

щения отвода пойменных земель для новых садоводческих товариществ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бочаров В.Л., Смирнова А.Я., Бугреева М.Н., Строгонова Л.Н. Формирование экологической системы водных объектов и ее оценка в районе интенсивного антропогенного воздействия (на примере г. Воронежа) // Принципы изучения и использования геологической среды. - Новочеркасск, 1996. – С. 75-81.
2. Смирнова А.Я., Бочаров В.Л. Водные экосистемы промышленно-городских агломераций бассейна Верхнего Дона // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геол. -1997. - № 3. – С. 102-115.
3. Чернышов Н.М., Бочаров В.Л., Молотков С.П., Египко О.И., Фролов С.М. Магматические формации и рудоносность раннего докембрия Воронежского кристаллического массива // Петрология и металлогения магматических и метаморфических комплексов КМА и смежных районов. – Воронеж, 1983. – С. 3-49.
4. Смирнова А.Я. Экология и охрана поверхностных и подземных вод от антропогенного воздействия в регионе ЦЧО: Автореф. дисс. ... д. географ. н. -М., 1997. – 83 с.
5. Бочаров В.Л., Смирнова А.Я., Строгонова Л.Н. Проблемы экологической безопасности питьевого водоснабжения левобережной части г. Воронежа // Международные эколог. чтения пам. К.К.Сент-Илера: Сб. науч. тр. – Воронеж, 1998. – С. 91-93.
6. Смирнова А.Я., Бочаров В.Л. Проблемы экологической устойчивости гидросферы в зоне влияния Воронежского водохранилища // Высокие технологии в экологии: Тр. III Междунар. научно-техн. конфер. – Воронеж, 2000. – С. 231-237.

УДК 550.662.221

## ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ г.ВОРОНЕЖА

**И.И. Косинова, Н.В. Крутских**

*Воронежский государственный университет*

В статье приводятся результаты эколого-геологических исследований в пределах г. Воронежа. Рассмотрено воздействие приповерхностной части литосферы на состояние биоты и выявлены корреляционные зависимости между состоянием компонентов литосферы и растительного покрова. В пределах исследуемой территории выделены участки, характеризующиеся состоянием экологической нормы, экологического риска, экологического кризиса и экологического бедствия.

Изучение эколого-геологических систем крупных городских агломераций является важной и необходимой задачей экологической геологии. Как правило, крупные городские агломерации имеют сложную структуру и включают селитебный, промышленный, транспортный, воздухозагрязняющий, а также часто горнодобывающий и агропромышленный классы эколого-геологической системы. Воздействие каждого из них в значительной мере преобразует естественное состояние компонентов геологической среды [1]. В результате суммарного наложения этих воздействий создается уникальный тип эколого-геологической системы, характерный только для крупных городов, где геологическая среда подвергается весьма интенсивной техногенной трансформации. При таком суммировании внешних факторов сложно проследить степень воздействия каждого из них в отдельности. В процессе техногенеза происходит значительное, часто необратимое преобразование эколого-геохимической функции литосферы, что определяет необходимость изучения этих изменений под воздействием внешних факторов среды.

В качестве типового объекта для эколого-геологических исследований крупных городских агломераций нами выбран г. Воронеж, который по-

мимо городской застройки включает территории прилегающих населенных пунктов. Город Воронеж считается столицей Центрально-Черноземного региона и относится к числу техногенно преобразованных экогеорайонов. Основным богатством здесь являются русские черноземы, которые в результате хозяйственной деятельности человека теряют часть своих плодородных свойств. Эколого-геологическая система г. Воронежа включает весь спектр классов техногенного воздействия, практически вся территория города характеризуется трансформированной природной средой.

В период с 1998-2000 г. коллективом сотрудников геологического факультета ВГУ и ГПП «Воронежгеология» выполнялись работы по теме «Составление карты оценки состояния геологической среды г. Воронежа масштаба 1:25000». Комплекс исследований включал изучение приповерхностных отложений территории города, снеговых выпадений как источника поступления вредных веществ в геологическую среду, подземных вод неоген-четвертичного возраста, морфологических характеристик растительности и состояния здоровья детского населения города. На стадии подготовительного этапа были выявлены токсические элементы, наиболее широко представленные во всех компонентах геоло-

гической и природной среды в целом. Таковыми являются соединения азота. Обобщение полученной информации было проведено путем эколого-геологического районирования территории г. Воронежа.

Отбор приповерхностных отложений проводился в осенний период 1999 года с глубин 0,1 м, 0,3, 0,5 м. Анализ пространственных закономерностей распределения соединений азота в приповерхностных отложениях проведен по суммарному показателю концентраций. Районирование по всем анализируемым средам проводилось согласно Методическим рекомендациям по эколого-геологическим исследованиям, которые утверждены на уровне Министерства природных ресурсов РФ. На территории выделены три зоны оценки состояния приповерхностных отложений:

- удовлетворительная (благоприятная), СПК < 8;
- условно удовлетворительная (относительно благоприятная),  $8 < \text{СПК} < 16$ ;
- неудовлетворительная (весьма неблагоприятная),  $16 < \text{СПК} < 128$ .

