

нерных решений по оптимальному функционированию экогеоэлементов отдельных объектов и их частей. Здесь также сохраняется тенденция превалирования специальных методов исследований. Исследование естественных экогеоучастков пойм, лесов, террас и др. производится для определения их роли в формировании экологических свойств участка геологической среды.

Эколого-геологические исследования представляют собой структуру изучения и совокупность методов, преследующих цели создания моделей оптимальных эколого-геологических систем. Иерархическое дифференцирование эколого-геологических исследований позволяет перейти к выделению рядов целостных в конкретном отношении объектов. В зависимости от преобладания в их эволюционном развитии «вещей первой либо второй природы» формируются естественные и техногенные эколого-геологические объекты.

Предлагаемая иерархия разработана как прикладная часть общей теории систем, является теоретической основой эколого-геологических исследований любого уровня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голодковская Г.А., Куринов М.Б. Геоэкологические картографические модели: методология, структура, систематика // Изв. вузов. Геология и разведка. -1999. -№ 1. -С.123-130.
2. Голодковская Г.А., Куринов М.В. О методологии и общей структуре эколого-геологических исследований // Геология 3. Программа «Университеты России». -М., 1996. -С.45-49.
3. Косинова И.И. Теоретические основы крупномасштабных эколого-геологических исследований. -Воронеж, 1998. -255 с.
4. Теория и методология экологической геологии / В.Т.Трофимов и др. -М., 1997. -368 с.
5. Четвериков Л.И. О выделении иерархии геологических объектов // Вопросы методологии в геологических науках. -Киев, 1977. -С.128-138.
6. Экологические проблемы: что происходит, кто виноват и что делать? / Ред. В.И.Данилов-Данильян. -М., 1997. -380 с.
7. Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens W.W. III. The limiting to growth.-N.Y.Potomac, 1962. -71p.

УДК 504.06

Бугреева М.Н., Колнет И.В.,
Мамчик Н.П., Альбекова Т.Ю.

ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

В статье рассмотрена степень техногенного воздействия на компоненты окружающей среды в пределах крупного промышленного центра (г.Воронеж). Произведена оценка значимости связей в системе «среда – здоровье населения».

Исследования экологических проблем крупного территориально-промышленного комплекса (ТПК), каковым является город Воронеж, основаны на представлении городской территории как полисистемы, включающей природно-ландшафтную, инженерно-техническую (технологическую), медико-биологическую (демопопуляционную) подсистемы. Такие многоплановые исследования позволяют выявить экофункцию каждого элемента или депонирующего компонента подсистемы и определить уязвимые в экологическом отношении части городской территории с последующей разработкой мероприятий по их реабилитации, охране, предотвращению кризисной экологической обстановки.

Методика исследований включает специализированное геоэкологическое картирование на основе полевых наблюдений (эколого-геохимическое опробование почв, грунтов, воды, воздуха), лабораторные исследования, обработку и систематизацию материалов для выявления техногенных и геохимических аномалий, обработку результатов с привлечением математических методов.

На рассматриваемой территории как компоненты природно-ландшафтной подсистемы нами исследуются приземная часть атмосферы, почвенный покров, подземные и поверхностные воды, донные отложения. Инженерно-техническая подсистема включает промышленные предприятия, сеть автодорог, водохранилище. Эти две подсистемы находятся в постоянном взаимодействии, обуславливая трансформацию естественного природного круговорота и потока вещества во всех составляющих компонентах в природно-техногенный и собственно-техногенный. Демопопуляционная подсистема, представленная городским населением, выполняет двойственную функцию: с одной стороны, она может регулировать экологическую обстановку, с другой стороны, посредством негативных воздействий на здоровье населения и демографический аспект отражает напряженность экологической обстановки и опасность проживания в очагах загрязнения.

Аналогичные исследования, проведенные для Московского региона [3], показали необходимость

сопряжения эколого-геохимических и медико-биологических характеристик при пространственном и временном рассмотрении элементов экологической цепи: источник загрязнения – приземная атмосфера – атмосферные осадки – почвенный покров – растения – водные объекты – человек для организации и корректировки мероприятий по снижению экологического прессинга и медицинской профилактики экологозависимых патологий.

Приземный слой атмосферы

Одним из факторов загрязнения окружающей среды являются аэрогенные выбросы и атмосферные осадки, содержащие токсиканты.

Ежегодно в приземной слой атмосферы Воронежа от стационарных источников поступает около 15 тыс. тонн вредных химических веществ, из них окислов азота – 3731 тонн, сернистого ангидрида – 4331 тонн, 25 тонн тяжелых металлов, в том числе железо, кадмий, кобальт, медь, марганец, свинец, хром, никель, цинк. Превалирующими являются соединения железа – 21,233 т/год (84,7% от суммы выбросов тяжелых металлов). По 1,1 т/год (4,5%) поступает в атмосферу марганца и цинка, 0,380 т/год (1,5%) – меди, 0,185 т/год (0,7%) – свинца, 0,211 т/год (0,8%) – хрома.

