

### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ГОРОДА ВОРОНЕЖА С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

С. А. Епринцев, С. А. Куролап, Н. П. Мамчик, О. В. Клепиков

*Воронежский государственный университет, Россия  
Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области, Россия*

На примере города Воронежа исследована роль техногенных и природных факторов в формировании очагов геохимического загрязнения воздушной среды и почвы, а также «ответная реакция» населения на загрязнение среды обитания. С применением геоинформационных технологий (в среде MapInfo) осуществлено зонирование внутригородского пространства по уровням экологического риска для населения.

**Ключевые слова:** экологическое зонирование, геоинформационные технологии, зонирование городского пространства.

The article studies the role of technogenous and natural factors causing geochemical contamination of the air and soil (Voronezh as an example). The focus is also placed on the population's reaction to the pollution. Geoinformation technologies (MapInfo) are applied for intra-city zoning in accord with the degree of ecological risk for population.

**Key words:** ecological zoning, geoinformation technologies, urban zoning.

Прогрессирующая урбанизация приводит к возрастанию экологического риска для населения промышленных городов. В России и большинстве других развитых стран мира эта проблема особенно обострилась на рубеже XX-XXI веков при высоких темпах развития промышленности и транспортной инфраструктуры крупных городов. На фоне возрастающего техногенного загрязнения среды обитания у населения многих крупных городов проявляются экологически обусловленные заболевания, что вызывает повышенное внимание к изучению механизмов формирования зон экологического риска и путей оздоровления городской среды обитания [6, 9].

Проведенные региональные исследования по экогеохимии и картографированию экологических ситуаций показали эффективность применения геоинформационно-аналитического подхода в оценке качества среды обитания и диагностике факторов риска [3, 7].

Эти проблемы актуальны для многих городов Центральной России, в том числе и г. Воронежа –

крупнейшего промышленного центра Черноземья. Город Воронеж имеет разветвленную промышленно-транспортную инфраструктуру, многочисленные источники техногенного загрязнения окружающей среды, сложную архитектурно-планировочную структуру городской застройки, что служит предпосылкой формирования зон экологического риска и, как следствие, – появления экологически обусловленных заболеваний населения.

На территории города Воронежа ранее выполнен ряд обзорных аналитических исследований по оценке качества городской среды и риска для здоровья населения по внутригородским микрорайонам – территориям обслуживания детских и взрослых поликлиник [1, 2, 4, 5, 8, 10]. В то же время не проводилось комплексного экологического зонирования территории города с использованием современных технологий геоинформационного картографирования при исследовании загрязнения природных сред и техногенных рисков для населения, а механизмы формирования зон экологического риска и их пространственное размещение остаются недостаточно изученными, что и определяет актуальность данных исследований.

---

© Епринцев С.А., Куролап С.А., Мамчик Н.П., Клепиков О.В., 2008

Цель исследования – изучение роли техногенных и природных факторов в формировании загрязнения воздушного бассейна и почвы, а также зонирование внутригородского пространства по уровням экологического риска для населения города Воронежа.

#### **Методика исследований и полученные результаты**

Методические этапы исследования включают несколько последовательных процедур с применением экспериментально-аналитических, математико-статистических и геоинформационно-картографических методов.

1. Эколого-гигиеническое обследование воздушного бассейна и почв г. Воронежа, в ходе которого экспериментальными методами изучено содержание в промышленно-загрязненных и «условно-чистых» микрорайонах города приоритетных загрязнителей атмосферы (оксида углерода, диоксида серы, диоксида азота, свинца, формальдегида и других веществ, а также пыли) и почвы (нефтепродуктов, валовых и подвижных форм тяжелых металлов).

2. Создание оригинальной автоматизированной базы эколого-медицинских данных по критериям загрязнения атмосферы, почвы, а также общественного здоровья (детского и взрослого населения) за 10-летний период (1996-2005 гг.).

3. Создание электронной карты-основы г. Воронежа (в среде MapInfo 7.8), содержащей 11 векторных слоев и специализированной тематической геоинформационной системы (ГИС) «Экогеохимия и техногенные риски города Воронежа» для задач геоэкологического картографирования и зонирования внутригородского пространства. Для построения эколого-медицинских карт применен оригинальный формально-территориальный подход с наложением на карту города сетки-решетки площадью 1 км<sup>2</sup>, в узлах которой определены параметры исследуемых критериев состояния среды и здоровья населения с использованием методов автоматической интерполяции.

