

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ИЗУЧЕНИИ  
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННОЙ  
ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ Г. ВОРОНЕЖА)  
THE USAGE OF GIS-TECHNOLOGY FOR STUDY OF  
GEOECOLOGICAL ASPECTS OF URBAN TERRITORY POLLUTION  
(ON SAMPLE OF VORONEZH CITY)**

*Используя современные ГИС-технологии изучена динамика загрязнённости атмосферы г. Воронежа за многолетний период. Определены аспекты формирования зон экологического риска. Проведено комплексное Геоэкологическое зонирование урбанизированной территории г. Воронежа.*

*The atmosphere pollution long-term dynamics for Voronezh city was studied using modern GIS-technologies. Complex geoecological zoning of urban territory of Voronezh was investigated.*

**Постановка проблемы.** Современная урбанизация и все возрастающее техногенное «давление» на окружающую среду неизбежно приводят к возрастанию экологического риска для населения промышленных городов [2, с. 5-27]. На территории СНГ и в большинстве других развитых стран мира данная проблема особенно обострилась с середины XX века при высоких темпах развития промышленности, нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих отраслей, вследствие увеличения мощности предприятий теплоэнергетики, автотранспорта и т.д. На фоне возрастающего геохимического загрязнения среды обитания у населения многих крупных промышленных городов проявляются экологически обусловленные заболевания, что вызывает повышенное внимание ученых и экологов-практиков к исследованию механизмов формирования зон техногенного загрязнения и поиску эффективных путей оздоровления городской среды обитания [1, с.58-59, 5, с.92-126].

**Актуальность исследования.** Проблемы формирования зон экологического риска и появления экологически-обусловленных заболеваний при воздействии геохимических поллютантов актуальны для многих промышленно-развитых городов СНГ, 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 этого, – появления некоторых экологически обусловленных заболеваний у населения. Город типичен для урбанизированных центров Европейской части страны, что позволяет на его примере вполне репрезентативно оценивать экологические риски для населения при воздействии эколого-геохимических факторов [2, с. 5-32, 4, с. 2-14].

**Анализ последних исследований и публикаций.** Теоретические основы изучения данной проблемы обоснованы во многих классических трудах ученых по урбоэкологии, геохимии окружающей среды и медицинской географии (В.А. Алексеенко, Н.С. Касимов, А.А.Келлер, Б.И. Кочуров, С.М. Малхазова, А.И. Перельман, Б.Б. Прохоров, А. Learmonth, E. Perle) [2, с. 5-12, 3, с. 4-58].

Проведённые региональные исследования по экодиагностике и картографированию кризисных геоэкологических ситуаций А.М. Берлянтю, В.С. Тикуновым, А.М. Трофимовым, М.В. Панасюком, Д.А. Ивановым, Б.И. Кочуровым, В.М. Чупахиным, А.А. Ямашкиным показали эффективность применения ГИС-технологий в оценке качества среды обитания и диагностике факторов риска [2, с. 5-12, 5, с. 14-108].

На территории города Воронежа ранее выполнен ряд обзорных аналитических исследований по оценке качества городской среды и изучению содержания химических загрязнителей в природных средах, а также их воздействию на состояние здоровья населения А.Я. Григорьевской, Х.А. Джувеликяном, В.П. Жердевым, С.А. Куролапом, Ф.Н. Мильковым, О.П. Негроровым, В.М. Смольяниновым, В.И. Федотовым, М.И. Чубирко, А.П. Щербаковым, Н.А. Протасовой. Данные исследования показывают актуальность изучаемых проблем в Воронежском регионе. В то же время не проводилось детального и комплексного геоэкологического зонирования территории города Воронежа с использованием современного ГИС-картографирования при исследовании загрязнения природных сред, экологического риска для населения, а механизмы формирования зон техногенного загрязнения городской среды с учетом ландшафтно-экологических факторов и градостроительной инфраструктуры остаются не вполне ясными, что также определяет актуальность данных исследований [2, с. 5-12, 3, с. 34-35, 4, с. 17-18, 5, с. 14-108].

**Цель статьи.** Целью статьи является геоэкологическая оценка формирования зон эколого-геохимического загрязнения территории крупного промышленно-развитого города, а также зонирование внутригородского пространства по уровням экологического риска для населения. В качестве модельного урбанизированного региона выбран город Воронеж.

**Изложение основного материала исследования.** Воронеж является крупнейшим городом и промышленным центром в Центрально-Чернозёмном регионе РФ. Население города – около 950 тыс. человек. Общая площадь урбанизированной территории в границах городского округа Воронежа составляет 46,5 тыс.га [2, с. 5-12].