Наиболее загрязненные зоны приурочены к крупному нефтехранилищу "Красный Октябрь" (общая площадь более 4 км<sup>2</sup>). Основную долю в СПК представляет соединения нитратов (до 11). В пределах данной зоны сформировалась стойкая, хронически выраженная во времени аномалия загрязненных грунтов, которая по контурам соответствует зоне бедствия по состоянию атмосферы.

Аномалия, площадью около 5 км<sup>2</sup> зафиксирована в районе очистных сооружений и полигона бытовых отходов города. Ее отличительной способностью является большое содержание аммония (СПК > 9), а также нитритов (СПК > 4). Это свидетельствует о постоянном поступлении свежего загрязнения в больших количествах.

К территории с опасной степенью загрязнения относятся зона влияния шламонакопителей ВЗСАК в с. Малышево. Состояние грунтов в районе с. Подгорное характеризуется как неудовлетворительное. Увеличение содержания соединений азота обусловлено воздействием свалки бытовых и промышленных отходов, состояние которой можно охарактеризовать как весьма неблагоприятное. Аномальные значения СПК наблюдаются в пределах воздействия Левобережных очистных сооружений.

Около 50% территории характеризуется условно удовлетворительным состоянием по загрязнению приповерхностных отложений. Так, территория Левобережного района представлена ею повсеместно. Зоной особого внимания в экологическом плане является участок бывших полей фильтрации завода СК им. Кирова. В зоне очистных сооружений завода синтетического каучука и непосредственно у территории завода высока доля токсичных нитритов (СПК – 4,5).

В пределах Правобережья наиболее крупная зона риска фиксируется в юго-западной части г. Во-

ронежа, она сливается с аномальными зонами городской застройки. Ее общая площадь приближена к 50 км<sup>2</sup>. Она включает промышленную зону Советского района, сельхозугодия, животноводческие комплексы, площадки выпаса скота. Здесь соединения азота представлены в основном аммиаком и нитратами, что свидетельствует о их поступлении в виде удобрений, а также отходов животноводческих хозяйств.

Зона условно удовлетворительного состояния по степени загрязнения приповерхностных отложений в Коминтерновском районе соответствует промышленной зоне, ТЭЦ-2, а также застройке частного сектора. В качественном отношении здесь также преобладают нитриты, их СПК достигают 7,5 с общей площадью около 10 км<sup>2</sup>.

Территория аэропорта характеризуется увеличением СПК до 13,8 и характеризуется условно удовлетворительной оценкой по степени загрязнения приповерхностных отложений.

Зоны удовлетворительного (благоприятного) состояния занимают обширные площади в северной, северо-восточной части левобережья города. Значения суммарного показателя концентрации здесь максимально приближены к фоновым. В пространственном отношении эти зоны приурочены к лесным массивам, находящимся в черте города. Воздействие практической деятельности человека здесь незначительно. К территориям, где значения СПК < 8, относится также южная, юго-восточная части Левобережья. Благоприятным состоянием грунтов характеризуется зона Правобережья, включающая север г. Воронежа, юго-восток, район СХИ, Юго-западный микрорайон, часть Центрального района.

Подземные воды неоген-четвертичного возраста являются единственным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения городского и сельского населения территории г. Воронежа.

Высокая нагрузка и широкий спектр техногенных систем, использующие и образующие разнообразный состав сырья, сточных вод, отходов определяют многообразие химических веществ, которые поступают в подземные воды. В настоящее время в пределах границ г. Воронежа выявлено, в той или иной степени оценено 44 очага техногенного загрязнения подземных вод. Из них 36 очагов загрязнения расположены в правобережной части, в областях подземного стока в Воронежское водохранилище. Они территориально приурочены к площадям 19 промышленных предприятий тяжелой, легкой и пищевой промышленности и к 7 сельским населенным пунктам, 2 – к транспортным артериям (ж/д станциям), 8 – к полигонам ТБО, свалкам, очистным сооружениям, полям фильтрации, открытому хозяйственно-фекальному коллектору, юго-западному кладбищу. На левобережной части в области подземного стока в Воронежское водохранилище располагаются 8 очагов загрязнения, в т.ч. 3 – в пределах территорий промышленных предприятий, 1 – на бывших полях фильтрации завода СК им. Кирова, 1 – в районе от-

стойников и шламонакопителей ТЭЦ-1, 2 – в пределах крупных хранилищ нефтепродуктов, 1 – охватывает южный фланг водозабора № 9.