Исходя из объемов, преобладают аэротехногенные выбросы тяжелых металлов в Левобережном районе, на долю которого приходится 47% выбросов.

Основными вкладчиками в загрязнение атмосферного воздуха тяжелыми металлами являются предприятия машиностроения и металлообработки – 65,6% выбросов; строительных материалов – 8,4%; химической и нефтехимической промышленности – 4,3%.

К числу наиболее значимых источников тяжелых металлов из предприятий машиностроительной и металлообрабатывающей отраслей относятся АО "Тяжмехпресс", АООТ "Тяжэкс" им. Коминтерна, АООТ "ВАСО", ГП "Воронежский механический завод". Химическая и нефтехимическая промышленность представлены АО "Воронежшина", ОАО "Воронежсинтезкаучук" (Левобережный район); комбинаты строительных материалов – ЖБИ, ЖБК. Большинство крупных предприятий города построены без учета розы ветров, что создает напряженную обстановку в ряде жилых массивов. Низменный рельеф левобережной части города, слабая проветриваемость усиливают неблагоприятное воздействие выбросов загрязняющих веществ на качество атмосферного воздуха.

Расчетным путем с использованием системы "Эколог-город" получены данные о разделении приземных концентраций тяжелых металлов, согласно которым в атмосферном воздухе г. Воронежа имеет место превышение ПДК (предельно допустимая концентрация) меди в 1,5 - 1,7 раз и марганца – в 1,5 - 25,0 раз.

Источниками поступления марганца являются 1204 предприятия города практически по всем видам промышленности. Максимальный объем выбросов приходится на предприятия машиностроения и металлообработки – 53,8%, стройматериалов – 15,9%, строительства – 6,7%, химической и нефтехимической промышленности – 5,9%. По данным расчетного мониторинга имеют место значительные превышения ПДК – до 25 раз в Железнодорожном районе, особенно в районе станции Отрожка. В зоне влияния марганца находится все население города, в то же время под воздействием повышенных концентраций элемента – 79,5 тыс. населения, из них 14,5 тыс. детей. Учитывая тот факт, что почти весь марганец, выбрасываемый в атмосферу, представляет собой мелкодисперсные частицы, переносимые на значительные расстояния, возможно его выпадение на почву в любой точке города.

В атмосферный воздух города поступают соединения меди в виде оксида – 0,288 т/год и сернокислой меди – 0,092 т/год. Основными источниками загрязнения являются ОАО «Воронежсинтезкаучук» химической и нефтехимической промышленности – 30,5% (Левобережный район) и ГП Воронежский механический завод машиностроительной и металлообрабатывающей промышленности – 26,8% (Советский район). Исходя из расчетного мониторинга, наиболее неблагоприятной зоной можно считать Левобережный район, где степень превышения меди составила 7,5 ПДК и численность экспонированного населения соответствует 430,8 тыс. чел., в том числе детей – 88 тыс.

Точечные источники индустриального загрязнения дают локальные выбросы в окружающую среду, но за счет ветрового переноса компоненты загрязнители распространяются на большие расстояния. Лабораторный контроль состояния городского воздушного бассейна показал, что в атмосферном воздухе отмечается превышение допустимых концентраций химических веществ в 5,6 % отобранных проб.

Анализ снеговых осадков за три последних зимних сезона подтверждает наличие тяжелых металлов в атмосферном воздухе. Из 11 определяемых в атмосферных осадках тяжелых металлов, были обнаружены 4: медь в концентрациях от 0,001 мг/л до 0,118 мг/л, цинк – от следов до 0,59 мг/л, железо – от 0,05 мг/л до 12,6 мг/л, марганец – от следов до 0,6 мг/л. Вариабельность содержания тяжелых металлов по территории города подтверждает их техногенный генезис от отдельных источников и промышленных зон. Наиболее высокие концентрации токсикантов определяются в снеговых осадках, собранных в зонах влияния промышленных предприятий и автомагистралей. Наличие тяжелых металлов в снеговом покрове на участках, находящихся на значительном расстоянии от индустриальных источников (районы СХИ, областной больницы, больниц «Электроника»), может свидетельствовать о трансграничных переносах. Максимальные уровни

загрязнения снежного покрова марганцем и цинком отмечались в зоне обслуживания детской поликлиники № 1 Коминтерновского района, медью – на территориях обслуживания детских поликлиник № 5 Железнодорожного района и № 4 Советского района, железом – в районе ст.Отрожки Железнодорожного района и детской поликлиники № 2 Центрального района.