Экономическая база Воронежа представлена предприятиями машиностроения, химической, пищевой и строительной индустрией. Общая площадь городской территории, занимаемая промышленной эколого-функциональной зоной составляет 1,8 тыс. га. Коммунальные

зоны занимают 2,4 тыс. га. Суммарно промышленно-коммунальные зоны составляют 7,2% от общей территории застройки города. При этом основным загрязнителем городской среды Воронежа является автотранспорт. Если в 70-х годах прошлого века доля загрязнений, привносимых автотранспортом в атмосферу, составляла менее 13%, то в настоящее время, она достигает около 82% и продолжает нарастать [2, с. 5-34].

Для оценки качества окружающей среды территории города Воронежа создана авторская ГИС «Экогеохимия и техногенные риски г. Воронежа», при помощи которой был создан электронный геоэкологический атлас города Воронежа. Основой ГИС служит автоматизированная база данных «Экогеохимия города Воронежа», зарегистрированная в ФГУП НТЦ «Информрегистр» (№ 0220611156), а также программно-картографический инструментарий создания геоэкологических карт города Воронежа.

Анализ содержания загрязняющих веществ в атмосфере г. Воронежа в среде ГИС проведён отдельно по холодному и тёплому периодам года. Анализируя карты геоэкологического атласа г. Воронежа, установлено, что атмосфера г. Воронежа в наибольшей степени подвержена загрязнению оксидом углерода (II), оксидом серы (IV), оксидом азота (IV), формальдегидом и пылью.

Определив в среде ГИС индекс загрязнения атмосферы по формулам 1,2 и построив соответствующие карты (рисунок 1) для различных температурных режимов, представляется возможным оценить общую загрязнённость различных участков г. Воронежа.

$$I = \left( \frac{C_i}{ПДК} \right)^K \quad (1)$$

$$ИЗА = \sum_{i=1}^7 (I_i) \quad (2)$$

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) [2, с. 25-27].

Установлено, что очаги загрязнения в тёплый и холодный периоды года относительно стабильны за 10 лет (таблица 1, рисунок 1), а наиболее сильное загрязнение атмосферы наблюдается на территории микрорайона «Машмет» Левобережного района г. Воронежа в зоне воздействия ОАО «Рудгормаш» (ул. Чебышева). Более чистые зоны города отчетливо тяготеют к внепромышленным, «спальным» микрорайонам (Северный и микрорайон ВГАУ).

Для определения возможной связи заболеваемости населения с

техногенным загрязнением г. Воронежа изучена общая заболеваемость населения на различных терапевтических участках г. Воронежа за период с 1991 по 2008 гг. по классам заболеваний, причиной которых может быть экологическая обусловленность. При изучении заболеваемости населения, особое внимание было уделено состоянию здоровья детского населения (0-14 лет), поскольку данный возрастной контингент можно рассматривать как «индикаторную группу», характеризующую реакцию коренного населения на вредные воздействия факторов среды, т. к. дети менее подвержены внутригородской миграции, теснее «привязаны» к территории, на которой живут и учатся, не испытывают непосредственного влияния профессиональных вредностей [2, стр. 99-156].

**Таблица 1. Участки г. Воронежа с наибольшим содержанием ЗВ в атмосфере (по величине индекса загрязнения атмосферы).**

№	Точка наблюдения	Административный район города	Величина ИЗА
Тёплый период года			
1	ОАО «Рудгормаш» (ул. Чебышева)	Левобережный	51,15
2	Перекрёсток ул. Матросова – пер. Туркменский	Советский	47,80
3	Ул. Краснозвездная, 32	Советский	42,53
4	Завод им.Дзержинского (ул.Вокзальная, 2)	Центральный	41,22
5	Ул. Кольцовская, 35	Центральный	37,67
6	Перекрёсток ул. Матросова – ул. Острогжская	Советский	35,94
7	Проспект Труда, д. 101	Коминтерновский	32,73
8	Перекрёсток ул. Ворошилова – ул. Космонавтов	Советский	31,22
9	Ул. Урицкого, 68	Коминтерновский	30,56
10	Перекрёсток ул. Кольцовская – ул. Плехановская	Ленинский	27,84
Холодный период года			
1	Перекрёсток ул. Матросова – ул. Краснознаменная	Ленинский	52,95
2	Ул. Кольцовская, 35	Центральный	24,75
3	Ленинский проспект д. 11	Левобережный	21,99
4	Проспект Труда, 14	Коминтерновский	20,89
5	Перекрёсток ул. Ст. Разина – ул. Манежная	Центральный	20,25
6	Перекрёсток ул. Донбасская – ул. 9 Января	Ленинский	17,43
7	Перекрёсток ул. Никитинская – ул. Комиссаржевская	Центральный	17,43
8	Ул. 9 Января, 125	Коминтерновский	16,90
9	Перекрёсток ул. 45 Стрелковой дивизии – Московский проспект	Коминтерновский	16,16
10	Перекрёсток ул. Кольцовская – ул. Плехановская	Ленинский	15,84

Для устранения «субъективизма» в исследовании статистических связей при оценке риска применён формально-территориальный подход к организации базы входных данных. По полученным данным проведён корреляционно-регрессионный, кластерный анализ данных и рассчитаны уровни риска в соответствии с руководством Р 2.1.10.1920—04 (Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду) [1, с. 58-59,2, стр. 99-156].