В пределах зарегистрированных очагов техногенного загрязнения, веществ, относящихся к I классу опасности, не установлено. Высоко опасные элементы и соединения (II класс опасности) отмечены в 32 случаях. Опасные и умеренно опасные (III+IV классы опасности) выделены в пределах 35 очагов загрязнения, вредные нормируемые показатели – 14 проявлений [2].

Наибольшую интенсивность загрязнения по веществам II класса опасности с суммарной концентрацией от 10 до 100 ПДК подземные воды имеют в 8-ми случаях. Для веществ III и IV классов опасности суммарные концентрации более 100 ПДК отмечены на 5 участках. Эти очаги загрязнения подземных вод приурочены к следующим техногенным объектам:

1. Загрязнение подземных вод веществами II класса опасности с максимально выявленной суммарной концентрацией от 10 до 100 ПДК:

1.1. ТЭЦ-1, отстойники, шламонакопитель – Cd, Br, Pb = 73.3 ПДК;

1.2. Промплощадка АООТ “Воронежсельмаш” – Br, B, Cd, F = 48.2 ПДК;

1.3. п. Придонской водозабор ВКСМ – Br, B, Na = 41.2 ПДК;

1.4. Малышевский карьер - шламонакопитель ВЗСАК, п. Малышево – B = 40 ПДК;

1.5. Тамбовский карьер ТОО “Формматериалы” – Cd = 22 ПДК;

1.6. Правобережные очистные сооружения – Cd, B, Br = 20 ПДК;

1.7. Поля фильтрации (иловые карты) п. Тенистый – Ba = 20 ПДК;

1.8. АООТ “Авиакомпания “Воронежавиа” – B, Li = 11.3 ПДК;

2. Загрязнение подземных вод веществами III и IV классов опасности с максимально выявленной суммарной концентрацией выше 100 ПДК:

2.1. ВФ АООТ “Воронежнефтепродукт” – н.п. = 8 600 000 ПДК (линза чистого нефтепродукта);

2.2. Комбинат “Красное Знамя” – н.п. = 750 ПДК, кроме того Pb – 7.3 ПДК;

2.3. Участок бывших полей фильтрации ОАО “Воронежсинтезкаучук” (з-д им. Кирова) – некаль, Cl = 347.7 ПДК;

2.4. Бывшая свалка “Юго-западная” – NH<sub>4</sub>, Cl, NO<sub>3</sub>, Fe = 153.2 ПДК, кроме того Na = 3.3 ПДК;

2.5. Малышевский карьер - шламонакопитель ВЗСАК, п. Малышево – Mn, Fe = 112 ПДК (см. п. 1.4).

Основное количество зон загрязнения сконцентрировано в пределах промышленной и городской селитебной зоны правобережной (центральной) части г. Воронежа.

Основным объектом при эколого-геологических исследованиях является система «литосфера – биота», «техногенно измененная литосфера – биота» [3, 4]. Проведенные исследования показывают,

что в пределах крупных городских агломераций геохимическая функция литосферы повсеместно изменена, что в значительной мере влияет на здоровье среды. Под здоровьем среды В.М. Захаров и др. предлагают понимать «ее состояние (качество), необходимое для обеспечения здоровья человека и других видов живых существ» [5].

Проведение биоиндикационных исследований обусловлено, главным образом, необходимостью получения интегральной информации о качестве среды при всем комплексе внешних воздействий. Методика исследования разработана В.М. Захаровым и др. в рамках программы «Биотест». Наиболее чувствительным к загрязнению приповерхностной части литосферы является растительность. Растения подвержены прямому воздействию ингредиентов литофильного и атмофильного происхождения. В связи с тем, что растения ведут прикрепленный образ жизни, их биологические параметры отражают состояние конкретного локального места обитания на уровне микробиотопа. Выбор травянистой растительности при эколого-геохимических исследованиях является наиболее предпочтительным в связи с тем, что она наиболее чувствительна к изменениям компонентов природной среды и, главным образом, литосферы. Растительность быстро реагирует на различные стрессовые воздействия, которые могут быть как естественными (изменение влажности, освещенности), так и техногенными. В результате этого происходят значительные изменения в морфологической структуре растительности. Одним из признаков естественного состояния является симметрия листовых пластин. Метод изучения симметрии листа прост, не требует специальных знаний и может быть использован специалистами, не имеющими специального биологического образования. Учет симметрии правой и левой стороны листовых пластин характеризуется однозначностью интерпретации и является индикаторным методом при изучении воздействия загрязнения на живые организмы. Впервые для территории г. Воронежа была сделана попытка применить тератологические исследования в целях оценки состояния элементов геологической среды.