4. Исследование механизмов формирования зон экогеохимического загрязнения городской среды на основании сопряженного анализа результатов эколого-аналитических, снегомерных и медико-экологических исследований на территории города с применением методов вероятностно-статистического анализа и геоинформационных технологий.

5. Оценка «ответной реакции» населения на техногенное загрязнение городской среды и зониро-

вание внутригородского пространства по уровням экологического риска для населения.

6. Разработка основных принципов городской экологической политики для оздоровления среды обитания и снижения риска для здоровья населения, обусловленного загрязнением окружающей среды.

По результатам исследования были выявлены следующие закономерности в формировании техногенного загрязнения и зон экологического риска в городе Воронеже.

1. Установлено, что наибольший вклад в загрязнение атмосферы вносит автотранспорт (более 82%), стационарные источники загрязнения (74 промышленных объекта, в том числе предприятия теплоэнергетики (ТЭЦ-1, ТЭЦ-2), ОАО «Воронежсинтезкаучук», ОАО «Воронежшина», АООТ «ВАСО», АО «Воронежсельмаш» и др., формирующие зоны стабильного аэротехногенного, преимущественно углеводородного загрязнения. Структура и ореолы техногенного загрязнения атмосферы и почвы во многом сходны, образуя достаточно обширную зону «сплошного» рассредоточенного загрязнения с «очагами» высоких концентраций пыли, углеводородов и тяжелых металлов в окружающей среде.

2. В холодный период усиливается загрязнение общественно-делового центра (в «островах тепла»), а в теплый период – окраинных индустриально-развитых микрорайонов и промышленных зон. Зоны максимального загрязнения атмосферы приурочены к подветренным, преимущественно северо-восточным секторам санитарно-защитных зон промышленно-транспортных объектов и прилегающих к ним жилых микрорайонов. Наиболее сильное загрязнение атмосферы наблюдается на территории общественно-делового центра (на спуске от пр-та Революции к Чернавскому мосту и на перекрестке ул. Степана Разина – Манежная) и промышленного микрорайона «Машмет» в юго-восточном левобережном секторе города. Высокая запыленность воздушного бассейна при плотной городской застройке этих микрорайонов создает зону локального экологического риска.

3. «Очаги» атмосферного загрязнения активизируются в теплый период года, причем в формировании зон техногенного загрязнения определенную «корректирующую роль» играют аэрационные факторы в условиях комбинированной городской застройки. Основные «аэродинамические коридоры», где снижается загрязнение среды, свя-

заны с акваторией внутригородского водохранилища, а также с фрагментами низкоэтажной и коттеджной застройки юго-западного и левобережного секторов города. Более загрязненными являются микрорайоны, расположенные с подветренной стороны от промышленных зон и крупных автомагистралей при преобладающей «строчной» многоэтажной жилой застройке, выполняющей барьерную функцию на путях разноса поллютантов по воздуху.

В холодный период года зоны повышенного загрязнения атмосферы в целом сужаются, сохраняя общую тенденцию с теплым периодом года, однако на некоторых участках индекс загрязнения атмосферы увеличивается по сравнению с теплым периодом года, что является следствием снижения пропускной способности автодорог в зимний период.

4. Исследована структура загрязнения почвенного покрова нефтепродуктами и тяжелыми металлами (Zn, Cu, Pb, Ni, Cr, Mn). Общий уровень загрязнения почвы нефтепродуктами и тяжелыми металлами умеренный с отдельными «очагами» экстремально высокого загрязнения. Наибольшее загрязнение почвенного покрова наблюдается на участках концентрации локальных микропонижений рельефа, вблизи промышленно-транспортных систем левобережного сектора города и на плакоре центрального сектора. Большинство почвенно-геохимических аномалий расположены вдоль крупных автодорог города (вблизи улиц Ворошилова, Грамши, 9 Января, Ленинского проспекта).

5. Более «чистые» зоны города как по атмосферному, так и почвенному загрязнению отчетливо тяготеют к внепромышленным, «спальным» микрорайонам (микрорайоны «Северный» и «Агроуниверситет»).

