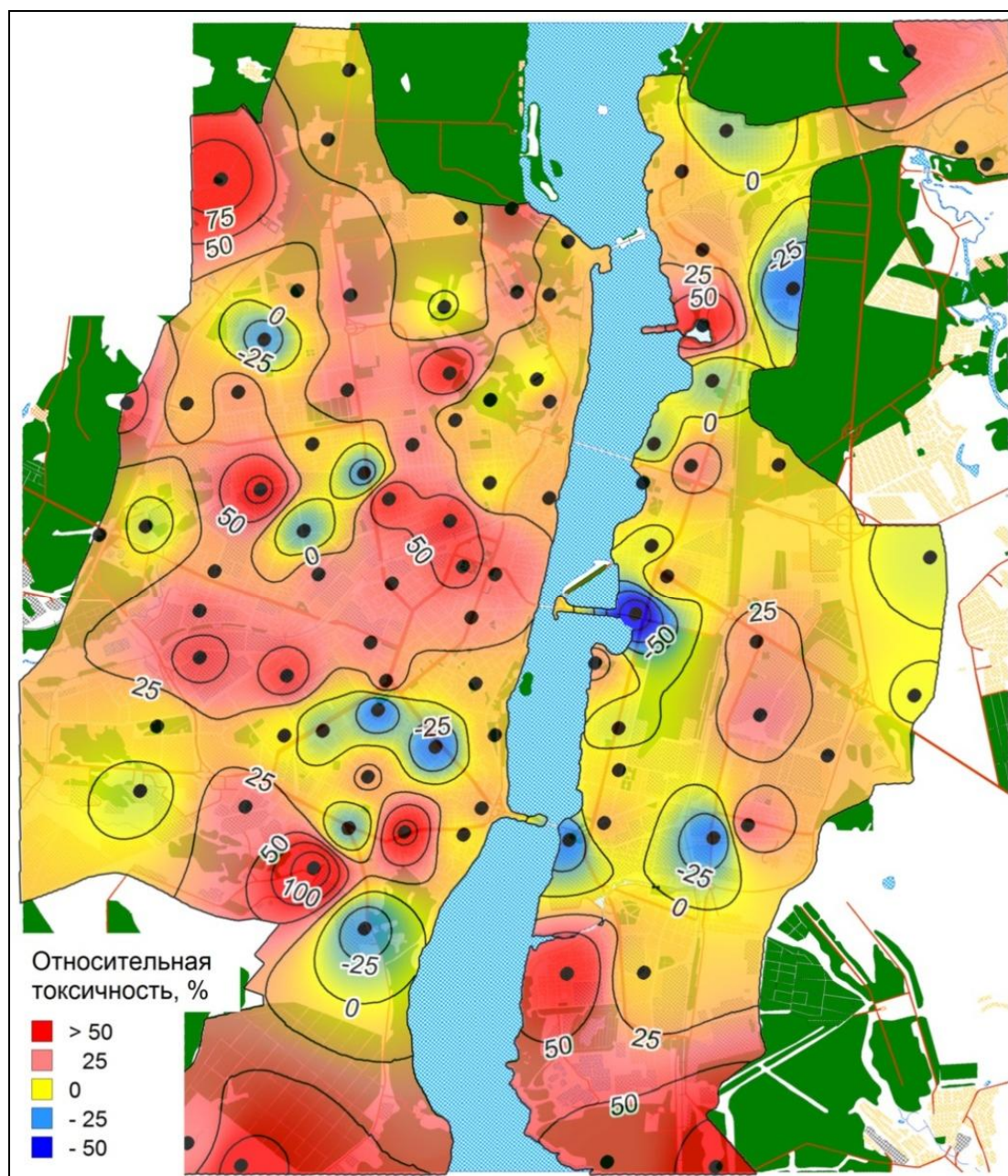


Рис. 6. Результаты токсикологического анализа почв города

Данные, полученные в результате применения биологических методов, согласуются с данными по загрязнению почвенного покрова города тяжелыми металлами и нефтепродуктами [8]. Поэтому применение методов биотестирования и токсикологического анализа может быть полезно в экологическом мониторинге почвенного покрова, т.к. позволяет быстро и эффективно оценить качество окружающей среды.

Интегральную характеристику состояния городских почв следует проводить с применением суммарного показателя загрязнения Z_c (СПЗ) и суммарного показателя токсического загрязнения СПТЗ, учитывающего класс опасности загрязняющих веществ. Завершающим этапом интегральной оценки почв города Воронежа является создание карт, которые отражают градиентные различия суммарных показателей. Построенные карты (рис. 7) иллюстрируют территориальные различия, достигающие примерно 10-х кратного уровня и выше по различиям показателей в благополучных «спальных» микрорайонах, зонах рекреации и промышленных, а также транспортных зонах города. Метод IDW - интерполяции достаточно объективно характеризует общую экологическую обстановку почв города. Приоритетными загрязнителями, по которым проводили расчет Z_c и СПТЗ, являлись цинк, свинец. Расчет проводили по подвижным формам тяжелых металлов.

По загрязнению почвенного покрова функциональные зоны (ФЗ) города образуют следующий ряд: рекреация < перспектива=жилая ЧС < жилая ЦИ=жилая СП < промышленная < транспортная зоны. По состоянию почвенного покрова и по показателю СПТЗ районы города можно расположить в следующий ряд: Центральный < Коминтерновский < Советский < Ленинский < Железнодорожный < Левобережный, а по показателю Z_c 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. Данные совпадают с результатами кластерного анализа по районам города (рис. 8). Кластерный анализ функционально-планировочных зон города проведен был с учетом 78 показателей состояния почвенного покрова.

Минимальный уровень загрязнения отмечен в Центральном районе города, что свидетельствует 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 ЗВ, что в дальнейшем может привести к ухудшению ситуации и понижению уровня комфортности.

