

Янин Е.П. Эколого-геохимическая оценка состояния окружающей среды города Саранска. Состав техногенного загрязнения // Экологический вестник Мордовии. Бюллетень. № 1, март 2002, с. 25-33.

Саранск - крупный промышленный центр России, который в середине 1990-х гг. характеризовался как неблагополучный по состоянию здоровья населения город [4]. В существенной мере это обусловлено своеобразием экологической обстановки, сложившейся в его пределах. В 1970-90-х гг. Саранск периодически входил в число российских городов, отличавшихся повышенным уровнем загрязнения окружающей среды. По количеству выбросов и объему сточных вод (в том числе, недостаточно очищенных), приходящихся на одного жителя в год, он не уступал многим промышленным центрам страны. Это сопровождалось эмиссией различных поллютантов в окружающую среду и ее загрязнением, что негативно влияло и продолжает сказываться на состоянии здоровья городского населения.

Выполненные автором этих строк и его коллегами исследования показали, что с эколого-геохимической и гигиенической точек зрения важнейшими особенностями Саранска и его окрестностей являются [1, 2, 5-24]: 1) комплексный состав формирующихся здесь техногенных геохимических аномалий (зон техногенного загрязнения); 2) существование локальных зон интенсивного загрязнения территории города некоторыми тяжелыми металлами; 3) высокое (прежде всего остаточное) загрязнение городской среды свинцом; 3) своеобразие состава питьевых вод (особенно высокие содержания фтора), в существенной степени обусловленное техногенными факторами; 5) экстремально высокий уровень техногенного загрязнения р. Инсар; 6) загрязнение грунтовых вод, развитых в долине Инсара, и его поймы ниже г. Саранска, используемой в сельском хозяйстве; 7) наличие на предприятиях города производств, характеризующихся вредными условиями труда и широким использованием токсичных веществ; 8) повышенное поступление таких веществ в организм жителей и развитие у них экологически обусловленных заболеваний. Значение имеет и постоянное присутствие в городском воздухе продуктов синтеза антибиотиков, приводящих к патологическим сдвигам в организме людей, в том числе к развитию у них иммунодефицитных состояний [4].

Каждая из названных особенностей требует, безусловно, отдельного анализа. Ниже мы кратко рассмотрим основные источники загрязнения городской территории и важнейшие характеристики состава формирующих в пределах Саранска зон техногенного загрязнения. Автор надеется, что результаты исследований, характеризующие другие осо-

бенности экологической обстановки в Саранске, со временем также будут изложены на страницах «Экологического вестника Мордовии».

Хорошо известно, что пылевые выбросы промышленных предприятий являются важным источником поступления химических элементов в среду обитания и играют главную роль в формировании устойчивых зон техногенного загрязнения, пространственная структура и масштабы которого отражаются составом атмосферного воздуха и особенно почвенного покрова.

В табл. 1 приведены геохимические ассоциации, типичные для технологической пыли (отбор проб производился из очистных установок - циклонов, фильтров и т. п.) и вентиляционной пыли (из вентиляционных систем цехов) некоторых предприятий Саранска. Состав технологической пыли характеризует поступление поллютантов с организованным выбросом заводов; состав вентиляционной пыли позволяет оценить поступление поллютантов с неорганизованными выбросами и отражает качество среды в рабочих помещениях. Как видим, все виды промышленной пыли отличаются высокими концентрациями химических элементов, многократно превышающими их уровни в природных (фоновых) почвах Мордовии. Наиболее интенсивно в пыли концентрируются тяжелые металлы (Cd, Pb, Sb, Cu, Sn, Bi, W, Zn, Mo, Cr, Hg, Ag), обладающие повышенной токсичностью. Как правило, пыль конкретного завода характеризуется специфическим обликом техногенной геохимической ассоциации, что проявляется главным образом в характерном для данного предприятия соотношении уровней содержания (значений K_C) химических элементов, реже в появлении в ассоциации типичных только для данного производства (или разновидности пыли) поллютантов. Естественно, что общая поставка поллютантов в среду обитания определяется двумя факторами: массой пылевых выбросов и уровнями содержания в пыли химических элементов. Расчеты показывают, что, например, только с организованным пылевыбросом СЭЛЗ в атмосферу ежегодно поступает более 3 т различных металлов; с организованным пылевыбросом СИС-ЭВС - около 8 т металлов. Уловленная очистными установками пыль многих заводов, судя по всему, вывозится на свалку, где содержащиеся в ней элементы неизбежно включаются в природные циклы миграции.