6. Установлено, что важное значение в формировании полей эколого-геохимического загрязнения городской среды помимо промышленно-транспортной инфраструктуры имеют рельеф, градопланировочные факторы и аэрационный режим внутри городской застройки. Даже в относительно небольших котловинах концентрация загрязнителей атмосферы и особенно почвы, как правило, значительно выше, чем на возвышенностях. Так, в районе ул. Транспортная в недостаточно проветриваемой низине, сформировалась зона довольно высокого загрязнения атмосферы. Склоновый рельеф усугубляет повышенное загрязнение атмосферы и почвы на спуске к Чернавскому мосту из центра города. В то же время на большей части

как правобережной, так и левобережной набережных Воронежского водохранилища и близлежащих прилегающих к ним микрорайонам, расположенных в «низком» секторе города, повышенного загрязнения атмосферы и почвы не обнаружено вследствие, видимо, хорошей аэрации данной приаквальной зоны. В целом, однако, загрязнение левобережного индустриального сектора города усиливает фактор рельефа и розы ветров, поскольку этот сектор является «приемником» отходящих выбросов правобережья при ослабляющей роли аквальной зоны водохранилища.

7. По оригинальной методике нами проведен анализ направлений вихревых потоков, создающих своеобразные «аэродинамические коридоры» и зоны аккумуляции атмосферных загрязнений в городе [2]. В качестве одного из косвенных факторов – индикаторов аэрации в зимний период – служит анализ распределения снежного покрова по территории города. Снег обладает высокой сорбционной способностью и осаждает из атмосферы на поверхность почвы значительную часть продуктов техногенеза. Установлено, что в локальных участках города с наибольшим наносом снега в зимний период могут осаждаться и аккумулироваться вредные вещества, приносимые с ветром и атмосферными осадками от промышленно-транспортных источников, а на участках с достаточной продуваемостью, где снег не накапливается, а высота снежного покрова ниже, уровни загрязнения почвы химическими веществами снижаются. Прослеживается прямая достоверная корреляционная связь средней степени между высотой снежного покрова и содержанием ряда тяжелых металлов в почвенном покрове (Pb, Mn, Ni).

8. Наиболее надежным индикатором аэрогенного пути загрязнения городских почв служит свинец. Причем, наблюдается сходная тенденция содержания в различных частях города загрязнителей, источниками которых являются выбросы автомобильных газов транспорта: отмечена прямая корреляционная зависимость содержания свинца в почвенном покрове с содержанием нефтепродуктов в почвенном покрове, формальдегида и оксида серы (IV) в атмосфере. Наблюдается достоверная прямая корреляционная зависимость средней силы ( $r=0,64$ ) между величинами суммарных индексов загрязнения атмосферы (ИЗА) и загрязнения почвы (СПЗ) тяжелыми металлами. Данный факт говорит об аэрогенном пути загрязнения почвы, а также о том, что почвенное загрязнение –

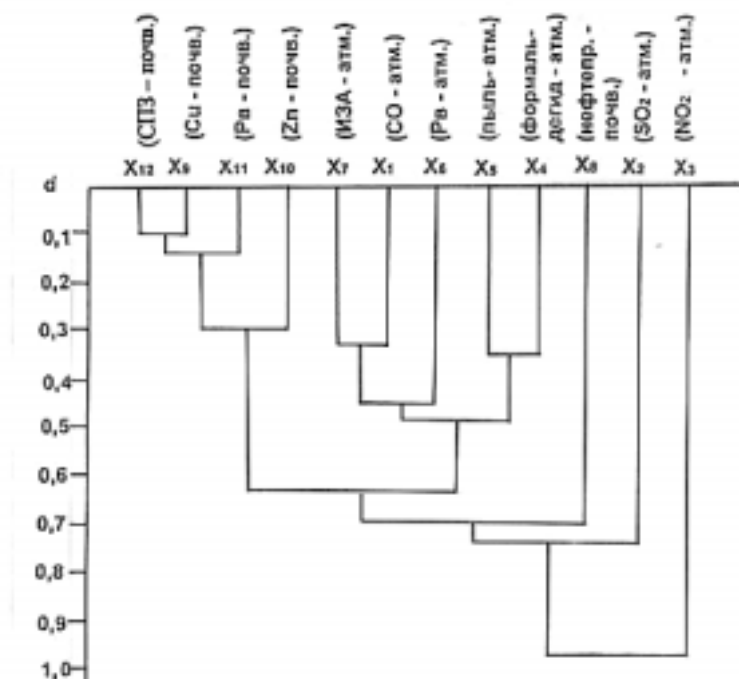


Рис. 1. Кластерная дендрограмма сходства приоритетных загрязняющих веществ (атм.- атмосфера, почв. – почва) и суммарных индексов загрязнения атмосферы и почвы; d – критерий сходства («евклидово расстояние»)

индикатор общего техногенного загрязнения городской среды.