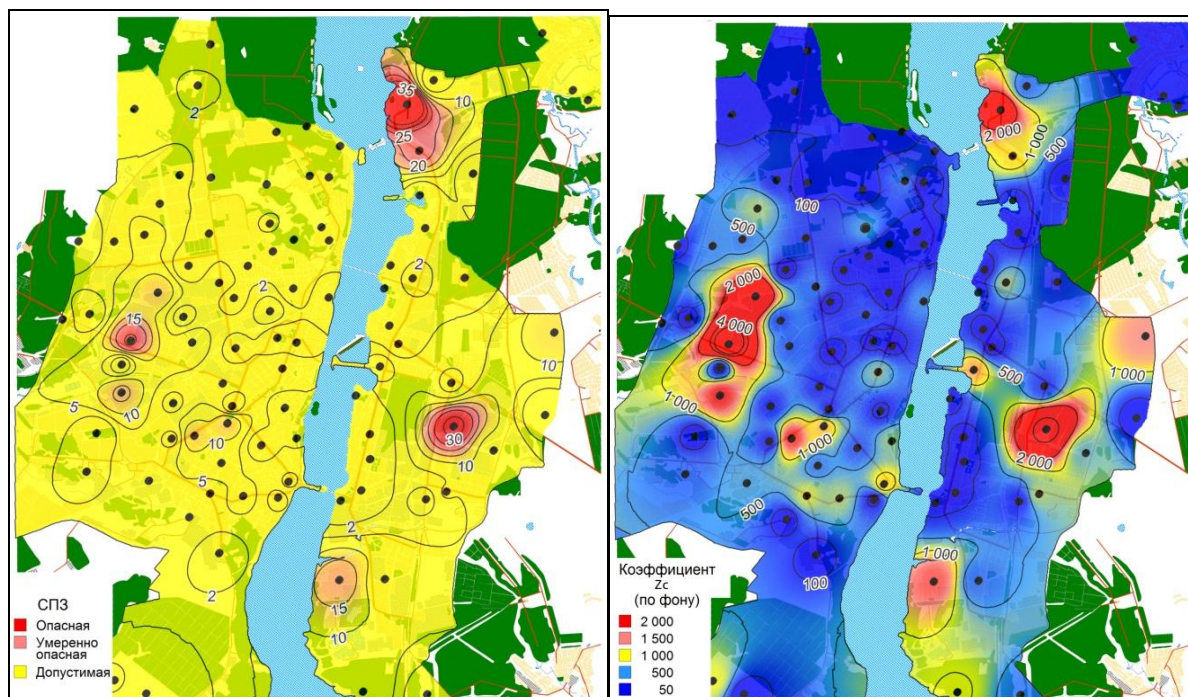


Рис. 7. Интегральная оценка состояния почвенного покрова

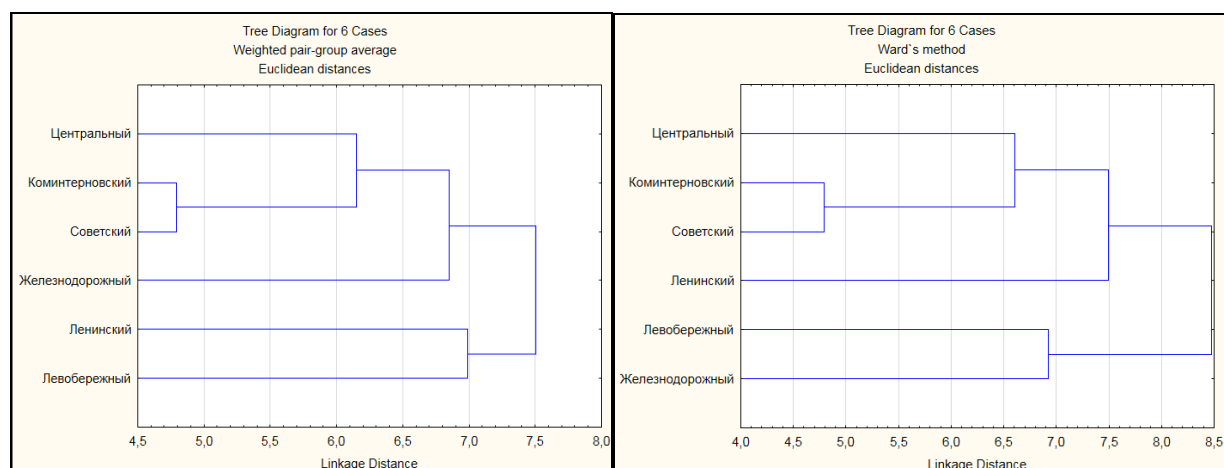


Рис. 8. Кластерная дендрограмма сходства внутригородских районов по критериям состояния почвенного покрова. Linkage Distance - дистанционный коэффициент, характеризующий среднее внутрикластерное расстояние

Таким образом, комплексные исследования почвенного покрова позволили определить функциональные зоны и внутригородские районы города, подверженные сильному загрязнению почвенного покрова. На территории города выявлены локальные высококонтрастные (в сотни и тысячи раз превышающие фоновые значения) техногенные аномалии по Zn и Pb; среднеконтрастные (разы и в десятки раз) техногенные аномалии по Cr, V, Ni, Cu, Ba. В отдельных пунктах мониторинга загрязнение переходит в разряд среднего (умеренно опасного) и опасного, отмечено превышение концентраций $Zn > 15-20$ ПДК, $Pb > 2-4$ ПДК.

Применение биологических методов анализа позволяет осуществить дополнительную экспресс-диагностику состояния почвенного покрова. С помощью методов математико-статистического анализа и ГИС-картографирования осуществляется интегральная оценка экологического состояния почвенного покрова городской среды и создаются карты техногенных загрязнений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия: учебник / В.А. Алексеенко. – М. : Логос, 2000. – 627 с.
2. Генеральный план городского округа г. Воронеж : Экологические аспекты. – Воронеж : Воронежпроект, 2006. – 2 т.
3. ГОСТ 17.4.1.02-83 Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. – М. : Изд-во стандартов, 1983. – 4 с.
4. ГОСТ 17.4.3.01-83 (СТ СЭВ 3847-82) Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. – М. : Изд-во стандартов, 1983. – 4 с.
5. ГОСТ 28168-89 Почвы. Отбор проб. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 4 с.
6. Касимов Н. С. Атласная изученность экологического состояния территории России / Н.С. Касимов, В.С. Тикунов, Т.В. Котова // Український географічний журнал. – 2013. – № 1. – С. 53–59.
7. Сает Ю. Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Сает, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
8. Середа Л. О. Оценка эколого-геохимического состояния почвенного покрова городского округа город Воронеж / Л.О. Середа, Л.А. Яблонских, С.А. Куролап // Вестник Воронежского гос.

университета. Серия: География. Геоэкология. – 2015. – № 4. – С. 59-65.

9. Minkina T.M. Effect of Attendant Anions on the Adsorption of Zinc, Copper, and Lead by Chernozems / T.M. Minkina, D.L. Pinskii, A.P. Samokhin et. al // Eurasian Soil Science. – 2009. – Vol. 42. № 5. – pp. 516-522.

ИЗУЧЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ГОРОДА НОВОХОПЁРСКА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

М.А. Клевцова, А.С. Ерилина

Рост темпов урбанизации в последние десятилетия приводит к усилению антропогенного прессинга на все компоненты экологических систем, в том числе и на почвенный покров.

В России доля городского населения превышает 70%, т.е. 2/3 проживает в городских поселениях разного размера. Так, в Воронежской области соотношение городских и сельских жителей составляет 2:1, и регион имеет индустриально-аграрную структуру хозяйства. Увеличение площади урбанизированных зон приводит к сокращению площадей естественных и пахотных угодий, изменению экологического потенциала почв [1].

Сильный антропогенный прессинг на городские почвы в виде тяжелых металлов, пестицидов, нефтепродуктов и других загрязняющих веществ приводит к значительному ухудшению экологического состояния почвы. В жилых и промышленных зонах города сформировались специфические городские почвы (урбаноземы). Физико-химические, химические и агрохимические свойства этих почв существенно отличаются от естественных зональных почв и менее благоприятны для произрастания растений. Эти почвы характеризуются высоким уровнем химического загрязнения, значительной плотностью сложения вследствие рекреационных нагрузок, наличием в ряде случаев бактериологического и гельминтологического загрязнения.

Антропогенно обусловленные трансформации почвы приводят к серьезным нарушениям и деградации всего природного комплекса, что в конечном итоге создает угрозу для здоровья и жизни человека в городе [9].

Оценка основных функций почвенного покрова является актуальной проблемой для населенных пунктов. Тем не менее, в на-

стоящее время, изучению свойств и особенностей почв малых городов уделяется недостаточное внимание.

Целью данной работы являлась комплексная оценка экологического состояния почвенного покрова города Новохопёрска Воронежской области на основании результатов физико-химических исследований почвенных образцов. Данный город относится к малым, численность населения составляет 6 188 (по состоянию на 01.01.2017).

Объектом исследования являлись городские почвы. Отбор почвенных проб для исследования производился в июле 2016 года методом «конверта» в различных функциональных зонах города: вдоль автомобильных и железных дорог, вблизи промышленных предприятий, в жилых районах, в рекреационных зонах (скверы, парки, сады). Для экологической оценки состояния почвенного покрова были отобраны и проанализированы пробы почв в 17 точках (табл. 1). Повторность опытов двукратная.

