

Изучение параметров качества окружающей среды урбанизированных территорий в условиях повышенной антропогенной нагрузки⁷

Воронежский государственный университет, г. Воронеж
e-mail: esa81@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены геоэкологические аспекты качества окружающей среды урбанизированных территорий (на примере территории городского округа города Воронежа). Проведена оценка содержания антропогенных поллютантов в природных средах, рассчитаны уровни экологического риска. Разработана схема эколого-геохимического мониторинга промышленно-развитого города на основе геоинформационных технологий.

Ключевые слова: окружающая среда, экологический риск, урбанизированная территория, социально-экологическая комфортность, антропогенная нагрузка, ГИС-технологии, эколого-геохимический мониторинг.

Введение

Развитие интеллектуально-технического прогресса человечества влечёт существенное повышение комфортности и качества жизни населения. Однако наряду с этим, наблюдается постоянно-возрастающее техногенное «давление» на окружающую среду, что неизбежно приводит к возрастанию антропогенных поллютантов в природных объектах и уровня экологического риска для населения промышленных городов [1-4]. В России и большинстве других развитых стран мира эта проблема особенно обострилась с середины XX века при высоких темпах развития промышленности, нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих отраслей, вследствие увеличения мощности предприятий теплоэнергетики (ТЭЦ, ТЭС и др.), автотранспорта и т.д. На фоне возрастающего геохимического загрязнения среды обитания у населения многих крупных 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 [1-4].

Теоретические основы изучения данной проблемы обоснованы во многих классических трудах отечественных и зарубежных ученых по урбоэкологии, геохимии окружающей среды и медицинской географии (В.А. Алексеенко, Н.С. Касимовым, А.А.Келлер, Б.И. Кочуровым, С.А. Куролапом, С.М. Малхазовой, А.И. Перельман, Б.Б. Прохоровым и др.). Проведённые региональные исследования по экодиагностике и картографированию кризисных геоэкологических ситуаций (А.М. Берлянтном, В.С. Тикуновым, А.М. Трофимовым, М.В. Панасюком, Б.И. Кочуровым, А.А. Ямашкиным) показали эффективность применения ГИС-технологий в оценке качества среды обитания и диагностике факторов риска [1,2].

Эти проблемы актуальны для многих городов СНГ. Большинство урбанизированных территорий бывшего СССР имеют сложную архитектурно-планировочную структуру городской застройки, повышенную транспортную нагрузку, что служит предпосылкой формирования зон геохимического загрязнения природных объектов и снижения геоэкологической комфортности для проживающего населения [1-5].

Основным механизмом оценки качества окружающей среды урбанизированных территорий служит эколого-геохимический мониторинг на основе геоинформационных технологий [1,2,6,7]. Так, на примере городского округа г. Воронежа эколого-геохимический мониторинг является многофункциональной подсистемой, взаимодействующей с другими подсистемами единой государственной системы экологического мониторинга.

Анализ имеющейся информации позволяет утверждать, что показатели заболеваемости населения по различным классам болезней могут служить индикаторами качества окружающей среды. Например, индикатором загрязнения атмосферы и почвенного покрова свинцом может служить возрастание онкозаболеваемости у населения, возрастание заболеваемости болезнями нервной системы и органов чувств у детского населения; индикатором повышения содержания в атмосфере оксида серы, азота, формальдегида может являться повышение уровня заболеваемости болезнями органов дыхания у населения [1,2].

⁷ Исследования проведены в рамках гранта президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских учёных-кандидатов наук (проект МК-1682.2014.5)

Актуальность данной проблемы повышается тем, что сегодня в России не существует единой организационно сформированной системы сбора информации и методов взаимоувязывания данных различных ведомственных структур, что может послужить предметом дальнейших разработок в области ГИС-технологий.

Эколого-геохимический мониторинг индустриально-развитого города на основе ГИС-технологий представляет собой:

- систему наблюдений за изменениями геохимического состава основных природных сред – почвы и атмосферы под воздействием техногенного прессинга, а также под влиянием градопланировочных и аэрационных факторов экологического риска;
- систему наблюдений за состоянием здоровья населения, как «отклика среды» на содержание загрязнителей природных сред;
- выработку мер по оздоровлению природной среды города и минимизации экологического риска.