9. На основе сопряженных экогеохимических, снегомерных и медико-статистических исследований выявлены «аэродинамические коридоры» на территории города, преимущественно субмеридиональной ориентации, обусловленные розой ветров, акваторией водохранилища, снижающей загрязнение, и этажностью застройки, где наблюдаются достоверные корреляции высоты снежного покрова, концентраций тяжелых металлов в почве (свинца, марганца, никеля) и заболеваемости детского населения. В зонах «ветровых переносов» отмечены локальные почвенно-геохимические аномалии содержания тяжелых металлов.

Выявленные закономерности подтверждены в процессе кластерного анализа: установлены два кластера сходства загрязняющих веществ: I) загрязнители почвенного покрова (СПЗ почвы, критерии загрязнения почвы медью, свинцом и цинком); II) загрязнители атмосферы (ИЗА, критерии загрязнения атмосферы оксидом углерода (II), свинцом, пылью и формальдегидом). В наименьшей степени подчиняются общим закономерностям (связаны недостоверно с отмеченными кластерами) содержание нефтепродуктов в почве, а также – оксида серы (IV) и оксида азота (IV) в атмосфере (рис. 1).

Сходство кластеров почвенного и атмосферного загрязнения по суммарным индексам, тяжелым

металлам, а также оксиду углерода, пыли и формальдегиду свидетельствует преимущественно о промышленно-транспортном источнике их накопления в городской среде. Аккумуляция нефтепродуктов обусловлена преимущественно транспортным фактором, а окислы серы и азота (летучие компоненты) разносятся на значительные расстояния и аккумулируются не только под воздействием промышленно-транспортного фактора, но и с учетом аэрационных факторов в условиях комбинированной городской застройки.

Уровень «ответной реакции» населения на техногенное загрязнение городской среды достоверно проявляется в увеличении заболеваемости взрослого и особенно детского населения в техногенно-загрязненных микрорайонах.

При детальном изучении состояния здоровья населения на территории города Воронежа установлено, что в разных микрорайонах города заболеваемость как детского, так и взрослого населения по различным классам болезней существенно колеблется. Так, практически по всем классам болезней наблюдается высокая заболеваемость взрослого и детского населения в центральной части города и в индустриальном секторе Левобережного района города Воронежа (за исключением инфекционных и паразитарных болезней). Относительно низкая заболеваемость детского и взрослого населения наблюдается в Северном

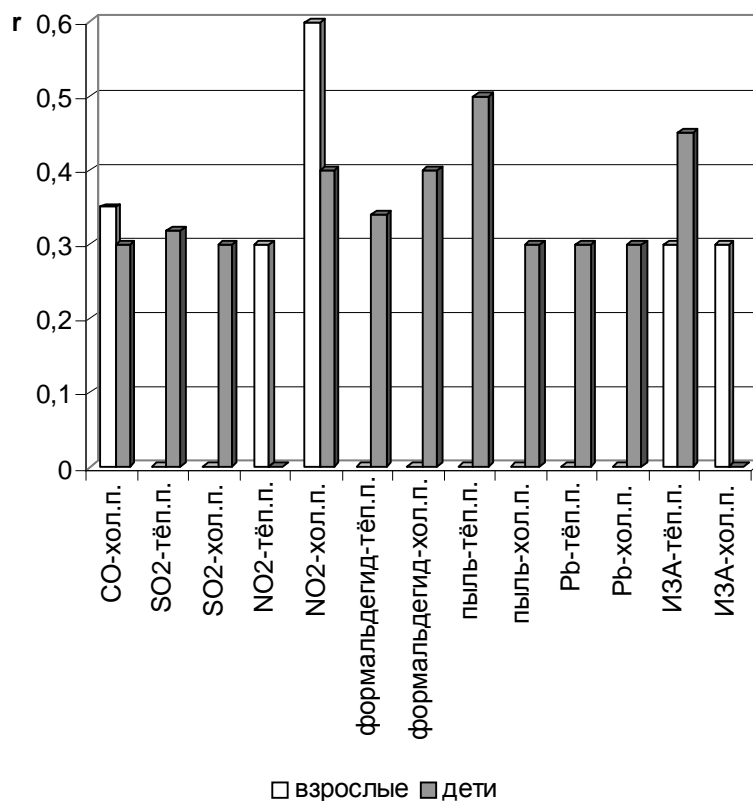


Рис. 2. Корреляционные связи болезней органов дыхания с загрязнением атмосферы г. Воронежа в холодный и теплый периоды года ( $r$  – коэффициент корреляции; хол.п. – холодный период; тепл.п. – теплый период)

жилом микрорайоне и в жилой застройке вблизи агроуниверситета.