В качестве контроля использовали ненарушенные хозяйственной деятельностью человека почвы заповедной зоны лесного массива.

Новохоперский муниципальный район исторически является аграрно-индустриальным районом с высокой долей лесных массивов в структуре земельного фонда, относительно невысокой распаханностью и умеренным техногенным воздействием на среду обитания. В целом в Новохоперском районе благоприятная медико-экологическая обстановка, а техногенное загрязнение имеет локально-точечный и локально-линейный характер, связанное с отдельными промышленно-коммунальными, сельскохозяйственными и транспортными объектами.

На территории района зарегистрированы в территориальных органах «Росприроднадзора» около 100 предприятий, оказывающих влияние на окружающую среду. Предприятия в основном II-V класса опасности, в частности, это семь основных предприятий перерабатывающей и пищевой промышленности, три из которых расположены в черте г. Новохоперска:

- 1) ЗАО «Завод растительных масел Новохоперский»;
- 2) Новохоперский ремонтно-механический завод;
- 3) Новохоперский хлебозавод.

Основными причинами загрязнения окружающей среды промышленными предприятиями на территории Новохоперского района является: использование отсталых технологических процессов;

устаревшее оборудование; значительное количество неорганизованных источников выделения вредных веществ.

Таблица 1

Месторасположение точек отбора проб почвы

№ точки отбора	Местоположение	Функциональная зона
1	ЗАО «Завод растительных масел Новохоперский», ул. Тимирязева, 2	промышленная
2	Новохоперский хлебозавод, ул. Плотникова, 9	
3	НМУП «Жилкомсервис», пер. Пушкина	
4	Новохоперский ремонтно-механический завод, ул. Привокзальная, 5	
5	Ж/д станция «Новохоперск»	транспортная
6	Котельная, ул. МПС.	промышленная
7	Парк им. Краузе, ул. Железнодорожная	рекреационная
8	Парк Победы, ул. Советская	
9	Парковая зона, ул. Карла Маркса	
10	ул. Плотникова, трасса на г. Воронеж	транспортная
11	Центральная площадь города, ул. Советская, 25	рекреационная
12	ул. 25 лет Октября	транспортная
13	ул. Урожайная	
14	Фруктовый сад, ул. Чижмакова	рекреационная
15	ул. Степная, 35	жилая
16	ул. Подлесная, 33	
17	<i>лесной массив, х. Замельничный, 5 км от г. Новохоперска</i>	<i>контроль</i>

Потенциальная опасность отрицательного воздействия предприятий на среду обитания и здоровье населения связана с тем, что большая часть предприятий не имеют разработанных проектов санитарно-защитных зон.

Состояние воздушного бассейна, водных ресурсов и почвенного покрова являются одними из основных факторов, определяющих экологическую ситуацию и условия проживания населения. Их качество зависит от интенсивности загрязнения выбросов от стационарных и передвижных источников загрязнения. Ежегодно отмечают колебания количества выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников, вследствие изменения объема производства, а также проведения текущих ремонтов на предприятиях.

Одним из основных источников загрязнения почв района является химизация сельского хозяйства, способствовавшая поступлению в почву тяжелых металлов и многих других загрязняющих веществ. Привнесение тяжелых металлов в почву происходит с ядохимикатами, удобрениями и сточными водами от промышленных предприятий.

Значительный вклад в химическое загрязнение почвы токсичными веществами вносят выбросы предприятий и автотранспорт. Для снижения данного воздействия на почвенный покров имеет место создание вдоль автомобильных дорог лесных полосазащитных полос, препятствующие загрязнению почв свинцом в десятки раз. Не соответствие имеющихся мест захоронения и временного хранения твердых бытовых отходов санитарно-гигиеническим требованиям приводит к бесконтрольному загрязнению почвы [4, 5, 8].

Для осуществления комплексного мониторинга за состоянием плодородия почв в Воронежской области проводят агрохимическое обследование почв, цикл которого составляет 1 раз в 5 лет.

Результаты агрохимического обследования почв Новохоперского муниципального района в период с 2010 по 2015 представлены в таблицах 2-5.

Таблица 2

Динамика средневзвешенного содержания подвижных форм фосфора в почвах пашни Новохоперского муниципального района [4]

Год обследования	Агрохимическое обследование	
	обследованная площадь, тыс. га	P ₂ O ₅ , мг/кг почвы
2010	668,3	115
2015	885,7	113

Анализ фосфатного режима считается одним из основных способов повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур. Запасы фосфора в почве определяются содержанием его в почвообразующей породе, а также уровнем внесения органических и минеральных удобрений. Критерием оценки обеспеченности почв фосфором служит показатель содержания его в подвижной форме, т.е. доступной для растений.

В целом по району содержание подвижных фосфатов в пахотном слое почвы находится в пределах повышенного уровня, что не

требует внесения дополнительных форм фосфорных удобрений для различных сельскохозяйственных культур.

Таблица 3

Обеспеченность почв подвижными фосфатами по содержанию их в почвенной вытяжке (мг P_2O_5 на 100 г почвы) [7]

Обеспеченность	Зерновые, зернобобовые	Корнеплоды (картофель)	Овощные, технические культуры
Очень низкая	2	5	10
Низкая	5	10	15
Средняя	5-10	10-15	15-20
Высокая	10	15	20

Таблица 4

Динамика средневзвешенного содержания обменного калия в почвах пашни Новохоперского муниципального района [4]

Год обследования	Агрохимическое обследование	
	Обследованная площадь, тыс. га	K_2O , мг/кг почвы
2010	668,3	159
2015	885,7	144

Калийный режим является одним из важных показателей состояния плодородия почв. Калий играет важную роль в жизни растений, помогает лучше удерживать воду и переносить временные засухи. Больше калия содержится в глинистых и суглинистых почвах, а в почвах легкого механического состава (песчаных и супесчаных) его значительно меньше.

Средневзвешенное содержание обменного калия в почвах Новохоперского района находится в пределах высокого уровня. При внесении органо-минеральных удобрений повышается содержание обменного калия в почвах сельскохозяйственных угодий.

Наиболее важным показателем плодородия почв является гумус. Гумусовые вещества оптимизируют для растений многие физические свойства почвы. Чем выше содержание в почвах органических веществ, тем шире диапазон физической спелости, т.е. почвы могут обрабатываться в более широком интервале влажности. Почвы Новохоперского района по отношению к средневзвешенному содержанию органического вещества относятся к категории среднегумусовых (4-6%).

Таблица 5

Динамика средневзвешенного содержания органического вещества в почвах пашни Новохоперского муниципального района [4]

Год обследования	Агрохимическое обследование	
	обследованная площадь, тыс. га	Органическое вещество, %
2010	668,3	5,5
2015	885,7	5,6

В последнее время для стабилизации плодородия черноземов в хозяйствах области стали уделять большое внимание подбору севооборотов, наращиванию доли в севооборотах однолетних и многолетних трав, посеву зернобобовых, использованию в качестве органического удобрения сидеральных культур, соломы.

Такие характеристики почв, как минерализация, растворимость соединений, влагоемкость в значительной степени определяются реакцией почвы. Почвы, имеющие кислую реакцию почвенного раствора, отличаются низким естественным плодородием, на них нельзя получить большого эффекта от применения минеральных удобрений. Кислых почв в регионе имеется 711,6 тыс. га. По данным агрохимического обследования площадь кислых почв в районе имеет тенденцию сокращаться, благодаря рациональному подходу к использованию земель и ведению сельского хозяйства [4].