Учитывая объемы поступающих в атмосферный воздух загрязняющих веществ, класс и категорию их опасности, степень превышения допустимых концентраций как по данным лабораторного контроля, так и по результатам расчетного мониторинга, а также возможные неблагоприятные эффекты со стороны здоровья населения, в том числе отдаленные, для атмосферного воздуха определены приоритетные соединения тяжелых металлов – марганца, меди, хрома шестивалентного.

Поверхностные воды

В 1999 году в Воронежское водохранилище и реку Дон поступило около 280 млн. м³ сточных вод. Из них объем нормативно-чистых вод составляет 52 млн. м³, загрязненных – 208 млн. м³. Было сброшено: нефтепродуктов – 50 тонн, взвешенных частиц – 4210 тонн, сульфатов – 13810 тонн, СПАВ (синтетические поверхностно-активные вещества) – 23300 тонн, железа – 55,58 тонн, меди – 670 кг, цинка – 3170 кг, алюминия – 12600 кг.

По сравнению с 1998 годом произошло увеличение количества поступающих в водоемы хлоридов на 830 кг, железа на 3 тонны 320 кг, хрома на 430 кг.

Основным химическим загрязнителем воды являются нефтепродукты, которые обнаруживаются в концентрациях выше нормативных (в 2,1 раза) в пределах всего водоема. В большинстве контрольных точек в воде также отмечалось превышение ПДК по БПК (кислородный эквивалент степени загрязненности воды органическими веществами – биологическое потребление кислорода).

Среднегодовые показатели уровня загрязнения водохранилища по таким ингредиентам, как марганец, медь, железо, алюминий не превысили нормативных значений, за исключением отдельных контрольных точек: у Окружного моста и гидроузла плотины – по железу, марганцу и меди; у Железнодорожного и Вогрессовского мостов – по марганцу; у Чернавского моста – по железу; в районе Песчановки и Левобережных очистных сооружений – по аммонии.

На протяжении последних нескольких лет водохранилище продолжает оставаться неблагоприятным по эпидемиологической ситуации. Во всех точках отбора зарегистрировано превышение нормативов по коли-индексу, среднегодовой показатель которого превысил нормативы в 7 тысяч раз. Наиболее бактериально-загрязненные участки – район Окружного моста и Левобережных очистных сооружений.

Основными причинами загрязнения являются поступление на очистные сооружения стоков промышленных предприятий, не отвечающих ПДК ("Нормы ПДК загрязняющих веществ в сточных водах, направляемых в городскую канализационную сеть").

Таким образом, в поверхностных водах города Воронежа определен стабильный набор загрязнителей, по которым регистрируются превышения нормативов: нефтепродукты, железо, марганец, СПАВ, систематически высокие значения коли-индекса.

Подземные воды

Воронежское водохранилище разделяет г. Воронеж на право- и левобережную части, характеризующиеся различными гидрогеологическими условиями и степенью естественной защищенности подземных вод от загрязнения.

Основным эксплуатационным водоносным горизонтом является верхнеплиоценовый (кривоборский). Он защищен сверху от компонентов –загрязнителей слоем плиоценовых глин мощностью 4-10 метров. Водоносный горизонт является напорно-безнапорным с величиной напора до 10 метров; мощность его, в среднем, составляет 25 метров.

На плиоценовых глинах залегает средневерхнечетвертичный водоносный горизонт, не имеющий хозяйственного значения. Он представлен в виде родникового стока правобережья и используется населением города локально из каптированных родников. Некоторые из них пользуются большой популярностью, хотя родниковая вода отличается несоответствием качества согласно ГОСТу 2874-82 "Вода питьевая" по ряду нормируемых компонентов (табл.1), в силу неглубокого залегания и отсутствия экранирующих слабопроницаемых отложений.

В левобережной части развит неоген-четвертичный водоносный комплекс, мощность которого по сравнению с водоносным кривоборским горизонтом увеличивается за счет появления в верхней части разреза песков верхне-среднечетвертичного возраста, неразделенных с неогеновыми песками плиоценовыми глинами. Мощность водоносного комплекса в среднем составляет 30-35 метров.

Питание подземных вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и перетока из выше- и нижележащих водоносных горизонтов в местах "гидрогеологических окон". Область питания соответствует области распространения, включая лесопарковую и промышленно-селитебную части городского ландшафта.