В ходе корреляционного анализа установлено наличие ряда прямых средних и сильных корреляционных зависимостей между отдельными загрязняющими компонентами природных сред и критериями общественного здоровья. Более информативны показатели атмосферного загрязнения для холодного периода года, а более «чувствительно» к техногенному загрязнению, особенно почвы, детское население (рис. 2, рис. 3), особенно, мальчики (видимо, за счет более тесных контактов с окружающей средой в процессе дошкольного воспитания, игр вне помещений).

Установлена прямая зависимость между содержанием пыли в атмосфере города Воронежа и уровнем заболеваемости детского населения болезнями системы кровообращения ( $r=0,51$ ), а также болезнями костно-мышечной системы ( $r=0,50$ ). Для взрослого населения выявлены наиболее существенные зависимости между содержанием диоксида азота в атмосфере города Воронежа в холодный период года и заболеваемостью болезнями системы кровообращения ( $r=0,63$ ), органов пищеварения ( $r=0,63$ ), кожи и подкожной клетчатки ( $r=0,56$ ). Положительная связь средней силы

наблюдается между болезнями костно-мышечной системы и содержанием пыли в атмосфере города в теплый ( $r=0,53$ ) и холодный ( $r=0,54$ ) периоды года.

Расчет количественных уровней экологических рисков при воздействии загрязнителей атмосферы производился по методике Федерального центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана и подробно ранее описан в работе С.А. Куролапа, Н.П. Мамчика, О.В. Клепикова [4].

Расчет канцерогенного риска (**CR**) от присутствия загрязняющих веществ в атмосфере (по 18 приоритетным химическим канцерогенам) показал, что в целом по городу он соответствует предельно допустимому уровню (**CR** ниже  $1 \cdot 10^{-6}$ ) с некоторым превышением для 7 веществ (акрилонитрил, бензол, оксид никеля, стирол, трихлорэтилен, формальдегид, хром шестивалентный). Особое опасение вызывает риск воздействия на экспонируемое население 1,3-бутадиена и сажи, риск канцерогенных эффектов на большинстве территорий по которым достигает опасного уровня (**CR** около  $1 \cdot 10^{-3}$ ), требующего мероприятий по его снижению. Наибольший вклад в уровень канцерогенного риска вносят ОАО «Воронежсинтез-

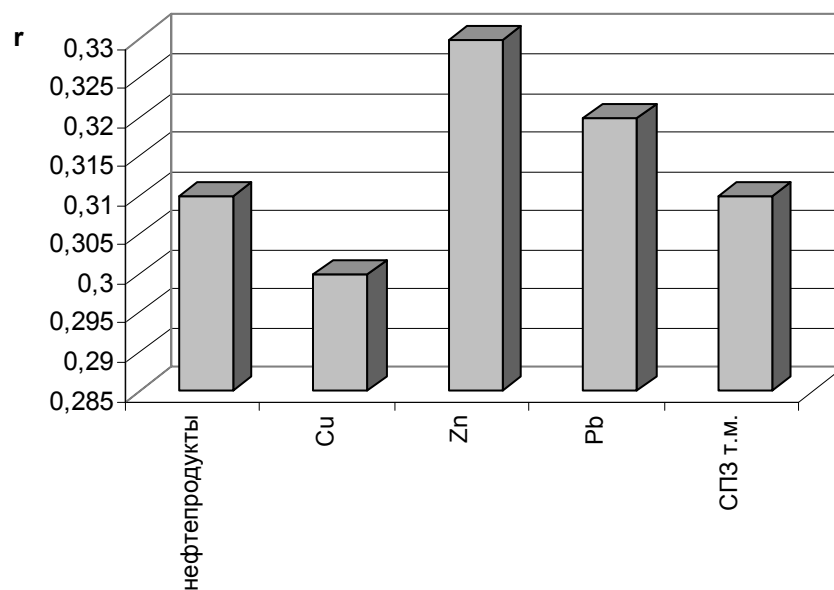


Рис. 3. Корреляционные связи зависимости общей заболеваемости детского населения от загрязнения почвы г. Воронежа (r – коэффициент корреляции)