Высокие содержания элементов в вентиляционной пыли указывают на то, что рабочие постоянно подвергаются воздействию многих поллютантов и переносят (на обуви, одежде) пыль, обогащенную металлами, в жилые помещения. Так, в волосах детей, родители которых работали на заводах СЭЛЗ, СИС-ЭВС, Электровыпрямитель, были обнаружены очень высокие содержания металлов (Pb, Hg, Cu и др.), интенсивно накапливающихся в вентиляционной пыли и поступающих в жилые помещения на одежде и обуви родителей.

Таблица 1. Техногенные геохимические ассоциации в промышленной пыли (1 – технологическая; 2 – вентиляционная пыль)

Завод	Пыль	Химические элементы и порядок значений их K_C^*				
		> 300	300-100	100-30	30-10	10-3
СЭЛЗ	1	Cd-Sb	Hg-W	Pb-Sn-Ba-As	Zn-Mo-Cu-Sr-Ge	Cr-Bi-Ag
	2	-	-	Zn-Hg	-	-
СИС-ЭВС	1	Cu	B-Ag	Pb-Zn	Sb-W-Bi-Cr	Ni-Cd-Mo-Co-Hg-Mn
	2	Cu	Ag-Pb	Cr-Zn	Sb-Mo-Mo-Ni-Bi	Cd-Hg-Co-Sn-W-Mn
Кабельный	2	Cu-Sn	Pb-Sb	Zn	Ag-Bi-W	Mo-Hg-Cr-Ni
Электровыпрямитель	1	-	-	Cd-Cu-Mo	Cr-Pb-Co-Ni	Ag-Zn
Инструментальный	1	-	-	Pb-Mo-Cu	Ni-W-Sn-Cr	Cd-Co-Sb-Ag
Механический	1	Cu	Mo	W	Cr-Sb-Mn-Pb-B-Co-Cd-Ag-Cu	Zn-Hg-As-Sb
	2	Bi-Cu-W-Zn	Pb	As-Sn	B-Mo-Cr	Ni-V-Co
Автосамосвалов	1	Pb	-	Cd	Zn-Cr-Cu-W	Hg-Bi-Mn-Sb
Теплово-зоре-монтный	1	Mo-Bi	Cu-Cd-W	Co-Ni-Cr	Zn-Pb-Sn-Hg	V-Ba-Sb
	2	Pb	W-Bi	Sn-Cd-Zn-Cu-Ba	Cr-B	Mo-Hg-Sb-Ag
Медоборудования	1	W-Mo-Cr-Cu	-	V-Zn-Bi-Ni	Co-B-Sn-Pb-Cd	Hg-Ag-Ge
Авторемонтный	1	-	Pb	W	Mn-Mo	Co-Cu-Cr-Hg-Sn
	2	-	Ag	Pb-Mo-Cu	W-Cr-Ni-Co-B-Zn-Cd-Sn-Nb	Ge-Bi-Mn
Биохимик	1	-	-	Pb-Cu	Cd-Zn-Sn	Ag-Bi-Mo-Sb
	2	-	-	Zn-W-Mo-Pb	Cu-B	Cd-Hg-Bi-Sb
Консервный	2	Pb-Zn	Bi	Ag-Cd-Sb-W-Sn	Cu	Ni-Cr
Центролит	1	-	-	Pb	Cu	Cd-Sb-Zn-Ag
	2	-	-	-	Pb-Cu	W-Cd-Zn-Bi-Hg
Резинотехника	1	Zn	-	Pb	Cd-Hg-Ba	Ni-Cu-Cr-Co-Sb
Типография	1	Pb	Sb-Ag-Sn	-	Hg-Zn	Cd-Cu-Bi
	2	-	Ag-Pb	Cu	-	Zn-Cd-Mo

* K_C – коэффициент концентрации химического элемента относительно его содержания в фоновых (природных) почвах.