Разгрузка водоносных горизонтов осуществляется в водохранилище, естественными выходами на поверхность (родники), а также за счет эксплуатации водозаборных скважин. Удельные дебиты ведомственных скважин составляют 5 - 40 м³/час,

Химический состав средне-верхнегвертичного водоносного горизонта (родники) (мг/л) **Таблица 1**

№	Дата отбора пробы	Адрес родника	Район	NH ⁺ ₄	pH	Железо 0,3*	Жесткость 7,0	Калий + Натрий 200	Кальций	Магний	Марганец 0,1	Медь 0,1	Нитраты 45,0
1	12.04.99	Митрофановский источник	Ленинский	-	7,8	0	10,9	157,3	154,3	38,9	0	0	154,8
2	17.02.99	Подлетинский	Советский	-	6,85	0,05	2,1	2,1	38,1	2,4	0,05	0,05	28,5
3	17.02.99	п.Тепличный	-«-	-	6,24	0,05	5	5	84,2	9,7	0,05	0,05	169,8
4	24.04.99	ЦПКиО	Центральный	0,05	7,14	0,05	12,4	37,5	174,3	44,9	0,05	0,05	109,4
5	25.06.99	КООП Маяк, р.1	Центральный	0,05	6,5	0,05	2	6,9	30,1	6,1	0,05	0,05	6,1
6	15.09.99	Родник 2	-«-	0,05	6,9	0,05	1,8	12,2	28,1	4,9	0,05	0,05	14,2
7	24.04.99	Пос.Рыбачье	-«-	-	8,28	0,11	1,8	29,4	24	7,3	0,05	0,05	16,6

Продолжение табл. 1

№	Нитриты 3,0	Сульфаты 500	Хлориды 350	Свинец 0,03	СПАВ 0,5	Фтор 1,5	Цинк 5,0	Нефтепродукты 0,1	Окисляемость 5,0	Бор 0,5	Кадмий 0,001	Никель 0,1	Хром(VI) 0,05	М 1000
1	-	168,3	160	-	-	0,17	0,05	-	1,25	-	0,001	-	-	859,6
2	0,003	32	15	0,01	0,015	0,05	0,05	0,05	1,02	0,1	0,001	0,01	0,02	156,6
3	0,003	108,4	55	0,01	0,015	0,05	0,05	0,05	1,96	0,1	0,001	0,01	0,02	521,3
4	0,003	102,9	112,5	0,01	0,015	0,41	0,05	0,05	0,78	0,1	0,001	0,01	0,02	795,5
5	0,003	49	6,4	0,01	-	0,11	0,05	-	1,48	-	-	-	-	140
6	0,003	26,5	6,9	0,01	-	0,21	0,05	-	0,69	-	-	-	-	120
7	-	12	3,7	-	-	0,08	-	-	12,4	-	0,001	-	0,02	177,9

* Предельно допустимые концентрации компонентов в подземных водах питьевого назначения.

коммунальных – до 200 м³/час, родников –0,2-4,2 л/сек.

Нами изучены эколого-гидрохимические особенности основных эксплуатационных водоносных горизонтов в пределах промышленных право- и левобережной зон на основе систематизации химических анализов водных проб из скважин ведомственных водозаборов.

Анализ макрокомпонентного состава подземных вод позволил выделить четыре ведущих геохимических типа: 1) гидрокарбонатный кальциевый или кальциево-натриевый; 2) гидрокарбонатно-хлоридный или хлоридно-гидрокарбонатный натриево-кальцевый; 3) гидрокарбонатно-сульфатный или сульфатно-гидрокарбонатный смешанного катионного состава; 4) смешанного анионного и катионного состава. Типизация вод произведена по классификации Щукарева - Славянова.

Геохимические типы подземных вод явно отражают преобразование их качественного состава, выражающееся в увеличении содержания сульфат - ионов, хлорид- ионов и ионов натрия, порой до концентраций, превышающих предельно допустимые. Такая качественная трансформация химического состава по ряду макрокомпонентов влечет за собой преобразование вод по минерализации – от пресных к слабоминерализованным и тем самым к несоответствию требованиям, предъявленным к питьевым водам.

Пространственное размещение компонентов – загрязнителей различной степени опасности полностью коррелирует со спецификой производства. Например, установлены локальные очаги загрязнения хромом в пределах АО "Электросигнал", АООТ "Тяжэкс" им. Коминтерна, АООТ "ВАСО", ГП "Воронежский механический завод", КБХА. Здесь же отмечена повышенная минерализация –0,8-1,2 г/л. На водозаборе АООТ "Полюс", помимо высокого содержания шестивалентного хрома (0,15 мг/л), нитраты достигают 2 ПДК (90 мг/л), жесткость -1,7 ПДК (12 мг-экв), бор - 3 ПДК (1,5 мг/л).