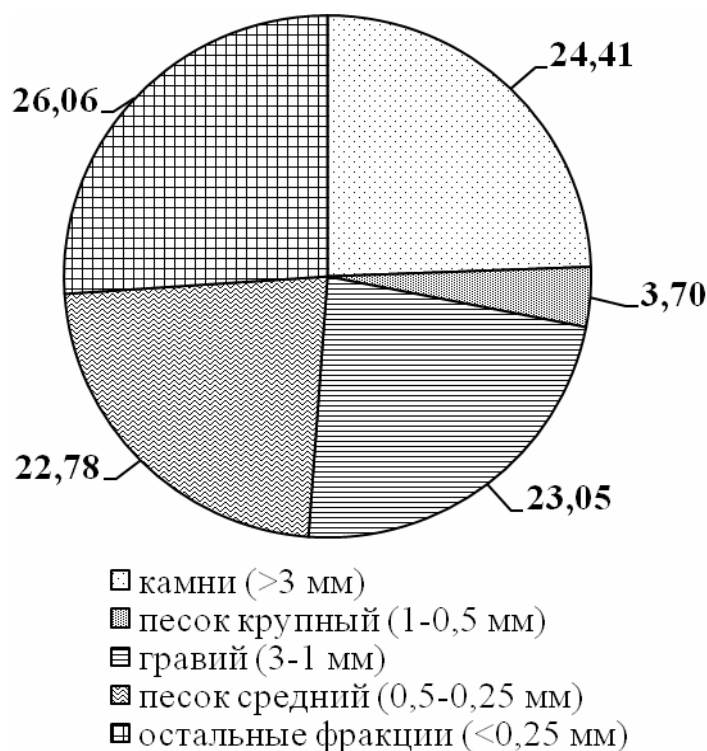
Так как комплексная оценка окружающей среды является актуальной проблемой на урбанизированных территориях, то рассмотрим результаты физико-химического анализа почвенного покрова г. Новохоперск, проведенные на базе аттестованной эколого-аналитической лаборатории факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского госуниверситета по следующим показателям: 1) гранулометрический состав «мокрым» способом; 2) ситовой гранулометрический анализ; 3) рН водной и солевой вытяжки; 4) валовое (общее) содержание гумуса по методу М.В. Тюрина.

По гранулометрическому составу исследованные почвы в большинстве случаев характеризуются как средние суглинки (точки № 1, 4, 7, 9, 14, 15, 17) и супеси (точки № 2, 3, 6, 10), такие почвы обладают лучшим комплексом свойств по сравнению с другими глинистыми почвами, также имеют место легкие суглинки (точки № 5, 8), пески (точки № 12, 13, 16) и тяжелые суглинки (точка № 11). Значимость структуры почвенного покрова состоит в том, что она

положительно влияет на водный, воздушный, тепловой, окислительно-восстановительный, микробиологический и питательный режимы почв.

Ситовой гранулометрический анализ позволил разделить почвенные пробы на фракции с различными размерами почвенных частиц. Гранулометрический состав определяет удельную поверхность почв, а, следовательно, влияет на гумусонакопление, питание растений, обменные реакции в почве.

Гранулометрический состав выражают, прежде всего, в массовых процентах фракций гранулометрических частиц различного размера (рис. 1).



*Рис. 1. Результаты сухого фракционирования почв (точка № 1 - ЗАО «Завод растительных масел Новохоперский»)
(составлено авторами)*

По содержанию агрегатов размером более 3 мм (в % от массы почвы) выделяют почвы: некаменистые – $\leq 0,5$, слабокаменистые – 0,5-5, среднекаменистые – 5-10 и сильнокаменистые – более 10 [6].

Исследуемые почвенные образцы можно отнести к «сильнокаменистым», кроме точек № 12, 13, 16 и 17, характеризующие «среднекаменистый» фракционный состав почв. Высокое содержание «каменистых» фракций затрудняет рост и развитие растений.

Самые крупные агрегаты (глыбы) и самые мелкие (пылеватые части почвы), указывают на неблагоприятное агрофизическое состояние почвенной структуры. Частицы размером 10-0,25 мм являются агрономически ценными, их оценка определяется на основании количества агрегатов в почвенной структуре. Если данная фракция составляет более 60%, то почвы имеют отличное агрегатное состояние. При значениях от 40 до 60% – хорошее; и менее 40% – неудовлетворительное состояние по данному показателю. Исследуемые образцы имеют отличное и хорошее агрегатное состояние.

Также для характеристики фракционного состава используют коэффициент структурности $K_{стр}$:

$$K_{стр} = \frac{\Sigma(10 - 0,25 \text{ мм})}{\Sigma(> 10 \text{ мм}, 0,25 \text{ мм})}$$

При $K_{стр}$ больше 1,5 – отличное агрегатное состояние; 1,5 – 0,67 – хорошее; меньше 0,67 – неудовлетворительное [2]. Коэффициент структурности почвенных образцов варьирует в пределах от 1,07 до 10,92, что также подтверждает отличное и хорошее агрегатное состояние.

Наши исследования показали, что актуальная кислотность исследуемых образцов варьирует от 6,84 до 8,81. В анализируемых пробах преобладает слабощелочная и щелочная реакции почвенных вытяжек. Исключение составляет пробы точки №14, для которой характерна нейтральная реакция среды (рис. 2).

Повышенная кислотность и щелочность отрицательно влияют на рост и развитие растений, действуя негативно физиологически и через снабжение растений питательными веществами. В щелочных почвах при pH выше 8,5 возможен дефицит нитратов и фосфатов, избыток легкорастворимых солей, недостаток двухвалентного железа и марганца, дефицит меди и цинка [3]. Например, в составе газонных травосмесей используются виды, предпочитающие определенную кислотность почвы. Так, для тимopheвки оптимальным является значения pH = 6,5-7,5, для овсяницы – 7,5-8,5, для клевера – 6-6,5. Поэтому нужно учитывать в городском хозяйстве состояние почв конкретных зон и предварительно проводить их физико-химический анализ. Это позволит создать устойчивые и долговечные газоны.

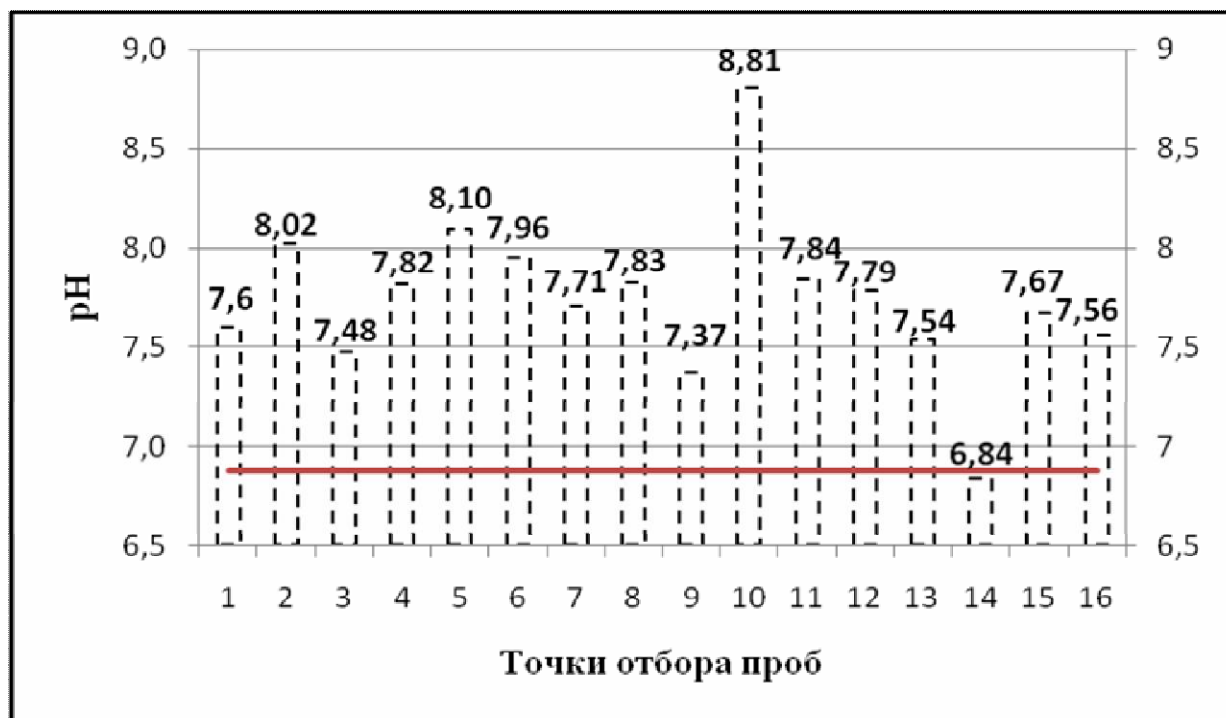


Рис. 2. Значения pH водной вытяжки по точкам отбора (составлено авторами)