Большое внимание было уделено виду растительности. При этом избегались растения с естественной асимметрией листа. Так, в качестве объекта исследования нами выбраны листовые пластины подорожника большого (*Plantago major*). Выбор данного вида основан на том, что у подорожника хорошо выражены элементы строения листовой пластины, а также положительным моментом является его повсеместное распространение.

Отбор проб проводится в начале июля, после завершения стадии роста листьев. Для повышения достоверности с каждой точки методом конверта отбирается по 10 листовых пластин. Отдельная точка отбора проб характеризуется среднеарифметическим значением и наиболее полно отражает состояние растительности на определенном участке. Ли-

ства собираются с растений находящихся в одинаковых условиях обитания, т.к. некоторые факторы могут являться для растений стрессовыми и существенно снижают стабильность развития.

Симметрия листа рассчитана на основе сравнения площади левой и правой сторон листовой пластины, выражается в процентах:

$$C = \frac{a}{b} * 100\%,$$

где  $C$  – симметрия листа;  $a$  – меньшая часть листовой пластины;  $b$  – большая ее часть.

Дальнейшее изучение состояния растительного покрова основывается на расчете коэффициента симметрии. Для этого в пределах полигона «Веневитиново» были отобраны пробы, характеризующиеся фоновыми значениями. Он располагается на расстоянии более 20 км от основных промзон, не входит в территорию г. Воронежа, является частью заповедной зоны «Усманский бор». Промышленная деятельность в пределах полигона не зафиксирована, состояние компонентов природной среды максимально приближено к естественному. Симметрия листовых пластин составляет здесь 100%. Коэффициент симметрии рассчитан по формуле

$$Kc = \frac{C}{C\phi},$$

где  $C$  – симметрия листа;  $C\phi$  – фоновое значение симметрии ( $C\phi=100\%$ ).

Выделенные значения симметрии были соотнесены со значениями состояния приповерхностных отложений и снеговых выпадений. Полученные корреляционные зависимости позволяют выделить следующие критерии оценки состояния среды:

- >0,95 – Экологическая норма;
- 0,95-0,9 – Экологический риск;
- 0,9-0,85 – Экологический кризис;
- <0,85 – Экологическое бедствие.

На основе выделенных критериев построена карта оценки состояния растительного покрова в пределах территории г. Воронежа.

Согласно В.Т. Трофимову, Д.Г. Зилингу экологическая норма предполагает состояние среды, максимально приближенное к естественным значениям. В условиях экологического риска формируется обстановка дискомфорта, однако среда эластична, т.е. при снятии внешних нагрузок она практически без потерь возвращается в прежнее состояние. Экологический кризис фиксирует значимые, частично необратимые изменения в системе, реализующиеся в деградации и, порой, разрушении экосистем. Экологическое бедствие обозначает состояние среды, при котором ее изменения необратимы, существующие экологические системы полностью либо в большей части разрушены, формируются изменения на генетическом уровне, закладываются условия существования иных экосистем [6].

Точки отбора проб для биоисследований максимально приближены к точкам отбора снеговых выпадений и приповерхностных отложений. На территории г. Воронежа коэффициент симметрии листа

подорожника большого варьирует в пределах 0,8-1,0. Максимальное изменение в морфологической структуре листовой пластины прослеживается в пределах центральных частей левобережья и правобережья города. На левом берегу таким изменениям подвержена растительность, произрастающая в зоне влияния нефтебазы и ТЭЦ-1. В правобережной части города такие зоны выявлены в районах железнодорожного вокзала Воронеж-1, ТЭЦ-2, аэропорта, северного авторынка. Данные зоны характеризуются состоянием экологического бедствия, коэффициент симметрии составляет менее 0,85

Большая часть центрального района города относится к зоне экологического кризиса ( $Kc$  варьирует от 0,85 до 0,9) и включает основные автомагистрали и промышленные предприятия. Контуры данной зоны совпадают с северной и южной границами основной городской застройки, на востоке примыкают к Воронежскому водохранилищу, на западе – к административной границе города. Граница этой зоны в пределах левого берега также оконтурена городской застройкой.

Пригородные населенные пункты и прилегающие территории включены в административную часть города, характеризуются коэффициентом симметрии от 0,9 до 0,95. Эти территории занимают обширные площади и относятся к зоне экологического риска. Невысокие значения коэффициента симметрии определяются незначительными загрязнением приповерхностных отложений и относительно «чистыми» атмосферными осадками, а также низким уровнем техногенного воздействия на данной территории, представленного в основном транспортно-нагрузкой.

В пределах лесных массивов, расположенных в северной и южной частях города, растительный покров характеризуется симметричным строением листовых пластин. Эти территории относятся к зоне экологической нормы. Коэффициент симметрии здесь изменяется от 0,95 до 1,0. Это обусловлено естественными условиями произрастания и минимальным воздействием техносферы. Приповерхностные отложения и атмосферные осадки здесь не загрязнены или мало загрязнены.