Задачами эколого-геохимического мониторинга индустриально-развитого города на основе ГИС технологий являются:

- контроль содержания различных поллютантов в депонирующих средах города;
- своевременное выявление изменений содержания загрязняющих веществ в природных средах – почве и атмосфере; оценка и прогноз динамики загрязнения;
- расчёт уровней экологического риска, и прогнозирование возникновения экологически-обусловленных заболеваний населения;
- выявление экологически-обусловленных заболеваний у населения;
- выявление приоритетных техногенных, градопланировочных, метеорологических факторов загрязнения природных сред города;
- детальный анализ реестра выбросов промышленных предприятий, особенно анализ выбросов специфических малоизученных ингредиентов загрязнения различных сред;
- прогноз и выработка рекомендаций о предупреждении и об устранении последствий негативного влияния загрязнения окружающей среды на организм человека;
- информационное обеспечение природоохранных служб экологического контроля и органов здравоохранения результатами поисковых исследований по оценке риска здоровью и пространственному размещению зон риска;
- создание картографического материала на основе ГИС технологий, включающего полученные данные для дальнейшего использования результатов анализа в системе «среда-здоровье» различными плано-проектными, экологическими, медицинскими и другими службами.

Это особенно важно, т.к. просчёты в градостроительстве и недостаточное внимание к проблеме нарастающего техногенного прессинга на территории города Воронежа, прежде всего, обусловленного эколого-геохимическими факторами, в последние годы приводит к формированию геохимических аномалий, зон экологического риска, имеющих довольно большую площадь и стабильный характер.

Главной целью создания системы эколого-геохимического мониторинга урбанизированных территорий является организация на базе геоинформационных технологий межотраслевой и иерархической системы сбора, обработки, хранения и выдачи информации, обеспечивающей постоянную диагностику общественного здоровья и среды обитания, а также информационную поддержку принятия решений, направленных на обеспечение эколого-гигиенического благополучия [1,2].

Система постоянных наблюдений за изменениями в состоянии здоровья населения города и выявление причин ухудшения сложившейся ситуации в настоящий момент являются чрезвычайно важными проблемами индустриально-развитых городов. Причем объективные данные о зависимости заболеваемости населения от условий окружающей среды в настоящее время позволяют получить, прежде всего, количественные подходы, опирающиеся на современные информационные технологии. Наиболее универсальным инструментом для прогнозирования заболеваемости населения в связи с антропогенным воздействием и различными природными явлениями являются математические модели расчётов экологического риска на основе компьютерных геоинформационных технологий [1,2].

Материалы и методы

Эколого-геохимический мониторинг урбанизированной территории городского округа г. Воронежа осуществляется на базе авторской ГИС «Экогеохимия и техногенные риски г. Воронежа», включающей базу данных о загрязнении природных сред за многолетний период, заболеваемости населения различных возрастных групп. Картографический и ландшафтно-планировочный блоки данных ГИС позволяют объективно оценить ситуацию в текущий момент, спрогнозировать ее дальнейшее развитие и дают возможность анализировать и отображать состояние городских экосистем, включая и здоровье населения.

ГИС-карты составляют основу документов для анализа возможного воздействия на население различных факторов загрязнения окружающей среды, т.к. заболеваемость населения служит «откликом» среды на воздействие антропогенного прессинга.

Для того, чтобы результаты математического моделирования данных эколого-геохимического мониторинга способствовали принятию решений в сложившейся ситуации, они должны легко передаваться в ГИС и, наоборот, - данные из ГИС должны распознаваться и использоваться в расчетах при построении математических моделей. При удачном и корректном совмещении математических моделей и ГИС можно достичь максимального эффекта от результатов моделирования и расширить область применения ГИС.

Разработанная нами схема эколого-геохимического мониторинга промышленно-развитого города на основе геоинформационных технологий представлена на рисунке 1.