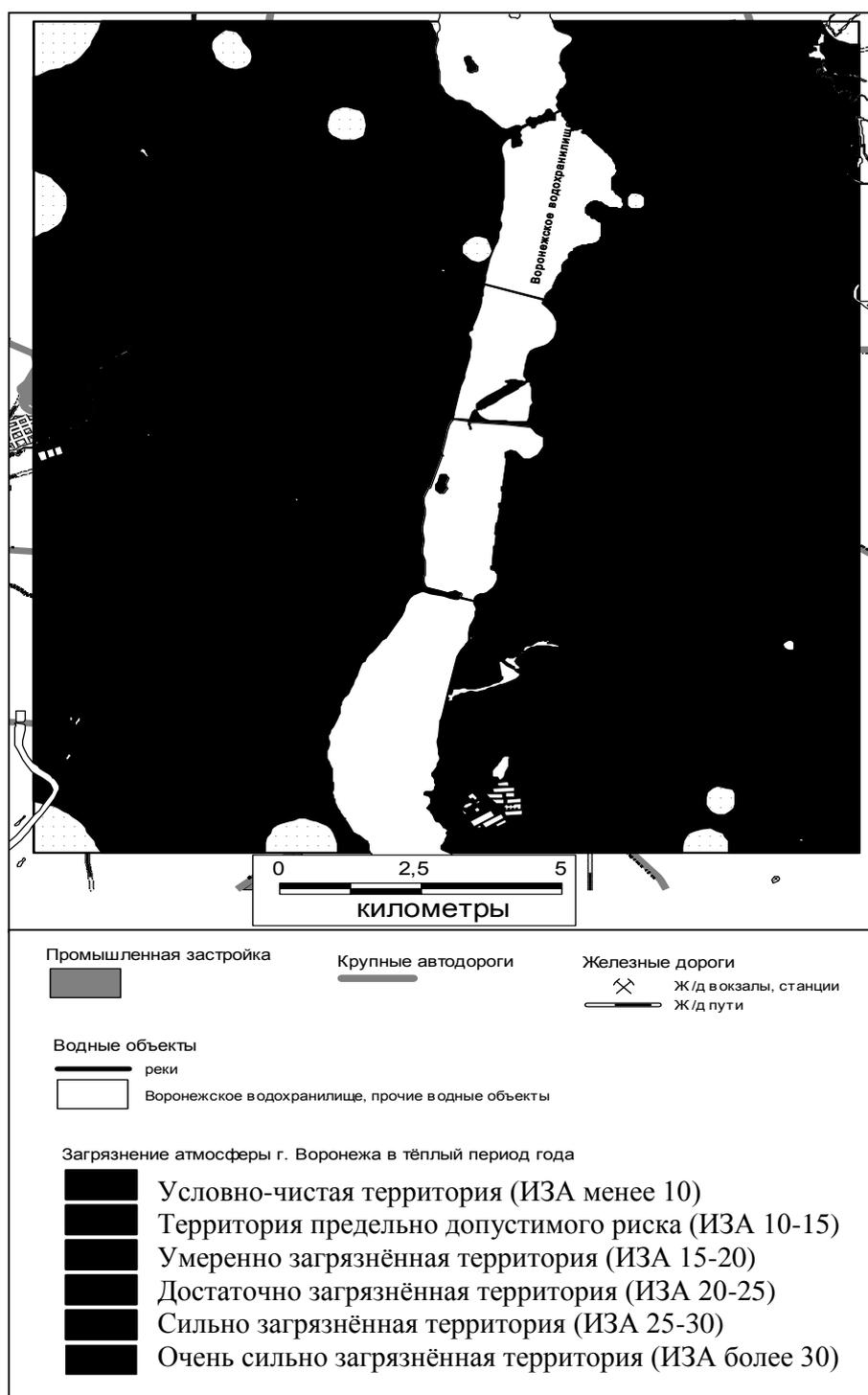


Рисунок 1. Карта ИЗА территории г. Воронежа в тёплый период года

Проведя расчёт суммарного неканцерогенного риска возникновения хронических заболеваний (НІ) было установлено расположение зон высокого и очень высокого неканцерогенного рисков возникновения хронических заболеваний в Железнодорожном районе города, микрорайоне «Машмет» Левобережного района, Советском районе и в районе ул. Транспортная Центрального района. Территория повышенного риска наблюдается преимущественно в левобережной и центральной частях города. Зона низкого уровня риска расположена преимущественно в северной части города (Северный микрорайон и микрорайон СХИ Центрального района г. Воронежа).