Таблица 2

Степень загрязнения подземных вод железом на участках коммунальных водозаборов

№	Номер ВПВ (водозабор подземных вод)	Среднее значение показателя мг/л	Средняя кратность превышения	Мах значение показателя	Мах кратность превышения	Число анализов, всего	Число анализов > ПДК (0,3 мг/л)	% анализов > ПДК
1	ВПВ-3	1,497	4,99	7,510	25,03	22	13	59,09
2	ВПВ-4	3,393	11,31	13,200	44,00	26	16	61,54
3	ВПВ-6	0,548	1,83	4,500	15,00	10	1	10,00
4	ВПВ-8	3,392	11,31	11,500	38,33	35	26	74,29
5	ВПВ-9	0,130	0,43	0,480	1,60	23	2	8,70
6	ВПВ-11	2,946	9,82	12,500	41,67	76	64	84,21
7	ВПВ-12	2,857	9,52	7,390	24,63	26	25	96,15
	Всего по ВПВ	2,445	8,15	13,200	44,00	218	147	67,43

Таблица 3

Степень загрязнения подземных вод марганцем на участках коммунальных водозаборов

№	Номер ВПВ (водозабор подземных вод)	Среднее значение показателя мг/л	Средняя кратность превышения	Мах значение показателя	Мах кратность превышения	Число анализов, всего	Число анализов > ПДК (0,1 мг/л)	% анализов > ПДК
1	ВПВ-3	0,292	2,92	0,720	7,20	22	16	72,73
2	ВПВ-4	0,308	3,08	0,980	9,80	26	16	61,54
3	ВПВ-6	0,100	1,00	0,320	3,20	8	3	37,50
4	ВПВ-8	0,355	3,55	1,160	11,60	35	27	77,14
5	ВПВ-9	0,028	0,28	0,050	0,50	23	0	0,00
6	ВПВ-11	0,358	3,58	0,900	9,00	76	58	76,32
7	ВПВ-12	0,662	6,62	2,000	20,00	26	25	96,15
	Всего по ВПВ	0,329	3,29	2,000	20,00	216	145	67,13

Таблица 4

Степень превышения жесткости в подземных водах коммунальных водозаборов

№	Номер ВПВ (водозабор подземных вод)	Среднее значение показателя мг/л	Средняя кратность превышения	Мах значение показателя	Мах кратность превышения	Число анализов, всего	Число анализов > ПДК (7 ммоль/л)	% анализов > ПДК
1	ВПВ-3	5,995	0,86	7,500	1,07	21	3	14,29
2	ВПВ-4	4,332	0,62	5,300	0,76	25	0	0,00
3	ВПВ-6	4,863	0,69	5,200	0,74	8	0	0,00
4	ВПВ-8	4,571	0,65	6,100	0,87	35	0	0,00
7	ВПВ-9	5,230	0,75	7,000	1,00	23	0	0,00
8	ВПВ-11	4,909	0,70	6,500	0,93	76	0	0,00
9	ВПВ-12	5,731	0,82	6,900	0,99	26	0	0,00
	Всего по ВПВ	4,948	0,71	7,500	1,07	214	3	1,40

Ведомственные водозаборы, в силу несоответствия качества воды для питьевых целей, используются как источники технической воды, поэтому здесь нет опасности для здоровья. Тем не менее, актуальность изучения техногенной трансформации подземных вод неоген-четвертичного водоносного комплекса и необходимость мониторинговых исследований определяется расположением промышленных предприятий в пределах областей питания коммунальных водозаборов. Например, на левом берегу, в области питания водозабора №8 расположено ОАО "Видефон", в стоках которого присутствуют соединения тяжелых металлов. В области питания водозабора №9 находятся ОАО "Шинник", ПО "Рудгормаш". В стоках этих предприятий обнаружены цинк, никель, марганец, железо и нефтепродукты.

Все предприятия города находятся во втором поясе зоны санитарной охраны действующих ком-

мунальных водозаборов. Наибольшая опасность загрязнения подземных вод, в силу их незащищенности, представляется для левого берега. В настоящее время на участках коммунальных водозаборов отмечаются повышенные содержания железа, марганца, наметилась тенденция увеличения жесткости. Геохимическая природа этих компонентов рассмотрена в работах [1,2]. Насколько же серьезна ситуация в пределах каждого водозабора отражено в табл. 2-4.

Анализируя данные таблиц, делаем вывод, что по всем трем показателям самая благоприятная ситуация сложилась на водозаборе №9, являющимся водозабором водораздельного типа, гидравлически не связанным с водохранилищем (это еще раз подтверждает источник поступления тяжелых металлов на участки инфильтрационных водозаборов из водохранилища, а точнее – из его донных отложений). Самыми неблагоприятными в экологическом отно-

Таблица 5

Качество питьевой воды, подаваемой из разводящей сети коммунального водопровода (Fe_{общ.})

№	Городской район	Среднее значение показателя мг/л	Средняя кратность превышения	Мах значение показателя	Мах кратность превышения	Число анализов, всего	Число анализов > ПДК (0,3 мг/л)	% анализов > ПДК
1	Железнодорожный	0,496	1,65	2,960	9,87	157	113	71,97
2	Левобережный	0,465	1,55	4,560	15,20	84	54	64,29
3	Коминтерновский	0,466	1,55	3,510	11,70	34	13	38,24
4	Ленинский	0,385	1,28	11,400	38,00	79	15	18,99
5	Советский	0,226	0,75	1,820	6,07	77	11	14,29
6	Центральный	0,897	2,99	6,290	20,97	83	66	79,52