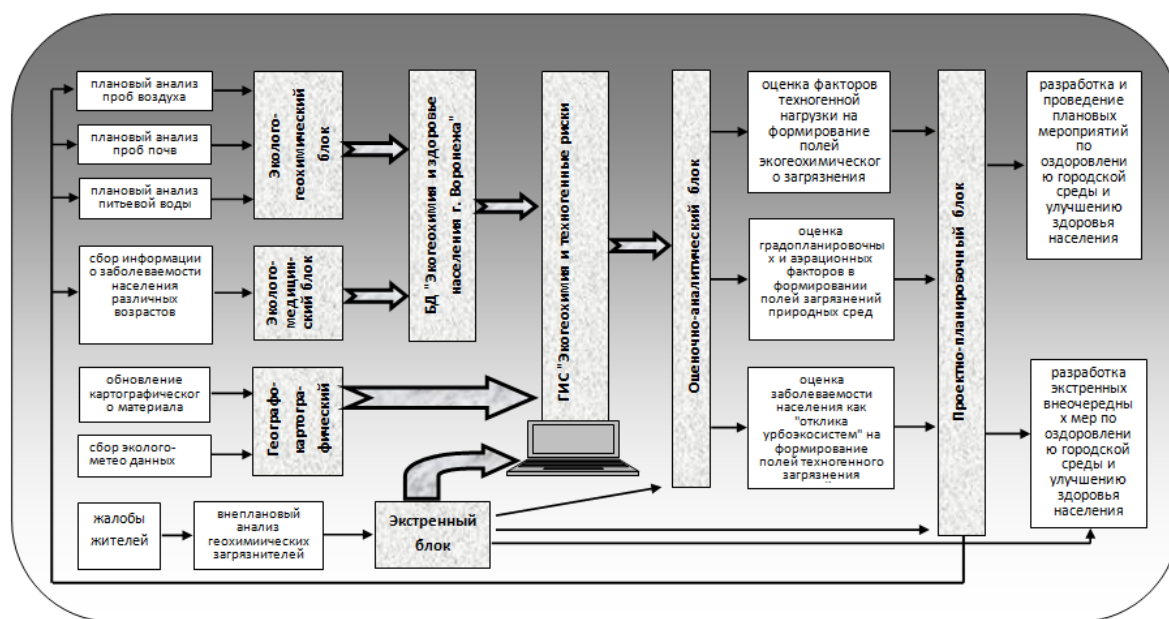


Рис. 1.Схема эколого-геохимического мониторинга г. Воронежа

В рамках эколого-геохимического блока осуществляется проведение планового анализа проб атмосферного воздуха, почвы и питьевой воды.

При плановом анализе содержания загрязнителей в атмосферном воздухе необходимо производить точечный маршрутный отбор проб воздуха в равноудалённых друг от друга точках в сходных климатических условиях. Частота отбора и удаление точек друг от друга зависит от эколого-функциональной зоны города (таблица 1).

Таблица 1.

Отбор проб атмосферного воздуха в различных эколого-функциональных зонах г. Воронежа

Эколого-функциональная зона	Равноудалённость точек отбора проб атмосферного воздуха, км	Частота отбора проб в год
промышленная	0,5	8
жилая, общественно-деловая	1	4
рекреационная	2	2

В отобранных образцах воздуха проводится анализ содержания характерных для исследуемой территории загрязнителей атмосферы. Для г. Воронежа – оксида углерода (II), оксида серы (IV), оксида азота (IV), формальдегида, пыли и свинца.

Также в данный список можно включить ингредиенты, характерные для конкретной точки при изучении реестра выбросов расположенных вблизи предприятий.

При плановом изучении загрязнения почвенного покрова раз в год производится отбор проб почвы в равноудалённых на 2 км точках, где отсутствует привезённый грунт или привезённый грунт находится в данной точке более 10 лет. Оптимальное время для отбора проб – весенний период после таяния снега.

В отобранных образцах необходимо регулярно определять содержание нефтепродуктов и тяжёлых металлов.

В рамках эколого-медицинского блока производится сбор статистической информации о заболеваемости населения г. Воронежа различных возрастов по основным классам болезней на терапевтических и педиатрических участках города.