Таким образом, на исследуемой территории города Новохоперска наблюдается тенденция к подщелачиванию почв, что характерно и для других городов Воронежской области, в частности, для г. Воронежа.

Эффект подщелачивания верхних слоев почвенного покрова достигается, вероятно, в результате попадания с поверхностными стоками хлорида натрия, а также других солей, используемые для борьбы с гололедицей в зимнее время. Противогололедные средства в виде аэрозолей и пылевых частиц поступают в приземный слой атмосферы и разносятся на большие расстояния. Они вызывают загрязнение почвенного покрова придорожных территорий и влияют на жизненное состояние зеленых насаждений. Вдоль крупных автомагистралей зона разноса может достигать нескольких сотен метров. Аэрозоли противогололедных реагентов оседают на побегах древесных растений, затем с осадками и талыми водами частично смываются и попадают в корнеобитаемый слой почвы, что может вызывать повреждения растений – разного типа ожоги ассимилирующих органов.

По показателю обменной кислотности устанавливают степень нуждаемости почв в известковании и ориентировочную норму извести, а т.к. исследуемые почвы относятся к нейтральным, то такие почвы не нуждаются в известковании (рис. 3).



Рис. 3. Значения pH солевой вытяжки по точкам отбора (составлено авторами)

Определение содержания гумуса в образцах почв показало: большинство исследованных почв относится к среднегумусным (4-6%), что подтверждают данные Докладов о состоянии окружающей среды на территории Воронежской области (рис. 4).

Почвы с более высоким количеством гумуса ($> 6,0\%$) обнаружены в точках отбора №1, 5 и 7. Малогумусированными (2-4%) и слабогумусированными ($\leq 2\%$) являются почвенные пробы, отобранные вблизи магистральных улиц (точки №10, 12 и 13), а также в зоне влияния НМУП «Жилкомсервис» (№3) и котельной (№6). Такое низкое содержание гумусовых веществ определяется воздействием техногенной нагрузки на данных территориях.

На основании физико-химического анализа исследуемых почвенных проб можно сделать следующие выводы.

Во-первых, все изученные образцы почв имеют удовлетворительный фракционный состав. Однако, следует обратить внимание на присутствие «каменистых» частиц (>3 мм), затрудняющих развитие корневых систем травянистых растений.

Во-вторых, среднегумусные почвы обнаружены в рекреационной и жилой зонах, а также на отдельных участках промышленной зоны. Урбаноземы промышленной и транспортной зон города имеют неблагоприятные свойства: низкое содержание гумуса и щелочную реакцию почвенной среды.



Рис. 4. Содержание гумуса в почвенном покрове города Новохоперска (составлено авторами)

Так, в точке №1 (ЗАО «Завод растительных масел Новохоперский») содержится максимальное количество органического углерода (гумус) (9,1%), а в точке №10 (ул. Плотникова, автотрасса на г. Воронеж) – минимальное количество (0,05%). В этой точке также наблюдается максимальная кислотность как водной ($pH = 8,8$), так и солевой вытяжек ($pH = 7,8$). Минимальные показатели кислотности выявлены в точке №14 (фруктовый сад, ул. Чижмакова).

В связи с тем, что на территории города наблюдается подщелачивание почв, необходимо проводить агротехнические мероприятия по регулированию pH – гипсование. Кальций вытесняет поглощенный натрий, в результате верхние горизонты становятся более структурными и водопроницаемыми, что позволит снизить угнетение роста и развития растений.

Неблагоприятные физико-химические почвенные условия в некоторых исследуемых точках в пределах г. Новохоперска негативно отражаются на питании растений и снижают их функциональные свойства и декоративность. Морфологические изменения листового аппарата деревьев и кустарников отмечаются вдоль ул. Плотникова и ул. Советской (участок автодороги до трассы федерального значения Р-298 и Р-22 «Каспий»). На прилегающих территориях наблюдается деформация листьев и появление краевых некрозов уже в первой половине вегетационного периода. Следова-

тельно, постепенное угнетение жизнедеятельности приводит к снижению продолжительности жизни многолетних растений и дополнительным затратам на реконструкцию зеленых насаждений.

Таким образом, своевременные и регулярные наблюдения за экологическим состоянием почвенного покрова позволят оптимизировать условия произрастания растений в городской среде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Апарин Б.Ф. Классификация городских почв в системе российской и международной классификации почв / Б.Ф. Апарин, Е.Ю. Сухачева // Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2015. – №79. – С. 53-72.

2. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв и грунтов / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – Москва: Высш. шк., 1986. – 416 с.

3. Вальков В.Ф. Почвоведение / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Москва: ИКЦ «МарТ», Ростов-на-Дону: Издательский центр «МарТ», 2006. – 496 с.

4. Доклад о состоянии окружающей среды на территории Воронежской области в 2015 г.: доклад. – Ижевск: Изд-во ООО «Принт-2», 2016. – 130 с.

5. Доклад: «Медико-экологическая ситуация на территории Новохоперского района Воронежской области» / д.г.н. профессор С.А. Куролап. – URL:<http://www.za-hoper.ru/oficial/323/> (дата обращения 11.01.2017)

6. Ковриго В.П. Почвоведение с основами геологии / В.П. Ковриго, И.С. Кауричев, Л.М. Бурлакова. – Москва: Колос, 2000. – 416 с.

7. Прожорина Т.И. Химический анализ почв: лабораторный практикум для вузов / сост.: Т.И. Прожорина, Е.Д. Затулей; Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2008. – Ч. 2. – 2009. – 30 с.

8. Стратегия социально-экономического развития Новохоперского муниципального района Воронежской области на период до 2020 года. – <http://www.nhoper.ru/images/052015/2020.doc> (дата обращения 11.01.2017).

9. Тригуб В.И. Городские почвы как особый вид почв / В.И. Тригуб // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. География. Геология. – 2011. – Т. 24 (63). – №2-1. – С. 321-325.

АНАЛИЗ АКУСТИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ВОРОНЕЖА ОТ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

П.М. Виноградов, С.А. Куролан, А.П. Карнова

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 [3].

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 существенное 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].

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

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.