Медиико-биологические исследования урбанизированных территорий отражают современное состояние здоровья населения. На прединвестиционной стадии эколого-геологических исследований может быть использован метод изучения состояния здоровья репрезентативной группы населения, который дает усредненную информацию медиико-экологической ситуации исследуемой территории.

Оптимальным при исследовании эколого-геологических систем промышленного и горнодобывающего классов является изучение качественных и количественных критериев профессиональных заболеваний. В районах развития тяжелой индустрии профессиональным заболеванием является онкопатия. На территориях, характеризующихся чрезвычайной экологической ситуацией, где прои-

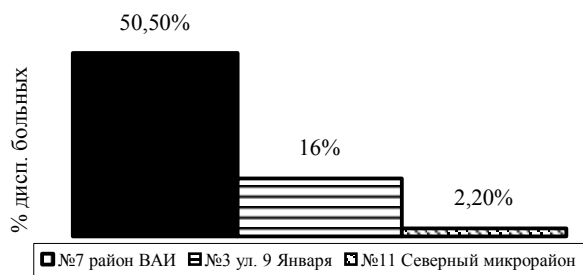


Рисунок. Уровень общей детской заболеваемости.

зошли глубокие необратимые изменения окружающей среды и отмечается значительное нарушение природного равновесия, применим метод учета летальных исходов [1].

Наиболее информативным и «чистым» является анализ изучения состояния здоровья детского контингента. Данный метод дает комплексную информацию по экологическому состоянию района исследований. В основу выбора данной группы населения легли следующие причины. Во-первых, дети «привязаны» к определенной территории, во-вторых, они лишены профессиональных воздействий, в-третьих, в значительной степени находятся под влиянием факторов внешней среды, реагируют на изменение социальной сферы и экологическую обстановку.

В г. Воронеже проведен сравнительный анализ заболеваемости детского населения. Так, в пределах города наблюдаются значительные отличия структуры заболеваемости детей по территориальным участкам. В целом по городу преобладают болезни органов дыхания, новообразования, врожденные аномалии, болезни нервной системы и органов чувств, болезни системы кровообращения. Наиболее высокая общая заболеваемость наблюдается в зонах обслуживания поликлиник Левобережного, Железнодорожного, Советского районов. Уровень заболеваемости в данных районах превышает общереспубликанский в 1,5 раза. К числу благополучных относятся территории расположенные в Ленинском районе, Северном жилом микрорайоне, районе СХИ (рисунок).

Между территориальными участками города существуют различия по основным классам болезней и нозологическим формам. Так, болезни органов дыхания в целом преобладают по городу и составляет 65% от общего объема заболеваний. Они имеют преимущественное распространение в промышленных районах. Значительное превышение показателя по данному классу наблюдаются у детей Левобережного и Железнодорожного районов, частично – Коминтерновского района (8 поликлиника). Так, в седьмой поликлинике на долю бронхо-легочных заболеваний приходится 26,5% от общего числа,

находящихся на диспансерном учете. Относительно благополучна ситуация в Ленинском районе и у детей, обслуживаемых 11-й поликлиникой Коминтерновского района. Здесь на долю заболеваний органов дыхания приходится 15,3% от общего числа детей, находящихся на диспансерном учете. Значительным распространением среди органов дыхания является грипп, острые респираторные инфекции, хронические болезни

ни миндалин, аденоидов и бронхиальной астмы [7, 8].

В поликлиниках Железнодорожного, Левобережного, Советского и Центрального районов регистрируется повышенный уровень новообразований. Повышение показателя в данных районах по отношению к общероссийскому составляет 1,3-2. Поликлиники Северного микрорайона и района СХИ имеют незначительные показатели по данному виду заболевания.

Болезни нервной системы и органов чувств имеют значительное развитие в Коминтерновском районе (1, 8, 11 поликлиники), Левобережном (6 поликлиника), Железнодорожная (5 поликлиника) и Советском (10-поликлиника) районах. У детей большинства поликлиник наблюдается рост патологий данного класса болезней.

Весьма неблагоприятной является ситуация по врожденным аномалиям. К неблагоприятным относятся зоны обслуживания 8 поликлиники Коминтерновского района, поликлиник Левобережного района, 5 поликлиники Железнодорожного района и 3 поликлиники Ленинского района. Наиболее устойчивый рост данной патологии наблюдается в промышленных районах города.

Среди болезней органов пищеварения наиболее часто встречаются гастриты. Высокие показатели данной нозологии регистрируются в Центральном и Левобережном районах города и превышают среднегородские показатели в 1,2 раза. Неблагополучная ситуация по язве желудка наблюдается в центральном районе, где показатель данной формы в 6,2 раза выше общероссийского. Во всех поликлиниках города наблюдается интенсивный рост числа заболеваний органов пищеварения [7].