При проведении комплексного геоэкологического зонирования внутригородского отчетливо выделяются 5 зон экологического риска – зона низкого, допустимого экологического риска (северная внепромышленная часть города); зона удовлетворительного экологического риска, не вызывающего беспокойства (большая окраинная часть территории вне промышленных зон); зона экологического риска, вызывающего беспокойство (локальные общественно-деловые центры правобережья и левобережья); зона экологического риска, вызывающего опасение (примыкающая к автомагистралям и промзонам); зона опасного экологического риска (крупные автомагистрали, санитарно-защитные зоны промышленных предприятий и прилегающие к ним участки).

**Выводы из данного исследования и перспективы последующих разведок в данном направлении.** Установлено, что наиболее сильное загрязнение атмосферы антропогенными поллютантами, являющимися факторами экологического риска, наблюдается на территории микрорайона «Машмет» Левобережного района г. Воронежа. Более чистые зоны города отчетливо тяготеют к внепромышленным, «спальным» микрорайонам (Северный и микрорайон ВГАУ).

На территории г. Воронежа в наибольшей степени антропогенный прессинг осуществляется при воздействии автотранспортного комплекса. В условиях постоянно возрастающего личного автотранспорта наблюдается существенное снижение пропускной способности дорожно-транспортной сети, вследствие чего автомобили большую часть времени работают на низких передачах, что способствует максимальному выбросу в атмосферу антропогенных поллютантов. Данные поллютанты формируют зоны повышенного и высокого риска появления экологически-обусловленных заболеваний крови и сердечно-сосудистой системы под воздействием оксида углерода (II), органов дыхания и крови при воздействии диоксида азота, органов дыхания, глаз, снижения иммунитета при воздействии формальдегида.

Анализ полученных данных позволяет заключить, что существенное улучшение состояния атмосферного воздуха может быть достигнуто лишь при коренной модификации транспортной системы, снижения объемов грузовых перевозок в черте города, строительстве скоростных видов

городского транспорта. Другими необходимыми мероприятиями по оздоровлению природной среды г. Воронежа являются модернизация промышленной инфраструктуры, рациональная организация эколого-функциональных зон города, проведение мероприятий по озеленению городской территории.

Главным направлением оздоровления городской среды должна стать планировочная «корректировка» существующего баланса застройки, с тем, чтобы рассредоточить непрерывную и достаточно обширную зону высокого техногенного прессинга и повышенного экологического риска на территории города, внедрив в существующую застройку элементы экологического каркаса (озеленение, рекреационные микрзоны).

Исследования проведены за счёт средств гранта для государственной поддержки молодых российских учёных – кандидатов наук (проект МК-3566.2009.5).

1. Епринцев С.А. Оценка климатических факторов при изучении риска для здоровья населения промышленно-развитого города с использованием ГИС-технологий / С.А. Епринцев, С.А. Куролап // Молоді науковці – географічній науці – Зб. наук. праць / За заг. ред. проф. Я. Б. Олійника. – Київ: Обрії, 2008. – Вип. IV. – С. 58-60.
2. Куролап С. А. Оценка риска для здоровья населения при техногенном загрязнении городской среды / С. А. Куролап, Н. П. Мамчик, О. В. Клепиков. – Воронеж : ВГУ, 2006. – 220 с.
3. Куролап С. А. Эколого-гигиеническая оценка урбанизированной территории с использованием снегомерных наблюдений / С. А. Куролап, С. А. Епринцев, Н. Т. Барвitenко // Охрана окружающей среды на территории муниципальных образований : материалы межрегиональной научно-практической конференции, 30 мая 2006 года. – Воронеж : Кривичи, 2006. – С. 270-275.
4. Негробов О. П. Экологические основы оптимизации и управления городской средой. Экология города / О. П. Негробов, Д. М. Жуков, Н. В. Фирсова. – Воронеж : ВГУ, 2000. – 272 с.
5. Смольянинов В. М. Комплексная оценка антропогенного воздействия на природную среду при обосновании природоохранных мероприятий / В. М. Смольянинов, П. С. Русинов, Д. Н. Панков. – Воронеж : ВГАУ, 1996. – 126 с.