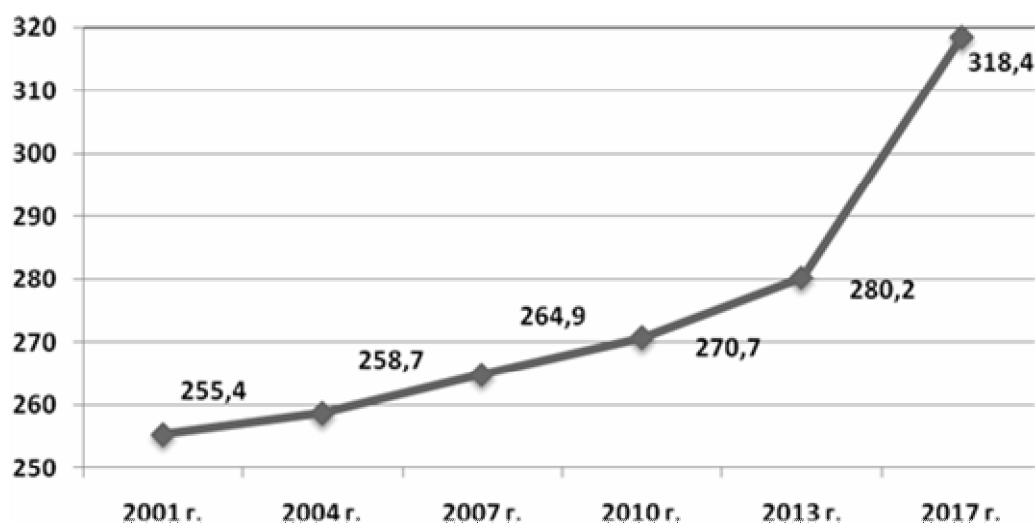


Рис. 1. Динамика роста автотранспорта (тыс. автомобилей) в г. Воронеже в 2001-2017 гг.

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.);

ЗГ – высокая интенсивность (свыше 40 тыс. авт./сут.);

ЗД – низкая интенсивность (свыше 6 тыс. авт./сут.).

Наглядно расчетная интенсивность движения представлена на карте категорий улиц (рис. 2).

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% [5].

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 застройки». Согласно указанному нормативу, допустимыми считаются уровни звука уличного движения, не превышающие днем (с 7 до 23 ч) 55 дБ и ночью (с 23 до 7 ч) 45 дБ у стен домов и 70 дБ днем и 60 дБ ночью на территориях, непосредственно прилегающих к жилым домам, поликлиникам, домам отдыха и иным сооружениям (гостиницы и общежития 75 дБ и 65 дБ соответственно). В соответствии с санитарными нормами, шум, создаваемый средствами автомобильного транспорта, допускается принимать на 10 дБ выше указанных

значений. По результатам натурных измерений была создана карта шумовой нагрузки г. Воронежа (рис. 3).

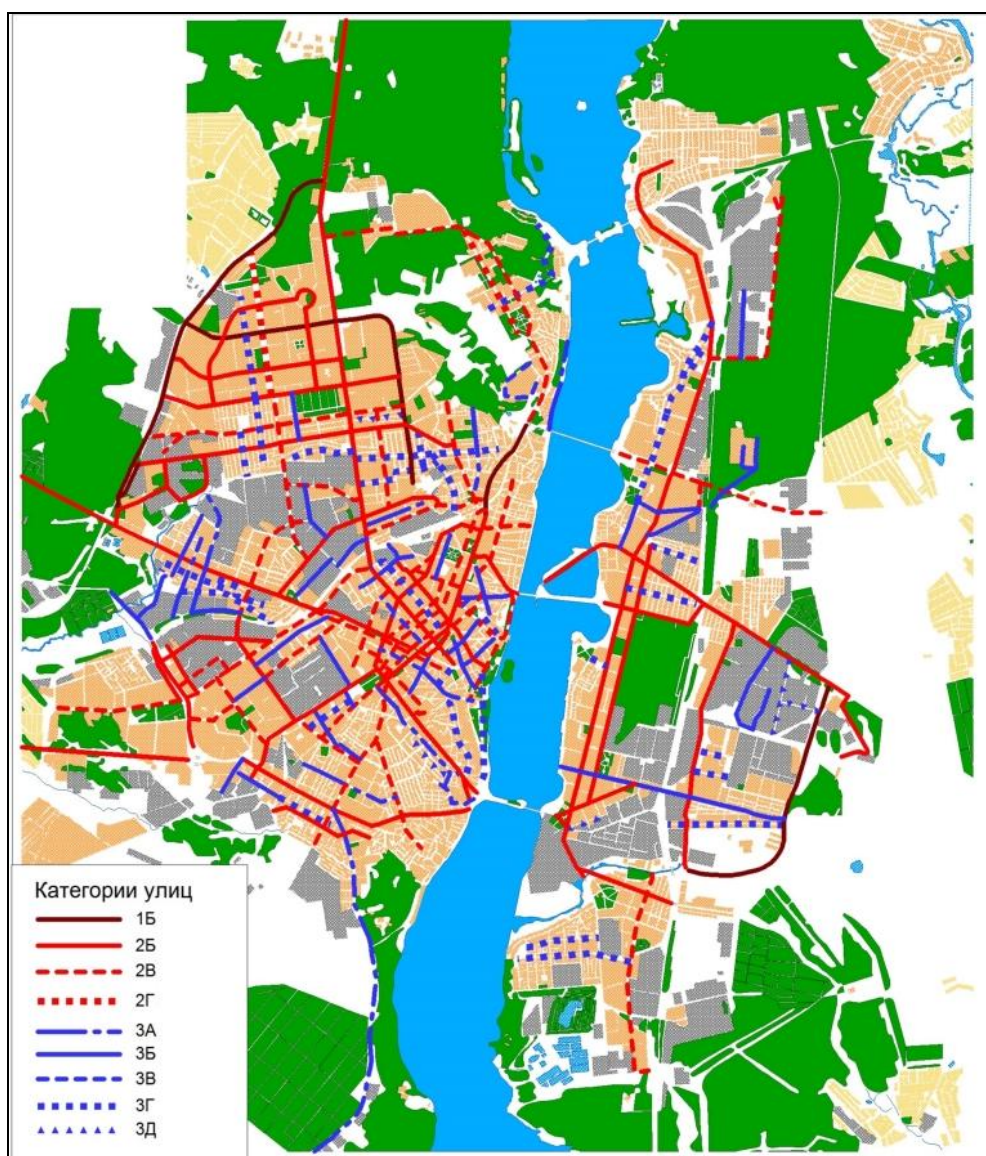


Рис. 2. Категории улиц (в зависимости от интенсивности движения)

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

Данные улицы являются основными транспортными «артериями» города, здесь отмечается наиболее высокая интенсивность движения. Уровни шума здесь превышают гигиенические нормы почти на 10 дБ на территориях, прилегающих к жилым зданиям, больницам и иным сооружениям (табл. 1).