Эколого-геохимический и эколого-медицинский блоки являются составной частью автоматизированной базы данных «Экогеохимия и здоровье населения города Воронежа». Создание данной базы осуществляется посредством программного пакета Ms Excel, на сегодняшний день наиболее оптимального для реализации поставленных задач. В базу данных вносится информация о содержании загрязнителей атмосферы и почвы с конкретным указанием даты и адреса точек отбора проб. Для точек отбора проб атмосферного воздуха также указываются микроклиматические показатели – температура воздуха, относительная влажность, атмосферное давление, направление и скорость ветра.

В рамках БД «Экогеохимия и здоровье населения г. Воронежа» рассчитываются величины индекса загрязнения атмосферы, суммарного показателя загрязнения почвы, величины канцерогенного и неканцерогенного экологических рисков для каждой точки отбора проб, а также средние показатели по районам и городу в целом.

В рамках географо-картографического блока предполагается ежегодное обновление картографического материала города, нанесение на электронную карту новых жилых объектов, начавшихсястроек, а также объектов экологического риска – АЗС, промышленных объектов, автодорог и т.д. Кроме того, на электронной карте необходимо регистрировать увеличение или уменьшение рекреационной зоны, зелёных насаждений, садов, парков и т.д.

Также в рамках данного блока необходимо проводить ежегодный сбор статистической информации об эколого-метеорологических данных – температуре воздуха, относительной влажности, атмосферном давлении, скорости и направлении ветра в различных районах города, а также в различных кварталах с разноэтажной застройкой.

Таким образом, основными составляющими частями ГИС «Экогеохимия и техногенные риски города Воронежа», посредством которой осуществляется эколого-геохимический мониторинг, являются автоматизированная база данных «Экогеохимия и здоровье населения города Воронежа» и географо-картографический блок.

При помощи ГИС «Экогеохимия и техногенные риски» в рамках эколого-геохимического мониторинга осуществляется реализация двух блоков – оценочно-аналитического и проектно-планировочного.

В рамках оценочно-аналитического блока производится ГИС-картографирование зон экологического риска, оценка факторов техногенной нагрузки на формирование зон экологического риска, оценка градопланировочных и аэрационных факторов в формировании полей техногенного загрязнения природных сред, оценка заболеваемости населения, рассматриваемой как «отклик урбозкосистем» на формирование полей эколого-геохимического загрязнения природных сред.

В рамках проектно-планировочного блока осуществляется разработка и внедрение плановых эколого-технологических мероприятий по оздоровлению природной среды и повышению комфортности для проживания населения. Кроме того, в рамках этого блока в совокупности с данными «экстренного блока» осуществляется выработка внеочередных эколого-технологических мероприятий по оздоровлению природной среды и снижению уровней экологического риска для населения.

Также в рамках проектно-планировочного блока осуществляется корректировка мест размещения точек планового отбора проб воздуха, почвы, питьевой воды, корректировка анализируемых загрязнителей в отобранных пробах, корректировка приоритетных исследуемых показателей заболеваемости населения.

Результаты и обсуждение

Анализируя загрязнённость атмосферы города Воронежа, можно констатировать максимально-высокое загрязнение атмосферы в районе Чернавского моста (перекрёсток ул. Ст. Разина, ул. Манежная). Причиной высокого загрязнения атмосферы в данной зоне является большое количество автотранспорта, проезжающего через данный перекрёсток. Кроме того, данная территория расположена в зоне воздействия МУП «Воронежтеплосеть», относящегося к 1 классу вредности, что вносит свою лепту в формирование загрязнения данного участка города Воронежа.

Также загрязнённая территория расположена в микрорайоне «Машмет» Левобережного района г. Воронежа. Загрязнения данной территории формируют промышленные предприятия города, а также автотранспорт, движение которого часто затруднено автомобильными «пробками» в районе железнодорожной станции «Машмет».

Формирование загрязнения атмосферы в Железнодорожном районе города Воронежа можно объяснить микроклиматическими условиями – атмосферным переносом загрязняющих веществ из промышленной зоны Коминтерновского района г. Воронежа, находящейся с наветренной стороны к Железнодорожному административному району г. Воронежа.