Таблица 6

Качество питьевой воды, подаваемой из разводящей сети коммунального водопровода (Mn_{общ.})

№	Городской район	Среднее значение показателя мг/л	Средняя кратность превышения	Мах значение показателя	Мах кратность превышения	Число анализов, всего	Число анализов > ПДК (0,1 мг/л)	% анализов > ПДК
1	Железнодорожный	0,247	2,47	0,780	7,80	150	116	77,33
2	Левобережный	0,183	1,83	0,360	3,60	82	51	62,20
3	Коминтерновский	0,045	0,45	0,180	1,80	25	1	4,00
4	Ленинский	0,069	0,69	0,700	7,00	76	7	9,21
5	Советский	0,094	0,94	1,430	14,30	74	6	8,11
6	Центральный	0,160	1,60	0,450	4,50	73	49	67,12

шении участками водозаборов являются (в порядке возрастания степени загрязнения вод): ВПВ-4, ВПВ-3, ВПВ-8, ВПВ-11. Водозабор №12 расположен на берегу реки Усмань. Здесь высокие содержания марганца и железа определяются, в основном, биогеохимическими факторами (развитие высшей водной растительности, восстановительный гидрохимический режим).

Показатели качества питьевой воды в 1999 году (табл. 5,6) по районам города говорят о том, что качество питьевой воды в разводящей сети не отвечает требованиям ГОСТа 2874-82 "Вода питьевая" по содержанию железа (1-6 ПДК в Советском районе, 1,2-12 ПДК в Коминтерновском, 1,7-10 ПДК в Железнодорожном, 1,6-15 ПДК в Левобережном, 1,3-38 ПДК в Ленинском и 3-21 ПДК в Центральном районе). Повышенные содержания марганца варьируют в пределах 1-14 ПДК в целом по районам города.

Основанием приведенной системы оценочных критериев явились гигиенические и эколого-геохимические исследования.

Загрязнение подземных вод тесно связано с загрязнением компонентов окружающей среды – приземного слоя атмосферы, почв, пород зоны аэрации, поверхностных вод, донных отложений.

Загрязнение почв и зоны аэрации являются вторичным источником загрязнения подземных вод. Загрязнение атмосферного воздуха сказывается на изменении гидрохимического фона подземных вод. Контроль за состоянием подземных вод должен быть связан с контролем за состоянием атмосферы, поверхностных вод и почвенного покрова.

Почвенный покров

При исследовании почвенного покрова пробы отбирались из поверхностного горизонта. Опреде-

лялась подвижная форма тяжелых металлов в почве. Актуальность оценки степени загрязнения почв в пределах территориально-промышленного комплекса заключается в становлении их вторичным источником поступления тяжелых металлов в приземные слои атмосферы и далее в организм человека. По данным Т.Н.Симуткина [6] 50-60% пыли в приземной части атмосферы имеет почвенный генезис.

Основными вкладчиками в загрязнение почв тяжелыми металлами являются промышленные предприятия, как источники аэрогенных выбросов, токсичных отходов и автотранспорт, что связано с выделением тяжелых металлов в окружающую среду за счет использования горюче-смазочных материалов, содержащих в качестве присадок свинец, цинк, медь, хром, никель, а также выброса соединений металлов из двигателей внутреннего сгорания в результате коррозионно-агрессивных свойств топлива. За основу определения уровня загрязнения почвенного покрова взяты: показатель загрязнения (ПЗ) и суммарный показатель загрязнения (СПЗ) для ассоциаций элементов, согласно методике, описанной в работе [4]. Для расчета этих показателей необходимо знать фоновую концентрацию элемента (Сф) в почве. В качестве Сф нами взята наименьшая концентрация, повторяющаяся в пределах исследуемой территории. А именно: Сф для Zn составляет 1,5 мг/кг, для Pb – 5 мг/кг, Ni – 1 мг/кг, Cu – 0,8 мг/кг, Cr – 2 мг/кг, Co – 0,008 мг/кг, Cd – 0,2 мг/кг, Mn – 2 мг/кг.

Эколого-геохимический анализ техногенного загрязнения почвенного покрова г.Воронежа показал, что наиболее приоритетными элементами являются цинк, свинец, медь, марганец.