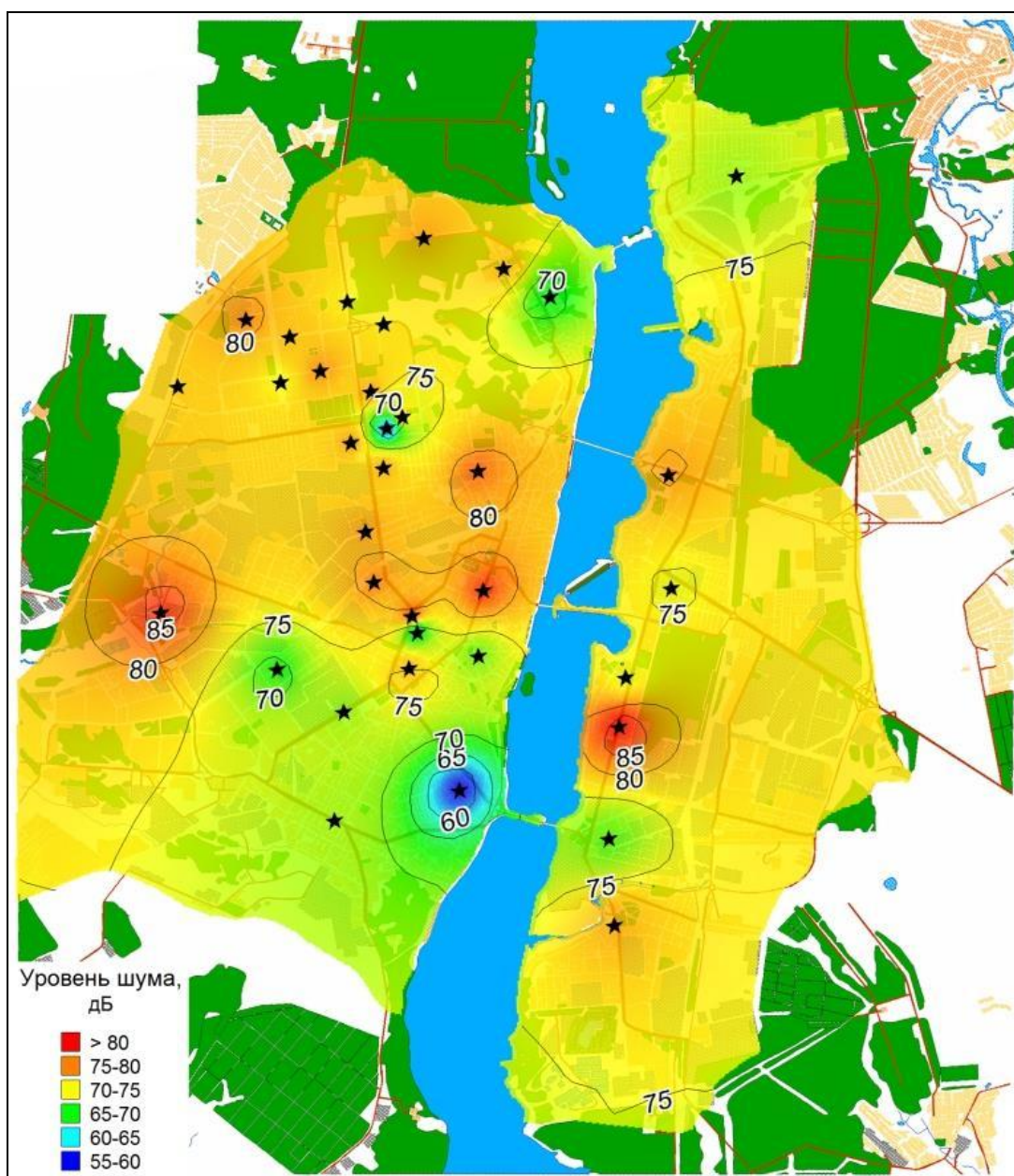


Рис. 3. Карта акустической нагрузки города Воронежа

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 может оказывать серьезное негативное влияние на здоровье граждан [4].

Таблица 1

Уровни шума на улицах г. Воронежа в различные сезоны года

№ п/п	Улица	Уровень шума /дБ/		
		Осень	Зима	Весна
1	2	3	4	5
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
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

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. Таковую 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.

Для универсальной оценки акустической нагрузки на улицы и дороги существует классификация шумности (табл. 2) [2].

Таблица 2

Классификация автомобильных дорог и улиц
в зависимости от класса шумности

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

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

Таким образом, согласно классификации, улицы, которые относятся к категориям 1Б, 2Б, 2В, 2Г, характеризуются как непереносимо шумные и относятся к 6 классу шумности. Улицы категории 3А относятся к 4 классу и являются очень шумными, категории 3Б характеризуются как сверхшумные и относятся к 5 классу шумности, категории 3В относятся к 2 классу шумности и определены как улицы повышенной шумности, категории 3Г – шумные – 3 класс шумности, категории 3Д – малошумные – относятся к 1 классу шумности.

С целью оценки акустической комфортности проживания населения был произведен анализ микрорайонов города Воронежа в соответствии с его административно-территориальным делением. Для зонирования территории г. Воронежа была произведена классификация полученных данных с точки зрения комфортности проживания.

Процедура классификации произведена при помощи специализированного модуля, разработанного на языке программирования MapBasic, содержащего оригинальную процедуру классификации и позволяющего задавать различные параметры цветовых решений для площадных объектов (в соответствии с созданной классификацией) (рис. 4).

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 опасения (2), опасная зона проживания (3). После чего каждому классифицированному объекту автоматически присваивается определенный цвет (зеленый, желтый, красный).

Результат произведенной оценки представлен на карте (рис. 5). Карта отображает комфортность проживания населения и построена с учетом как акустической нагрузки на прилегающую к автодорогам территорию (в соответствии с произведенной классификацией), так и различной плотности улиц и дорог различных классов шумности в среднем по микрорайонам г. Воронежа.