Загрязнение атмосферного воздуха оказывает влияние на увеличение количества заболеваний по классам болезней и основным нозологическим формам. Так, концентрация формальдегида и пыли, а также суммарный индекс загрязнения являются главными индикаторами повышенной общей заболеваемости, в том числе инфекциями, болезнями органов дыхания [9].

Влияние состояния приповерхностной части литосферы на жизнедеятельность биоты и, в частности, растительного покрова характеризуется рассчитанными корреляционными зависимостями. Так коэффициент корреляции между состоянием приповерхностных отложений и симметрией листовых пластин составляет  $-0,63$  и является значимым. Коэффициент корреляции для атмосферных осадков равен  $-0,69$ . Отрицательные значения коэффициента корреляции свидетельствуют о том, что с ростом значений коэффициентов концентраций, а следовательно с увеличением степени загрязнения компонентов природной среды, в морфологической структуре листовых пластин происходят максимальные изменения. Таким образом, изменение химического состава компонентов среды оказывает значительное влияние на состояние растительного покрова, ведет к нарушению его нормального развития.

На исследуемой территории четко прослеживаются локальные участки, в пределах которых состояние биоты обусловлено непосредственно состоянием приповерхностных отложений. Такое воздействие на биоту наблюдается в пределах северной и южной частей зоны воздействия нефтебазы, формируется зона экологического кризиса. Несомненно, что приповерхностные отложения в районе самой нефтебазы и южной промзоны вызывают негативные тенденции в состоянии растительного покрова, воздействие других факторов усиливает влияние компонентов литосферы, при этом формируется зона экологического бедствия.

Растительность в зоне влияния левобережных очистных сооружений, отстойников ТЭЦ-1 также реагирует на состояние приповерхностных отложений, которые здесь характеризуются неудовлетворительным состоянием. Площадь зоны экологического кризиса составляет около  $5 \text{ км}^2$ .

Зоны экологического кризиса, подтвержденные неудовлетворительным состоянием приповерхностных отложений выявлены и на правобережье города. Наиболее крупная зона расположена в пределах влияния ТБО «Северный» и Тамбовского карьера. Территории, оконтуривающие данную зону, характеризуются неблагоприятной оценкой приповерхностных отложений и совместно с другими факторами воздействия формируют зону экологического кризиса. Аналогичная ситуация прослеживается в районе цирка и ул. Ворошилова.

Зоны экологического риска выявлены в южной части правобережья города, а также в северной и южной частях левого берега и обусловлены состоянием приповерхностных отложений. На правом берегу такие зоны приурочены к пос. Тенистый, правобережным очистным сооружениям, пос. Малышево, пос. Шилово, на левом берегу – к пос. Отрожка, пос. Алексеевка. Эти зоны сформированы в результате условно благоприятного состояния приповерхностных отложений.

Территории, расположенные в северной и южной частях города, характеризуются экологиче

**Таблица**  
**Корреляционные связи между детской заболеваемостью и загрязнением природной среды**

Классы болезней	Почвенный покров
Болезни органов дыхания	0,70
Общая заболеваемость	0,62
Врожденные аномалии	0,55
Новообразования	0,44
Болезни нервной системы	0,15

ской нормой. Такая оценка обусловлена как состоянием растительного покрова, так и состоянием приповерхностных отложений.

Загрязнение приповерхностных отложений также имеет значимость как фактор риска здоровью населения. Заслуживают внимания некоторые установленные корреляции ряда нозологических форм заболеваний от загрязнения приповерхностных отложений. На участках с более высоким суммарным показателем загрязнения приповерхностных отложений чаще всего регистрируется анемия, язва желудка [7]. Повышенное содержание соединений азота в приповерхностных отложениях оказывает влияние на развитие таких классов болезней как болезни органов дыхания, общая заболеваемость, врожденные аномалии (таблица).

В пределах города также проведены исследования по выявлению зависимости между здоровьем детского населения и состоянием приповерхностных отложений. Согласно Т.Н.Симуткину, около 40% пыли, находящейся в приземном слое атмосферы, представлено пылью приповерхностных отложений [10]. Результаты такого анализа отражает эколого-геологическая карта (здоровье детей – приповерхностные отложения). Так, на уровень заболеваемости детей в пределах 5 и 6 поликлиник города, расположенных на левом берегу, оказывает влияние условно удовлетворительное состояние приповерхностных отложений. Аналогичная ситуация прослеживается в Центральном районе, южной части Коминтерновского, а также западной части Ленинского районов города.