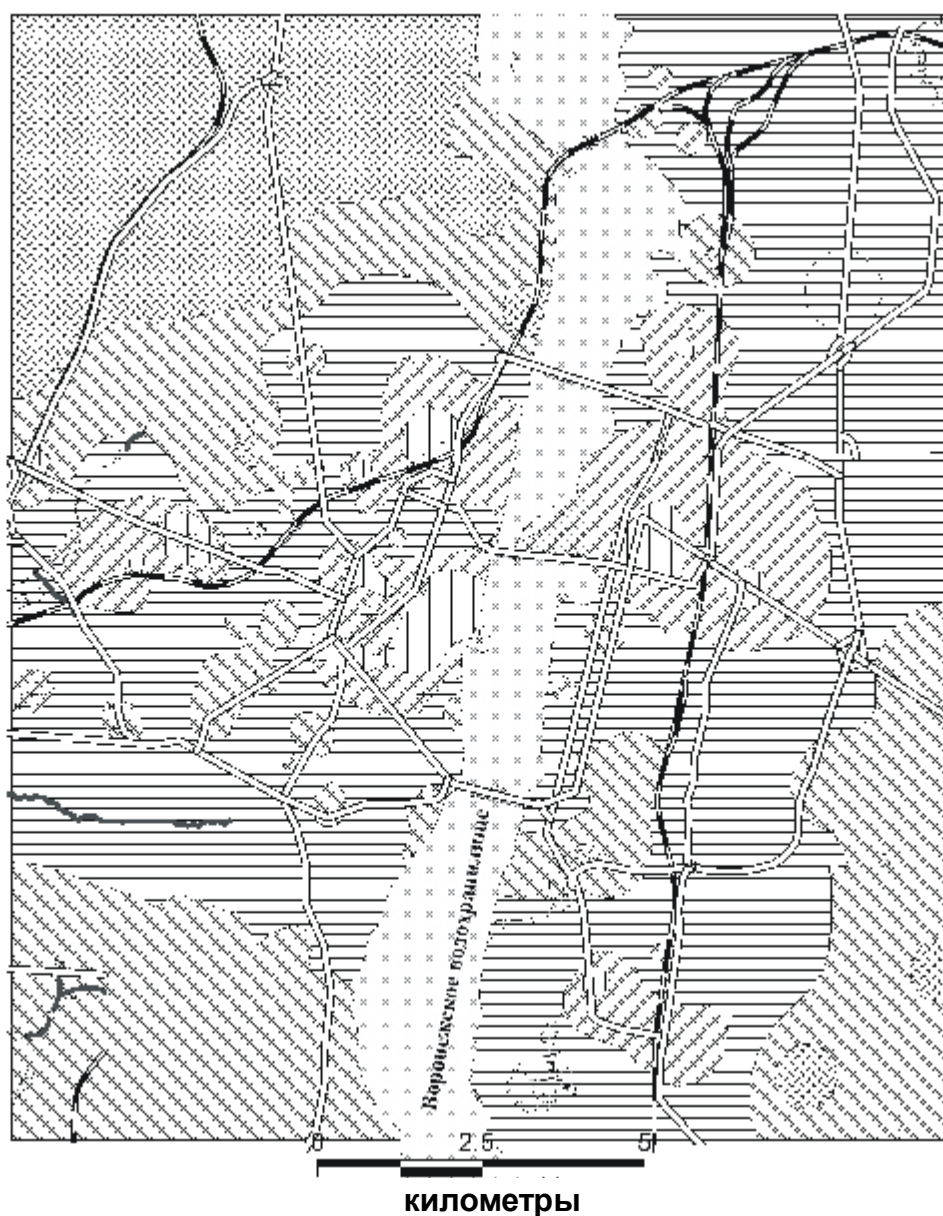
каучук» за счет выбросов 1,3-бутадиена и ОАО «Воронежшина» за счет сажи.

Из 58 загрязняющих веществ, присутствующих в атмосфере города и обладающих неканцерогенным действием, 10 приоритетных загрязнителей представляют опасность для здоровья. Наибольший вклад в неканцерогенный риск вносят соединения меди (выбросы от предприятий электротехнической и радиопромышленности) и взвешенные вещества. Суммарный неканцерогенный риск возникновения хронических заболеваний местами вызывает опасение. Наиболее высокий риск в левобережном секторе и в некоторых микрорайонах центральной части города: в Железнодорожном районе, микрорайоне «Машмет» Левобережного района, в районе ул. Транспортная. Так, 50-70% территории города постоянно расположены в зоне повышенного риска (НІ – более чем в 10 раз выше допустимого) от присутствия соединений меди, взвешенных веществ и формальдегида в атмосферном воздухе.