В наименьшей мере загрязнена атмосфера микрорайона СХИ Центрального района и Северного микрорайона. «Чистой» можно назвать также атмосферу городских окраин – Областная больница, пос. Шилово, пос. Никольское и др. Низкая загрязнённость атмосферы наблюдается в удалённых от промышленной и транспортной зоны частях Советского административного микрорайона г. Воронежа (ул. Маршака 38).

В непосредственной близости к загрязнённым территориям наблюдаются «чистые» зоны в Центральном и Ленинском районе города, так называемый «Тихий центр», примером которого может служить территория в районе «Покровской» церкви.

Формирование зон с низким загрязнением атмосферы обусловлено удалённостью данных территорий от промышленных и транспортных зон города или расположением с наветренной стороны от таковых, а также особенностями микроклимата и аэрационного режима.

Анализируя загрязнение почвенного покрова, представляется возможным сделать выводы об общей загрязнённости природной среды за многолетний период.

Анализируя загрязнение почвенного покрова г. Воронежа тяжёлыми металлами и нефтепродуктами, было установлено, что наибольшие концентрации данного загрязнителя наблюдаются в левобережной части города. Аномальные концентрации нефтепродуктов в почве были обнаружены в районе нефтебазы, а также в микрорайоне «Машмет» Левобережного района города (зона влияния ОАО «Воронежсинтезкаучук» и ОАО «Воронежшина»). Зоны высокого загрязнения почвы нефтепродуктами также наблюдаются вдоль крупных транспортных магистралей города – ул. Димитрова, ул. Остужева, Московского проспекта, ул. Ворошилова, ул. Краснознаменная и др. Относительно чистые зоны, концентрация нефтепродуктов в которых составляет менее 400 мг/кг, наблюдаются в Северном микрорайоне Коминтерновского района, микрорайоне СХИ Центрального района, а также на некоторых участках Центрального административного района, где отсутствует интенсивное движение автотранспорта. Таким образом, загрязнение почвы нефтепродуктами прямо пропорционально загруженности автодорог, расположенных вблизи точек отбора проб и средней скорости движения автомобилей на данных автодорогах.

Изучая экологический риск возникновения хронических заболеваний крови и сердечно-сосудистой системы, фактором которого является угарный газ (оксид углерода II), были установлены несколько участков с очень высоким уровнем риска, общей площадью 0,6 км² наиболее крупный из которых расположен в районе ул. Димитрова.

Практически вдоль всех крупнейших транспортных артерий города и на крупных перекрёстках, выделяется зона повышенного риска, общей площадью около 100 км², затрагивающая жилые зоны Коминтерновского, Железнодорожного, Советского и Ленинского районов.

В холодный период года на большинстве территории города Воронежа уровень неканцерогенного риска возникновения заболеваний при воздействии оксида углерода II снижается. Однако на некоторых перекрёстках автодорог наблюдается тенденция увеличения, что обусловлено увеличению их загруженности при изменении климатических условий.

Анализируя экологический риск возникновения заболеваний органов дыхания и крови при воздействии диоксида азота были установлены зоны высокого риска общей площадью 5,8 км² и очень высокого риска общей площадью 2,5 км². Расположение данных зон в районе железнодорожного вокзала «Воронеж-1» затрагивают жилые зоны от частного сектора в прибрежной зоне Воронежского водохранилища до послевоенных построек Коминтерновского района. Кроме того расположение данных зон в районе пересечения ул. Кольцовской и 20 лет Октября, охватывают несколько жилых кварталов в Ленинском районе города.

Анализируя неканцерогенный риск появления хронических заболеваний органов дыхания и повышения смертности населения при воздействии диоксида серы, было установлено, что большая часть города Воронежа по-прежнему расположена в зонах высокого и очень высокого уровня риска. При снижении уровня неканцерогенного риска в холодный период года, более 80% территории всё равно остаётся в зоне повышенного, высокого и очень высокого уровня риска.

Наиболее негативная ситуация складывается при оценке неканцерогенного риска возникновения заболеваний органов дыхания, глаз, понижения иммунитета при воздействии формальдегида.