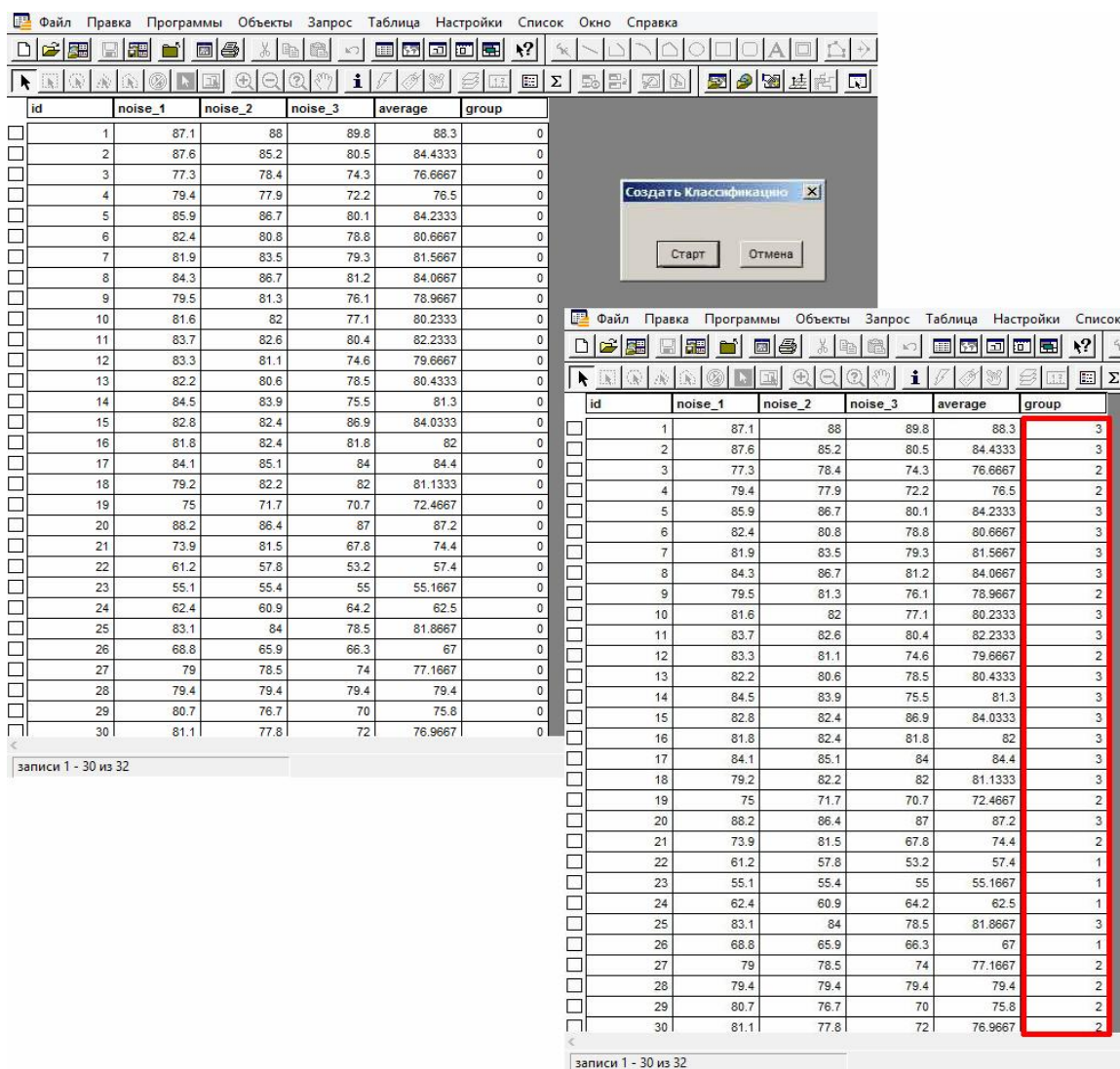


Рис. 4. Процедура классификации данных акустической нагрузки города Воронежа

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

Исследования, направленные на изучение степени акустического загрязнения и автомобилизации города Воронежа, показали, что в городе остро стоит проблема высоких темпов роста автопарка и, связан-

ного с этим превышения допустимых уровней звука, которые создают обширное шумовое загрязнение. Однако, установленные уровни шума являются разовыми измерениями, для получения же полностью достоверных данных об уровнях акустического загрязнения и уровне автомобилизации в городе необходимо систематически проводить замеры и подсчеты, что требует организации и отлаженного функционирования системы акустического мониторинга.

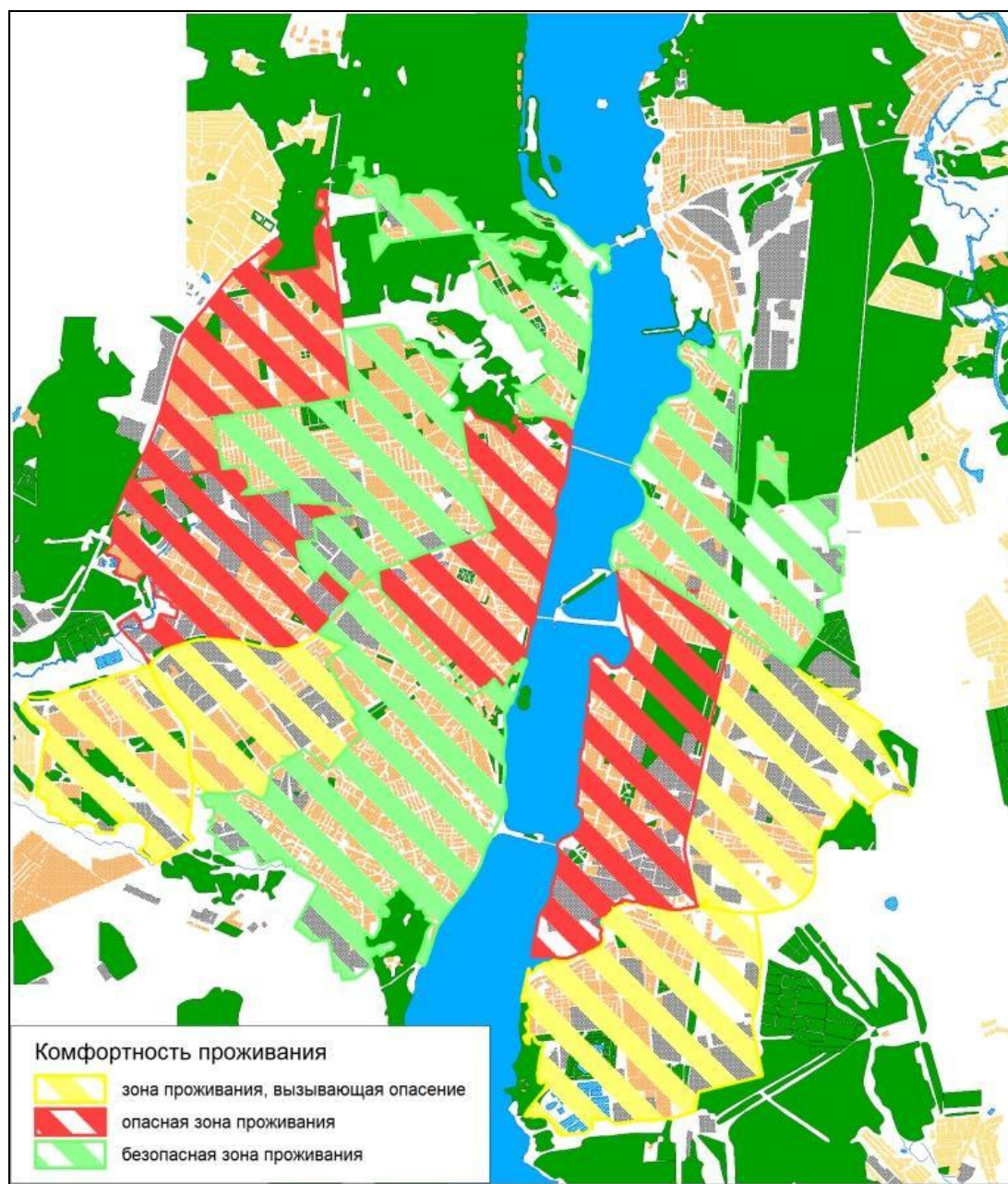


Рис. 5. Карта комфортности проживания населения города Воронежа с учетом акустической нагрузки

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. Минина Н.Н. Классификация автомобильных дорог по шуму и расчет шума автотранспорта / Н.Н. Минина // Известия Самарского научного центра РАН: Энергетика. Механика. Машиностроение. – 2012. – Т. 14. – №1(3). – С. 909-912.
3. 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.
4. Самодурова Н.Ю. Оценка риска здоровью населения при воздействии городского автотранспортного шума / Н.Ю. Самодурова, Н.П. Мамчик, О.В. Клепиков // Экологическая оценка состояния городской среды. – Воронеж, 2016. – С. 139 – 149.
5. 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.

Сведения об авторах

Бухарбаева Куралай Камалбековна – магистрантка кафедры инженерной экологии Воронежского государственного университета инженерных технологий.

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

Воскобоев Сергей Николаевич – врач по общей гигиене радиологической лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области».

Ерилина Алёна Сергеевна – магистрантка кафедры технологии органического синтеза и высокомолекулярных соединений Воронежского государственного университета инженерных технологий.

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

Ильин Семен Леонидович – студент кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета.

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.

Кузмичев Максим Константинович – кандидат медицинских наук; заведующий радиологической лабораторией ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области»; доцент кафедры гигиенических дисциплин Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко.

Куролан Семен Александрович – доктор географических наук, профессор; декан факультета географии, геоэкологии и туризма; заве-

дующий кафедрой геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета.

Молоканова Лариса Витальевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры инженерной экологии Воронежского государственного университета инженерных технологий; старший преподаватель кафедры медицины катастроф и безопасности жизнедеятельности Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко.

Нагих Татьяна Владимировна – 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.

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.

Студеникина Екатерина Михайловна – врач отделения статистики организационно-методического отдела ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области»; ассистент кафедры гигиенических дисциплин Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко.

Чусова Надежда Вячеславовна – студентка кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета.

Научное издание

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ТЕРРИТОРИЙ
ИНТЕНСИВНОГО ТЕХНОГЕННОГО ОСВОЕНИЯ**

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 9,5 п. л.
Бумага офсетная. Печать цифровая.
Тираж 250 экз. Заказ № 2172.

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