При проведении комплексного экологического зонирования внутригородского пространства на территории г. Воронежа отчетливо выделяются 5 зон экологического риска (рис. 4): **зона низкого, допустимого экологического риска** (северная внепромышленная часть города); **зона удовлетворительного экологического риска, не вызывающего беспокойства** (большая окраинная территория вне промышленных зон); **зона экологического риска, вызывающего беспокойство** (локальные общественно-деловые центры правобере-

жья и левобережья); **зона экологического риска, вызывающего опасение** (территория, примыкающая к автомагистралям и промзонам); **зона опасного экологического риска** (крупные автомагистрали, санитарно-защитные зоны промышленных предприятий и прилегающие к ним участки преимущественно в промышленном левобережье города).

Количественные соотношения в зонах экологического риска по различным термическим периодам года и «массовым» загрязнителям воздуха показаны в таблице. Для снижения уровней экологического риска и оздоровления городской среды на территории г. Воронежа необходима целенаправленная городская экологическая политика, составными блоками которой могут быть: 1) модернизация транспортных сетей города и пригородной зоны с увеличением их пропускной способности, качества дорожного покрытия, средней скорости движения транспортных средств на основе создания «транспортных коридоров» по направлениям от центра к окраинным микрорайонам, «обходных и дублирующих» трасс разнонаправленного движения; 2) контроль и нормирование выбросов в атмосферу от промышленных объектов, изменение топливного баланса в теплоэнергетической промышленности (снижение доли угля и мазута с переходом на газ в качестве топлива на ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, котельных ВГК «Тепловые сети»), благоустройство санитарно-защитных зон промышленных предприятий; 3) озеленение внутригородского пространства (санитарно-защитных



Уровень экологического риска






-  Низкий, допустимый экологический риск
-  Экологический риск, не вызывающий беспокойство
-  Экологический риск, вызывающий беспокойство
-  Экологический риск, вызывающий опасение
-  Опасный экологический риск

Рис. 4. Экологическое зонирование территории г.Воронежа

Площади внутригородских территорий различных уровней неканцерогенного риска возникновения хронических заболеваний у населения

Температурный режим	Фактор риска	Уровень риска для здоровья (км <sup>2</sup> )*				
		допустимый (HQ<0,8)	предельный (HQ 0,8-1)	повышенный (HQ 1-2)	высокий (HQ 2-3)	очень высокий (HQ>3)
Теплый период года	CO	43.5	109.6	100.4	0.6	-
	SO <sub>2</sub>	11.6	11.6	64.6	101.8	63.7
	NO <sub>2</sub>	77.5	95.3	75.6	5.8	2.5
	формальдегид	12.3	48.3	20.1	51.4	155.4
	Pb	171.1	48	124.4	5	0.7
	<b>суммарный риск (HI)</b>	<b>31.7</b>	<b>67.8</b>	<b>114.3</b>	<b>29.2</b>	<b>5.6</b>
Холодный период года	CO	121.1	85.3	31.2	0.7	-
	SO <sub>2</sub>	36.4	9.8	155.6	61.3	10.4
	NO <sub>2</sub>	98.9	41.4	99.5	-	-
	формальдегид	38.9	3.7	41.3	75.5	30.7
	Pb	183.2	40.1	16	0.2	-
	<b>суммарный риск (HI)</b>	<b>55</b>	<b>161.5</b>	<b>18.5</b>	<b>3.3</b>	<b>1.3</b>

\* HQ – индивидуальный неканцерогенный риск при ингаляционном воздействии соответствующих загрязняющих веществ.

зон промышленных предприятий, прилегающих к автодорогам микрорайонов, внутривороневских участков с внедрением в состав посадок газоустойчивых зеленых насаждений: липы мелколистной, тополя канадского, тополя черного, ясеня зеленого, можжевельника казацкого, туи западной, бирючины обыкновенной, кизильника блестящего и других видов, а также более широкое применение «вертикального озеленения» по опыту других крупных городов Европы, что позволит не только снизить загрязнение воздушного бассейна, но и уменьшить звуковой дискомфорт вблизи автомагистралей.