Атмосферохимические исследования (отбор среднесуточной пробы атмосферного аэрозоля в течение 10-25 дней) показали, что в пределах города выделяются три основные зоны загрязнения атмосферного воздуха металлами: Северная промзона (уровни Pb, Cr, Cd, Ni и V постоянно или эпизодически превышали ПДК), Центр города (уровни Pb и Ni многократно выше ПДК, концентрации других изученных металлов стабильно превышали фон) и Южная промзона (уровни Pb постоянно и Ni эпизодически были выше ПДК). Остальные районы города отличались более низким уровнем загрязнения, хотя и в их пределах наблюдались дни с высокими концентрациями Pb, Ni, Zn, V в атмосферном воздухе. Особенно интенсивные зоны загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха формировались в окрестностях электротехнических предприятий (табл. 2). Вблизи заводов СЭЛЗ, СИС-ЭВС и «Электровыпрямитель» в приземном слое воздуха фиксировались также повышенные (в десятки раз выше, нежели в сельских районах) содержания многих летучих органических соединений.

Таблица 2. Химические элементы в приземном слое атмосферного воздуха

Район города, зона влияния	K_C * относительно местного фона				
	> 100	30-100	10-30	3-10	1,5-3
СИС-ЭВС	Pb-V-Cd	Cr-Ni-W	Mo	Mn-Zn-Sn	Hg
СЭЛЗ	Sn-Pb-Ni	Zn-Cd	V-Cr-Hg	-	Mn
Октябрьский	-	-	V	Pb-Ni-Zn-Cr	Mn-Sn
Заречный	-	-	-	Cr	Ni-Pb-Sn-Zn-V-Mn
Южная промзона	-	-	Pb	Ni-Cr-V	Mn-Zn-Cd

* Коэффициент концентрации относительно фоновых содержаний.

Результаты газо-ртутных исследований выявили в основном локальный характер загрязнения городского воздуха ртутью. Значимые ее концентрации, достигающие и иногда превышающие ПДК, наблюдались лишь в санитарно-защитной зоне завода СЭЛЗ, а также в районе ТЭЦ-2, где они существенно превышали фон. Действительно, изучение распределения ртути в волосах 650 детей, проживающих в различных районах города, показало, что более чем у 50% из них концентрации этого металла были меньше 0,1 мкг/г (при фоне, равном 0,26 мкг/г, и критическом уровне не более 2 мкг/г). Содержания ртути в 1,5 раза выше фона отмечены только у 13% детей; в 3 раза выше фона - у 7% детей.

Для оценки многолетнего воздействия промышленных выбросов на состояние территории города в его пределах была проведена площадная геохимическая съемка, базирующаяся на опробовании верхнего слоя почв (16 проб на 1 км²), являющихся депонирующей средой для поступающих в городскую среду химических элементов. Это позволило

установить пространственную структуру загрязнения городской территории и степень его гигиенической опасности (табл. 3). Примерно 50% городской территории характеризуется умеренно опасным уровнем загрязнения. При таком загрязнении наблюдается увеличение общей заболеваемости городского населения [3]. Примерно 20% площади Саранска относится к территории с опасным уровнем загрязнения среды обитания, что, как правило, выражается в увеличении общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, с нарушением функционального состояния сердечно-сосудистой системы. К территориям с чрезвычайно опасным уровнем загрязнения относится ~ 5% площади города. Для данной категории загрязнения характерно увеличение заболеваемости детского населения, нарушение репродуктивной функции женщин и изменения других показателей здоровья населения [3].

Таблица 3. Структура загрязнения территории Саранска по степени опасности

Категория загрязнения	Величина Z_c^* для почв	Относительная доля от площади города, %
Допустимая	< 16	~25
Умеренно опасная	16-32	~50
Опасная	32-128	~20
Чрезвычайно опасная	> 128	~5

* Z_c - суммарный показатель загрязнения, шкала значений которого утверждена Госсанэпиднадзором [3].

В общем случае в почвах города наблюдаются относительно контрастные и значительные по площади техногенные аномалии Zn, Sn, Pb, в меньшей степени Ni, Mo, Cu, Hg и др. Особенно интенсивно элементы накапливаются в почвах Южной промзона, центра города и Северной промзоны. С эколого-гигиенической точки зрения важным является то, что для ряда элементов (Pb, Cu, Zn) количество их подвижных форм часто превышало гигиенические нормативы. Естественно, что в большинстве случаев зоны максимального накопления химических элементов были приурочены к районам предприятий (табл. 4). При этом, во-первых, каждому виду производства соответствует достаточно специфическая техногенная геохимическая ассоциация в почвах. Во-вторых, концентрирующиеся в почвах элементы, как правило, либо непосредственно используются в технологических процессах, либо входят в виде нежелательных примесей в состав топлива, сырья, материалов и т. п.