В тёплый период года более 50% территории города расположено в зоне очень высокого уровня риска. В холодный период года территория повышенного, высокого и очень высокого уровня риска занимает около 70 % городского пространства.

Проведя расчёт интегрального неканцерогенного риска возникновения хронических заболеваний (НИ) было установлено расположение зон высокого и очень высокого неканцерогенного риска возникновения хронических заболеваний в Железнодорожном районе города, микрорайоне «Машмет» Левобережного района, Советском районе и в районе ул. Транспортная Центрального района.

Территория повышенного риска наблюдается преимущественно в левобережной и центральной частях города.

Зона низкого уровня риска расположена преимущественно в северной части города (Северный микрорайон Коминтерновского района и микрорайон СХИ Центрального района г. Воронежа).

В холодный период года наблюдается сходная ситуация, за исключением значительного сокращения зон повышенного, высокого и очень высокого уровней риска.

Выводы и рекомендации

Таким образом, разработанная схема эколого-геохимического мониторинга индустриально-развитого города на основе геоинформационных технологий может быть реализована в большинстве промышленных городов СНГ и других развитых стран мира. Однако, необходимо учитывать специфику техногенной нагрузки и природные условия конкретного города для составления приоритетного перечня исследуемых загрязнителей природных сред и критериев общественного здоровья.

Исследования проведены в рамках гранта президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских учёных-кандидатов наук (проект МК-1682.2014.5)

Литература

1. Куролап С.А. Воронеж: среда обитания и зоны экологического риска / С.А. Куролап, С.А. Епринцев, О.В. Клепиков и др. – Воронеж: издательство «Истоки», 2010. – 207 с.
2. 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. Негрбов О. П. Экологические основы оптимизации и управления городской средой. Экология города / О. П. Негрбов, Д. М. Жуков, Н. В. Фирсова. – Воронеж : ВГУ, 2000. – 272 с.
4. Приваленко В.В. Экологические проблемы антропогенных ландшафтов Ростовской области. Том 1. Экология города Ростова-на-Дону / В.В. Приваленко, О.С. Безуглова. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2003. – 290 с.
5. Медико-экологический атлас Воронежской области / Под ред. С.А. Куролапа, Н.П. Мамчика, О.В. Клепикова. – Воронеж : Изд-во «Истоки», 2010.
6. Алексеенко В. А. Экологическая геохимия : учебник / В. А. Алексеенко. – М. : Логос, 2000. – 627 с.
7. Куролап С.А. Типизация территории Воронежской области по уровню техногенного воздействия на среду обитания / С.А. Куролап, Ю.А. Нестеров, С.А. Епринцев // Вест-ник Воронежского гос. ун-та. Серия: География. Геоэкология. – 2010. – №1.

Анотація. С. А. Епринцев С. В. Шекоян **Вивчення параметрів якості навколишнього середовища урбанізованих територій в умовах підвищеного антропогенного навантаження.** озглянуто геоекологічні аспекти якості навколишнього середовища урбанізованих територій (на прикладі території міського округу місто Воронеж). Проведено оцінку вмісту антропогенних політантів в природних середовищах, розраховані рівні екологічного ризику. Розроблено схему еколого-геохімічного моніторингу промислово-розвиненого міста на основі геоінформаційних технологій.

Ключові слова: навколишнє середовище, екологічний ризик, урбанізована територія, соціально-екологічна комфортність, антропогенне навантаження, ГІС-технології, еколого-геохімічний моніторинг.

Abstract. S.A. Eprintsev, S.V. Shekoyan **Study the parameters of environmental quality of urban areas in the context of increased anthropogenic load.** Considered geoecological aspects of environmental quality in urban areas (for example, the urban district of Voronezh). Evaluated the content of anthropogenic pollutants in natural environments, calculated levels of environmental risk. Drawing the scheme of environmental and geochemical monitoring industrialized city based on GIS technologies.

Keywords: environment, environmental risk, urbanized land, social and environmental comfort, anthropogenic pressures, GIS technology, ecological and geochemical monitoring.

Поступила в редакцію 03.02.2014 г.