Реализованный на примере города Воронежа методический подход к выделению зон экологического риска на основе технологий геоинформационного картографирования вполне может быть применен для оперативного экологического контроля и мониторинга. В условиях преимущественно аэрогенного механизма формирования зон техногенного загрязнения городской среды эффективным является эколого-геохимический мониторинг в зонах экологического риска. Внедрение предлагаемой системы оптимизационных мероприятий для оздоровления окружающей среды промышленно-развитого города ориентировано, прежде всего, на решение трех приоритетных задач: модернизацию автотранспортных сетей; контроль выб-

росов предприятий теплоэнергетики, озеленение внутригородского пространства. Реализация их на практике позволит поэтапно снижать риск появления экологически обусловленных заболеваний среди населения города и обеспечить рациональное перспективное градостроительство.

Исследования проведены по гранту РФФИ (проект 08-05-00533).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джувеликян Х. А. Экология, город, человек / Х. А. Джувеликян. – Воронеж, 1996. – 104 с.
2. Епринцев С.А. Эколого-гигиеническая оценка городской среды с использованием снегомерных наблюдений / С. А. Епринцев, С. А. Куролап, Ю. Н. Завьялова // Вестн. Воронеж. гос. ун-та: Сер. География и Геоэкология. –2006. – № 1. – С. 34-38.
3. Кочуров Б. И. Экодиагностика и сбалансированное развитие: учеб. пособие / Б. И. Кочуров. – М.; Смоленск : Маджента, 2003. – 384 с.
4. Куролап С. А. Оценка риска для здоровья населения при техногенном загрязнении городской среды / С. А. Куролап, Н. П. Мамчик, О. В. Клепиков. – Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2006. – 220 с.
5. Негроров О. П. Экологические основы оптимизации и управления городской средой. Экология города / О. П. Негроров, Д. М. Жуков, Н. В. Фирсова. – Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2000. – 272 с.
6. Ревич Б. А. Экологическая эпидемиология: учебник для высш. школы / Б. А. Ревич, С. Л. Авалиани, Г. И. Тихонова. – М. : Академия, 2004. – 384 с.



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

8. Экология и мониторинг здоровья города Воронежа / под ред. Н. П. Мамчика, С.А. Куролапа, О.В. Клепикова. – Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 1997. – 180 с.

Епринцев Сергей Александрович  
кандидат географических наук, преподаватель факультета географии и геоэкологии Воронежского государственного университета, г. Воронеж,  
т. 8(4732) 66-56-54, E-mail: root@geogr.vsu.ru

Куролап Семен Александрович  
доктор географических наук, профессор факультета географии и геоэкологии Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. 8(4732)66-56-54,  
E-mail: root@geogr.vsu.ru, kurolap@vmail.ru

Мамчик Николай Петрович  
доктор медицинских наук, профессор, заместитель главного врача ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», г. Воронеж,  
т. 8(4732) 65-05-26, E-mail: klepa1967@vmail.ru

Клепиков Олег Владимирович  
доктор биологических наук, профессор, заведующий отделением информтехнологий ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», г. Воронеж,  
т. 8(4732) 64-04-82, E-mail: klepa1967@vmail.ru

9. Экология человека : учеб. пособие / под ред. Б. П. Прохорова. – М. : Изд-во МНЭПУ, 2001. – 440 с.

10. Эколого-гигиенические основы мониторинга и охраны городской среды / Н.П. Мамчик [и др.] – Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2002. – 332 с.

Yeprintsev Sergey Aleksandrovich  
PhD in Geography, teacher of faculty of geography and geocology of Voronezh State University, Voronezh,  
tel. (4732) 66-56-54, E-mail: root@geogr.vsu.ru

Kurolap Semyon Aleksandrovich  
Doctor of Geography, Professor of faculty of geography and geocology of Voronezh State University, Voronezh,  
tel. (4732) 66-56-54, E-mail: root@geogr.vsu.ru, kurolap@vmail.ru

Mamchik Nikolay Petrovich  
Doctor of Medicine, Professor, deputy head physician of Centre of hygiene and epidemiology of the Voronezh Oblast, Voronezh, tel. 8(4732) 65-05-26,  
E-mail: klepa1967@vmail.ru

Klepikov Oleg Vladimirovich  
Doctor of Biology, Professor, manager of section of information technologies of Centre of hygiene and epidemiology of the Voronezh Oblast, Voronezh,  
tel. 8(4732) 64-04-82, E-mail: klepa1967@vmail.ru