Особенно высокий уровень техногенного загрязнения был установлен для промзон СЭЛЗ, СИС-ЭВС, «Электровыпрямителя». В почвах промзоны СЭЛЗ высокие (аномальные) содержания Hg, Zn, Mo, Pb, Cu, Ag прослеживались до глубины 60-80 см. Наличие существовавшего до середины 1990-х гг. на СИС-ЭВС мощного источника свинца (сте-

кольное производство) обусловило формирование в почвах интенсивных техногенных аномалий этого металла, прослеживающихся до глубины в 80-120 см. Обращает также на себя внимание очень высокие концентрации многих химических элементов в почвах территории республиканской типографии.

Таблица 4. Техногенные геохимические ассоциации в почвах промзон

Завод, предприятие	Химические элементы и порядок значений их K_C относительно фона в почвах				
	> 300	300-100	100-30	30-10	10-3
СЭЛЗ	Hg	Cd	Pb-Sb-Ag	Mo-Tl-W-Zn	Sn-Cu-Ba-Cr-Ge-Bi-Co-V-Ni
СИС-ЭВС	-	Pb	-	Hg	Mo-W-Cu-V-Zn-Sb-Cd
Электровыпрямитель	-	W	Mo	Ag-Sn-Cu-Hg	Cd-Ge-Pb-Bi-Zn-Be-Co
Биохимик	Cd	-	-	Cu-Hg-W-Ag	Mo-P-Be-Bi-Zn-Pb-Cr-B
Типография	Sb	Pb-Ag	Sn-Bi	-	Cd-Hg-Zn
Механический	-	-	Sn	W-Cd	Bi-Mo-Pb-Cu-Co-Zn-Be-Hg-V
Тепловозоремонтный	-	-	-	Pb-Zn	Sn-W-Cr-Cd-Cu-Bi-V-Be
Центролит	-	-	Bi	-	Pb-Hg-Zn-Cu-Be
Инструментальный	-	-	-	W	Mo-Pb-Cu-Sn-Sb-Be
Полупроводниковых изделий	-	-	-	Cd	W-Sb-Hg-Bi-Sn-Be-Pb-Co
Керамик	-	-	-	-	Pb-Mn-V

Важнейшим поллютантом городской среды является свинец, в существенной мере формирующий зоны остаточного загрязнения. Так, более 80% городской территории характеризуется содержанием металла в почвах, превышающими ПДК (=32 мг/кг). Очень высокие концентрации его фиксируются в почвах практически всех предприятий города. В пределах Саранска есть локальные зоны, где концентрации свинца в верхнем слое почв превосходят 500 мг/кг, достигая 1000-10000 мг/кг. Известно, что при таких содержаниях металла, например, в почвах игровых площадок можно ожидать изменений психоневрологического статуса у детей. В то же время в ряде стран ПДК свинца в почвах оценивается на уровне 100 мг/кг. Но, тем не менее, даже при использовании этого норматива площадь опасного загрязнения составляет не менее 35-40 % территории Саранска.

Исследование распределения свинца в волосах городских детей (выборка 650 человек) показало, что его концентрации превышали фон в 1,5 и более раз у 50% обследованных детей; у 20% детей наблюдалось превышение допустимого и у 5% критического уровней содержания этого металла в волосах. Поступление в воздух с промышленной пылью

кадмия, его постоянное присутствие в атмосферном воздухе и почвах, особенно центральной части города, обусловило тот факт, что у 32% детей в волосах фиксировалось превышение фонового уровня в 2-5 раз; у 7% - концентрации Cd превышали допустимый уровень. Кроме того, центральные части города, испытывающие влияние заводов СЭЛЗ и Электровыпрямитель, отличаются также увеличенным концентрированием в волосах детей Ni и Cu.

В настоящее время представляется важным с практической точки зрения и очень интересным с научных позиций выполнение нового комплекса эколого-геохимических и гигиенических исследований в пределах г. Саранска и его окрестностей.