Одной из причин накопления цинка в поверхностных почвенных горизонтах является его

способность сорбироваться минеральными и органическими компонентами с образованием устойчивых соединений. Пробы с высоким содержанием цинка (23,9-125,5 мг/кг) отмечаются во всех районах города. Средний уровень загрязненности почв (ПЗ=10-16) цинком характерен для улиц: Димитрова, Остужева, Славы, Домостроителей, Ломоносова, Тимирязева, Казакова, К.Маркса, Ворошилова. К сильному уровню загрязнения с ПЗ=16-32 относятся улицы Космонавтов, Березовая Роща, Красовского, Моисеева, Кирова. К «очень сильному» уровню загрязнения (ПЗ=32-64) относятся пробы, отобранные на улицах Дружинников, Проспект Труда, Пешестрелецкая, Никитинская.

Превышения меди до 104 мг/кг, при ПДК=3 мг/кг приурочены к улицам и районам, в которых расположены крупные промышленные объекты (ул. Электросигнальная, Московский пр., ул. Ростовская, ул. Путилина).

Важным обстоятельством в загрязнении почв медью является склонность поверхностного слоя к ее накоплению. Известно, что медь - малоподвижный элемент в почвах. Значительную роль в связывании меди в почве является микробиологическая фиксация. То есть, концентрация меди в поверхностном слое почвы отражает ее биоаккумуляцию как следствие антропогенной нагрузки.

По меди можно выделить следующие категории уровней загрязненности. Слабый уровень загрязненности (ПЗ=2-8) наблюдается в пределах улицы Вл. Невского, район Агроуниверситета. Максимальное загрязнение (ПЗ=32-64) выявлено: ул. Дружинников, Л.Рябцевой, Московский проспект, 25 Января, Ростовская.

Одним из наиболее часто встречающихся загрязнителей является свинец. Высокие содержания этого элемента отмечены в пределах улиц с интенсивным движением автотранспорта (Ленинский пр., ул. Димитрова). Значительными ПЗ по Pb характеризуются Центральный, Коминтерновский и Советский районы.

Оценка данных по свинцу определила следующие показатели загрязненности почв. Средний уровень зафиксирован: ул. Сочинская, Электросигнальная, Моисеева. Сильный уровень - Проспект Труда, Проспект Патриотов, Чайковского, Никитинская, Студенческая.

Присутствие свинца в почвах в количестве 13-154 мг/кг определяет его транспортный генезис, причем критические концентрации тяготеют к главным автомагистралям города. Высокие содержания цинка (27-153 мг/кг), меди (3,5-104 мг/кг) отражают влияние выбросов котельных, ТЭЦ и промпредприятий.

Довольно серьезной проблемой для города является загрязнение марганцем. Хотя превышений ПДК (140 мг/кг) практически не выявлено, отмечается тенденция приближения концентраций к этому показателю по всей территории города. Этот факт можно объяснить тем, что выбросы практически

всех предприятий города содержат высокие содержания солей и оксидов марганца. Наиболее типичными для городских техногенных почв концентрациями являются 20-85 мг/кг. Следует отметить участок, где марганца содержится несколько более ПДК – 145 мг/кг – ул. Тимирязева.

В ряде проб выявлены превышения относительно фона по хрому, кобальту, кадмию, никелю: 2,5-3,5 мг/кг; 0,22-2,5 мг/кг; 0,25-0,61 мг/кг; 1,2-3,5 мг/кг соответственно.

Часто встречаются повышенные содержания никеля в городских почвах – до 5 мг/кг при ПДК = 4 мг/кг; особенно в пределах Центрального, Ленинского и Коминтерновского районов (ул. Ломоносова, Моисеева, Кирова, Московский проспект, 45-й Стрелковой дивизии, Лизюкова, Хользунова).

В пределах административных районов можно выделить определенные ассоциации элементов:

- для Центрального это Zn-Pb-Cu-Ni-Mn, СПЗ в среднем составляет 100 и относится к сильному уровню загрязненности почв;

- Железнодорожному характерна ассоциация Pb-Zn-Cu-Mn-Ni; здесь СПЗ изменяется в пределах района от 64 до 95, что соответствует сильному уровню загрязненности;

- Коминтерновский район по набору элементов-загрязнителей и степени загрязненности аналогичен Центральному;

- Левобережному свойственна ассоциация Pb-Zn-Cu-Mn с СПЗ, отражающим средний уровень загрязненности почвенного покрова, (СПЗ=42-64);

- Для Ленинского и Советского районов ассоциация выглядит как Pb-Zn-Ni с СПЗ=32-64.

Основная ассоциация Pb-Zn-Cu-Ni-Mn указывает на транспортно-энергетический генезис очагов загрязнения; каждая отдельная ассоциация символизирует специфику производства в пределах районов города.

Понимание процессов миграции и перехода химических веществ из одной среды в другую и, в первую очередь, из почвы в сопредельные среды, имеет большое практическое значение для изучения механизмов и путей воздействия на организм человека.