В пределах города выявлены территории, где прослеживается влияние качества подземных вод на состояние растительного покрова. Так в районе АООТ «Воронежнефтепродукт» состояние подземных вод оценивается как неудовлетворительное и катастрофическое. Комплекс факторов воздействия формирует здесь зону экологического бедствия. Это выражено в угнетении растительного покрова, высоком уровне асимметрии листовых пластин. В пределах левобережных очистных сооружений, отстойников ТЭЦ-1 наблюдается зона экологического кризиса, подтвержденная неудовлетворительным состоянием подземных вод.

На правом берегу зоны состояния экосистем, обусловленные влиянием подземных вод, приурочены к полигонам промышленных и бытовых отходов, очистным сооружениям, отстойникам. В пределах ПБО «Северный», «Юго-западный», ручья Песчаный Лог состояние растительного покрова характе

ризуется как экологический кризис и в значительной мере зависит от неудовлетворительного состояния неоген-четвертичного водоносного комплекса. В районе аэропорта, а также в южной части исследуемой территории, в зонах влияния крупных техногенных объектов (правобережные очистные сооружения, Малышевская свалка) экологический риск обусловлен как состоянием растительного покрова, так и состоянием подземных вод.

В связи с тем, что большая часть территории наряду с загрязнением подземных вод испытывает воздействие и других факторов (загрязнение атмосферы, приповерхностных отложений) сложно проследить влияние одного из них. Так в пределах центральной части города выделяется линза некондиционных подземных вод, состояние которой оценивается как условно удовлетворительное. Однако состояние растительного покрова в пределах данного участка относится к экологическому кризису, что подтверждает комплексное воздействие на эту территорию.

Основная часть изучаемой территории характеризуется комплексным воздействием внешних и внутренних факторов на состояние эколого-геологической системы города.

Значительное влияние на здоровье населения оказывает качество питьевой воды. Так, качество подземных вод на водозаборе №9, снабжающего водой жителей Левобережного района в последнее время вызывает опасения. Результаты анализа проб воды из некоторых скважин ВПС-9 показали наличие здесь гексана, бензола, толуола, ацетона, аммония. На фоне неблагоприятной ситуации по многим классам заболеваемости в Левобережном районе, а также, учитывая некоторые несоответствия подземных вод с нормативными показателями, можно проследить общие закономерности влияния питьевой воды на здоровье населения города. Подземные воды водоподъемных станций, расположенных в правобережной части города, не отвечает прилагаемым требованиям СанПиН 2.1.459-96 только по содержанию железа, марганца и нитратов. При этом на правом берегу сохраняется относительно спокойная ситуация по заболеваемости населения по сравнению с левобережной частью города, но при этом наблюдается рост некоторых нозологий болезней органов пищеварения практически по всем поликлиникам города.

Анализ карты эколого-геологического районирования позволил сделать следующие выводы:

1. На территории города выявлены участки, на которых состояние поверхностных экосистем обусловлено преимущественно состоянием приповерхностной части литосферы. Эти территории занимают около 40 % общей площади и тяготеют к промышленным зонам и техногенным объектам.

2. В пределах г. Воронеж выявлены территории, где состояние эколого-геологической системы оценивается как экологическое бедствие, экологический кризис, экологический риск, экологическая норма. Бедствие наблюдается в районах круп-

ных техногенных объектов: авторынок, нефтебаза, аэропорт, железнодорожный вокзал Воронеж-1, северная и южная промзоны. Основная городская застройка характеризуется кризисной оценкой, причем на левобережье выделены две зоны где кризис прослеживается и по состоянию растительного покрова и по детской заболеваемости. Экологический риск и экологическая норма характерны для южных и северных территорий города.

3. Можно констатировать, что составление карты эколого-геологического районирования является эффективным методом оценки эколого-геологической обстановки урбанизированных территорий и позволяет выявить участки, характеризующиеся не только максимальным загрязнением природной среды, но и оценить негативные последствия этого загрязнения на биоту, включая здоровье.

4. Выделены зоны где загрязнение приповерхностной части литосферы оказывает значительное влияние на биоту. К ним относятся территории расположенные в пределах полигонов бытовых и промышленных отходов, район нефтебазы, поля фильтрации завода «Синтезкаучук».

Таким образом, состояние эколого-геологических систем крупных городских агломераций обусловлено с одной стороны строением верхней части литосферы, с другой стороны разнообразной техногенной нагрузкой.

Проведение эколого-геологического районирования позволяет наиболее зримо выявить взаимовлияния литосферы и поверхностных экосистем, разработать методы управления сложившейся ситуацией, оценить качество имеющихся систем защиты.