Литература

1. Буренков Э.К., Янин Е.П., Кижжакин С.А. и др. Эколого-геохимическая оценка состояния окружающей среды г. Саранска. - М.: ИМГРЭ, 1993. - 115 с.
2. Кашина Л.И., Янин Е.П. Природно-техногенная биогеохимическая провинция, обогащенная фтором, в центральных районах Мордовии // Вторая Российская школа «Геохимическая экология и биогеохимическое районирование биосферы». Материалы. - М.: ГЕОХИ РАН, 1999, с. 193-194.
3. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами (№ 4266-87).- М.: Минздрав СССР, 1987. - 25 с.
4. Состояние здоровья населения и среды обитания города Саранска Республики Мордовии. – Саранск: Тип. «Красный октябрь», 1996. – 88 с.
5. Янин Е.П. Ртуть в окружающей среде промышленного города. – М.: ИМГРЭ, 1992. – 169 с.
6. Янин Е.П. Геохимическая оценка экологических последствий загрязнения водных систем в городах // Эколого-геохимический анализ техногенного загрязнения. - М.: ИМГРЭ, 1992, с. 49-65.
7. Янин Е.П. Геохимические особенности и экологическое значение техногенных илов // Разведка и охрана недр, 1994, № 5, с. 35-37.
8. Янин Е.П. Специфический источник поступления загрязняющих веществ в жилые помещения // Медицина труда и пром. экология, 1995, № 10, с. 39-40.
9. Янин Е.П. Фтор в питьевых водах города Саранска и его гигиеническое значение. - М.: ИМГРЭ, 1996. - 58 с.
10. Янин Е.П. Геохимические особенности осадков сточных вод промышленного города (на примере Саранска). - М.: ИМГРЭ, 1996. - 41 с.
11. Янин Е.П. Специфический источник поступления ртути в жилые помещения // Ртуть. Комплексная система безопасности. Сб. мат-лов 2-й науч.-техн. конф. - СПб., 1996, с. 45-48.
12. Янин Е.П. Экологические аспекты производства и использования ртутных ламп. - М.: Диалог-МГУ, 1997. - 41 с.
13. Янин Е.П. Электротехническая промышленность и окружающая среда (эколого-геохимические аспекты). - М.: Диалог-МГУ, 1998. - 281 с.

14. Янин Е.П. Геохимические особенности и экологические последствия загрязнения свинцом городской среды // Геохимические исследования городских агломераций. - М.: ИМГРЭ, 1998, с. 77-103.
15. Янин Е.П. Введение в экологическую геохимию. - М.: ИМГРЭ, 1999. - 68 с.
16. Янин Е.П. Трансформация химического состава подземных вод при их эксплуатации для водоснабжения города Саранска // Геол. вестник Центр. районов России, 1999, № 1-2, с. 37-41.
17. Янин Е.П. Ртуть в пылевых выбросах промышленных предприятий // Ртуть. Комплексная система безопасности. Сб. мат-лов 3-й научн.-техн. конф. - СПб., 1999, с. 26-30.
18. Янин Е.П. Эпифитовзвесь – индикатор загрязнения речных систем тяжелыми металлами // Водные ресурсы, 1999, т. 26, № 6, с. 731-734.
19. Янин Е.П. Химические элементы в пылевых выбросах электротехнических предприятий // Медицина труда и пром. экология, 2000, № 8, с. 24-27.
20. Янин Е.П. Техногенез и эколого-геохимические аспекты аллювиального осадконакопления в реках промышленно-урбанизированных территорий // Геол. вестник Центр. районов России, 1999, № 4, с. 41-47.
21. Янин Е.П. Ртуть в осадках городских сточных вод // Эколого-геохимические проблемы ртути. - М.: ИМГРЭ, 2000, с. 143-152.
22. Янин Е.П. Эколого-геохимические аспекты аллювиального осадкообразования в городских агломерациях // Прикладная геохимия. Вып. 2. Экологическая геохимия. - М.: ИМГРЭ, 2001, с. 389-414.
23. Yanin E.P. Electrical Engineering Industry and the Urban Environment. – Moscow: Dialog-MGU Publ., 1998. - 37 p.
24. Yanin E.P., Moskalenko N.N. Monitoring and Assessment of Mercury Pollution in the Vicinity of Electrical Engineering Plants in the CIS // Mercury Contaminated Sites: Characterization, Risk Assessment and Remediation. – Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1999, p. 221-235.