Геоэкологический анализ с оценкой риска здоровью городского населения

В условиях города Воронежа, где более 3/4 выбросов приходится на долю автотранспорта, установлено, что потенциальный риск возникновения токсических эффектов составляет в среднем 11%, а вероятное время наступления эффекта от хронического воздействия загрязнения атмосферного воздуха в зоне влияния крупнейших автомагистралей в 4-20 раз короче по сравнению с результатами территориального анализа.

Оценка индивидуального канцерогенного риска в течение жизни, обусловленного присутствием бенз(а)пирена в атмосферном воздухе (по результатам анализов 1994-1999 гг.) показала, что наибо-

Таблица 7

Оценка связи между заболеваемостью детей до 14 лет и загрязнением окружающей среды (атмосферного воздуха и почвы) свинцом

Классы болезней	Коэффициент корреляции (атмосфера)	Коэффициент корреляции (почва)
Новообразования	0,68	0,24
Болезни нервной системы и органов чувств	0,51	0,34
Перинатальная патология	0,66	0,32
Врожденные аномалии	0,41	0,27
Болезни органов пищеварения	0,38	не знач.
Болезни костно-мышечной системы	0,35	0,22

лее неблагоприятна ситуация в Коминтерновском районе (за исключением Северного микрорайона).

Вместе с тем, рассчитанные нами интегральные показатели, характеризующие воздействие факторов среды обитания на здоровье, выявили, что суммарная величина воздействия степени загрязнения атмосферного воздуха на здоровье жителей города достигает 35%. Это позволило отнести состояние воздушного бассейна к наиболее значимой группе факторов, имеющих гигиеническое значение.

Заслуживает внимание воздействие других групп факторов окружающей среды на общую заболеваемость населения, оценка которых показала, что на втором месте находится фактор функционально-планировочной структуры, который прежде всего определяется промышленно-транспортной нагрузкой на среду, а статистическое влияние достигает 24%. Третье место отведено фактору загрязнения почвы тяжелыми металлами (в основном, свинцом, цинком, медью).

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что анализ на основе комплексных характеристик среды обитания не дает ответа на вопрос о влиянии конкретных факторов риска на конкретные нозологические формы.

С этих позиций было выполнено исследование по выявлению причинно-следственных связей в системе «факторы среды - здоровье». С целью решения этой задачи нами проведен парный корреляционный анализ, по результатам которого достоверно установлены связи сильной степени с корреляцией более 0.7: между концентрацией пыли в воздухе и болезнями крови, врожденными аномалиями; концентрацией бенз(а)пирена и болезнями системы кровообращения, свинца и болезнями нервной системы. Обратим также внимание на тот факт, что с почвенным загрязнением, прежде всего свинцово-цинковым, коррелируют новообразования, уровень которых в неблагоприятных районах в 1,5-2,5 раза выше среднегогородского.

Для оценки значимости влияния загрязнения окружающей среды свинцом на отдельные классы болезней детского населения нами были рассчитаны

коэффициенты корреляции между загрязнением и заболеваемостью (табл. 7) [5].

Оценка значимости связей в системе «среда-здоровье» свидетельствует о том, что в целом большее влияние на заболеваемость оказывает загрязнение воздуха свинцом, по сравнению с почвенным загрязнением.

С учетом этапности достижения гигиенической безопасности к ее первоочередным ведущим критериям относятся доведение до нормативных показателей химического загрязнения атмосферного воздуха (в условиях Воронежа - оксид углерода, бенз(а)пирен, свинец), питьевой воды (железо, марганец), почвы (свинец, цинк, медь, марганец, никель).

Проведенные исследования позволяют определить основные направления оптимизационных природоохранных и оздоровительных мероприятий с учетом выявленных приоритетных элементов-загрязнителей всех компонентов окружающей природно-техногенной среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бочаров В.Л., Бугреева М.Н., Смирнова А.Я. Экологическая геохимия марганца. –Воронеж, 1998. -164 с.
2. Бугреева М.Н., Стародубцев В.С. Геохимическая природа марганца в техногенной системе территориально-промышленного комплекса г.Воронежа // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер.геол.-1997. -Вып.3. -С.121-129.
3. Геохимическое картирование – основа оценки загрязнения окружающей среды и экологического мониторинга Московского региона / Э.К.Буренков, Л.Н.Гинзбург, А.А.Головин и др. // Разведка и охрана недр. -1998. -№ 9-10. -С.51-57.
4. Геохимическая оценка загрязнения территорий городов химическими элементами / Б.А.Ревич, Ю.Е., Саэт, и др. -М., 1982. -112 с.
5. Доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке в городе Воронеже в 1999 г. – Воронеж, 1999. -79 с.
6. Симуткин Т.Н. Некоторые особенности форм нахождения кадмия в городской среде // Эколого-геохимический анализ техногенного загрязнения. -М., 1991. -С.18-22.