Анализ эколого-геологической обстановки в пределах г. Воронежа позволяет дать следующие рекомендации для создания оптимальной модели эколого-геологической системы города.:

-обустройство полигонов промышленных и бытовых отходов города («Северный», «Юго-западный», Малышевский») согласно государственным стандартам: строительство изолирующих экранов, дренаж и очистка сточных вод, обнесение территории полигона ограждением и контроль за их поступлением;

-изоляция днища ручья в балке Песчаный Лог с целью предотвращения инфильтрации загрязнителей в водоносные горизонты;

-регламентация промышленной деятельности на участках, отличающихся максимальным загрязнением природных сред;

-строительство очистных сооружений для ливневой канализации и прекращения сброса неочищенных вод в водохранилище;

-разгрузка основных транспортных узлов в городе и перевод части транспортных потоков на периферийную зону города. Повышение доли электротранспорта в общем объеме перевозок;

-регламентировать деятельность предприятий в области производства и хранения отходов, особое

внимание следует уделить мероприятиям по снижению выбросов в атмосферу.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Косинова И.И. Теоретические основы крупномасштабных эколого-геологических исследований. =Воронеж, 1998. -255с.
2. Косинова И.И., Григорьев А.И., Сахарова А.А. Оценка состояния продуктивного водоносного комплекса на территории Большого Воронежа // Геоэкология. -М., 2000. -С.316-321.
3. Теория и методология экологической геологии / Ред. В.Т. Трофимов. -М., 1997. -368с.
4. Экологические функции литосферы / Ред. В.Т. Трофимов. -М., 2000. -432с.
5. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И. и др. Здоровье среды: методика оценки. -М., 2000. -68 с.
6. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Теоретико-методологические основы экологической геологии. -СПб, 2000. -68с.
7. Экология и мониторинг здоровья города Воронежа / Н.П. Мамчик, С.А. Куролап, О.В. Клепиков и др. - Воронеж, 1997. -180с.
8. Куролап С.А., Федотов В.И. Геоэкологические основы мониторинга и эколого-гигиенического зонирования городской среды // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. География и геоэкология. -2000. -№4. -С. 120-123.
9. Бочаров В.Л., Спиридонов Е.Г. Динамика изменения экологического и санитарно-гигиенического состояния атмосферного воздуха г. Воронежа в условиях индустриализации // Гидрогеология, инженерная геология, экологическая геология на рубеже третьего тысячелетия. -Воронеж, 1999. -С.117-126.
10. Симуткин Т.Н. Некоторые особенности нахождения кадмия в городской среде // Эколого-геохимический анализ техногенного загрязнения. -М., 1991. -С.18-22.

УДК 502.5

## НЕКОТОРЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА ПРИ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНА г. ВОРОНЕЖА

М.Н. Бугреева, А.Я. Смирнова, Л.Н. Строгонова, И.В. Моисеева\*

*Воронежский государственный университет*

*\*Управление по экологии и природным ресурсам Воронежской области*

Охарактеризованы эколого-геохимические особенности водных экосистем в пределах города Воронежа. Системный подход позволил во взаимосвязи рассмотреть формирование гидрохимического режима подземных и поверхностных вод.

Гидрогеологические системы являются наиболее динамичными образованиями геологической среды и индикаторами экологической обстановки в условиях интенсивной хозяйственной деятельности. Системный подход при гидрогеоэкологических исследованиях является перспективным способом оценки состояния вод. Это эколого-геохимическое картографирование на ландшафтно-бассейновой основе с последующим обоснованием сети мониторинга, изучением степени нарушенности гидродинамического режима вод. Полученная информация является основой для прогноза всей гидрогеосистемы бассейна р. Воронеж.

Учитывая современное состояние водных ресурсов, необходимо проводить комплекс физико-географических, гидрогеологических и экологических исследований, предусматривающих следующие направления: оценка современной и ожидаемой гидроэкологической и водохозяйственной ситуации в городе; анализ экологического состояния бассейнов всех рек, ручьев; разработка научных основ создания системы экологического, геохимического и гидрологического мониторинга; изучение процессов миграции и трансформации загрязняющих веществ

в водных объектах; оценка санитарно-гигиенических условий водопользования.

Интенсивная эксплуатация водоносных горизонтов является основным фактором нарушения состояния геологической среды. Это ярко выражено в пределах г. Воронежа. Водоснабжение в городе осуществляется за счет неоген-четвертичного водоносного комплекса, в состав которого входит кривоборский горизонт плиоценового возраста и гидравлически связанные с ним современный, средне- и верхнечетвертичный аллювиальные водоносные горизонты, распространенные в левобережной части долины р. Воронеж. Правый берег представлен кривоборским водоносным горизонтом. Специалистами ГПП «Воронежгеология» установлено, что сработка уровней подземных вод на централизованных водозаборах составляет от 13 % (ВПВ-6) до 54 % (ВПВ-8) от величины допустимого понижения [1]. На участках с разведанными запасами, водоотбор на централизованных водозаборах по г. Воронежу за 2000 г. составил 477,02 тыс. м<sup>3</sup>/сут, в том числе по водозаборах с утвержденными запасами 420,42 тыс. м<sup>3</sup>/сут.